

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).

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)	Marqfoy, Gustave (1831-1899)
Titre	Nouveau système d'appareils électriques destinés à assurer la sécurité des chemins de fer
Adresse	Bordeaux : imprimerie G. Gounouilhou, 1857
Collation	1 vol. (XIV-64 p.-VI f. de pl.) : ill. ; 26 cm
Nombre d'images	85
Cote	CNAM-BIB 8 Sar 595 (P.6)
Sujet(s)	Appareils électriques -- 19e siècle Chemins de fer -- Dispositifs de sécurité Chemins de fer -- Systèmes de communication Signalisation ferroviaire Sécurité ferroviaire -- 19e siècle Télégraphe -- Applications industrielles
Thématique(s)	Technologies de l'information et de la communication
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2021
Date de génération du PDF	20/01/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR595.6

**NOUVEAU SYSTÈME
D'APPAREILS ÉLECTRIQUES**

DESTINÉS A ASSURER

LA SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER.

Sav. 595⁽⁶⁾

NOUVEAU SYSTÈME

D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

DESTINÉS A ASSURER

LA SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER

PAR

GUSTAVE MARQFOY

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, ANCIEN INSPECTEUR DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES,
INGÉNIEUR DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI.



BORDEAUX

IMPRIMERIE G. GOUNOUILHOU, PLACE PUY-PAULIN, 1.

1857

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.....	IX
PRÉLIMINAIRES.....	1
CHAP. I.— VOIE UNIQUE.— Trains allant à l'encontre l'un de l'autre ou se rejoignant dans le même sens	2
§ 1. — PRINCIPE DE L'APPAREIL.....	<i>id.</i>
§ 2. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.....	05
1 ^o Disque.....	<i>id.</i>
2 ^o Aiguille	<i>id.</i>
3 ^o Commutateur	<i>id.</i>
§ 3. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE DES APPAREILS.....	<i>id.</i>
Départ de la station <i>A</i>	6
Arrivée à la station <i>B</i>	8
§ 4. — POINTS ESSENTIELS SUR LESQUELS REPOSE LA SÉCURITÉ.....	<i>id.</i>
<i>Fonctionnement normal</i>	9
1 ^o Certitude des signaux.....	<i>id.</i>
2 ^o Mise en évidence des signaux.....	<i>id.</i>
3 ^o Impossibilité d'annoncer un train quand le disque est rouge.	<i>id.</i>
4 ^o Impossibilité d'incliner simultanément les aiguilles de deux appareils en correspondance.....	10
5 ^o Impossibilité des confusions présentées par les dépêches ordinaires.....	<i>id.</i>
<i>Perturbations</i>	11
Courants atmosphériques	<i>id.</i>
Interruption électrique	13
Pression du bouton du disque	14
Inclinaison de l'aiguille.....	15
Permanence de la couleur rouge.....	<i>id.</i>
Coïncidence de la couleur rouge et des cas de dérangements....	<i>id.</i>
§ 5. — AVANTAGES ESSENTIELS.....	16
<i>Avantages intrinsèques</i>	<i>id.</i>
1 ^o Sécurité absolue	<i>id.</i>
2 ^o Régularité	<i>id.</i>
3 ^o Rapidité de manœuvre.....	<i>id.</i>
4 ^o Suppression des formalités dans l'expédition des trains spéciaux	<i>id.</i>
5 ^o Suppression des formalités dans les changements de croisements	17
6 ^o Simplification des règles, en cas d'arrêts en route.....	<i>id.</i>
7 ^o Avis du départ des trains de la station précédente.....	<i>id.</i>
8 ^o Avis de l'arrivée des trains à la station suivante	18

<i>Avantages sur le télégraphe ordinaire</i>	18
1 ^o Mise des signaux en vue de tout le monde.....	<i>id.</i>
2 ^o Impossibilité des confusions présentées par les dépêches ordinaires.....	19
3 ^o Demande de voie libre faite pour tous les trains.....	<i>id.</i>
4 ^o Importante diminution des retards des trains	<i>id.</i>
5 ^o Rareté des dérangements	<i>id.</i>
§ 6. — MARCHE DES TRAINS.....	20
<i>Cas où le disque fonctionne</i>	<i>id.</i>
<i>Cas où le disque ne fonctionne pas.....</i>	23
§ 7. — PROPRIÉTÉ DE L'APPAREIL, RELATIVE A LA CIRCULATION DE PLUSIEURS TRAINS.....	<i>id.</i>
CHAP. II. — VOIE DOUBLE.— Trains se rejoignant en marchant dans le même sens.....	26
§ 1. — PRINCIPE DE L'APPAREIL.....	<i>id.</i>
§ 2. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.....	27
1 ^o Disque	<i>id.</i>
2 ^o Levier.....	28
§ 3. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE DES APPAREILS.....	<i>id.</i>
§ 4. — POINTS ESSENTIELS SUR LESQUELS REPOSE LA SÉCURITÉ.....	30
<i>Fonctionnement normal</i>	<i>id.</i>
<i>Perturbations</i>	31
1 ^o Courants atmosphériques	<i>id.</i>
2 ^o Rupture de fil	32
§ 5. — AVANTAGES ESSENTIELS	<i>id.</i>
1 ^o Sécurité absolue	<i>id.</i>
2 ^o Commodité pour le Mécanicien.....	<i>id.</i>
3 ^o Simplicité de manœuvre	<i>id.</i>
4 ^o Fréquence des manœuvres	33
5 ^o Rareté des dérangements.....	<i>id.</i>
§ 6. — APPLICATION DU SYSTÈME.....	<i>id.</i>
CHAP. III. — ERREURS D'AIGUILLES.....	34
§ 1. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.....	<i>id.</i>
Contact électrique	35
Appareil à disque.....	<i>id.</i>
§ 2. — PERTURBATIONS	36
Courants atmosphériques.....	<i>id.</i>
Interruption électrique	37
CHAP. IV. — DISQUE DES STATIONS.....	39
§ 1. — DESCRIPTION DU NOUVEAU DISQUE	40
Levier de manœuvre	<i>id.</i>
Disque	<i>id.</i>
Disque répétiteur	<i>id.</i>
§ 2. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE.....	41
§ 3. — AVANTAGES ESSENTIELS.....	42
1 ^o Sécurité	<i>id.</i>
2 ^o Éloignement du disque	<i>id.</i>

VII

3 ^e Commodité.....	42
4 ^e Facilité de la manœuvre.....	<i>id.</i>
5 ^e Facilité d'entretien.....	<i>id.</i>
6 ^e Économie de temps et de travail dans le service journalier des stations	43
<hr/>	
§ 4. — TRAINS DE TRAVAUX A ITINÉRAIRES VARIABLES.....	44
CHAP. V. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.....	46
Construction des appareils	<i>id.</i>
Établissement de la ligne	47
Entretien.....	48
<hr/>	
PROJET DE RÈGLEMENT.....	51
CHAP. I. — VOIE UNIQUE.....	<i>id.</i>
§ 1. — BASES DU SERVICE	<i>id.</i>
§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.....	52
1 ^o Cas où l'Appareil fonctionne régulièrement.....	<i>id.</i>
2 ^o Cas où l'Appareil ne fonctionne pas régulièrement	53
§ 3. TRAINS SPÉCIAUX.....	54
§ 4. TRAINS A ITINÉRAIRES VARIABLES.....	<i>id.</i>
CHAP. II. — VOIE DOUBLE.....	55
§ 1. — BASES DU SERVICE	<i>id.</i>
§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION	56
CHAP. III. — AIGUILLES.....	57
§ 1. — BASES DU SERVICE	<i>id.</i>
§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.....	58
CHAP. IV. — DISQUE DES STATIONS.....	<i>id.</i>
§ 1. — BASES DU SERVICE	<i>id.</i>
§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.....	<i>id.</i>
<hr/>	
NOTE A. — DISQUE DE VOIE UNIQUE	59
Disque.....	<i>id.</i>
Aiguille	61
Commutateur	<i>id.</i>
NOTE B. — DISQUE DE VOIE DOUBLE.....	<i>id.</i>
Disque.....	62
Levier	<i>id.</i>
NOTE C. — DISQUE DES AIGUILLES	63
Disque	<i>id.</i>
Contact électrique	<i>id.</i>
NOTE D. — DISQUE DES STATIONS.....	64
Disque	<i>id.</i>
Disque répétiteur	<i>id.</i>
Levier	<i>id.</i>

INTRODUCTION.

Dès la création des Chemins de fer, l'attention générale a été éveillée sur l'insuffisance des règles qui président à la marche des trains ; aussi de nombreux inventeurs ont-ils présenté des moyens de toute sorte pour éviter le retour des accidents qui en ont été la conséquence. Malheureusement , ils ont souvent mal posé le problème à résoudre , et la plupart d'entre eux se sont égarés à la recherche de moyens impraticables. Je dirai quelques mots sur les principaux systèmes qui ont été proposés.

Le **FREIN** figure en première ligne par la multiplicité des recherches dont il a été l'objet. Arrêter instantanément un train lancé à toute vitesse semblait être la solution la plus naturelle aux personnes qui , étrangères aux principes de la mécanique , ne s'apercevaient pas que si cette solution était possible , elle constituerait le moyen le plus certain de produire une catastrophe. Puis , l'énoncé du problème devenant plus conforme au véritable but , on s'est préoccupé d'arrêter un train en quelques secondes et sans secousses. Quelques systèmes ont réalisé plus ou moins ce résultat ; mais fût-il obtenu de la manière la plus complète , on ne devrait y attacher , comme sécurité , qu'un intérêt secondaire : dans les circonstances , en effet , où les trains ne peuvent s'apercevoir que lorsqu'ils arrivent très-près l'un de l'autre , comme en temps de brouillard

ou dans les courbes, quelques secondes peuvent ne plus suffire pour produire l'arrêt. La question à résoudre n'est donc pas : *Étant donnés deux trains qui ont été imprudemment lancés l'un vers l'autre, arrêter brusquement ces deux trains dès que l'erreur est reconnue*, mais bien : *Éviter que deux trains ne soient imprudemment lancés l'un vers l'autre*.

Les appareils **AUTOMOTEURS** ne peuvent donner de résultats plus satisfaisants. Leur principe consiste à faire manœuvrer *par les trains* des pédales fixées aux rails ; ces pédales, par une communication de mouvement, doivent produire certains signaux. Le vice de ce moyen est évident : lorsque la marche d'un train est uniquement placée sous la protection d'un signal, on ne doit pas en confier l'exécution *sans contrôle* à des appareils mécaniques ou électriques susceptibles, quelle que soit leur perfection, de se déranger et de donner, par suite, des indications fausses. La présence de l'homme, pour constater la production du signal, est absolument nécessaire, et dès lors, il est plus simple de lui en confier à lui-même l'exécution, circonstance qui fait naître d'ailleurs une garantie réciproque d'exactitude.

Des **SIGNAUX À VUE**, tels que ballons, mâts surmontés de bras, etc., etc., ont été ou sont encore en usage dans quelques chemins étrangers. Mais ils ont, entre autres inconvénients, celui de perdre leur utilité en temps de brouillards ; ils sont d'ailleurs, on doit l'avouer, peu en harmonie avec les moyens perfectionnés dont l'industrie dispose aujourd'hui.

Les nombreuses tentatives faites en vue d'empêcher les accidents ont montré chaque jour davantage que l'**ÉLECTRICITÉ** doit être la base des recherches de ce genre ; elle seule, par l'instantanéité de sa transmission, peut commander à la vitesse de la locomotive et en guider la marche avec une complète

sécurité. Ses premières applications n'ont pourtant pas été satisfaisantes :

On a cherché à faire communiquer entre eux des trains en marche ; mais il faut toujours, pour obtenir ce résultat, des appareils placés dans les trains, soumis par conséquent aux trépidations d'une marche rapide, et exposés à être brisés dans les accidents, c'est-à-dire quand ils sont le plus nécessaires ; il faut une ligne télégraphique placée à fleur des rails, isolée du sol, et qui communique à l'appareil par l'intermédiaire d'un contact permanent avec les véhicules malgré le mouvement du train, condition presque irréalisable. Sans parler des dépenses et des difficultés de premier établissement, quelle régularité peut-on espérer d'un service dont les bases sont aussi instables ?

D'autres projets ont eu pour but de produire des signaux à distance à l'aide de l'électricité. Mais aucun d'eux ne donnait la preuve de l'exécution du signal, et l'on ne pouvait leur attribuer la moindre confiance.

En 1854, la Commission d'enquête sur l'exploitation des chemins de fer nomma une Sous-Commission chargée d'examiner les diverses *inventions et moyens proposés* en vue d'en assurer la sécurité. Le rapport de la sous-Commission ne fut favorable qu'à un seul système de signaux électriques, dû à M. Regnault, chef de traction du chemin de fer de Saint-Germain. Son appareil, fort ingénieux du reste, a pour principe l'action de l'électricité sur l'aiguille aimantée, circonstance qui en a rendu quelquefois l'application difficile. Il a été essayé par la Compagnie du Midi.

Dans l'état actuel des chemins de fer, les trains courrent des dangers permanents :

Sur la Voie Unique, on peut, en général, reprocher aux règles d'exploitation de n'être suffisantes qu'en théorie. Elles ne font pas une part assez large à l'inintelligence ou à l'incurie des Agents, en sorte qu'une seule erreur commise peut occasionner un accident.

Sur la Double Voie, les chances d'accidents sont moindres ; elles existent cependant ; les règles prescrites pour éviter qu'un train ne soit rejoint par le train qui le suit, exigent que, dans les moments difficiles, les Agents conservent toute leur présence d'esprit. Il n'en est pas toujours ainsi.

Aux aiguilles des chemins à voie unique, les erreurs commises dans la manœuvre, en donnant de fausses directions aux trains, peuvent produire des chocs ou des déraillements.

Enfin, les disques adoptés pour *couvrir* les stations, c'est-à-dire pour en défendre l'entrée aux trains tant que les voies ne sont pas libres, fonctionnent généralement sans contrôle, et peuvent, par de fausses indications, compromettre la sécurité.

Lorsqu'on pénètre dans les détails mêmes du service des Compagnies, à l'égard duquel, il faut le dire, l'opinion publique se montre quelquefois peu bienveillante, on est surpris des précautions minutieuses, des soins incessants qu'exige la circulation des trains, et de la vigilance toute spéciale qu'y apportent les personnes chargées de leur direction. Cette vigilance est bien réelle d'ailleurs, puisque, malgré les nombreuses causes d'accidents que je viens d'énumérer, malgré les millions de kilomètres annuellement parcourus par les trains en France seulement (en 1855 : Lyon, 5,628,337 kilom.; Orléans, 7,608,707 kilom.; Nord, 7,958,242 kilom., etc.), les accidents ne se produisent pas avec plus de fréquence. Mais l'on a vu souvent toutes les prévisions humaines échouer devant l'imperfection de nos facultés, et l'on comprendra toute

l'importance de substituer au travail de l'intelligence le simple travail des yeux; aux règles compliquées de la circulation actuelle, des moyens simples, d'une application facile et d'une sûreté absolue.

Les appareils qui font l'objet de ce travail ont pour but d'éviter les rencontres de voie unique, les collisions de voie double, les chocs et déraillements dus aux erreurs d'aiguilles et aux fausses indications des signaux qui couvrent les Stations. Je dirai quelques mots des principes qui leur servent de base.

1^o Lorsqu'on manœuvre un signal à distance, un répétiteur mû par le signal lui-même indique d'une manière certaine si ce signal a été réellement fait.

2^o L'exécution des signaux est confiée à la main de l'homme.
— Quand le signal ne fonctionne pas, il y a toujours un Agent présent qui le constate.

3^o Sur la voie unique, les appareils sont placés contre le mur extérieur des stations; les signaux sont ainsi en vue des Agents de la station, des Agents des trains, et même des voyageurs. Il n'est pas possible d'admettre qu'ils soient mal compris par tout le monde à la fois. — Sur la voie double et aux aiguilles, de même qu'à l'entrée des stations, les appareils sont encore en vue de tous les Agents qu'ils intéressent.

4^o En aucune circonstance, les appareils n'indiquent de faire partir un train s'il doit être retenu.

5^o Lorsque, par une cause quelconque, rupture de fil, mauvais entretien de la source d'électricité, etc., l'appareil ne fonctionne pas à distance, il accuse toujours son dérangement.

6^o Lorsque l'électricité atmosphérique pénètre dans l'appareil et est assez forte pour le faire mouvoir, elle ne peut jamais détruire le signal qui annonce que la voie est engagée.

7^e Les signaux s'exécutent au passage de tous les trains et non dans les cas spéciaux d'irrégularités de marche. C'est le plus sûr moyen d'obtenir un bon service; le mauvais entretien des appareils, les oubliés de manœuvre, ne sont plus possibles.

Tels sont les principes que j'ai essayé d'appliquer à mes quatre séries d'appareils. Ces appareils sont tous construits : les deux principales séries, celles relatives à la sécurité de la voie unique et de la voie double, sont expérimentées en ce moment sur les lignes du Midi : huit appareils de voie unique et quatre appareils de voie double fonctionnent très-régulièrement sur les sections de Dax à Saint-Vincent et de Bordeaux à Cadaujac. Je suis aujourd'hui convaincu de l'importance de leur emploi par les résultats de ces premières expériences.

Quelques personnes m'ont fait observer qu'il est peut-être imprudent de baser la marche des trains sur la manœuvre d'objets aussi fragiles, aussi sujets à dérangement que les appareils d'horlogerie... En pareille matière, tout dépend de la construction : on construit des pendules qui ne peuvent jamais marcher régulièrement ; on construit aussi des chronomètres dont l'admirable précision peut être combinée avec l'harmonie des mouvements célestes pour guider la marche des vaisseaux.

Je terminerai en exprimant ma reconnaissance à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, qui a bien voulu mettre à ma disposition tous les éléments nécessaires à la réalisation de mes expériences, et en rendant hommage à l'habileté si connue de M. Bréguet, qui, dans la construction des premiers appareils, m'a aidé de son concours éclairé.

Bordeaux, le 1^{er} novembre 1857.

NOUVEAU SYSTÈME D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

DESTINÉS

A ASSURER LA SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER.

Préliminaires.

Les appareils que je vais décrire sont de quatre sortes et ont pour but :

- 1^o *D'empêcher les accidents dus aux erreurs d'aiguilles;*
- 2^o *D'empêcher deux trains d'aller à l'encontre l'un de l'autre ou de se rejoindre sur la Voie Unique;*
- 3^o *D'empêcher deux trains allant dans le même sens de se rejoindre sur la Voie Double;*
- 4^o *De couvrir les Stations*, ainsi que le font les disques mécaniques actuellement en usage.

J'indiquerai principalement dans l'exposé qui va suivre le but rempli par chaque appareil, et je renverrai à la fin, sous forme de *notes*, la description détaillée de chacun d'eux.

CHAP. I. — VOIE UNIQUE.

TRAINS ALLANT A L'ENCONTRE L'UN DE L'AUTRE OU SE REJOIGNANT DANS LE MÊME SENS.

§ 1. — PRINCIPE DE L'APPAREIL.

Les règles actuelles relatives à la circulation des trains sur la Voie Unique se résument ainsi :

Quand le télégraphe fonctionne, les croisements indiqués sur le tableau de la marche des trains peuvent être, dans les cas de retards, modifiés par les Chefs de Station, qui s'entendent à cet égard par le télégraphe;

Quand le télégraphe ne fonctionne pas, les croisements indiqués sur le tableau sont obligatoires, et les trains qui ont dépassé les Stations de croisement sans croiser sont retenus à la plus prochaine Station jusqu'à ce que le croisement soit effectué.

L'expérience a démontré que ces règles, si simples en théorie, peuvent cependant, dans quelques cas particuliers, être mal suivies ou faussement interprétées.

En premier lieu, quand un Chef de Station convient avec le Chef de Station voisin d'un changement de croisement, cette convention résulte de dépêches télégraphiques dont il conserve le texte dans sa mémoire jusqu'au moment d'en faire l'application aux trains qu'elles concernent. La dépêche peut le surprendre au milieu des préoccupations des autres parties de son service; l'oubli, la confusion deviennent très-possibles, et quelquefois, au lieu de retenir un train, il lui arrive de le laisser partir.

D'autres fois, le Chef de Station, à la réception des pièces

qui prescrivent le changement de croisement, donne des ordres qui sont mal compris ou mal exécutés.

Enfin, le télégraphe peut fonctionner imparfaitement entre les mains d'Agents inhabiles qui croient être dans le *cas où le télégraphe fonctionne*, quand ils devraient appliquer les règles relatives au *cas où le télégraphe ne fonctionne pas*.

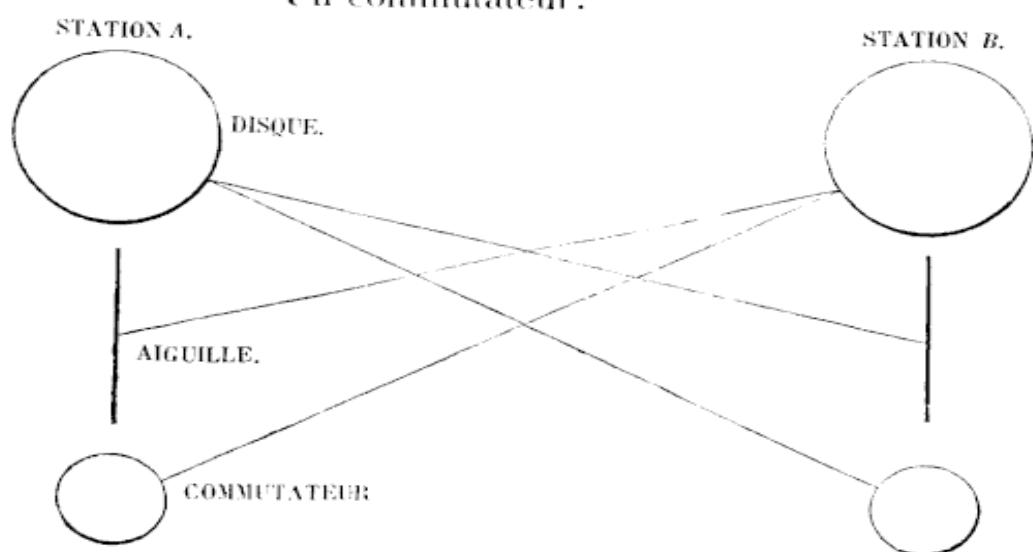
Il serait aisément de prouver par des exemples que ces sortes d'erreurs se commettent fréquemment.

L'appareil qui a pour but de les rendre désormais impossibles est muni de deux signaux : un *disque* et une *aiguille*. Il est placé dans les Stations, *en vue de tout le monde*, et indique par sa situation si la voie est libre ou engagée, si un train doit partir ou être retenu. Le point essentiel est donc de pouvoir faire des signaux certains auxquels on puisse attribuer une confiance absolue.

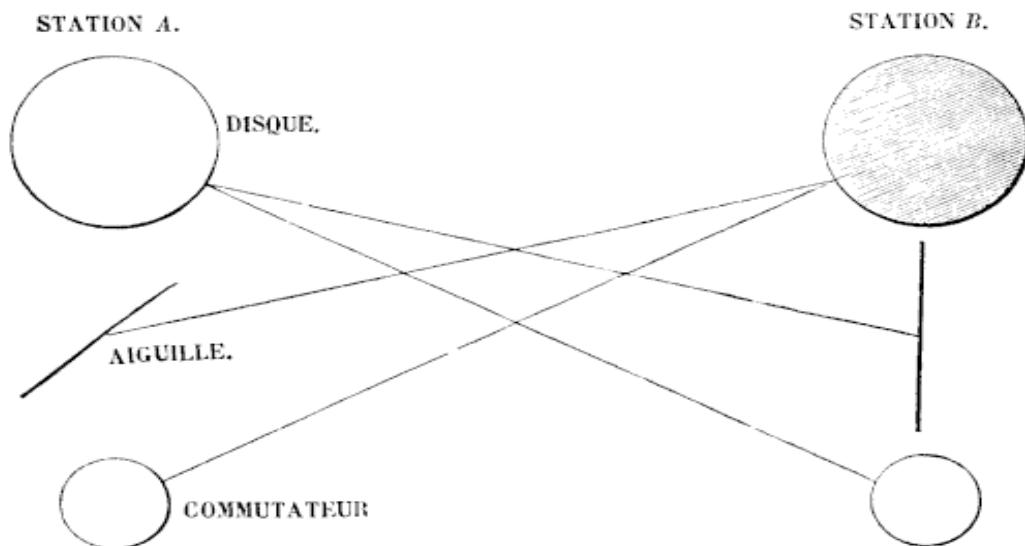
Voici dans quelles conditions le système fonctionne :

Prenons, sur un chemin à voie unique, deux Stations consécutives *A* et *B*; chacune d'elles est munie d'un appareil contenant :

- Un disque,
- Une aiguille,
- Un commutateur.



Ces appareils sont en correspondance entre eux, comme l'indiquent les lignes tracées sur la figure. Le disque de chaque appareil peut prendre deux positions : dans l'une il est blanc, dans l'autre rouge. Lorsqu'il est blanc, il n'envoie pas le courant dans le fil qui le relie à l'aiguille ; l'aiguille est verticale. La figure qui précède indique cette situation. Lorsqu'il est rouge, il envoie le courant dans ce fil ; l'aiguille s'incline. La situation est alors celle-ci :



Le principe de l'appareil est le suivant : *toutes les fois qu'un disque tourne, il fait mouvoir lui-même l'aiguille qui lui correspond.* Si donc, au moment où le Chef de Station de A manœuvre son commutateur pour faire mouvoir le disque de B, il voit l'aiguille placée sous ses yeux lui répondre ; cette réponse lui indique de la manière la plus certaine que le signal qu'il voulait produire a été *réellement fait*.

Ainsi, chaque Chef de Station a en son pouvoir le moyen de produire à la Station suivante un signal dont il est mathématiquement sûr.

Nous allons voir bientôt que, au moyen de règles simples

et d'une application facile, ce principe suffit pour assurer la marche des trains sans erreur possible.

Je ferai remarquer dès à présent que, par une combinaison particulière dans l'agencement des fils conducteurs de l'électricité, *les quatre fils* qui, d'après la figure précédente, semblent nécessaires à la marche des appareils, *ont été réduits à un seul*.

§ 2. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

Chaque partie de l'appareil (*voir note A sa description*) remplit le but suivant :

1^o DISQUE. — *Lorsque le courant passe un instant, un déclanchement a lieu, le disque tourne de 180°.* — Un poussoir agissant sur la palette de fer doux permet de produire ces rotations par la simple pression du doigt. (Le disque a 25 centimètres de diamètre.)

Un excentrique placé sur l'axe du disque fait mouvoir un petit levier dont l'extrémité touche alternativement l'une ou l'autre de deux petites bornes qui limitent sa course, suivant que le disque est blanc ou rouge. Les bornes et le levier font partie du circuit électrique; le mouvement du levier sert à modifier la marche du courant.

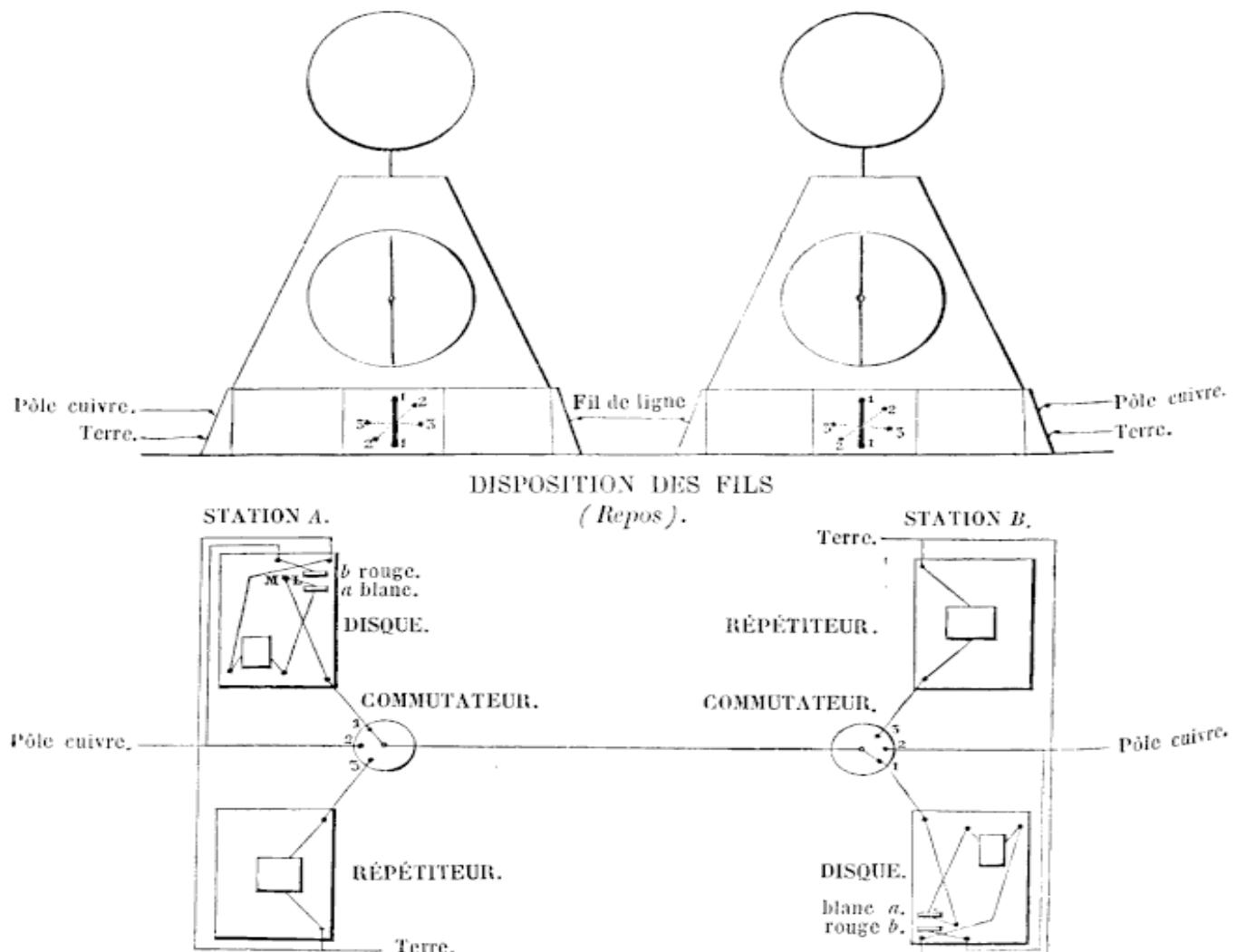
2^o AIGUILLE. — *Lorsque le courant ne passe pas, l'aiguille est verticale; lorsque le courant passe, l'aiguille s'incline à 45°.* — L'aiguille n'est pas aimantée : ses mouvements s'opèrent par déclenchement électrique.

3^o COMMUTATEUR. — *Le commutateur est à trois boutons.*

§ 3. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE DES APPAREILS.

La figure suivante représente l'état des appareils et la dis-

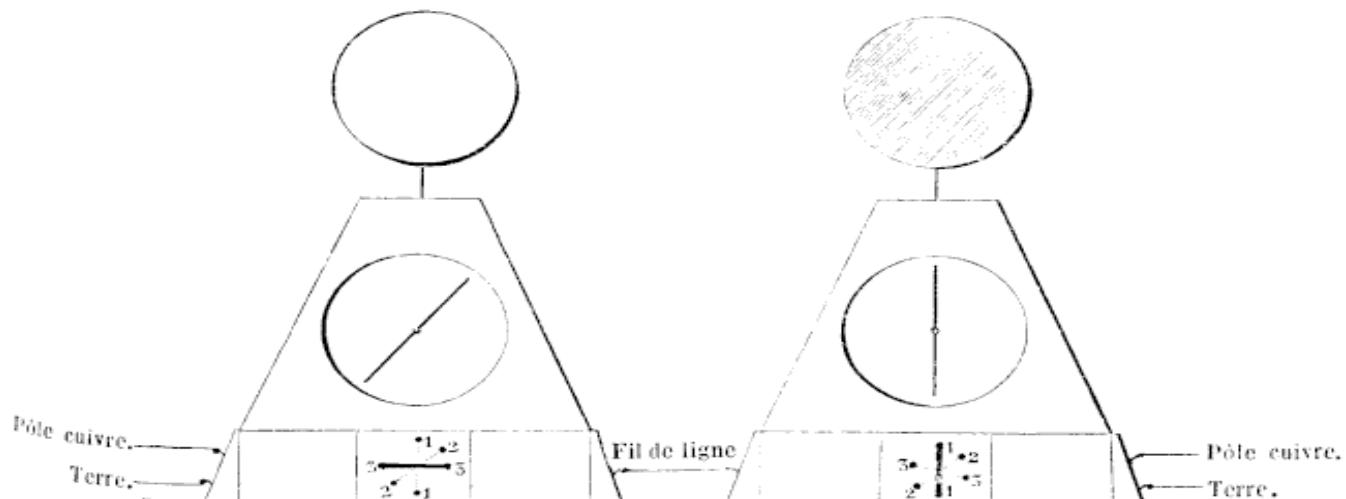
position des fils dans l'état de repos. Les disques sont blanches, les aiguilles sont verticales.



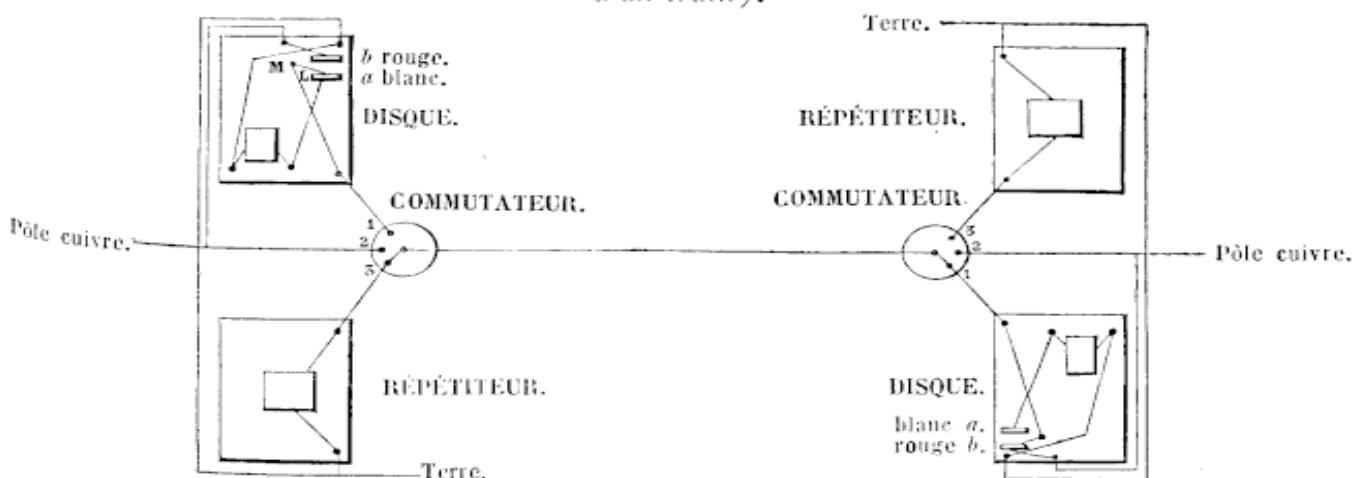
Quand un train circule, les manœuvres de l'appareil s'effectuent de la manière suivante :

DÉPART DE LA STATION A. — *Le Chef de Station manœuvre le commutateur du bouton 4 au bouton 5.* — Il passe ainsi, en tournant dans le sens 4, 2, 3, sur le bouton 2, qui communique avec la pile ; le courant de A est envoyé sur la ligne et pénètre dans l'électro-aimant du disque de B ; le disque tourne et se met au rouge. Ce disque rouge annonce ainsi au Chef de la

Station *B* qu'un train se dirige vers sa Station. La manœuvre opérée, le levier *ML*, qui touchait primitivement la borne correspondant à la position de *disque blanc*, touche maintenant la borne correspondant à la position de *disque rouge*; l'aspect des appareils et la disposition des fils deviennent les suivants :



DISPOSITION DES FILS
(après la manœuvre du lancement
d'un train).



Cette disposition montre que le disque de *B* étant au rouge, le courant de *B* est envoyé vers *A* et pénètre dans l'électro-aimant de l'aiguille. — L'aiguille s'incline et reste inclinée par l'effet de ce courant constant.

ARRIVÉE A LA STATION B. — 1^o *Le Chef de la Station B presse le pousoir du disque.* — Cette pression ramène le disque de *B* au blanc, et l'aiguille de *A* à la position verticale. L'aiguille de *A*, en se redressant, annonce au Chef de la Station *A* que le train est arrivé à la Station *B*. — 2^o *Le Chef de la Station A ramène son commutateur à la position 4.* — Le mouvement du commutateur doit toujours avoir lieu dans le même sens.

L'inspection des figures précédentes montre que des mouvements symétriques auraient lieu dans les appareils si le train était parti de *B* allant vers *A*.

L'appareil étant enfermé dans une boîte fermée à clé, le Chef de Station seul peut opérer les manœuvres.

Un timbre électrique placé dans le cabinet du Chef de Station frappe un coup : 1^o lorsque le disque se met au rouge pour annoncer le départ d'un train de la Station précédente ; 2^o lorsque l'aiguille inclinée se redresse pour annoncer l'arrivée d'un train à la Station suivante.

On obtient ces effets à l'aide d'un petit marteau fixé à l'extrémité d'une palette de fer doux : au repos, le marteau est au contact du timbre ; quand le courant passe, le marteau est éloigné du timbre.

§ 4. — POINTS ESSENTIELS SUR LESQUELS REPOSE LA SÉCURITÉ.

Nous allons examiner successivement les conditions de sécurité remplies par l'appareil :

- 1^o QUAND IL FONCTIONNE NORMALEMENT ;
- 2^o QUAND IL EST SOUMIS A DES PERTURBATIONS.

Fonctionnement normal.

1^o CERTITUDE DES SIGNAUX. — Lorsqu'un Chef de Station , en manœuvrant son commutateur, ferme la voie à la Station suivante , *il est certain que le signal a été fait si son aiguille s'incline immédiatement.* — Nous avons vu que cette certitude résulte des conditions de l'établissement des appareils.

2^o MISE EN ÉVIDENCE DES SIGNAUX. — Les appareils sont placés sur le mur extérieur de la Station (*voir Planche II*) ; une lanterne les éclaire pendant la nuit. *Ils sont*, par conséquent, *en vue de tous les Agents de la Station et de tous les Agents des trains.* Chaque Agent sait que *le départ d'un train ne peut avoir lieu qu'à la double condition que le disque soit blanc et l'aiguille inclinée.* Il n'est pas possible que tous les Agents à la fois méconnaissent un signal qui frappe leur vue.

3^o IMPOSSIBILITÉ D'ANNONCER UN TRAIN QUAND LE DISQUE EST ROUGE. — Le disque , quand il est rouge , indique qu'un train se dirige vers la Station. Le Chef de Station ne doit donc pas faire partir un train à l'encontre de celui qu'il attend. — Mais j'admetts un instant qu'il n'observe pas la couleur rouge du disque. Il doit , avons-nous dit , pour annoncer son train , manœuvrer le commutateur du bouton 4 au bouton 3 , et attendre la réponse de l'aiguille. Il est aisé de reconnaître sur la figure, par la marche du courant, qu'*un Chef de Station qui manœuvre le commutateur au moment où le disque est au rouge par suite de l'envoi d'un train vers sa Station, n'obtient aucune réponse du répétiteur.* L'aiguille , en ne s'inclinant pas , donne au Chef de Station un nouvel avertissement de ne pas lancer son train. — Cette circonstance tient à ce que le commutateur de la Station vers laquelle le courant est envoyé n'est pas sur

la position 4, mais bien sur la position 3, qu'il occupe par l'effet du lancement de son train.

Le cas qui nous occupe n'est d'ailleurs qu'un cas particulier du suivant :

4^e IMPOSSIBILITÉ D'INCLINER SIMULTANÉMENT LES AIGUILLES DE DEUX APPAREILS EN CORRESPONDANCE. — L'inclinaison d'une aiguille figurant le départ d'un train, le système indiquerait une rencontre si les aiguilles de deux appareils pouvaient s'incliner simultanément. Il est très-important que l'appareil se refuse à donner cette indication, et c'est précisément ce qui a lieu. En effet :

Le commutateur doit être sur le bouton 3 pour que l'aiguille de son appareil s'incline ;

Le commutateur doit être sur le bouton 2 pour faire incliner l'aiguille de l'appareil avec lequel il correspond.

Comme il ne peut être à la fois sur le bouton 2 et sur le bouton 3, les deux aiguilles ne peuvent être inclinées simultanément.

5^e IMPOSSIBILITÉ DES CONFUSIONS PRÉSENTÉES PAR LES DÉPÈCHES ORDINAIRES. — J'ai dit plus haut que les Agents responsables de la marche des trains sur la Voie Unique confondaient quelquefois le cas où le télégraphe fonctionne avec celui où il ne fonctionne pas. Cela tient à ce que les Règlements prescrivent avec raison, du reste, de *ne considérer le télégraphe comme fonctionnant, que lorsqu'on a reçu l'accusé de réception de toutes les dépêches relatives au changement de croisement que l'on veut effectuer*. Si au milieu ou presque à la fin des transmissions relatives à ce changement, le télégraphe, mal manœuvré ou soumis à quelques causes perturbatrices, ne donne plus que des signes inintelligibles, les Agents, dans ces cas, trop rares pour qu'ils agissent sans hésitation, n'osent pas

toujours appliquer un Règlement qui leur dit de faire le contraire de ce que leur prescrivent les premières dépêches qu'ils viennent de recevoir, et la décision qu'ils prennent à la suite de cette hésitation devient quelquefois la cause d'un accident.

Dans le cas de l'appareil actuel, l'hésitation n'est plus possible : il n'y a qu'un *oui* ou qu'un *non*. Si au moment de lancer un train, l'aiguille s'incline, le télégraphe fonctionne ; si l'aiguille reste immobile, il ne fonctionne pas.

Dans ce dernier cas, la boîte qui renferme l'appareil est fermée, et les signaux ne sont plus visibles pour personne ; la boîte est d'ailleurs disposée de façon à interrompre la ligne télégraphique par sa fermeture. On est sûr par ce moyen que l'appareil de la Station correspondante ne peut non plus fonctionner.

Perturbations.

COURANTS ATMOSPHÉRIQUES. — Il arrive quelquefois, par les temps orageux, que des courants instantanés dus à l'électricité de l'atmosphère traversent les fils conducteurs et troublent la marche des appareils télégraphiques ordinaires en produisant des effets identiques à ceux de la pile. Ces effets sont d'ailleurs très-rares lorsque les lignes télégraphiques ont peu d'étendue, comme dans le cas qui nous occupe. Nous supposerons néanmoins qu'ils puissent se manifester.

Il y a deux cas à considérer : le courant atmosphérique agit quand l'appareil est *au repos* ou quand *un train est annoncé*.

1° *L'appareil est au repos.* — Le courant atmosphérique met les deux disques au rouge ; les aiguilles restent verticales. Si le courant agit encore, il ne change rien à cette situation.

2° *Un train est annoncé*, et, par suite, le disque de *B* est

rouge, l'aiguille de *A* est inclinée. — Le courant atmosphérique ne change pas la situation du disque. Quant à l'aiguille, si le courant atmosphérique circule dans un certain sens, elle ne change pas de situation; s'il circule dans le sens opposé (de façon à annuler le courant qui incline l'aiguille), comme le courant atmosphérique est instantané, tandis que le courant de la pile agit d'une manière constante, l'aiguille effectue, en partant de sa position de 45°, une rotation entière qui la ramène toujours à sa position première, *sans qu'elle s'arrête jamais à la position verticale.*

Que l'appareil soit en repos ou qu'un train soit annoncé, ces conditions, on le voit, offrent, au point de vue de la sécurité, toutes les garanties désirables : le courant atmosphérique, cause de dérangement indépendante du système des appareils, et qui disparaîtra lorsque le moment sera venu de remplacer les lignes électriques aériennes par des lignes enfermées, fait passer les disques du blanc au rouge, mais *jamais du rouge au blanc*; et aussi *jamais il ne redresse une aiguille inclinée*. — *La sécurité n'est donc pas compromise.*

Il semble, néanmoins, qu'il y ait un grave inconvénient dans ce fait de la mise au rouge des deux disques, puisqu'il en résulte de fausses indications pour les Chefs de Station. Mais cet inconvénient est en réalité très-minime : il est bien rare qu'un train arrive dans une Station sans y être attendu. S'il est régulier, il est annoncé par le tableau de la marche des trains; s'il est spécial, il est le plus souvent annoncé par écrit ou par dépêche télégraphique, et rentre ainsi dans la catégorie des trains réguliers. Si donc un Chef de Station qui n'attend pas de train, voit son disque se mettre au rouge, il applique les règles suivantes : — 1^o *Si le télégraphe ordinaire ne fonctionne pas*, le Chef de Station attend que le train

annoncé ait eu le temps d'arriver. Ce temps écoulé et le disque étant toujours rouge, le Chef de Station fait une épreuve qui consiste à presser le poussoir du disque : *si le disque se met au blanc, il y a un train en route.* Le Chef de Station presse immédiatement le poussoir pour remettre son disque au rouge, comme avant l'épreuve : *si le disque persiste à revenir au rouge, il n'y a pas de train en route.* L'appareil étant dérangé, il y a lieu d'appliquer les règles du cas où le disque ne fonctionne pas. — 2^e *Si le télégraphe fonctionne*, le Chef de Station, par l'épreuve, ou mieux, en faisant passer la dépêche suivante :

Disque rouge; avez-vous lancé un train?

sait s'il y a ou non un train en route. Dans ce dernier cas, il ajoute :

Remettons-nous au blanc.

Chaque Chef de Station met son commutateur sur bois, presse le bouton du disque, remet son commutateur au repos, et tout rentre dans l'état normal. Ces manœuvres diverses sont en réalité, dans la pratique, l'affaire d'un instant, et d'ailleurs elles ne devront être que très-rarement exécutées.

INTERRUPTION ÉLECTRIQUE. — Il peut accidentellement arriver que la pile étant mal entretenue ou le fil rompu sur la ligne, le courant ne passe pas quand la fermeture du circuit a lieu. L'interruption électrique peut avoir lieu quand l'appareil est au repos ou quand un train est annoncé.

4^e *L'appareil est au repos.* — Rien n'est changé à sa situation; lorsqu'on voudra le manœuvrer pour lancer un train, le disque ne se mettra pas au rouge; l'aiguille ne répondra pas. C'est le cas où le disque ne fonctionne pas. On ferme la boîte et on applique d'autres règles.

2^e Un train est annoncé. — La rupture du fil redresse l'aiguille et annonce indûment l'arrivée du train à destination de la Station suivante.

En premier lieu, si ce redressement a lieu 5 minutes après que le train a été lancé, tandis que le Chef de Station sait qu'il faut au moins 10 minutes par exemple au train pour se rendre à la Station suivante, l'erreur pour lui n'est pas possible. Il reconnaît que ce redressement est dû à un dérangement.

En second lieu, si le redressement dû à la rupture a lieu au moment où il aurait eu lieu normalement, la fausse indication est en effet donnée au Chef de Station qui a lancé le train. Mais alors, ou il n'a pas de train à lancer, auquel cas il n'y a nul inconvenient pour lui dans cette fausse indication, ou il a un train à lancer, auquel cas l'appareil dérangé ne lui donne pas de réponse, ce qui le ramène au cas où le disque ne fonctionne pas. Quant au train lancé, ou il est effectivement arrivé, et alors il n'y a pas à s'en inquiéter, ou il est resté en route par accident ; or, il a toujours pour consigne de se couvrir à 500 mètres en arrière en cas d'arrêt. Donc, dans ce cas, qui est compris dans le cas général où le disque ne fonctionne pas, on est simplement ramené à la règle actuelle d'exploitation. Remarquons, d'ailleurs, que le Chef de la Station suivante est prévenu de l'arrêt du train en route par la persistance de son disque rouge, circonstance très-favorable.

PRESSION DU BOUTON DU DISQUE. — Si par inadvertance on presse le bouton du disque quand le système est au repos, cette pression a pour but de mettre les disques des deux appareils au rouge, comme dans le cas où les courants atmosphériques agissent. Nous avons indiqué le moyen très-simple de remettre les appareils dans leur état normal.

INCLINAISON DE L'AIGUILLE. — Nous avons vu que l'inclinaison de l'aiguille de la Station *A* était due à ce que la branche *ML* (*voir plus haut la figure*) du disque de *B* avait quitté le contact *a* correspondant au blanc pour toucher le contact *b* correspondant au rouge.

Il est d'un grand intérêt que l'inclinaison de l'aiguille de *A* ne soit jamais due qu'à la mise au rouge du disque de *B*. Il était donc naturel de rechercher si, en mettant le disque de *B* au blanc, c'est-à-dire la branche *ML* de ce disque au contact de *a*, et faisant communiquer artificiellement cette branche avec le contact *b*, il ne serait pas possible d'incliner l'aiguille de *A* tout en maintenant le disque de *B* au blanc. — En faisant l'expérience, on reconnaît que l'établissement de la communication que je viens de définir a pour résultat de mettre immédiatement au rouge le disque de *B*, et aussitôt que le disque de *B* s'y met, le disque de *A* s'y met aussi.

Ainsi, pour que l'aiguille de A s'incline, il faut non-seulement que la branche ML du disque de B touche b; mais aussi qu'elle ne touche plus a. — Cette double condition n'est réalisable que par l'appareil lui-même.

PERMANENCE DE LA COULEUR ROUGE. — Dans tous les cas où les deux disques sont au rouge, si l'on presse sur l'un des boutons pour ramener le disque correspondant au blanc, le disque persiste à revenir au rouge : condition favorable, puisque l'appareil persiste ainsi à indiquer qu'il a été dérangé. Nous avons vu plus haut la précaution à prendre pour revenir au blanc.

Les diverses observations qui précèdent sont des cas particuliers de l'observation générale suivante :

COINCIDENCE DE LA COULEUR ROUGE ET DES CAS DE DÉRANGEMENTS. — Il résulte de la construction même de l'appareil

que, dans tous les cas de dérangements possibles, il arrivera bien que le disque passe du blanc au rouge, mais *jamais du rouge au blanc.*

§ 5. — AVANTAGES ESSENTIELS.

Avantages intrinsèques.

1^o SÉCURITÉ ABSOLUE. — Nous l'avons démontrée.

2^o RÉGULARITÉ. — Les signaux sont exécutés au passage de tous les trains.

3^o RAPIDITÉ DE MANŒUVRE. — L'annonce ou la réception d'un train n'exige qu'un seul mouvement.

4^o SUPPRESSION DES FORMALITÉS DANS L'EXPÉDITION DES TRAINS SPÉCIAUX. — Aujourd'hui, quand on fait un train spécial, tous les Chefs des Stations que ce train doit traverser sont prévenus par écrit ou par le télégraphe, et *sont tenus*, sauf les cas de force majeure, *de donner l'accusé de réception de l'annonce.* — 4^o Quand cette formalité est remplie, le Chef de Station considère le train spécial comme rentrant dans la catégorie des trains réguliers et lui en applique les règles. — 2^o Quand elle n'est pas remplie, le train spécial ne marche que couvert par le télégraphe.

On comprend la complication de cette première manière de procéder, que l'on adopte cependant, quand c'est possible, de préférence à la seconde, afin d'éviter de faire arrêter le train spécial à chaque Station pour demander chaque fois la *voie libre* à la Station suivante.

Avec le disque, on peut bien, lorsqu'on a du temps devant soi, faire l'annonce préalable du train spécial, puisque les Chefs de Station trouvent plus commode d'être prévenus ; mais en tous cas les formalités d'accusé de réception sont suppri-

mées; le train spécial circule, comme les trains réguliers, couvert par les signaux du disque, et la règle suivante est appliquée pour le passage aux Stations :

Dès qu'un train spécial arrive à l'entrée d'une Station qu'il doit franchir sans arrêt, le Mécanicien donne plusieurs coups de sifflet à intervalles égaux, pour demander la voie jusqu'à la station suivante. Le Chef de Station laisse passer le train ou l'arrête, suivant qu'il a pu ou non couvrir sa marche par la manœuvre du disque. Le Mécanicien lui-même s'arrête si la situation de l'appareil n'est pas, au moment de son passage : DISQUE BLANC, AIGUILLE INCLINÉE.

5^e SUPPRESSION DES FORMALITÉS DANS LES CHANGEMENTS DE CROISEMENTS. — Aujourd'hui, quand un Chef de Station rapporte à la Station suivante le croisement d'un train, il en donne l'ordre écrit au Chef de Train et au Mécanicien. Cette formalité est nécessaire dans l'état actuel pour engager la responsabilité du Chef de Station en cas d'accident, mais en réalité elle complique le service.

Par l'emploi du disque, la précaution devient inutile; quelles que soient les modifications survenues dans les croisements, si un train quitte une Station, c'est que la situation de l'appareil est : *Disque blanc, aiguille inclinée*, et, par suite, une rencontre est impossible.

6^e SIMPLIFICATION DES RÈGLES EN CAS D'ARRÊTS EN ROUTE. — Les règles à suivre en cas d'arrêts sont simplifiées. Actuellement, un train arrêté sur la Voie Unique doit se couvrir à 500 mètres *en arrière* et *en avant*. Ici, le train n'a à se couvrir qu'*en arrière* seulement.

7^e AVIS DU DÉPART DU TRAIN DE LA STATION PRÉCÉDENTE. — Lorsqu'un Chef de Station attend un train, il est averti, par la mise de son disque au rouge, du départ du train de la Station

précédente. — Cet avertissement est une commodité réelle pour lui : actuellement, lorsqu'un train est en retard, le Chef de Station s'attend à chaque instant à le voir arriver (à moins que le retard ne soit assez important pour avoir été annoncé par dépêche) et fait ses préparatifs en conséquence, sauf à rester assez longtemps dans l'attente ; avec l'appareil, il n'a à se préparer, à s'occuper des voyageurs pour les faire passer sur le trottoir, à faire porter les bagages et colis à expédier, etc., etc., que lorsque le disque, en se mettant au rouge, lui annonce la prochaine arrivée du train.

8° AVIS DE L'ARRIVÉE DU TRAIN A LA STATION SUIVANTE. — Lorsqu'un train quitte une Station, le Chef de Station est averti au bout de quelques minutes de son arrivée à la Station suivante. — Il résulte de cette connaissance plus de tranquillité dans l'esprit du Chef de Station, que lorsque, ayant expédié un train, il ne doit plus en recevoir de nouvelles. En outre, si le train s'arrête accidentellement en route, les deux Chefs de Station intermédiaires en sont avertis par la persistance des signaux qui indiquent *voie engagée* ; les secours, s'ils sont nécessaires, peuvent être préparés par ces deux Stations avant même que le train n'ait eu le temps de les réclamer.

Avantages sur le télégraphe ordinaire.

4° MISE DES SIGNAUX EN VUE DE TOUT LE MONDE. — Ce point est d'un haut intérêt. Ainsi que je l'ai déjà dit, tous les Agents sont de la sorte appelés à juger de l'état de la voie, et par ce contrôle général une erreur est impossible ; les voyageurs eux-mêmes, bientôt au courant de la signification des signaux, se mettront en route avec une sécurité plus complète lorsqu'ils pourront constater de leurs propres yeux que la voie est libre et la marche de leur train couverte.

2^e IMPOSSIBILITÉ DES CONFUSIONS PRÉSENTÉES PAR LES DÉPÈCHES ORDINAIRES. — Nous l'avons démontrée.

3^e DEMANDE DE VOIE LIBRE FAITE POUR TOUS LES TRAINS. —

Il n'est pas possible aujourd'hui de demander pour tous les trains, par le télégraphe, si la voie est libre, vu la perte de temps qui résulte de cette transmission de dépêches. On est donc obligé de prescrire que *tant que les trains se conforment au tableau de marche en ce qui concerne les croisements, ils circulent sans le secours du télégraphe; ils n'y ont recours que lorsqu'ils changent leurs croisements.* Mais on conçoit que la certitude serait plus complète si l'on pouvait toujours faire précéder d'une annonce le départ de tous les trains sans exception. C'est ce qui a lieu par l'emploi du disque.

4^e IMPORTANTE DIMINUTION DES RETARDS DES TRAINS. — Aujourd'hui, quand un train dépasse son point de croisement sans croiser, il s'arrête à toutes les Stations pour demander la voie libre. La demande (en supposant qu'elle s'exécute régulièrement), les formalités à remplir pour l'expédition du train, les ralentissements à l'arrivée et au départ, font toujours une perte totale de 3 ou 4 minutes. Il en résulte qu'à chaque Station ainsi traversée, le train subit un nouveau retard, et ces retards accumulés, en se joignant à ceux du train qui a causé le changement de croisement, bouleversent bien-tôt l'ensemble du service en rejaillissant sur le reste des trains de la journée. — Ici, le train qui dépasse son croisement sans croiser ne perd pas un seul instant dans sa marche.

5^e RARETÉ DES DÉRANGEMENTS. — Pour demander par le télégraphe ordinaire : *La voie est-elle libre?* on doit envoyer pour chaque lettre de chaque mot les nombres de courants suivants :

L a t v o i e e s t t e l l e t l i b r e
6 8 4 2 4 4 4 0 4 4 1 0 3 7 0 3 3 3 4 3 4 0 6 4 2 9 8 7

En tout, 465 courants. Si, dans ces nombres partiels, un seul courant manque son effet, ainsi que cela a lieu très-souvent, le mot doit être recommencé.— La confusion qui résulte de ces effets manqués entraîne toujours à des retards lorsqu'elle ne produit pas une interruption complète.

Pour faire mouvoir le disque, il ne faut que l'envoi *d'un seul courant*, il n'y a qu'*un seul effet à produire*.

§ 6. — MARCHE DES TRAINS.

A l'aide de l'appareil que je viens de décrire, la marche des trains s'effectue dans les conditions suivantes :

Cas où le disque fonctionne.

1^o Avant qu'un train ne quitte une Station pour se diriger vers la Station suivante, il est annoncé par le disque.

2^o Tant que le train n'a pas atteint la Station suivante, le Chef de Station ne lance aucun train à sa suite.

Dès lors toute collision devient impossible : — le train lancé ne peut rencontrer devant lui un train lancé en sens contraire par la Station voisine : le disque rouge de cette Station empêche tout train d'en sortir. — Le train lancé ne peut être rejoint par le train qui le suit : ce dernier train ne part qu'après que l'appareil a annoncé l'arrivée du premier train à la Station suivante.

Par cette dernière prescription, je change, comme on le voit, une des règles actuelles de l'exploitation. Nous allons apprécier en détail l'importance de ce changement.

La règle actuelle est la suivante : *Un train peut quitter une Station 5 minutes après un train marchant à une vitesse supérieure, et 10 minutes après un train marchant à une vitesse inférieure.* — Si je prends la ligne du Midi comme

exemple de voie unique , je trouve que la distance moyenne qui sépare deux Stations est de 6 kilomètres. Un train express fait 6 kilomètres en 7 minutes; un train-omnibus , en 11 minutes; un train de marchandises, en 18 minutes. La nouvelle règle que je viens de poser peut donc se traduire ainsi : — *Un train peut quitter une Station 7, 11 ou 18 minutes après un autre (suivant la nature de ce dernier).*

Lorsque la distance entre deux Stations sera supérieure à la moyenne , ces nombres seront un peu plus élevés ; mais , d'autre part , quand la distance sera inférieure , ils seront moindres ; et dans une période de temps suffisante , un an par exemple , la somme des attentes sera la même que si la distance entre deux Stations quelconques eût été uniformément de 6 kilomètres.

Examinons d'abord en quoi cette nouvelle règle offre des inconvénients sur la règle actuelle :

1° Elle oblige , lorsqu'on compose le tableau de la marche des trains , à maintenir une différence de quelques minutes de plus au départ des trains des Stations. — L'inconvénient est minime ; quand une ligne est assez importante pour qu'il y ait intérêt réel à faire partir les trains à des intervalles très-rapprochés , cette ligne est établie à double voie. Sur les lignes à voie unique , sur les embranchements surtout , la circulation est assez peu active pour que cette obligation n'entraîne aucune difficulté.

2° Quand un train est en retard , il retarde le train qui le suit.

Il est aisé de reconnaître que le plus long retard moyen qui puisse résulter de l'application de la nouvelle règle , est au plus , quelle que soit la longueur du parcours , la différence entre les deux maximum de ces règles , 15 et 40 minutes , c'est-à-dire 5 minutes.

Ces inconvénients, insignifiants, on peut le dire, doivent-ils faire renoncer aux avantages que la nouvelle règle permet de réaliser? Je ne le pense pas. Éviter les jonctions de train est une question d'un trop haut intérêt pour ne pas effacer toute considération d'un ordre secondaire. — Voici d'ailleurs un résultat remarquable qui ne laisse plus de doute sur la possibilité d'appliquer cette nouvelle règle. La Planche III représente le tableau graphique de la marche des trains sur la ligne de Bordeaux à Cette. Les lignes pleines représentent les trains de voyageurs; les lignes formées d'un trait et d'un point alternés représentent les trains de marchandises; les lignes pointillées représentent enfin les modifications que les lignes parallèles des trains de marchandises placées à côté doivent subir pour que les trains qu'elles représentent satisfassent à la nouvelle règle. On voit par ce tableau :

1^o Que rien n'est changé à la marche des trains de voyageurs; résultat très-important.

2^o Que les trains de marchandises ont été avancés ou reculés d'environ 10 minutes sur quelques sections de leur parcours, variables entre 20 ou 30 kilomètres;

3^o Que les changements aux Gares extrêmes sont en totalité de :

5 minutes d'avance	}	dans les départs	des trains
0 minutes de retard			
15 minutes d'avance	}	dans les arrivées	de marchandises.
0 minutes de retard			

Ainsi ces modifications n'ont pas la moindre importance; elles ne peuvent gêner en rien le service, et l'application de la nouvelle règle à la composition des tableaux de marche des trains est de la plus grande simplicité.

Cas où le disque ne fonctionne pas.

Les croisements portés sur le tableau de la marche des trains deviennent obligatoires, et les trains qui ont dépassé les Stations de croisement sans croiser sont retenus à la plus prochaine Station jusqu'à ce que le croisement soit effectué.

Cette règle empêche les trains d'être lancés à l'encontre l'un de l'autre ; mais elle n'empêche pas les jonctions de deux trains marchant dans le même sens ; aussi est-il utile de conserver la règle qui impose aux Agents de couvrir le train à l'arrière. Ainsi, dans le cas exceptionnel où le disque ne fonctionne pas, la règle relative aux trains arrêtés en route devient celle actuellement en vigueur dans tous les chemins de fer.

§ 7. — PROPRIÉTÉ DE L'APPAREIL RELATIVE À LA CIRCULATION DE PLUSIEURS TRAINS.

Je vais mentionner ici, pour mémoire, l'usage que l'on peut faire de l'appareil pour assurer la circulation de plusieurs trains lorsqu'ils partent successivement à de courts intervalles sans attendre l'arrivée du train précédent à la Station suivante.

L'appareil exige, dans ce but, une légère addition consistant à avoir trois commutateurs au lieu d'un seul, et deux planchettes pouvant à volonté couvrir deux quelconques des commutateurs. Cette addition figure dans les appareils de la Planche I. Avec l'appareil ainsi construit, les manœuvres relatives à la circulation de plusieurs trains sont les suivantes :

DÉPART DU 1^{er} TRAIN DE LA STATION A.—*Le Chef de la Station A manœuvre le premier commutateur du bouton 4 au bouton 5, comme dans le cas d'un seul train.*

DÉPART DU 2^{me} TRAIN DE LA STATION A. — *Le Chef de Station de A couvre le premier commutateur de la première planchette*, mouvement qui découvre le deuxième commutateur.

ARRIVÉE DU 1^{er} TRAIN A LA STATION B. — *Le Chef de Station de B presse le poussoir du disque*, mouvement qui le ramène au blanc et redresse l'aiguille de A.

C'est ici que l'utilité de la planchette est mise en évidence. Dans le cas d'un seul train, le Chef de Station de A doit, dès le redressement de son aiguille, remettre son commutateur dans la position de repos. Lorsqu'il a fait ce mouvement, le Chef de la Station B peut à son tour mettre le disque de A au rouge, recevoir la réponse, et expédier un train vers A. Or, il est très-important que le Chef de la Station A ne remette pas son commutateur au repos, car il y a un deuxième train encore en route, circonstance ignorée du Chef de la Station B, qui doit être mis dans l'impossibilité de pouvoir lancer un train tant que la voie n'est pas libre. — La planchette a précisément pour but de constituer un obstacle matériel opposé au Chef de Station qui, par oubli, par la force de l'habitude acquise dans l'expédition d'un seul train, voudrait remettre son premier commutateur au repos dès le redressement de l'aiguille. La vue de la planchette qui a découvert le deuxième commutateur lui indique ce qu'il a à faire, et sa manœuvre est la suivante : — *Le Chef de la Station A manœuvre le deuxième commutateur du bouton 4 au bouton 5.* — Par l'effet de cette manœuvre, le disque de B se remet au rouge pour la seconde fois, ce qui indique au Chef de la Station B que, malgré l'arrivée du 1^{er} train, la voie est encore engagée. Le Chef de Station de A sait d'ailleurs si le disque a fonctionné par l'inspection de l'aiguille, qui doit, dès que la manœuvre est opérée, s'incliner et se maintenir inclinée.

DÉPART DU 3^{me} TRAIN A LA STATION A. — *Le Chef de la Station de A couvre le deuxième commutateur de la deuxième planchette, mouvement qui découvre le troisième commutateur.*

ARRIVÉE DU 2^{me} TRAIN A LA STATION B. — *Le Chef de la Station B presse pour la deuxième fois le poussoir du disque.* — *Le Chef de Station de A manœuvre le troisième commutateur du bouton 4 au bouton 5, et ainsi de suite.*

Quand le Chef de la Station de A est averti, par le dernier redressement de son aiguille, que le dernier train qu'il a expédié vers B y est arrivé, il remet ses commutateurs et ses planchettes au repos, et à son tour, le Chef de la Station B peut lui expédier ses trains.

L'appareil, dans ces conditions, n'a pas l'avantage de prévenir les jonctions de trains; sa manœuvre n'est pas aussi simple, et d'ailleurs il y a un cas où les règles à suivre deviennent compliquées : c'est celui où le disque cesserait de fonctionner entre le départ et l'annonce du deuxième ou du troisième train. C'est donc surtout un résultat *théorique* que j'indique dans ce paragraphe. Nous avons d'ailleurs reconnu qu'il n'y a pas d'intérêt à lancer un train d'une Station avant que le train qui le précède dans le même sens soit arrivé à la Station suivante.

CHAP. II. — VOIE DOUBLE.

TRAINS SE REJOIGNANT EN MARCHANT DANS LE MÊME SENS.

§ 1. — PRINCIPE DE L'APPAREIL.

On peut faire, à l'égard des règles destinées à empêcher les jonctions de train, la remarque énoncée dans le paragraphe précédent pour les règles de la Voie Unique : elles sont parfaites en théorie, mais en réalité elles abandonnent trop à l'intelligence ou à la présence d'esprit des Agents.

La règle actuelle qui préside à la sécurité de deux trains circulant sur la même voie, dans le même sens, est celle-ci :

Dès qu'un train s'arrête en route, ou dès qu'un train en retard reconnaît que le train qui le suit n'est plus à la distance chronométrique qui doit réglementairement le séparer de lui, le Chef de train détache du train un Agent qui va à pied à 5 ou 800 mètres en arrière faire le signal d'arrêt, puis le train reprend sa marche dès qu'il est en état de pouvoir la continuer.

Si cette règle était toujours exactement suivie, toute autre prescription deviendrait inutile ; mais l'expérience a montré qu'en général les Agents d'un train dont la marche est ralentie n'ont pas une conviction assez réelle du danger auquel ils sont exposés pour arrêter le train, faire faire les signaux d'arrêts, puis reprendre leur marche. D'autres fois, en cas d'arrêt accidentel, les Agents du train, préoccupés, oublient d'aller se couvrir à l'arrière en temps utile. Ou bien encore, l'arrêt a

lieu pendant la nuit : le mauvais temps éteint la lanterne qui doit produire le signal ; l'Agent, dans son départ précipité, a oublié de se munir de pétards : il retourne au train, et pendant ce temps le deuxième train survient ; enfin, comme nous l'avons déjà fait observer, on peut s'attendre à voir les circonstances les plus complexes se produire.

Pour éviter désormais la possibilité des jonctions de trains, il importe de toujours *maintenir entre deux trains qui se suivent une distance minimum déterminée*. Voici comment on arrive à ce résultat :

Soit deux maisons de Garde *A* et *B* ayant entre elles cette distance minimum ; chacune d'elles est munie d'un appareil contenant un *disque* et un *levier*. Le disque est blanc d'un côté, rouge de l'autre. Un fil télégraphique relie chaque levier au disque du Garde précédent. — La question se ramène à faire *en sorte qu'il n'y ait jamais qu'un seul train entre la maison A et la maison B* (ces deux maisons ayant entre elles une distance variable de 3 à 6 kilomètres, suivant leur situation sur les diverses lignes).

Le principe de l'appareil est le suivant : *chaque levier agissant seul donne à son disque et à celui du Garde précédent des couleurs contraires*.

Nous verrons bientôt le parti que l'on peut tirer de cette combinaison.

§ 2. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

Chaque partie de l'appareil (*voir note B sa description*) remplit le but suivant :

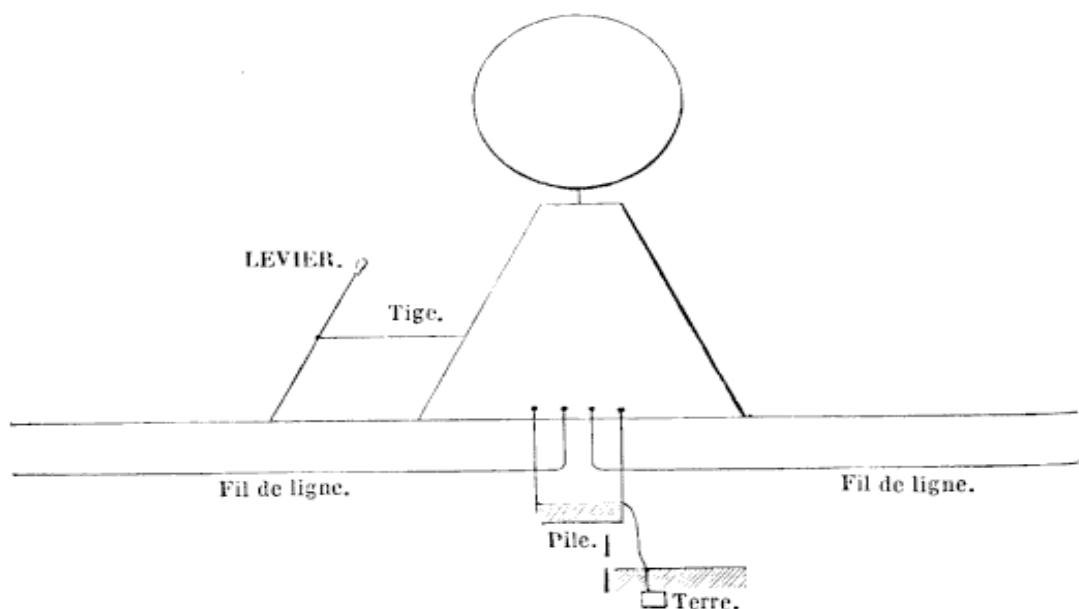
1^o DISQUE. — *Quand le courant passe, le disque est blanc ; — quand le courant cesse, le disque est rouge.* (Le disque a 25 centimètres de diamètre.)

2^e LEVIER. — Le levier est placé à côté du disque : il peut prendre deux positions. — *Dans la position n^o 1 de repos, le levier appuie sur la palette de fer doux.* — Cette pression purement mécanique produit le même effet que si le courant passait : le disque est blanc. — *Dans la position n^o 2, le levier cesse d'appuyer et produit par ailleurs deux contacts électriques.*

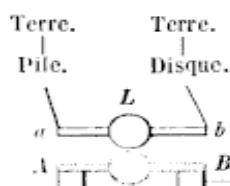
§ 3. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE DES APPAREILS.

La figure suivante représente l'état d'un appareil et la disposition des fils dans l'état de repos :

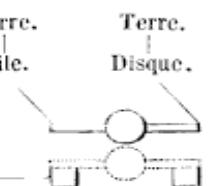
POSITION N^o 1. — *Repos.*



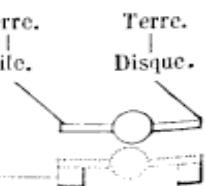
MAISON DE GARDE A.



MAISON DE GARDE B.



MAISON DE GARDE C.



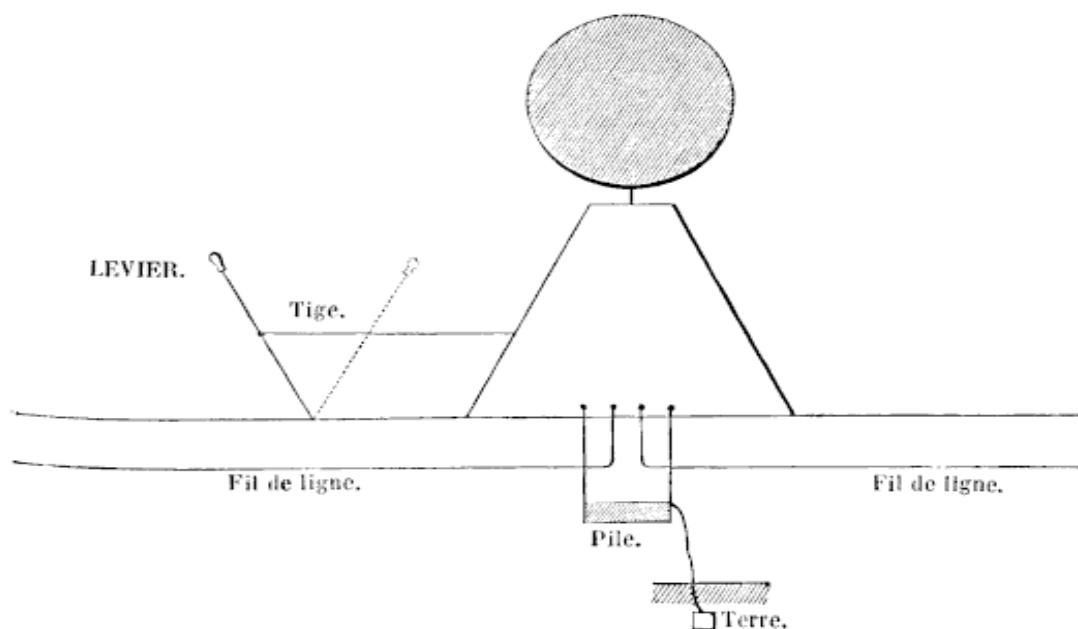
L représente la poignée du levier : *a, b*, contacts, qui ne

touchent pas *A*, *B* lorsque le levier occupe, comme dans la figure, sa position de repos; qui touchent *A*, *B*, au contraire, lorsque le levier occupe sa deuxième position.

Quand un train circule, les manœuvres de l'appareil s'effectuent de la manière suivante :

Au repos, quand il n'y a rien sur la voie, les leviers occupent la position de la figure; ils appuient sur les palettes. *Les disques sont blancs*. — Un train quitte la Station et passe devant la maison de Garde. *Dès le passage du train, le Garde met son levier dans la position n° 2; son disque se met aussitôt au rouge*. La figure représente la situation de l'appareil.

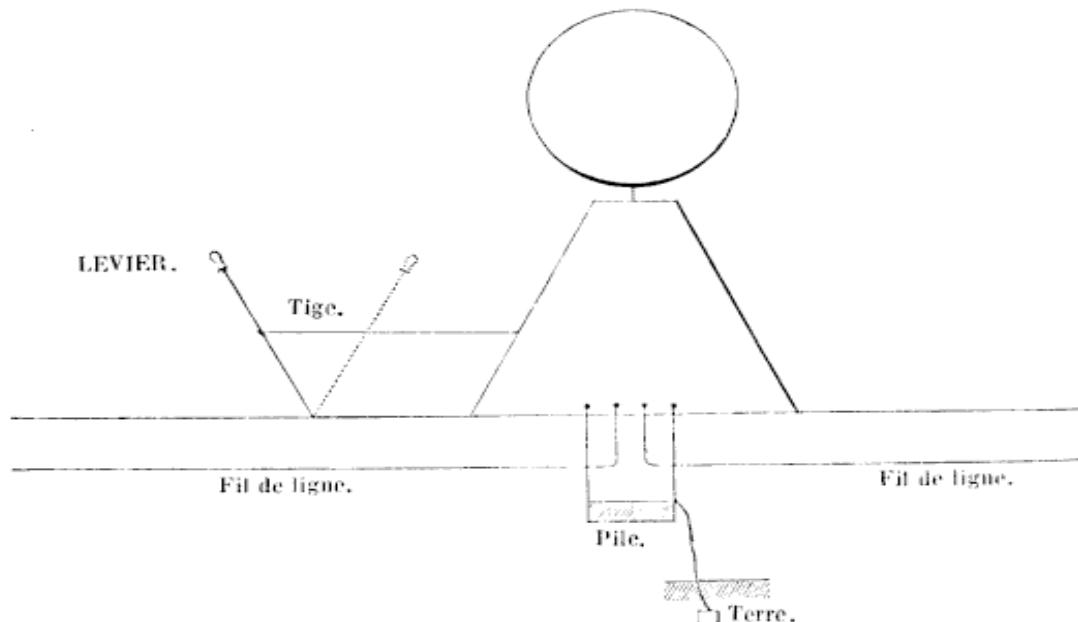
POSITION N° 2. — *Passage du train.*



Le Garde prend alors son drapeau rouge (ou, le soir, sa lanterne rouge) et fait le signal d'arrêt à tout train qui se présente à la suite de celui qui vient de passer. — Le premier train continue sa route. Lorsqu'il passe devant la deuxième maison de Garde, même manœuvre; mais ici le Garde, en mettant son propre disque au rouge, va envoyer un courant

qui remet au blanc le disque du premier Garde. La situation de l'appareil de ce Garde devient alors la suivante :

POSITION N° 2 bis. — *Passage du train à la Maison de Garde suivante.*



Il est averti de la sorte que le premier train a dépassé la maison de Garde suivante, et il ne s'en inquiète plus. — De plus, *dès que le premier Garde est averti, par la remise de son disque au blanc, que le train a dépassé la maison de Garde suivante, il remet son levier dans la position de repos et cesse son signal d'arrêt.*

§ 4. — POINTS ESSENTIELS SUR LESQUELS REPOSE LA SÉCURITÉ.

Fonctionnement normal.

Avec ce mode de signaux, il n'est plus de jonction possible entre deux trains; un train ne peut plus franchir une maison de Garde, qu'à la condition nécessaire que le train précédent ait dépassé la maison de Garde suivante, puisque le disque de cette première maison ne se remet au blanc que si cette con-

dition est remplie. Ainsi, quand un train s'arrête en route, le Garde de la dernière maison franchie s'en aperçoit immédiatement par la persistance de son disque au rouge au delà du délai ordinaire. Son devoir est, dans ce cas, de persister à faire le signal d'arrêt et d'envoyer les Agents de la Voie, dès qu'il peut les prévenir, au secours du train arrêté. Ce train est donc parfaitement couvert.

Perturbations.

4° COURANTS ATMOSPHÉRIQUES. — Nous allons, comme précédemment, examiner le cas où *l'appareil est en repos* et le cas où *il fonctionne* au moment où le courant atmosphérique traverse le fil.

Si l'appareil est en repos, l'inspection de la figure précédente montre que l'action du courant atmosphérique *est nulle*.

Si l'appareil fonctionne, c'est-à-dire si le levier d'un Garde est dans la position 2, le courant atmosphérique instantané ne peut faire effectuer au disque, qui est rouge, qu'une révolution entière, ce qui ne change pas sa situation. — En ce qui concerne le disque du Garde précédent, disque remis au blanc par le courant envoyé de la pile, si le Garde a aussitôt remis son levier dans la position n° 4, conformément à sa consigne, le disque se maintient blanc par l'effet de la pression que produit le levier sur sa palette de fer doux. S'il a commis une négligence, le disque reste blanc quand le courant atmosphérique est de même sens que celui de la pile; le disque effectue par moments des révolutions entières qui le ramènent toujours au blanc, quand le courant atmosphérique est en sens inverse de celui de la pile. Il résulte de là qu'en aucun cas ce courant ne peut troubler les indications de l'appareil. — Remarquons d'ailleurs que les effets d'un courant atmosphérique produit en

un point de la ligne sont toujours circonscrits sur une longueur de ligne de 3 ou 4 kilomètres.

2^e RUPTURE DE FIL. — S'il y a rupture du fil sur la ligne, le disque mis au rouge ne se remet plus au blanc. Le Garde peut croire ainsi que le train qui vient de franchir sa maison s'est arrêté à peu de distance. Il envoie alors un Agent de la Voie à son secours ; mais cet Agent arrive ainsi chez le Garde suivant, sans avoir rencontré le train, ce qui démontre que l'appareil du premier Garde a donné une fausse indication. Il revient sur ses pas, et la course qu'il vient de faire n'aura pas été inutile ; car si le fil est rompu sur la ligne, il aura pu le remettre en état. — Ces cas sont d'ailleurs très-rares.

§ 5. — AVANTAGES ESSENTIELS.

1^e SÉCURITÉ ABSOLUE. — Nous l'avons démontrée.

2^e COMMODITÉ POUR LE MÉCANICIEN. — Quoique le Garde répète par ses signaux ordinaires le signal d'arrêt indiqué par le disque, l'appareil est néanmoins placé extérieurement à la maison. Le Mécanicien, dont le devoir est d'être toujours en éveil sur les faits qui concernent la sécurité de la voie, trouvera donc très-commode de pouvoir par lui-même vérifier à chaque instant que la voie est libre. Cette vérification ne lui sera cependant pas imposée, la consigne donnée aux Gardes étant bien suffisante.

3^e SIMPLICITÉ DE MANŒUVRE. — Les erreurs dues aux fausses manœuvres ne sont pas à craindre ; la manœuvre ici se réduit à sa plus simple expression (chose utile, puisque les Gardes sont des Agents d'ordre très-inférieur). *Quand le train passe, le levier est déplacé; quand le disque se remet au blanc, le levier est remis à sa position de repos.*

4^e FRÉQUENCE DES MANŒUVRES. — Un oubli de la part des Agents chargés de la manœuvre n'est pas à craindre non plus. Il faut bien distinguer les manœuvres accidentelles, faites dans des cas tout exceptionnels, des manœuvres régulières s'effectuant vingt ou trente fois chaque jour. L'expérience a montré qu'une manœuvre régulière n'est jamais oubliée.

5^e RARETÉ DANS LES DÉRANGEMENTS. — Même observation que dans le chapitre précédent.

§ 6. — APPLICATION DU SYSTÈME.

Dans tous les Chemins de fer, il y a toujours, au moment du passage des trains du service de jour, quelqu'un aux barrières, homme ou femme, pour en défendre l'entrée au public. L'application du système n'exige donc pas une augmentation de personnel ; il ne donne au personnel existant qu'un surcroît de travail insignifiant, nul, on peut le dire.

Quant au service de nuit, il y a toujours, pendant sa durée, une surveillance de la voie. En combinant l'organisation de cette surveillance, variable suivant les Compagnies, avec un léger accroissement de personnel, on arriverait sans trop de dépenses à créer ce nouveau service. Il pourrait d'ailleurs être prescrit que la distance minimum à maintenir entre deux trains qui se suivent serait de 10 à 15 kilomètres, par exemple, pendant la nuit, au lieu d'être de 3 à 6, comme dans le jour. Les Gardes intermédiaires donneraient la communication directe, au commencement du service de nuit, pour mettre en correspondance, sans intermédiaire, les appareils des Gardes de nuit ; le lendemain matin, en prenant leur service, les Gardes de jour rentreraient dans le circuit.

CHAP. III. — ERREURS D'AIGUILLES.

§ 1. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

Lorsque les trains passent en vitesse sur les aiguilles prises en pointe, ainsi que cela a lieu, par exemple, dans les Stations des lignes à voie unique, il est important que l'aiguille donne toujours la voie principale.

Généralement, les aiguilles ont leurs contre-poids goupillés et même cadenassés dans la position de la voie principale; mais il arrive souvent qu'elles soient dérangées de cette position, soit par les Agents des Stations pour des manœuvres de gare, soit par des Agents du Service des travaux, moins habitués aux règles de l'Exploitation, pour le service de leurs trains. Par oubli, les aiguilles dérangées ne sont pas remises dans leur position première, et quand un train se présente, il prend une fausse direction.

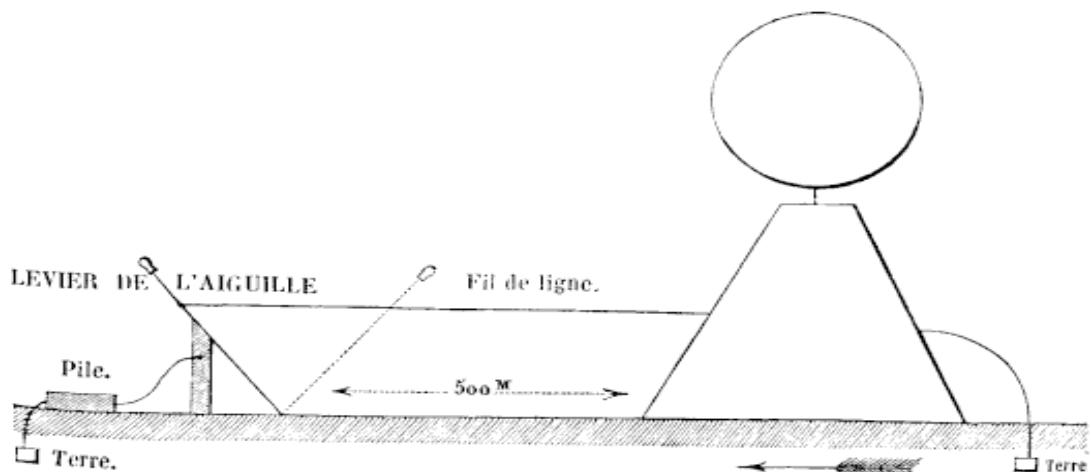
Si, au contraire, les aiguilles sont libres, l'expérience a démontré que les Aiguilleurs donnent quelquefois par inadvertance, par hallucination même, la voie de garage au lieu de la voie principale, et les trains sont encore exposés aux mêmes dangers.

L'appareil destiné à prévenir les conséquences de ces erreurs se compose (*voir note C sa description*) :

1° D'un CONTACT ÉLECTRIQUE placé sur le support de l'aiguille ;

2^e D'un APPAREIL A DISQUE placé à 500 mètres de l'aiguille, du côté d'où vient le train, et relié à l'aiguille par un fil conducteur.

POSITION N^o 1. — *L'Aiguille donne la voie principale.*



CONTACT ÉLECTRIQUE. — Quand le levier de l'aiguille est dans la *position n^o 1*, qui donne la voie principale, le *contact a lieu*; dès qu'il quitte cette position pour prendre la *position n^o 2*, le *contact cesse*.

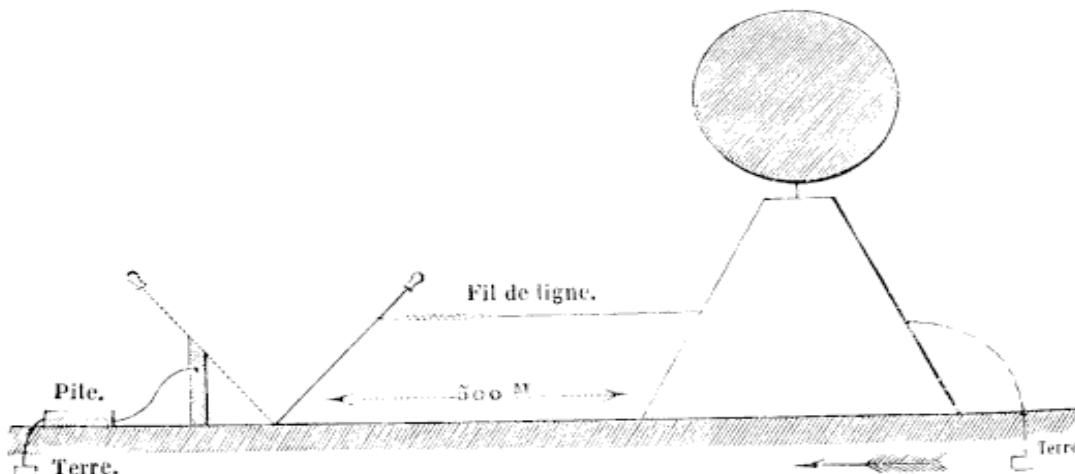
APPAREIL A DISQUE. — Cet appareil remplit le but suivant : — *A l'état de repos, le courant ne passe pas, le disque est rouge.* — *Quand le courant passe, le disque est blanc.* (Le disque a 50 centimètres de diamètre.)

Voici maintenant comment le système fonctionne :

Quand l'aiguille est bien faite, le courant passe : *le disque est au blanc*; la figure qui précède indique cette situation. — *Quand l'aiguille est mal faite*, ou même dès qu'étant bien faite, elle ne joint pas parfaitement contre le rail, il n'est pas possible que le courant passe : le disque revient naturellement

à sa position de repos ; il est FORCÉMENT rouge. La situation est alors la suivante :

POSITION N° 2. — *L'aiguille donne la voie secondaire.*



Ainsi, il est absolument impossible que le disque soit blanc, l'aiguille étant mal faite.

Donc, quand l'aiguille est mal faite, le Mécanicien en est averti à 500 mètres en avant de l'aiguille, et a le temps de s'arrêter avant de tomber dans la voie de garage.

§ 2. — PERTURBATIONS.

Courants atmosphériques.

L'électricité de l'atmosphère peut agir : 1^o quand le disque est blanc, 2^o quand il est rouge.

CAS OU LE DISQUE EST BLANC : — 1^o *le courant atmosphérique circule dans le même sens que celui de la pile* : l'addition de ce courant atmosphérique ne produit aucun effet, puisque l'attraction existe déjà ; — 2^o *le courant atmosphérique circule en sens inverse de celui de la pile* : l'addition de ce courant atmosphérique détruit celui de la pile ; mais comme l'un est instantané et l'autre constant, le résultat de leur combinaison

est de faire faire un tour entier au disque. Le disque était blanc au début de la rotation, il est encore blanc quand la rotation est terminée.

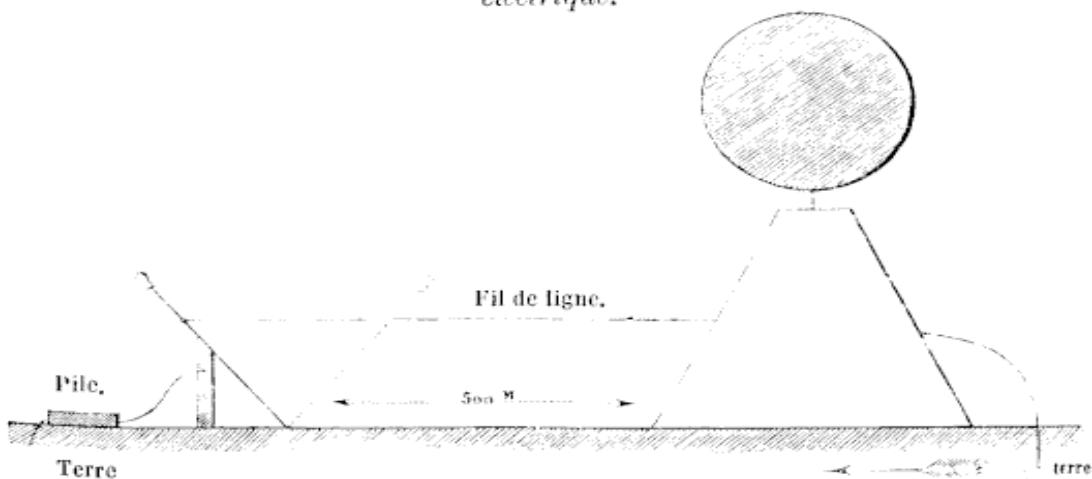
CAS OU LE DISQUE EST ROUGE. — Le courant atmosphérique agissant seul et étant instantané, n'a d'autre résultat que de faire faire un tour entier au disque. Le disque était rouge au début de la rotation, il est encore rouge quand la rotation est terminée.

Les perturbations produites dans l'appareil par les courants atmosphériques n'ont donc aucune importance, et *la sécurité n'est pas compromise*. Les courants atmosphériques sont d'ailleurs très-rares dans un fil n'ayant que 500 mètres de longueur.

Interruption électrique.

L'effet du courant est, nous l'avons vu, de mettre le disque au blanc quand l'aiguille est bien faite. Si le courant ne passe pas, on est dans la situation suivante : *Aiguille bien faite, disque rouge.*

POSITION DE REPOS. — *L'aiguille donne la voie principale. — Interruption électrique.*



Or, les Mécaniciens reçoivent la consigne suivante : *Quand*

le disque est blanc, le Mécanicien continue sa marche. — Quand le disque est rouge, le Mécanicien ralentit et s'approche de l'aiguille à petite vitesse, s'il voit l'aiguille mal faite, il s'arrête; s'il reconnaît qu'elle est bien faite, il la franchit et reprend sa marche.

Donc, dans le cas exceptionnel où l'électricité ne fonctionne pas, il n'en résulte d'autre inconvénient que le retard insignifiant dû à un ralentissement sur une longueur de 500 mètres. L'inconvénient n'existe même réellement pas : les Règlements prescrivent d'une manière générale aux Mécaniciens de ralentir aux aiguilles. L'interruption électrique a donc l'avantage de les obliger à se conformer aux Règlements.

Faisons remarquer surtout que, dans ce cas également, *la sécurité n'est pas compromise.*

CHAP. IV.—DISQUE DES STATIONS.

Les disques d'entrée de Stations actuellement adoptés par les diverses Compagnies sont défectueux à plusieurs points de vue :

1° Ils sont mis à l'aide de leviers dont la manœuvre est généralement très-pénible.

2° Le disque est relié au levier à l'aide de fils de fer placés à fleur de terre sur des poulies destinées à faciliter le mouvement de translation de ces fils. Les fils, les poulies se rouillent, et les frottements deviennent bientôt très-durs. Ces frottements sont encore augmentés lorsque la disposition de la Gare oblige à donner au fil un tracé polygonal. Il faut, dans tous les cas, un graissage continu, un entretien de chaque jour pour assurer le fonctionnement du fil ; aussi des Agents spéciaux sont-ils, dans quelques Compagnies, exclusivement chargés de ce travail, qui constitue une dépense d'entretien assez considérable.

3° La température agit sur le fil et produit quelquefois les mêmes effets sur le disque que la manœuvre du levier. Une pluie d'orage au milieu d'une forte chaleur d'été, un grand froid d'hiver, contractent assez le fer pour faire tourner le disque, si on n'a la précaution de détendre le fil pendant sa contraction. En été, lorsque les matinées sont froides et les journées chaudes, la détension ou la tension du fil doivent être faites régulièrement, et quand ces soins ne sont pas observés, il arrive souvent que le disque occupe une position intermédiaire entre la voie libre et l'arrêt, position que le Mécanicien peut faussement interpréter.

4° Enfin, l'Agent qui manœuvre le levier d'un disque ne vérifie, dans la plupart des systèmes adoptés, si le disque a fonctionné, qu'en le regardant au moment de la manœuvre. Mais si le disque est en courbe ou si le disque étant sur un alignement droit, le brouillard est épais, on ne peut l'apercevoir, et rien n'indique qu'il ait réellement fonctionné.

§ 1. — DESCRIPTION DU NOUVEAU DISQUE.

Le disque qui va être décrit est mû par l'électricité.

Le système se compose :

- 1° Du *levier de manœuvre*;
- 2° Du *disque*;
- 3° D'un *disque répétiteur*.

Deux fils télégraphiques sont nécessaires : l'un allant du levier au disque, l'autre du disque à l'aiguille répétiteur.

Levier de manœuvre. — Ce levier peut occuper deux positions inclinées, chacune à 45°. Ces positions, en elles-mêmes, n'ont aucune signification ; seulement, en passant de l'une à l'autre, au moment où le levier est vertical, un *contact électrique* a lieu et permet de faire passer le courant.

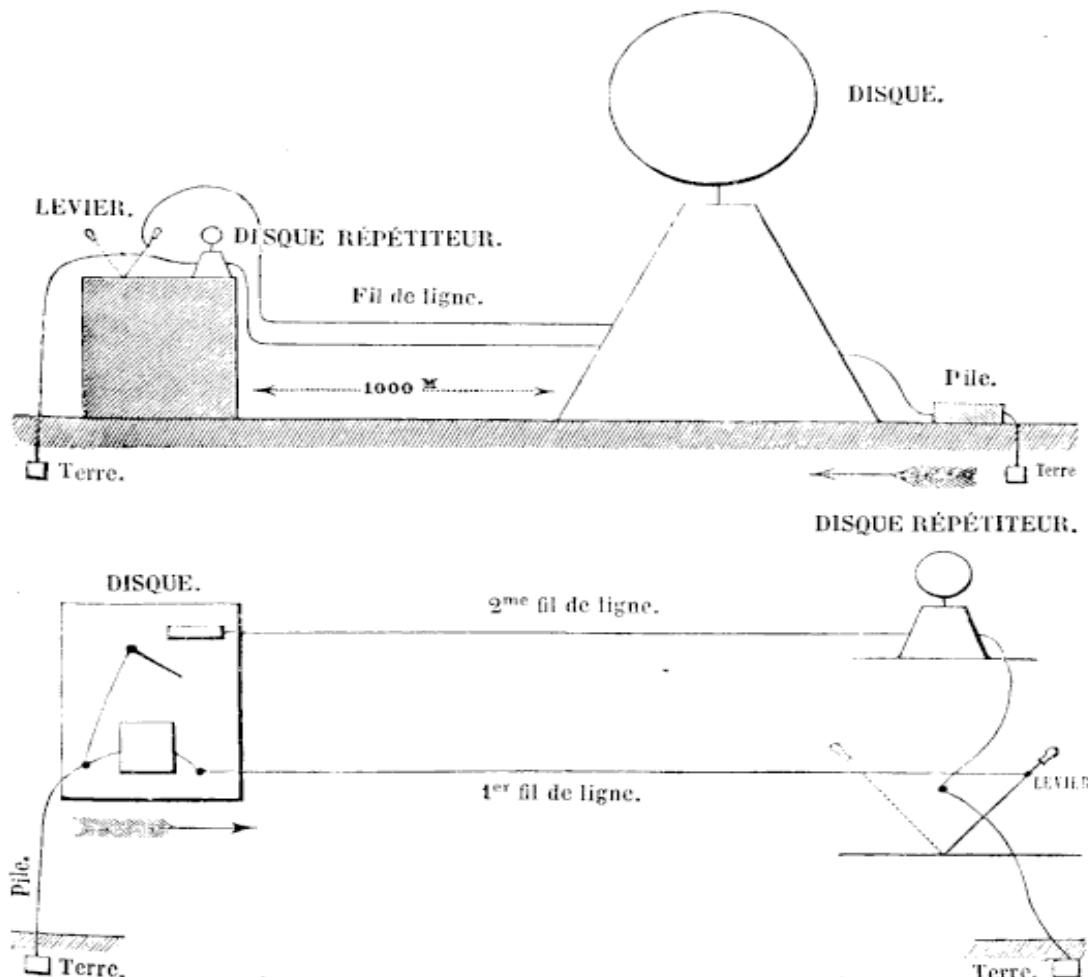
Disque. — Le disque est mû par déclenchement électrique. Il est rouge des deux côtés ; *chaque fois que le courant passe instantanément, le disque tourne de 90°.* (Le disque a 50 centimètres de diamètre.)

Répétiteur. — Le disque répétiteur, de très-petite dimension, est parallèle à la voie quand le courant ne passe pas ; perpendiculaire à la voie quand le courant passe.

La pile est placée au disque, tandis que le disque répétiteur est près du levier de manœuvre.

§ 2. — DISPOSITION DES FILS. — MANŒUVRE.

La figure suivante représente la situation de l'appareil à l'état de repos et la disposition des fils.



Les conditions remplies sont les suivantes :

Quand la Station est ouverte aux trains, les deux disques sont parallèles à la voie. — Quand la Station est fermée, les deux disques sont perpendiculaires à la voie.

La manœuvre consiste à faire mouvoir le levier dans un sens ou dans l'autre indistinctement chaque fois qu'on veut faire tourner le disque de 90°.

§ 3. — AVANTAGES ESSENTIELS.

1^e SÉCURITÉ. — Le disque répétiteur remplit un but de sécurité analogue à l'aiguille du disque de voie unique : si au moment où le Chef de Station manœuvre le levier, il voit le disque répétiteur se mettre en mouvement, il a la certitude absolue que le grand disque (qu'il ne peut pas voir) a fonctionné.

2^e ÉLOIGNEMENT DU DISQUE. — Il n'y a aucun inconvénient à placer le disque aussi loin qu'il est nécessaire du levier de manœuvre.

3^e COMMODITÉ. — Le disque répétiteur remplit encore un autre but : à un moment quelconque, il indique par sa position la position du disque. La seule erreur à craindre était que le disque répétiteur indiquât *disque fermé* quand le disque aurait en réalité été *ouvert*. C'est pour que cette erreur ne fût jamais possible que le petit disque répétiteur fonctionne à courant continu : s'il indique *disque fermé*, la disposition des fils montre que forcément le *grand disque est fermé*, car s'il était ouvert, le courant ne passerait pas, et le petit disque reviendrait à son état de repos, c'est-à-dire parallèle à la voie.

4^e FACILITÉ DE LA MANOEUVRE. — La manœuvre du levier est beaucoup plus commode que celle des leviers mécaniques. Le levier ici peut être mû par la simple pression du doigt.

5^e FACILITÉ D'ENTRETIEN. — Les inconvénients de l'entretien des disques mécaniques n'existent plus. Le fil qui relie le levier à l'appareil est un fil télégraphique qui reste en repos sur les poteaux qui le supportent ; par suite, plus de mouvement de translation du fil, plus de poulies, plus de graissage. Quant à l'appareil lui-même, son entretien peut être comparé à celui des grandes horloges, dont les rouages fonctionnent des années

entières sans réparations importantes ; il n'exige plus un graissage de tous les jours , comme le disque mécanique.

6° ÉCONOMIE DE TEMPS ET DE TRAVAIL DANS LE SERVICE JOURNALIER DES STATIONS. — Si nous jetons les yeux sur le tableau de la marche des trains de la ligne de Cette (Planche III) , nous trouvons que vingt trains environ traversent journalièrement chaque Station. Or, les règles d'exploitation prescrivent de manœuvrer deux fois le disque au passage de chaque train ; il en résulte que , *dans chaque Station , la manœuvre du disque est opérée environ quarante fois par jour.*

Généralement , la difficulté de trouver près du bâtiment de la Station une place convenable pour installer le levier du disque , oblige à reporter ce levier à une certaine distance. L'Agent chargé de sa manœuvre (c'est le Chef de Station lui-même dans les petites Stations) doit donc parcourir quarante fois par jour le double de cette distance pour le service du disque. Ces déplacements continuels occasionnent une grande perte de temps.

En outre , nous avons déjà fait observer que la manœuvre des leviers actuels était souvent très-pénible ; cette manœuvre , répétée quarante fois par jour, constitue un travail important par la dépense de force musculaire qu'il exige.

Faisons remarquer d'ailleurs que les lignes du Midi étant exploitées depuis peu de temps , ne sont pas encore aussi fréquentées que les autres grandes lignes de France ; aussi le nombre journalier de trains que nous avons pris pour exemple est-il une limite inférieure.

Les inconvénients que je viens de signaler disparaissent par l'usage du petit levier du disque électrique , levier qui peut être placé contre le mur extérieur de la Station , à la porte même du cabinet du Chef de Station.

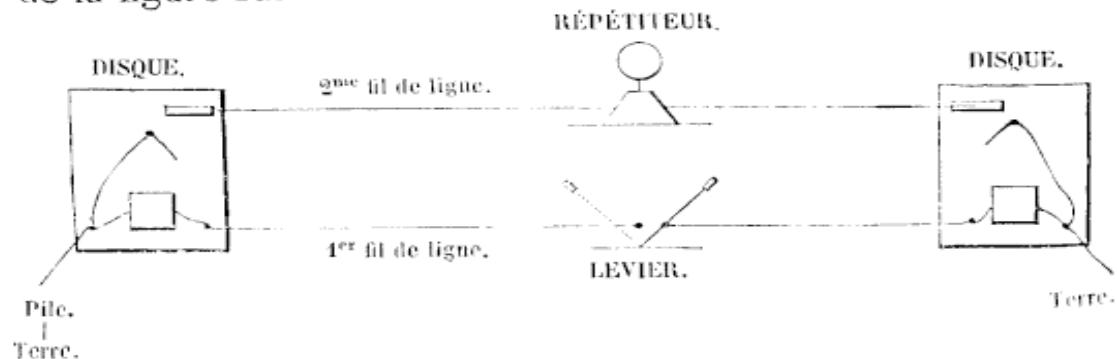
§ 4. — TRAINS DE TRAVAUX A ITINÉRAIRES VARIABLES.

Nous avons vu dans le Chap. I quelle organisation il convenait d'adopter pour assurer la circulation des trains sur la Voie Unique. Cette organisation suppose que les trains circulent de Station à Station ; mais il n'en est pas toujours ainsi. Il arrive souvent, surtout au début de l'exploitation d'une ligne, que des voies de garage sont établies en pleine voie pour le service des travaux. Des trains restent garés sur ces voies pendant les heures de circulation des trains réguliers ; mais, en dehors de ces heures, ils ont la faculté de circuler sur la voie principale, et il est très-important que, si par une cause quelconque, ces trains dépassent les limites d'heure qui leur sont accordées, les trains réguliers en soient avertis à temps.

On est aujourd'hui obligé de s'en rapporter à cet égard à l'exactitude des Agents chargés de diriger le train de travaux ; mais l'expérience a montré qu'ils commettent souvent des négligences dont les conséquences peuvent être très-graves.

Il est facile, par l'emploi du *disque des Stations*, de résoudre cette difficulté. Voici pour cela la disposition qu'il faut adopter :

Un disque est placé à chacune des deux limites de circulation imposées au train de travaux. Ces disques sont reliés à un levier et à un répétiteur, conformément aux indications de la figure suivante :



Avant que le train ne quitte la voie de garage pour entrer dans la voie principale, l'Aiguilleur manœuvre le petit levier pour mettre chaque disque dans la position de *voie fermée*. La figure montre que si le petit disque répétiteur donne en réponse la position de *voie fermée*, il n'est pas possible que les disques n'occupent pas tous deux cette position. Ordre est d'ailleurs donné aux Agents responsables de la marche du train de ne partir qu'après avoir constaté de leurs yeux la position du disque répétiteur. Si donc, pendant que le train de travaux circule sur la voie principale, un train quelconque se présente, il est arrêté par la position de l'un ou l'autre disque limite.

Dès que le train de travaux rentre dans sa voie de garage, l'Aiguilleur manœuvre de nouveau le petit levier; les disques reprennent la position de voie libre, et les trains de l'exploitation peuvent circuler sans rencontrer d'obstacle.

Dans le cas exceptionnel où ces appareils ne fonctionneraient pas, on appliquerait les règles actuellement en vigueur.

Il suffirait à chaque compagnie de chemin de fer d'avoir deux ou trois appareils de cette nature que l'on installerait à volonté sur les divers points des travaux, selon les besoins du service.

CHAP. V.—OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Dans l'étude que je viens de faire de chaque appareil en particulier, j'ai essayé de démontrer que la sécurité n'était jamais compromise, quelle que fût la nature des signaux produits. Mais dès qu'on entre dans le domaine de la pratique, cette condition de sécurité, d'ailleurs si essentielle, n'est plus suffisante : quand des appareils sont destinés à régler la marche des trains, il faut qu'ils fonctionnent eux-mêmes avec une grande régularité. Quelque instance que j'aie pu mettre, dans les descriptions qui précèdent, à analyser les conséquences des dérangements de toute nature, il entre donc bien dans mon esprit que la régularité de marche des appareils est la condition indispensable d'un service de chemin de fer basé sur leur emploi.

Je dirai quelques mots sur les soins qu'exige l'organisation d'un tel service :

CONSTRUCTION DES APPAREILS. — Lorsqu'un appareil est construit, il est toujours facile de juger si les dimensions, les formes des pièces, conviennent au but auquel on les destine. Comme l'art de la construction possède des moyens de toutes sortes pour rendre sûrs les effets que l'on veut produire, il y a lieu de modifier un appareil tant que la sûreté de son jeu ne ressort pas d'une manière évidente de l'agencement des organes du mouvement.

Dans les appareils destinés à marcher par l'électricité, l'isolement des pièces qui font partie des courants électriques

doit être l'objet de soins minutieux. Cet isolement a généralement lieu par l'interposition de morceaux d'ivoire; il importe de leur donner une épaisseur suffisante pour qu'en aucun cas la rouille des pièces de fer voisines (quoique faiblement conductrice), l'humidité et autres causes de ce genre, ne puissent modifier la marche du courant par la création de communications étrangères.

Il importe, autant que possible, de rendre invariables de position tous les conducteurs intérieurs. Les bandes de cuivre clouées sur bois remplissent parfaitement ce but; lorsqu'elles sont convenablement disposées, il est toujours possible de vérifier en un coup d'œil l'état du conducteur.

Il est utile d'enfermer les bobines des électro-aimants dans des manchons isolants. Ces bobines, en effet, touchent souvent des parties métalliques; par l'effet des frottements, le fil de leur surface peut se dénuder en un point du contact, et quand le courant passe il se dérive et ne produit plus les mêmes effets.

Enfin, les petites hélices de fil conducteur qui existent souvent dans l'intérieur des appareils, doivent être entièrement supportées par leurs deux extrémités, sans contact quelconque intermédiaire avec des substances conductrices.

Ces diverses précautions sont bien minutieuses; elles offrent cependant un grand intérêt, car lorsqu'elles sont observées, on peut compter d'une manière certaine sur la marche d'un appareil.

ÉTABLISSEMENT DE LA LIGNE. — Je ne dirai rien de l'établissement de la ligne télégraphique proprement dite; il constitue à lui seul tout un art. Je ferai seulement observer que la portion de ligne placée dans l'intérieur des bâtiments, doit être exécutée avec une attention toute spéciale au point de vue de

l'isolement. Il est très-utile, pour rendre prompte la recherche des dérangements, de mettre les fils bien en évidence, et de les choisir de deux grosseurs alternant l'une sur l'autre, pour que l'œil puisse les suivre sans confusion.

Il est bon de ne pas faire servir le fil de terre des appareils télégraphiques ordinaires aux autres appareils; lorsqu'on adopte une terre commune, il se forme des circuits particuliers pendant que les appareils fonctionnent, et les courants de l'un pénétrant dans l'autre, la confusion règne bientôt dans chaque appareil en particulier.— De même, lorsque deux appareils à disque sont dans un même lieu, comme ceux de voie unique par exemple, on peut bien les faire fonctionner à l'aide de la même pile et en adoptant la même terre; mais si la terre commune est moins bonne que la terre de la Station suivante, il peut arriver que le courant envoyé par la Station précédente dans l'un des appareils aille par dérivation chercher la bonne terre, en traversant les appareils et la ligne jusqu'à cette Station suivante.

Pour éviter ces inconvénients, il faut créer deux terres différentes, séparées l'une de l'autre par une petite distance; par cette disposition, chaque appareil doit avoir sa pile.

ENTRETIEN. — Dans l'entretien, le *seul point important* à observer est de toujours maintenir les piles en bon état. Une pile a besoin d'être visitée, essuyée et garnie chaque jour. Si on laisse les cristallisations qui tendent à se former sur les vases, prendre du développement et envahir les vases voisins, des communications étrangères s'établissent, le courant faiblit, quelquefois même des croûtes sèches de sulfate de zinc, s'interposant dans le circuit, en interrompent complètement la marche. De même, si, dans le vase poreux, le niveau du liquide qui souvent s'abaisse, n'est pas toujours main-

tenu au-dessus de la tige de cuivre qui plonge dans le vase, le courant cesse. Ces divers effets ne sont pas à craindre lorsque les piles sont régulièrement entretenues.

Les appareils n'exigent, comme entretien, aucune précaution spéciale. Une fois réglés et montés, il n'y a pas de raison pour qu'ils ne fonctionnent pas indéfiniment avec la plus grande régularité.

Dans une Compagnie où l'usage des appareils précédemment décrits serait adopté, il conviendrait d'organiser un service spécial chargé des réparations, du réglage, du montage périodique des appareils, ainsi que de la surveillance des piles et des fils télégraphiques. L'affectation d'un petit nombre d'Agents spéciaux à ces divers soins serait la meilleure garantie d'un bon service.

PROJET DE RÈGLEMENT
SUR LA
SÉCURITÉ DES TRAINS
BASÉ SUR L'EMPLOI DES APPAREILS QUI PRÉCÈDENT.

CHAP. I. — VOIE UNIQUE.

I. 1. — BASES DU SERVICE.

ART. 1.

Toute station de Voie Unique est munie de disques indicateurs de la marche des trains.

Chacune d'elles a un appareil par direction de voie.

ART. 2.

Les signaux de l'appareil ont la signification suivante :

DISQUE BLANC. — Aucun train ne se dirige vers la Station.

DISQUE ROUGE. — Un train se dirige vers la Station.

AIGUILLE VERTICALE. — Le disque de la Station correspondante est blanc.

AIGUILLE INCLINÉE. — Le disque de la Station correspondante est rouge.

ART. 3.

Les manœuvres relatives à la circulation d'un train entre deux Stations, *A* et *B*, sont les suivantes :

Départ du train. — *Station A.* — Mettre le commutateur horizontal.

Arrivée. — *Station B.* — Presser le bouton du disque.

Station A. — Ramener le commutateur à la position verticale de repos.

§ II. — RÈGLES DE CIRCULATION.

1^e Cas où l'Appareil fonctionne régulièrement.

ART. 4.

QUAND LE DISQUE EST BLANC ET L'AIGUILLE VERTICALE, le Chef de Station, qui a un train à diriger vers la Station suivante, fait la manœuvre d'annonce de ce train. Il le laisse partir ou passer APRÈS QUE L'AIGUILLE S'EST INCLINÉE.

QUAND LE DISQUE EST BLANC ET L'AIGUILLE INCLINÉE, le Chef de Station attend pour lancer son train le redressement de l'aiguille.

QUAND LE DISQUE EST ROUGE, le Chef de Station retient les TRAINS EN STATIONNEMENT dans sa Station, et arrête les TRAINS EXPRESS qui se présentent pour la traverser.

ART. 5.

Il est formellement ordonné à tous les Agents d'une Station d'empêcher un train de quitter la Station, si la situation de l'appareil n'est pas la suivante :

**DISQUE BLANC ;
AIGUILLE INCLINÉE.**

ART. 6.

Il est formellement ordonné à tous les Agents d'un train en stationnement de REFUSER DE PARTIR si la situation de l'appareil n'est pas la suivante :

**DISQUE BLANC ;
AIGUILLE INCLINÉE.**

ART. 7.

Il est formellement ordonné au Mécanicien d'ARRÊTER SA MARCHÉ, et aux Agents du train de faire au Mécanicien les signaux d'arrêt, si au moment du passage devant la Station, la situation de l'appareil n'est pas la suivante :

**DISQUE BLANC ;
AIGUILLE INCLINÉE.**

ART. 8.

Un train quittant une Station est annoncé à la Station suivante :

1^e QUELQUES INSTANTS AVANT LE COUP DE CLOCHE DE DÉPART, si le train stationne dans la Station ;

2^e AU MOMENT OÙ LE TRAIN DÉPASSE LE DISQUE D'ENTRÉE, si le train traverse la Station.

ART. 9.

Lorsque, dans une Station, un train en retard a une vitesse prescrite supérieure à celle des trains attendus, son départ est simplement précédé de la manœuvre du disque indicateur.

Lorsque sa vitesse est inférieure à celle des trains attendus, le Chef de Station consulte son voisin par le télégraphe, pour s'entendre avec lui sur l'ordre de priorité à accorder aux trains. Une fois d'accord à cet égard, les trains sont lancés dans l'ordre convenu, **MAIS TOUJOURS COUVERTS PAR LA MANOEUVRE DU DISQUE INDICATEUR.**

ART. 10.

Lorsqu'un train qui doit s'arrêter dans la Station est annoncé, le disque qui l'annonce n'est ramené au blanc que lorsque le train est **DANS LA STATION MÊME.**

Lorsque le train doit traverser la Station sans s'y arrêter, le disque est ramené au blanc dès que le train a **DÉPASSÉ LE GRAND DISQUE D'ENTRÉE.**

LES AGENTS DU TRAIN N'ONT AUCUNE ATTENTION À DONNER À L'APPAREIL QUI INDIQUE LEUR ARRIVÉE.

2^e Cas où l'appareil ne fonctionne pas régulièrement.

ART. 11.

Si, par dérangement de l'appareil, les signaux :

DISQUE BLANC ;

AIGUILLE INCLINÉE,

nécessaires au départ ou à la continuation de la marche d'un

train , ne peuvent être obtenus , le Chef de Station , en fermant la boîte de l'appareil , cache les signaux et applique les règles relatives au **CAS OU LE DISQUE NE FONCTIONNE PAS.**

ART. 12.

Quand le disque indicateur ne fonctionne pas , LES CROISEMENTS INDICUÉS PAR LE TABLEAU DE LA MARCHE DES TRAINS OU les Ordres du jour qui les complètent DEVIENNENT OBLIGATOIRES.

Les Trains qui ont dépassé les Stations de croisements sans crocher sont retenus à la plus prochaine Station jusqu'à ce que le croisement soit effectué.

§ 3. — TRAINS SPÉCIAUX.

ART. 13.

Dès qu'un train spécial arrive à l'entrée d'une Station qu'il doit franchir sans arrêt , le Mécanicien donne plusieurs coups de sifflet à intervalles égaux , pour demander la voie à la Station suivante. Le Chef de Station laisse passer le train ou l'arrête suivant qu'il a pu ou non couvrir sa marche par la manœuvre du disque indicateur. Le Mécanicien lui-même s'arrête si la situation de l'appareil n'est pas au moment de son passage :

DISQUE BLANC :

AIGUILLE INCLINÉE.

§ 4.— TRAINS A ITINÉRAIRES VARIABLES.

ART. 14.

Des disques sont installés aux points-limites imposés à la circulation des trains à itinéraires variables.

ART. 15.

Avant qu'un train à itinéraire variable ne quitte sa voie de garage , l'Aiguilleur manœuvre le petit levier des disques-limites pour mettre ces disques au rouge.

Des règles spéciales (les règles actuelles) sont appliquées dans le cas où les disques ne fonctionnent pas.

ART. 16.

Les Agents responsables de la marche d'un train à itinéraire variable ~~NE LAISSENT ENGAGER LEUR TRAIN SUR LA VOIE PRINCIPALE QU'APRÈS AVOIR CONSTATÉ PAR LA VUE DU DISQUE RÉPÉTITEUR LA BONNE POSITION DES DISQUES-LIMITES.~~

CHAP. II. — VOIE DOUBLE.

§ 1. — BASES DU SERVICE.

ART. 17.

Des ordres de service font connaître les maisons de Garde où doivent être installés les disques indicateurs de la Voie Double.

ART. 18.

Chacune de ces maisons est munie de deux appareils, un pour chaque sens de marche des trains.

Des ordres de service font connaître les heures pendant lesquelles les Gardes doivent donner la communication directe et celles pendant lesquelles ils doivent manœuvrer les indicateurs.

ART. 19.

Les signaux de l'appareil ont la signification suivante :

DISQUE BLANC. — Il n'y a point de train entre les deux Gardes correspondants.

DISQUE ROUGE. — Il y a un train circulant entre les deux Gardes correspondants.

§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.

ART. 20.

Les manœuvres relatives au passage d'un train sont les suivantes :

Passage du train à la maison A. — *Garde A* : mettre le levier dans la position n° 2.

Passage du train à la maison B. — *Garde B* : mettre le levier dans la position n° 2.
Garde A : mettre le levier dans la position n° 1.

ART. 21.

Avant le passage d'un train, dans l'état normal, le levier est dans la position n° 4 de repos. Le disque est blanc.

ART. 22.

Dès qu'un train passe, le Garde met le levier dans la position n° 2 ; le disque se met au rouge. **LE GARDE FAIT AUSSITÔR LE SIGNAL D'ARRÊT A TOUT TRAIN SE PRÉSENTANT A LA SUITE DU TRAIN QUI VIENT DE PASSER.**

ART. 23.

Si pendant que le Garde effectue son signal d'arrêt prolongé, un train se présente, le Garde lui fait connaître le motif de son signal. Le Mécanicien est ainsi prévenu qu'il y a un train devant lui. Il continue sa marche, mais ne conserve sa vitesse que dans les alignements droits. Dès qu'il arrive dans une courbe, il marche à 40 kilomètres à l'heure. Si en avançant ainsi, il ne rencontre rien devant lui jusqu'à un Garde qui ne lui fasse pas le signal d'arrêt, il reprend sa marche en vitesse.

ART. 24.

Dès que le premier Garde est averti par la remise de son disque au blanc que le train a dépassé la maison de Garde

suivante , il remet son levier dans la position de repos et CESSE SON SIGNAL D'ARRÊT.

ART. 25.

Si l'arrêt se prolonge au delà du temps nécessaire au train pour arriver à la maison de Garde suivante , le Garde , dès qu'il peut disposer d'un Agent de la Voie , l'envoie jusqu'au Garde suivant pour aller au secours du train arrêté en route.

Si l'Agent de la Voie effectue ce trajet sans rien rencontrer , il revient auprès du premier Garde , qui reprend sa position de repos et cesse son signal d'arrêt.

En revenant , l'Agent de la Voie examine le fil télégraphique et le rattache s'il est rompu.

ART. 26.

Un Mécanicien a le droit d'arrêter son train s'il voit , en passant , un disque de Garde au rouge.

CHAP. III. — AIGUILLES.

§ 1. — BASES DU SERVICE.

ART. 27.

Toute aiguille parcourue dans les deux sens par les trains est munie d'un disque indicateur.

Le disque est placé à 500 mètres en avant de la pointe de l'aiguille.

ART. 28.

Les signaux de l'appareil ont la signification suivante :

DISQUE BLANC. — L'aiguille est bien faite.

DISQUE ROUGE. — L'aiguille est mal faite.

ART. 29.

Rien n'est changé à la manœuvre ordinaire des aiguilles.

§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.

ART. 30.

Les Mécaniciens se conforment obligatoirement aux indications du disque.

Quand le disque est **BLANC**, le Mécanicien continue sa marche.

Quand le disque est **ROUGE**, le Mécanicien ralentit et s'approche à petite vitesse. S'il voit l'aiguille mal faite, il s'arrête. S'il voit qu'elle est bien faite, il la franchit et continue sa marche.

CHAP. IV. — DISQUE DES STATIONS.

§ 1. — BASES DU SERVICE.

ART. 31.

Les disques sont installés à l'entrée et à la sortie des Stations, comme dans l'état actuel.

ART. 32.

Les signaux de l'appareil ont la même signification que dans l'état actuel.

La position du disque répétiteur indique toujours celle du grand disque.

ART. 33.

La manœuvre des disques des Stations s'opère dans les mêmes circonstances que celle des disques actuels.

Pour faire tourner un disque de 90°, on passe de la position occupée par le levier, **QUELLE QU'ELLE SOIT**, à la position symétrique.

§ 2. — RÈGLES DE CIRCULATION.

ART. 34.

Les mécaniciens se conforment aux indications du disque d'après les règles adoptées.

NOTE A.

DISQUE DE VOIE UNIQUE.

(Voir Planches I et II.)

L'appareil se compose de trois parties :

- Le disque,***
- L'aiguille,***
- Les commutateurs.***

Les rouages du disque et de l'aiguille sont montés sur une même platine en cuivre *P*, fixée au cadran de l'aiguille *C*. Le cadran est solidement établi sur la boîte qui porte l'appareil, au moyen de fortes équerres *EE*. Les commutateurs *ee* sont logés dans la partie inférieure de la boîte *BB*.

L'appareil entier est placé dans une boîte en bois ayant une porte vitrée qui ferme à clé.

Disque.

MOUVEMENT. — *R* est un *ressort* qui, par l'intermédiaire d'un rouage ordinaire d'horlogerie, tend à faire tourner la *roue r* dans le sens de la flèche. Une *pièce d'acier* portant deux échancreures est montée sur l'axe de cette roue; la partie saillante de l'échancreure vient buter contre une *lame* verticale *L*, également échancreée en *n*. Il résulte de cette disposition que la roue *r* ne peut tourner.

DÉCLANCHEMENT. — *p* est une *palette de fer doux* soumise à l'action d'un *électro-aimant ee*. Cette palette peut tourner autour d'un axe horizontal *oo*, et se termine par une *tige verticale*. Les oscillations de la palette autour de l'axe sont limitées par deux vis *vv*.

Un *bras b*, mobile autour d'un axe *m*, appuie par son extrémité *d* sur l'extrémité de la tige de la palette. Un ressort à hélice tend à abaisser ce bras en le faisant tourner autour de son axe; mais la tige s'oppose à ce mouvement.

L'axe du bras porte une *pièce angulaire g*, dont une des faces est au contact de la lame verticale. Cette pièce participe au mouvement de l'axe.

La lame verticale peut tourner autour d'un axe fixe *i*.

Quand le courant passe, la palette de fer doux est attirée, le bras tombe, son axe entraîne dans le mouvement la pièce angulaire, qui écarte la lame de sa position verticale : le déclenchement a lieu et la roue *r*, ne trouvant plus d'obstacle, tourne.

ROTATION DU DISQUE. — La roue *r* engrène avec une *roue r'*. Les dents des deux roues sont inclinées à 45°, et le mouvement de rotation

de l'axe de la roue r se transmet ainsi à l'axe vertical du *disque*. Le disque est blanc d'un côté, rouge de l'autre.

MOUVEMENTS OPÉRÉS PENDANT LA ROTATION. — L'arbre qui porte le bras est muni d'une petite *tige* placée normalement à sa surface. Cette tige est disposée près de la circonférence d'une *roue verticale D*, à *taquets horizontaux*.

Dès que le bras tombe, la tige, qui suit son mouvement, vient buter contre un des taquets de la roue, et limite ainsi la chute du bras; mais comme la roue à taquets participe au mouvement imprimé par le ressort, elle tourne, dès que le déclanchement a lieu, en sens inverse du mouvement de la tige, et dans cette rotation le taquet relève la tige.

Le relèvement de la tige produit deux effets : 1^e il relève le bras (le relèvement est calculé pour dépasser un peu la position de repos); 2^e il relève la pièce angulaire. La lame, ne subissant plus la pression de cette pièce, revient, par l'effet d'un ressort à hélice, à sa position verticale.

Le mouvement de la roue à taquets continuant, le taquet abandonne bientôt la tige, et le bras redescend.

Les divers mouvements qui viennent d'être définis s'opèrent dans l'ordre suivant :

Passage du courant, — attraction du fer doux, — écartement de la tige verticale.

Abaissement du bras, — abaissement de la tige, — rotation de la pièce angulaire.

Écartement de la lame, — déclanchement de la roue. — Commencement de la rotation du disque, — commencement de la rotation de la roue à taquets.

Buttement de la petite tige contre un taquet.

Relèvement de la petite tige et du bras, — retour de la pièce angulaire, — retour de la lame à la position verticale.

Descente du bras, — arrêt à la position de repos.

Fin de la rotation du disque et de la roue à taquets.

RÉPÉTITION. — Nous avons dit que la marche du courant était variable avec la position du disque. Le changement de courant s'opère de la manière suivante :

I est un levier mobile autour d'un axe horizontal K , terminé à sa partie inférieure par une *lame de ressort* dont la course est limitée par deux *vis*, et à sa partie supérieure par un *galet* mobile autour d'un axe vertical.

Un *excentrique* est fixé sur l'axe du disque. Lorsque le disque est blanc, l'excentrique présente au galet son plus petit rayon; lorsqu'il est rouge, il présente son plus grand rayon. Un ressort à hélice maintient toujours l'adhérence entre le galet et la roue.

On voit ainsi que, suivant que le disque est blanc ou rouge, le levier touche l'une ou l'autre des extrémités de vis.

Les vis et le levier font partie du circuit électrique. Ces diverses pièces sont isolées les unes des autres par interposition d'ivoire.

Aiguille.

Le rouage qui fait marcher l'aiguille est analogue à celui des télégraphes à cadran. L'échappement seul en diffère par le nombre des dents. Cet échappement est composé de deux roues juxtaposées. Chaque roue a deux dents distantes l'une de l'autre de 180° . Les dents de l'une des roues sont en avance de 45° sur les dents de l'autre. De cette façon, lorsqu'elles viennent tour à tour buter sur leur arrêt, elles donnent à l'aiguille l'une ou l'autre des deux seules positions 0° et 45° qu'elle doit occuper.

L'aiguille est d'ailleurs formée d'une simple lame d'acier.

Commutateur.

La planche représente l'appareil muni de trois commutateurs, conformément aux indications du Chap. I, § 7. Un seul est réellement utile dans la pratique.

Les boutons semblables de ces commutateurs communiquent entre eux par des lames métalliques clouées sur la boîte, sauf les boutons placés sur la verticale, qui doivent rester libres dans les deuxième et troisième commutateurs.

La manœuvre des commutateurs s'opère avec une clef que le Chef de Station peut enlever à volonté. Une glace percée de trous pour le passage de la clef empêche les commutateurs d'être manœuvrés à la main.

Comme le mouvement du commutateur doit toujours être opéré dans le même sens, une roue à rochet, placée sur l'axe du commutateur, n'en permet le mouvement que dans ce sens unique.

NOTE B.

DISQUE DE VOIE DOUBLE.

(Voir Planche III.)

L'appareil se compose de deux parties :

Le disque,
Le levier.

Les rouages du disque sont montés sur une platine fixée à la boîte à l'aide d'équerres.

Le levier repose sur la base de la boîte.

Disque.

Le rouage qui fait marcher le disque ayant une grande analogie avec le rouage précédemment décrit, je me borne à indiquer les points essentiels par lesquels il en diffère.

Ici, quand le courant passe d'une manière continue, le disque doit effectuer une demi révolution. Quand il cesse, le disque doit encore effectuer une demi révolution. Comme dans chacun de ces cas, la tige de la palette de fer doux occupe des positions différentes, il faut munir le bras *b* de deux extrémités pour que chacune d'elles puisse, suivant la position de la tige, produire à la fin de la rotation l'arrêt du bras sans empêcher son mouvement ultérieur.

Ces deux extrémités sont à des hauteurs différentes et sont coudées à angle droit. La planche représente l'appareil à l'état de repos. Quand le courant passe, le bras s'abaisse; l'extrémité supérieure vient buter contre la tige de fer doux. Le déclanchement a lieu et le disque tourne. Mais ici, la pièce d'acier fixée à la roue *r*, et qui produit l'arrêt de cette roue en s'engageant dans l'échancrure de la lame, est munie de deux dents inégalement distantes de son centre. Il en résulte que, dans la situation où la lame est écartée de sa position verticale, la deuxième dent vient encore buter contre elle, et l'arrêt du disque a lieu après la demi-rotation.

Quand le courant cesse, le bras n'étant plus arrêté par la tige du fer doux, s'abaisse sous l'action d'un ressort à hélice. La lame, qui se trouve déjà écartée de sa position verticale, s'en écarte encore davantage, assez pour dégager la dent qui appuie contre elle, et une nouvelle demi-rotation est effectuée. Le mouvement est d'ailleurs arrêté après, à la fin de la demi-rotation, par le redressement du bras à l'aide de la roue à taquet précédemment décrite; ce redressement remet tous les organes du mouvement dans la position de repos.

Lever.

Le *levier* peut occuper deux positions également inclinées à l'horizon. Il tourne autour d'un axe horizontal porté sur un support en fer. A sa partie inférieure, le levier est terminé par deux parties planes formant angle. Un fort *ressort* appuie d'ailleurs sur l'une ou l'autre de ces parties planes, par son extrémité, qui est également plane. De la sorte, lorsqu'on manœuvre imparfaitement le levier dans l'une ou l'autre position, il tend à prendre de lui-même, sous l'action du ressort, la position dans laquelle la partie plane correspondante devient horizontale; il faut un petit effort pour lui faire abandonner cette position.

Une *tige horizontale* est fixée sur l'axe du levier. Cette tige pénètre dans l'appareil en regard de la palette de fer doux. Dans la position

n° 1, elle appuie sur cette palette; un ressort à hélice empêche cette action de s'exercer trop fortement. Dans la position n° 2, deux *tames de ressort*, fixées chacune sur la tige et isolées par interposition d'ivoire, appuient sur deux *boutons* fixés à la boîte et communiquant aux bornes extérieures par des lames de cuivre clouées. La pression des ressorts, déterminée par la tendance du levier à occuper l'extrémité de sa position n° 2, est une garantie de bon contact.

NOTE C.

DISQUE DES AIGUILLES.

(Voir Planches V et VI.)

Il y a dans le disque des aiguilles deux parties :

- 1^o Le disque:**
- 2^o Le contact électrique.**

Disque.

Cet appareil (voir Pl. V) diffère d'abord des précédents par les dimensions de toutes ses parties, ainsi que le montre l'échelle. Il en diffère par la disposition des pièces et par quelques détails que je vais indiquer.

Le disque ayant 50 centimètres de diamètre, il faut, pour le faire mouvoir, un ressort assez fort, et, par suite, le déclenchement exige une force plus grande que lorsqu'il fallait mettre en mouvement un disque de 25 centimètres. Voici la disposition adoptée pour rendre le déclenchement facile.

Le fer soumis à l'attraction de l'électro-aimant est aimanté. Cette attraction s'exerce ainsi d'une manière plus énergique.

La pièce attirée se relève verticalement, puis est coudée, et son extrémité aboutit à 2 ou 3 millimètres de la lame verticale échancree, qui maintient l'arrêt du disque. Il résulte que quand le courant passe, la pièce est fortement attirée, puisque au début de l'attraction elle se meut en liberté, et elle vient produire contre la lame un petit choc qui aide au déclenchement.

La disposition adoptée pour produire les effets de rotation que l'appareil est appelé à remplir est analogue à celle du disque de voie double.

Le disque proprement dit porte un écran rouge. Une lanterne fixe est placée au-dessus de l'axe du disque. Il résulte de cette disposition que lorsque, pendant la nuit, le disque est au rouge, la lanterne n'est aperçue qu'à travers le verre rouge, et le signal d'arrêt est produit.

Contact électrique.

Dans les aiguilles, le levier manœuvré par les aiguilleurs tourne autour

d'un axe horizontal un peu élevé au-dessus du sol. Le prolongement du levier est tantôt en avant, tantôt en arrière du plan vertical de cet axe.

Un petit plan incliné est fixé sur ce prolongement du levier. Quand l'aiguille est bien faite, ce petit plan vient presser sur un galet *g* et par suite sur une plaque de ressort *R*, qui s'aplatit sous cette pression. La plaque, en s'aplatissant, fait avancer une petite tige *T* enfermée dans une boîte en fonte *B* reposant sur la partie antérieure du socle de l'aiguille. La boîte est munie à sa partie supérieure d'un couvercle *C* pivotant autour d'un axe *i*.

L'extrémité de la tige et celles de deux ressorts *r r'*, sont sur la même horizontale. L'un des ressorts communique à la ligne; l'autre, à la pile. La pile est placée dans la guérite de l'aiguilleur. Quand l'aiguille donne la voie principale, la tige, dont le mouvement est régularisé par la réaction de la plaque *R*, produit le contact des deux ressorts *r r'*, et le courant est établi; quand l'aiguille donne la voie secondaire, le contact cesse.

Les deux fils qui sortent de la boîte sont amenés à la pile et au poteau télégraphique par des conduites souterraines de quelques mètres.

NOTE D.

DISQUE DES STATIONS.

Disque.

Le disque des stations est représenté dans la planche V. Le disque a 50 centimètres de diamètre.

Nous avons indiqué dans la note *C* la disposition particulière adoptée pour produire le déclanchement avec facilité.

Les figures mettent en évidence la disposition du levier à répétition. Cette répétition est analogue à celle du disque de Voie Unique. L'extrême du levier ne touche qu'une seule borne.

Disque répétiteur.

Le disque répétiteur est construit, comme le disque de la Voie Double, avec une modification de la roue d'échappement qui permet d'effectuer des quarts de tours au lieu de demi-tours.

Le levier.

Le levier produit simplement un contact en passant d'une à l'autre de ses deux positions.

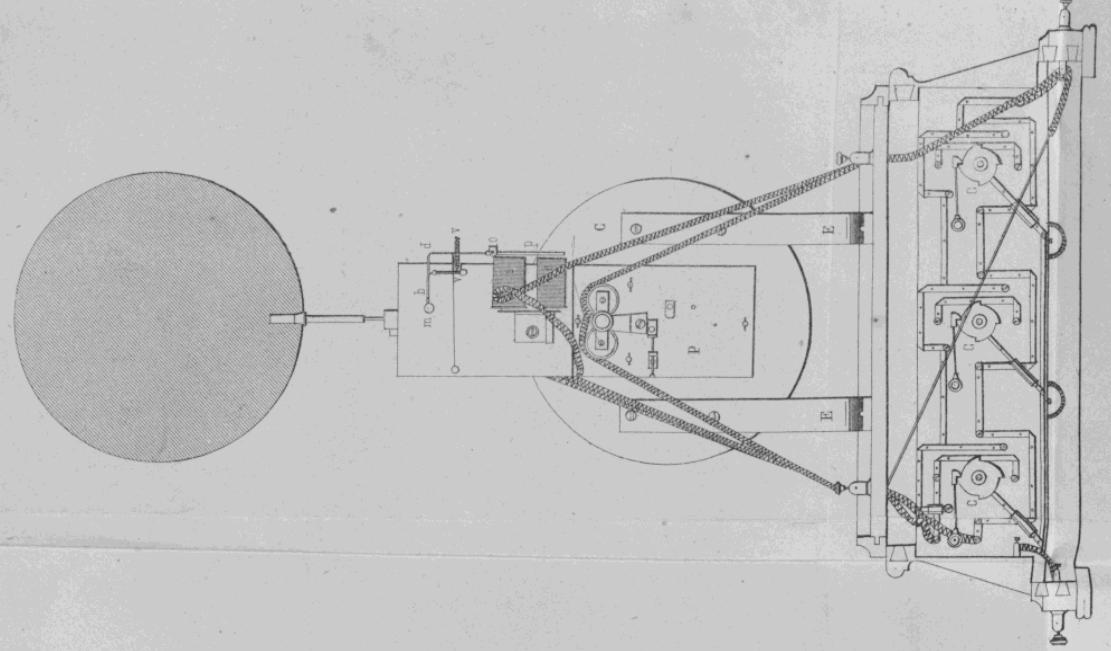


DISQUE DE VOIE UNIQUE

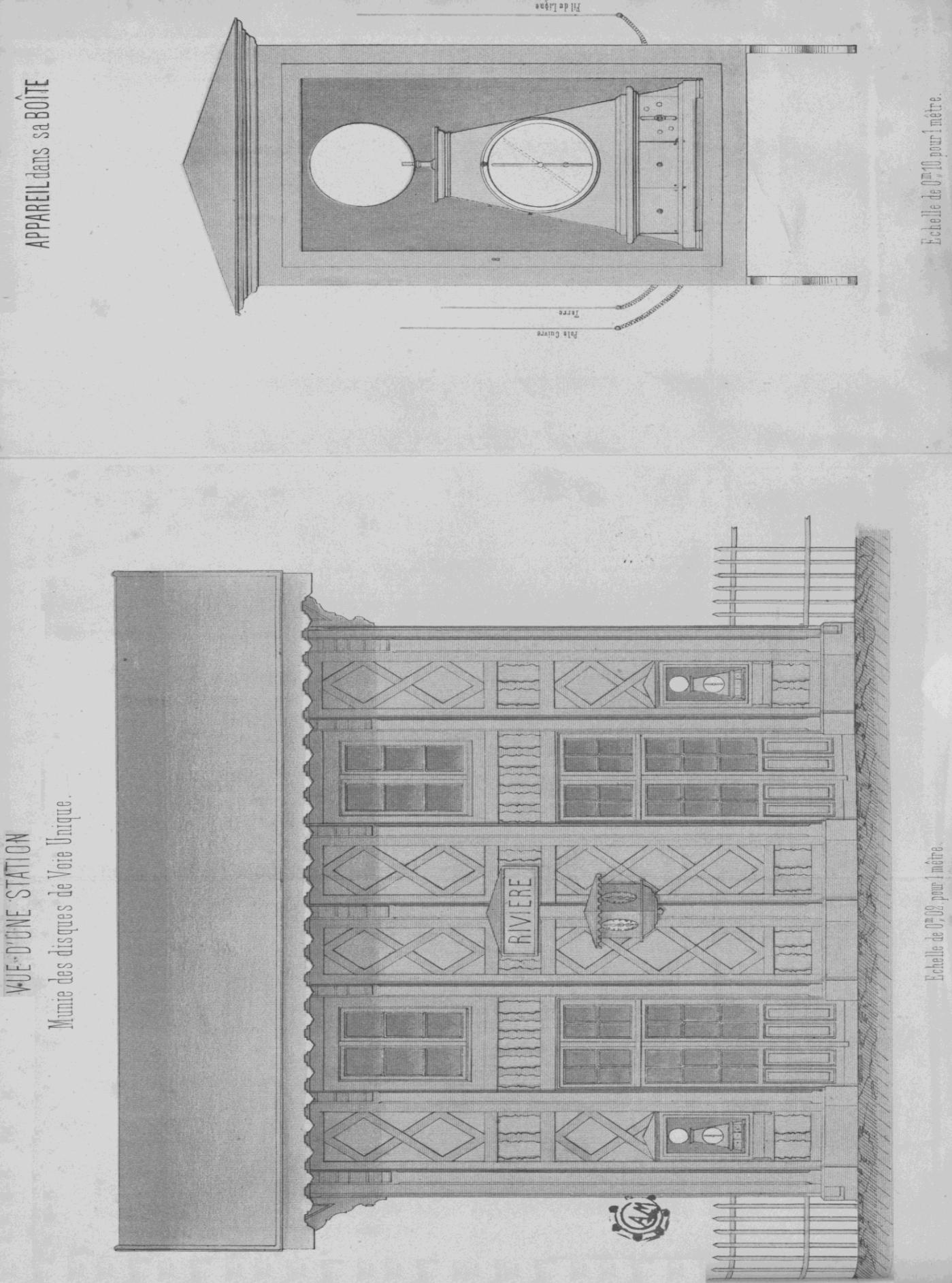
Vue de Face

Vue de derrière

Vue de Côté



Echelle de 0^m,20 pour 1 mètre



VUE D'UNE STATION

Munie des disques de Voie Unique.

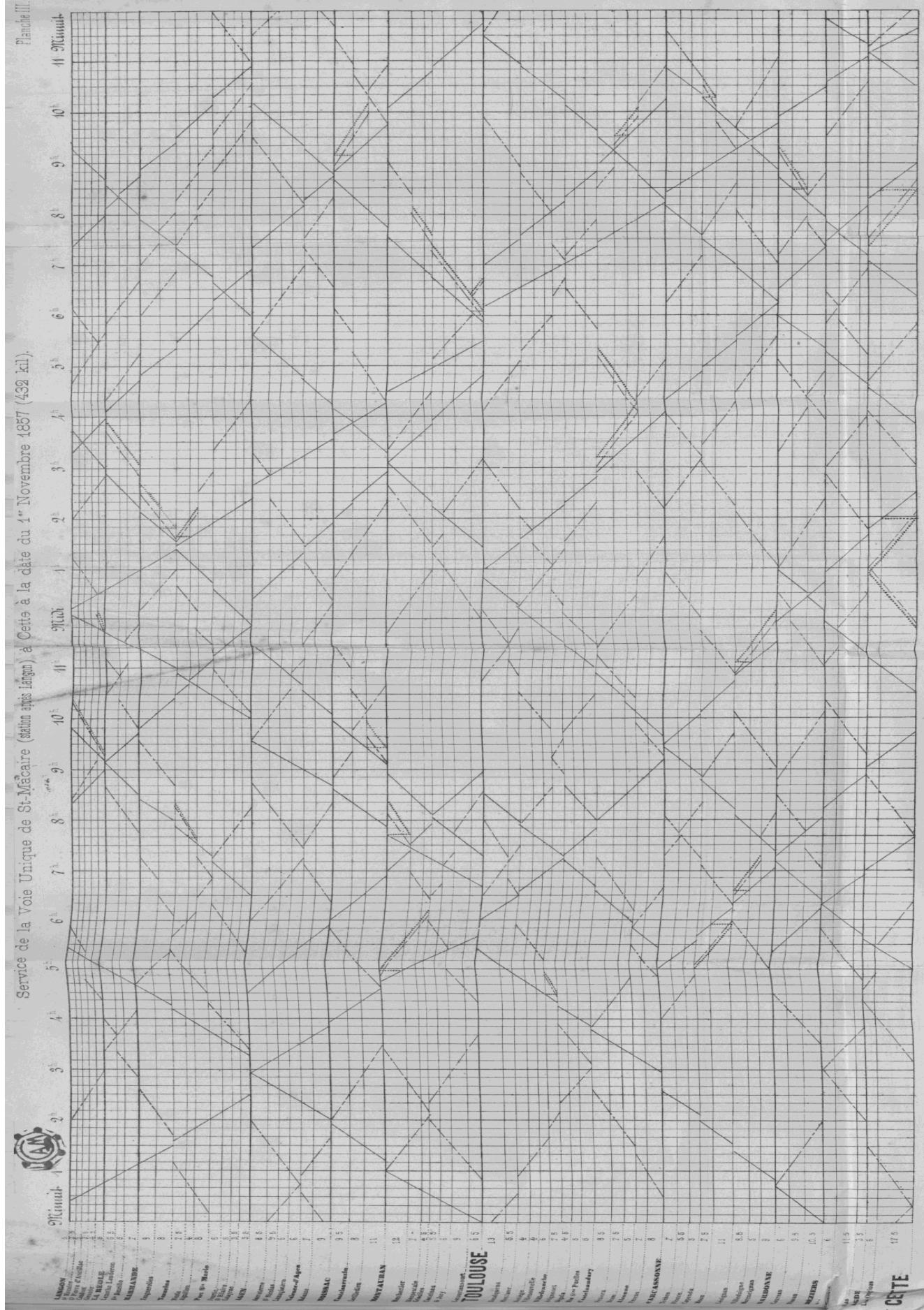
APPAREIL dans sa BOÎTE

Echelle de 0[°]30 pour 1 mètre.

Echelle de 0[°]10 pour 1 mètre.

Service de la Voie Unique de St-Macaire (station après la gare) à Cette à la date du 1^{er} Novembre 1857 (432 kil).

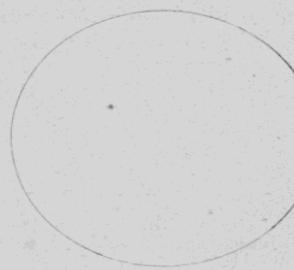
Planche III.



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

DISQUE DE VOIE DOUBLE

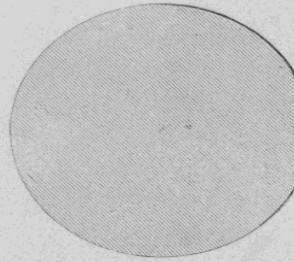
Vue de Face.



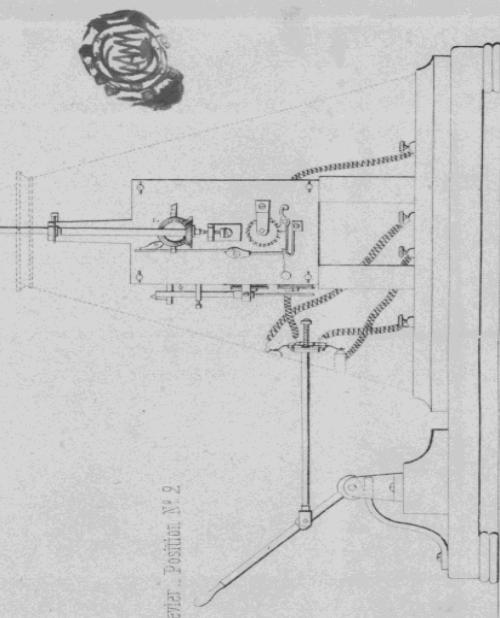
Vue de Côté.



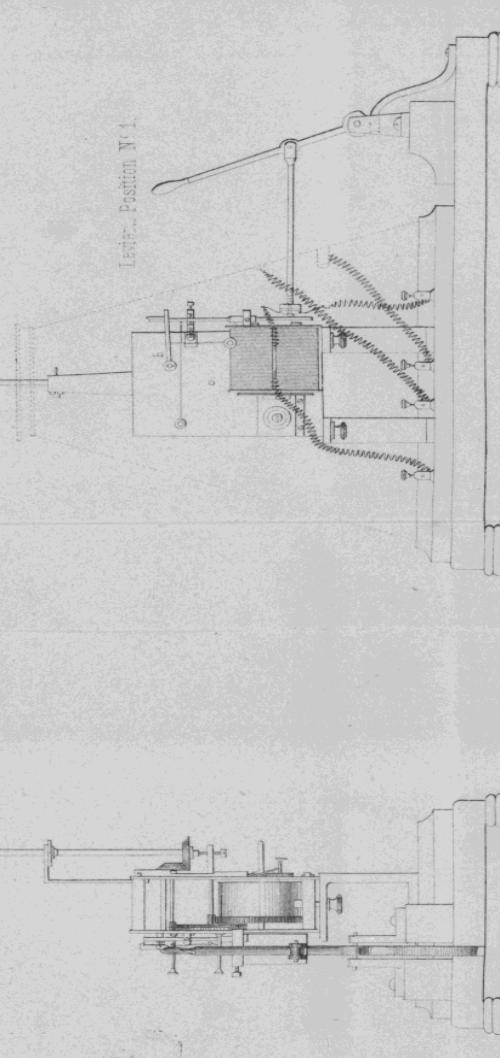
Vue de Derrière.



Lever - Position N° 2



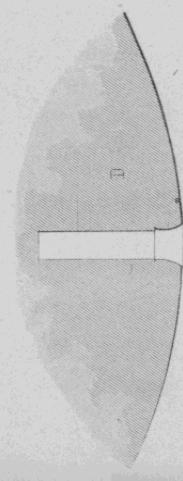
Lever - Position N° 1



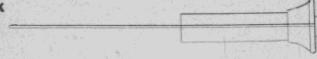
Echelle de 0m.20 pour 1 mètre

DISQUE DES STATIONS

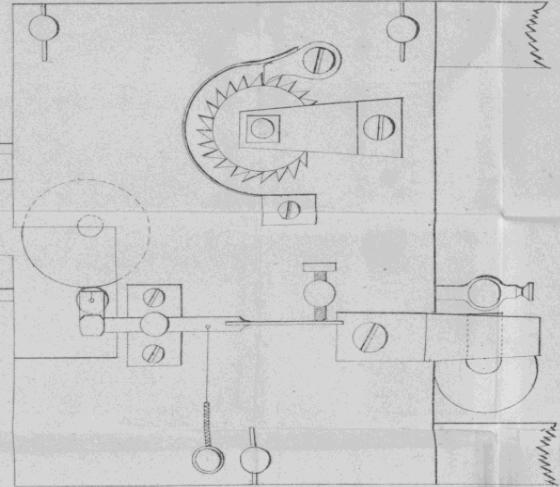
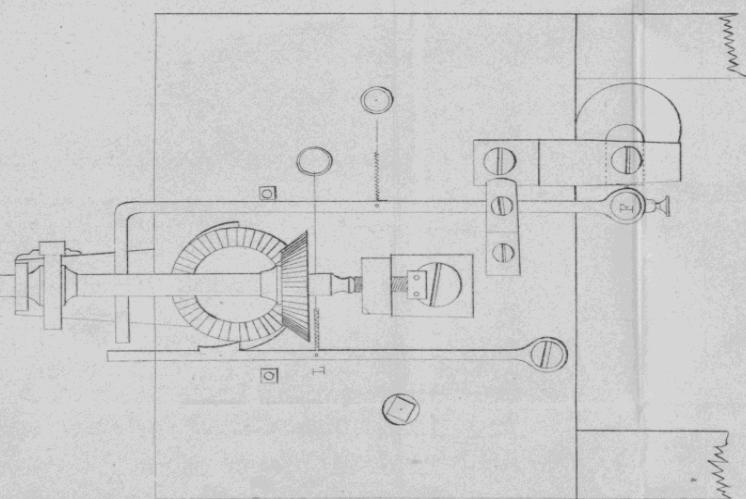
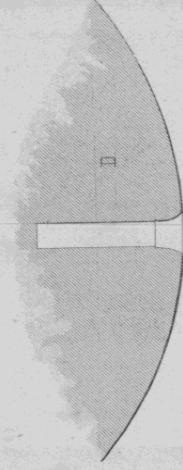
Vue de face



Vue de côté



Vue de Détrière



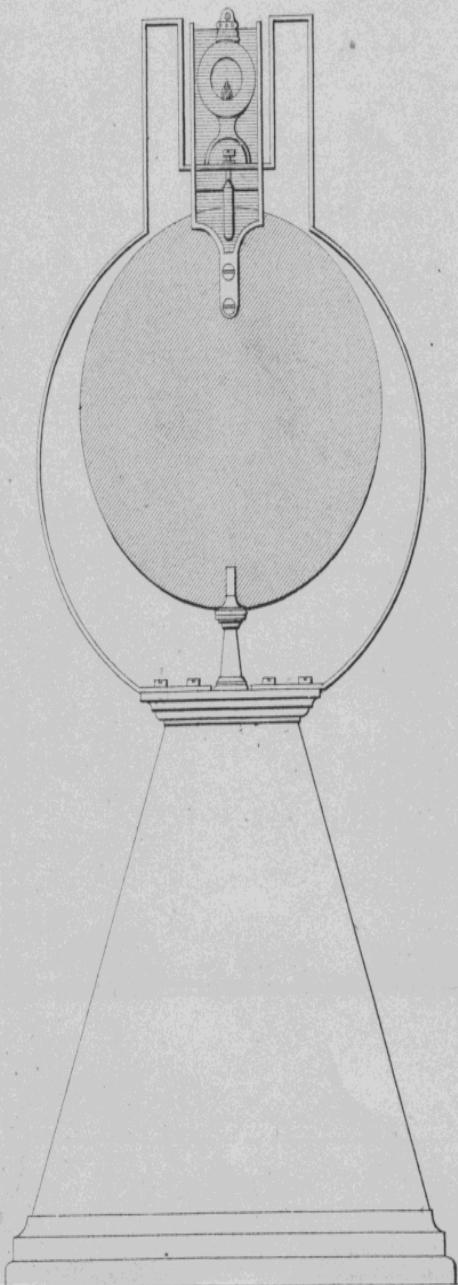
Echelle de 0,50 pour 1 mètre

DISQUE DES AIGUILLES

ou

DISQUE DES STATIONS

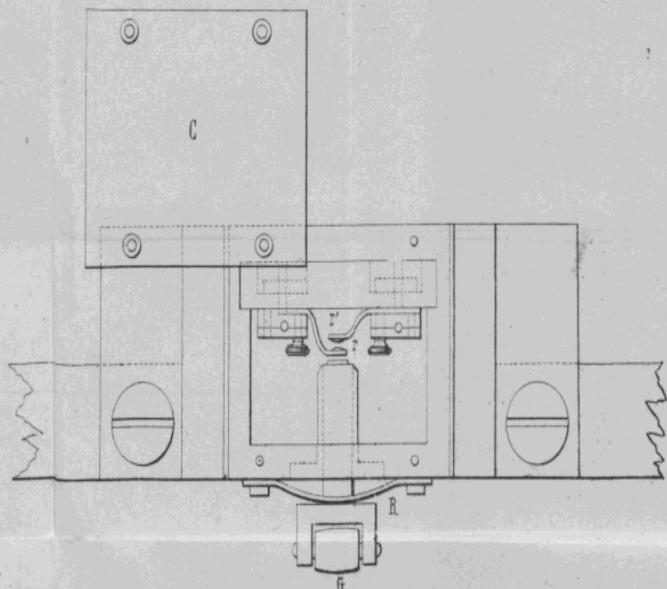
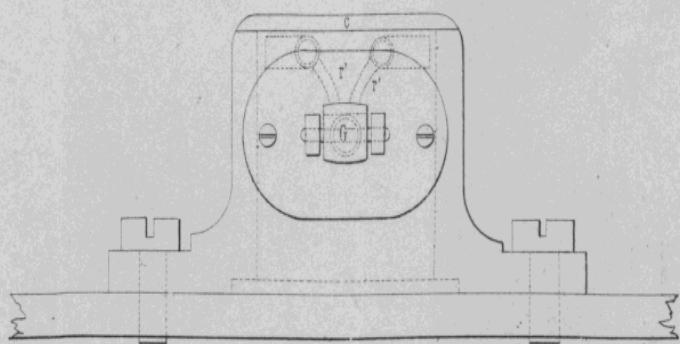
Aspect extérieur de l'appareil.



Echelle de 0,10 par mètre.

DISQUE DES AIGUILLES

Contact électrique placé sur la partie antérieure du socle de l'aiguille.



Echelle de 0,50 par mètre.

Lith. G. Chariol. Bord²⁸