

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](#))
- 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 passible 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

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	2_Borel, Louis
Auteur(s)	Borel, Louis
Titre	Étude du télégraphe Hughes : cours théorique et pratique à l'usage des télégraphistes et agents spéciaux
Nombre de volumes	2
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?12CA56
Adresse	Paris : chez l'auteur, 1873
Collation	2 vol. (403-[1] p., XXVII f. de pl. dépl.) : tabl., ill. ; 19 cm
Cote	CNAM-BIB 12 Ca 56
Sujet(s)	Télégraphe Téléimprimeurs

NOTICE DU VOLUME	
Auteur(s) volume	Borel, Louis
Titre	Étude du télégraphe Hughes : cours théorique et pratique à l'usage des télégraphistes et agents spéciaux
Volume	[Texte]
Adresse	Paris : chez l'auteur, 1873
Collation	1 vol. (403-[1] p.) : tabl., ill. ; 19 cm
Nombre d'images	410
Cote	CNAM-BIB 12 Ca 56 (1)
Sujet(s)	Télégraphe Téléimprimeurs
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?12CA56.1

ÉTUDE
DU
TÉLÉGRAPHE HUGHES



NOTA. — Ce volume est accompagné de 27 planches, qu'on pourra à volonté réunir en un atlas spécial ou intercaler dans le texte.

PARIS. — Imprimerie de E. DODENAUD, rue Cassette, 9.

12^e Ca 55

ÉTUDE DU TÉLÉGRAPHE HUGHES

COURS THÉORIQUE ET PRATIQUE

A L'USAGE DES TÉLÉGRAPHISTES ET AGENTS SPÉCIAUX

PAR

Louis BOREL

COMMIS PRINCIPAL DES TÉLÉGRAPHES

Chargé du Cours de Télégraphie élémentaire à l'Administration centrale.

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC L'AUTORISATION DE L'ADMINISTRATION



PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 46, RUE DE GRAMMONT

1873

Tous droits réservés

ÉTUDE DU TÉLÉGRAPHE HUGHES

CHAPITRE I^{er}.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

Avant de commencer l'étude de l'appareil télégraphique de M. Hughes, il n'est pas sans intérêt, pour mieux apprécier les différences qui distinguent cet inventeur de ses devanciers, de résumer en quelques mots les essais tentés avant lui, dans le but d'imprimer directement les télégrammes en caractères typographiques.

Au début même de la télégraphie électrique, on s'occupait déjà de faire passer cette idée dans le domaine de la pratique. La première tentative de ce genre date, en effet, de 1835. Depuis cette époque, un grand nombre de systèmes ont été essayés ; sans entrer dans les détails de leurs diverses combinaisons, on peut, si l'on ne considère que les principes sur lesquels ils sont fondés, les comprendre tous dans deux catégories bien distinctes, les appareils imprimeurs à *échappement* et les appareils à mouvements *synchroniques*.

Dans ceux du premier genre, un électro-aimant, à chaque courant transmis, fait avancer une dent d'une roue d'*échappement* fixée à l'axe de la *roue des types*, amenant ainsi, par les envois successifs de courants d'un manipulateur à cadran ou à clavier, le caractère à imprimer, im-

médiatement en regard d'un marteau ou cylindre supportant une bande de papier. Quand la roue des types a été conduite au point voulu, un courant est transmis dans un second électro-aimant qui, par le mouvement de son armature, provoque le soulèvement du marteau, presse le papier contre la roue des types et produit l'impression d'une lettre. En même temps, par une disposition mécanique convenable, la bande est tirée en avant, pour laisser un espace blanc destiné à recevoir l'impression du caractère suivant. Cette première lettre imprimée, la roue des types est remise de nouveau en mouvement, et, par un nombre plus ou moins grand d'émissions de courant, amène un deuxième type à reproduire au-dessus du cylindre porteur du papier et ainsi de suite. On peut se faire une idée de ces divers systèmes, en imaginant l'aiguille d'un *appareil à cadran* remplacée par une roue, portant gravées en relief à son périmètre toutes les lettres de l'alphabet. On voit que dans les appareils de cette espèce, il faut d'abord transmettre une série de courants pour faire arriver au-dessus du cylindre imprimeur la lettre que l'on veut produire; puis arrêter la roue des types pendant un temps plus ou moins long pour effectuer l'impression du caractère. Les instruments nombreux basés sur ce principe, généralement très-complicés, d'un réglage long et minutieux, susceptibles de dérangements fréquents, n'ont pu, jusqu'à présent, compenser ces graves défauts par une manipulation rapide. Le travail restreint qu'ils sont capables de fournir leur a fait toujours préférer le système Morse, qui joint à une grande simplicité de mécanisme, à un réglage facile, une vitesse de transmission suffisante dans un grand nombre de cas.

Dans les télégraphes à *mouvements synchroniques*, les roues des types des deux appareils en relation, au lieu de tourner sous l'influence d'une série d'émissions de courant, sont entraînées par des mécanismes d'horlogerie, animés de vitesses identiques. Avant le commencement d'une transmission, les deux roues des types sont arrêtées à une position déterminée, symétrique pour les deux appareils. Le premier courant transmis a pour effet de mettre ces deux roues en mouvement. On comprend que, parties simultanément du même point et douées de vitesses égales ou, en d'autres termes, de *mouvements synchroniques*, elles présenteront à chaque instant les mêmes types au-dessus du cylindre chargé du papier qui doit recevoir l'impression. Il suffira donc, pour pouvoir imprimer une lettre, d'envoyer *un courant* au moment précis où le caractère que l'on veut former arrivera en regard du cylindre imprimeur. Ce courant, grâce à un mécanisme particulier, arrêtera la roue des types, afin de permettre l'impression d'une lettre ; la roue des types reprendra ensuite sa marche ordinaire, entraînée comme précédemment par le mécanisme d'horlogerie. L'obstacle principal que rencontraient les inventeurs des systèmes de ce genre, résidait dans la difficulté d'obtenir un *synchronisme* suffisamment parfait et durable entre les deux appareils transmetteur et récepteur (le synchronisme des mouvements étant ici, pour la transmission, une condition absolue) et aussi dans la perte de temps occasionnée par l'arrêt plus ou moins long de la roue des types pendant la durée de l'impression. Les appareils construits d'après ce principe paraissaient cependant, soumis à l'expérience, promettre des résultats plus avantageux que les imprimeurs à échappement. Le problème consistait seule-

ment, pour les transformer en télégraphes tout à fait pratiques, à imaginer un *régulateur* qui établît et maintînt d'une manière constante un synchronisme à peu près parfait entre les deux appareils correspondants. Il fallait, en outre, trouver une disposition qui permît de diminuer, autant que possible, la perte de temps consacrée à l'arrêt de la roue des types durant l'impression.

M. Hughes est le premier qui ait résolu victorieusement ces difficiles questions, par l'application d'un *régulateur* nouveau, à force centrifuge, au moyen duquel se trouve régularisée d'une manière permanente la marche de deux mouvements d'horlogerie animés d'une très-grande vitesse, et par l'adjonction d'un système de *correction automatique* complément indispensable du régulateur, rectifiant, à chaque courant transmis, les petites différences de vitesse qui peuvent se produire, entre les deux appareils, depuis la dernière émission du courant. Grâce à cette *correction* incessante, qui, en empêchant l'accumulation des écarts entre les deux mouvements, maintient le synchronisme au degré de perfection nécessaire, M. Hughes a pu supprimer la perte de temps de l'impression, dont nous avons signalé plus haut les inconvénients, et, donnant à la roue des types de son télégraphe un mouvement absolument *continu*, imprimer les caractères sans aucune espèce d'arrêt, en quelque sorte au vol, pendant la marche même de cette roue.

Grâce à ces diverses innovations, il est parvenu à *transmettre une lettre imprimée, au moyen d'un seul envoi de courant et par un seul fil*. Aussi son appareil est-il aujourd'hui le plus rapide de ceux qu'utilise la télégraphie.

CHAPITRE II.

COUP D'ŒIL SUR L'ENSEMBLE DU SYSTÈME HUGHES.

Moteur. — Mouvement uniforme. — Régulateur (*Volant, tige vibrante*).
— Chariot. — Clavier. — Electro-aimant. — Levier d'échappement.
— Axe d'impression. — Roue des types. — Roue correctrice. —
Lettres et chiffres.

Réduit à sa plus simple expression, le système Hughes est constitué par deux mécanismes d'horlogerie, disposés aux deux extrémités d'un conducteur électrique, et dont les mouvements sont *continus* et *uniformes* et les vitesses respectivement égales ou, en d'autres termes, *synchro-niques*.

Moteur. — Chaque appareil est formé de deux plaques parallèles en bronze, soutenant une série d'axes, reliés entre eux par des roues dentées. Tous les axes sont mus par l'action d'un seul *poids*, au moyen d'une *chaîne* articulée sans fin, qui s'engage sur les dents de la roue supportée par le premier arbre et servant de *roue motrice*. Un mécanisme très-simple permet à l'opérateur, en appuyant sur une *pédale* placée à sa portée, de remonter le poids, avant qu'il ait entièrement terminé sa course, et celui-ci agit ainsi sur les rouages d'une manière *permanente*. Cette disposition permet d'obtenir, dans chaque appareil, un mouvement *continu*.

Mouvement uniforme. — Mais, pour qu'une machine puisse fonctionner convenablement, il faut que son mouvement soit *régularisé* et autant que possible rendu (1) *uniforme*, c'est-à-dire que la vitesse nécessaire de rotation des axes, une fois établie, ne puisse s'accroître ni diminuer. Or, quand les mécanismes d'horlogerie sont mus par des ressorts, les rouages vont de moins en moins vite au fur et à mesure que les ressorts se détendent; quand le moteur est un poids, la vitesse tend au contraire à devenir de plus en plus grande à mesure que le poids descend. De plus, les frottements ou résistances que doit vaincre la force motrice changent à chaque instant, soit par des causes accidentelles, soit par les conditions même de la machine, dont les diverses parties présentent des alternances de repos et de mouvement, à des intervalles de temps plus ou moins longs et pendant des durées variables. Le mouvement tend à se ralentir quand le travail d'un arbre augmente et à

(1) Un corps est dit animé d'un mouvement *uniforme*, lorsqu'il emploie toujours le même temps à parcourir le même espace, quelles que soient l'étendue du chemin et la longueur du temps considérées.

Examinons, par exemple, la roue B, tournant autour du centre *o* (fig. 4 bis.). Prenons un point *a* sur sa circonférence et réunissons-le au point *o* par une droite *oa*. La ligne *oa*, s'éloignant successivement d'un mouvement continu dans le sens de la flèche, décrira divers angles *aob*, *boc*, *cod*, etc., mesurés par les arcs *ab*, *bc*, *cd*, etc. Supposons que les angles *aob*, *boc*, *cod*, etc., et par conséquent les arcs *ab*, *bc*, etc. soient égaux entre eux. Le mouvement du point *a* sera *uniforme* s'il met 1 seconde pour parcourir chacun de ces arcs égaux, 1/10 de seconde pour parcourir 1/10 de *ab* ou de *bc*, etc.; 1/100 de seconde pour en parcourir 1/100, etc. Le mouvement serait encore *uniforme* si le point *a* mettait 1/20 ou 1/30 ou 1/1000, etc. de seconde, pour aller progressivement de *a* en *b*, de *b* en *c*, de *c* en *d*, etc. Ainsi quelle que soit la vitesse avec laquelle un corps se meut, son mouvement restera *uniforme* tant qu'il emploiera un temps égal à parcourir les mêmes espaces.

s'accroître quand il s'amointrit. Il est donc indispensable, pour *régulariser* la marche d'un instrument, qu'au moment où la vitesse a une tendance à diminuer, les axes reçoivent une quantité supplémentaire de force motrice égale à la résistance nouvelle amenée par un surcroît de travail, et que si le mouvement tend à s'accélérer par suite d'une diminution dans les frottements, l'excédant disponible de force motrice soit *absorbé* et en quelque sorte tenu en réserve pour être appliqué en temps utile.

Le mouvement *uniforme* ne peut jamais être obtenu dans les machines d'une manière parfaite ; mais il suffit, dans beaucoup de cas, que les différences de vitesse, qu'entraînent les variations dans les résistances, soient rectifiées à des moments assez rapprochés, pour que ces écarts ne soient pas de longue durée et que le mouvement soit fréquemment ramené à sa vitesse initiale. L'uniformité devient ainsi assez approximative, pour qu'une machine, qui n'exige pas une grande précision, puisse remplir les diverses fonctions auxquelles elle est soumise.

Régulateur. — Les pièces accessoires, qui ont pour but de modérer la marche des appareils, sont connues sous le nom général de *régulateurs*.

Volant. — Les plus élémentaires sont les *volants*. On sait qu'ils se présentent d'ordinaire sous la forme d'une *roue*, d'un diamètre supérieur à celui des autres roues du mécanisme, et dont le périmètre s'épanouit en une masse arrondie, et plus épaisse que la partie centrale. Ils sont habituellement fixés à l'extrémité de l'axe doué du mouvement de rotation le plus rapide.

A l'appareil Hughes, un de ces organes est adapté à l'axe du système qui tourne le plus rapidement (700 tours en

moyenne par minute). Sous l'influence de cette masse additionnelle, les rouages deviennent moins sensibles à l'action des changements de vitesse, le résultat des volants étant de compenser, dans une certaine mesure, les excès d'accélération ou de ralentissement produits dans les mouvements. En effet, plus un corps est pesant, plus il faut de force pour le faire sortir de l'état de repos ou pour *modifier* sa vitesse primitive. Si, à un moment donné le mouvement tend à s'accroître, cette tendance provient d'un excès disponible de force motrice. Or le volant, devant toujours, pour changer de vitesse, absorber une quantité de force équivalente à son volume, la force motrice excédante devra lui être appliquée pendant un certain temps pour le contraindre à s'accélérer. Il épuisera donc à son profit une grande partie de la force momentanée qui tend à activer le mouvement du mécanisme et empêchera celui-ci de s'accroître trop rapidement. Comme il oppose une certaine résistance avant d'arriver à modifier sa vitesse, il obéira moins facilement aussi à des causes de ralentissement, et celles-ci rencontrant tout d'abord dans le volant un obstacle à leur action, ne parviendront qu'après un temps plus ou moins long à diminuer la vitesse des axes.

Tige vibrante. — Mais la présence d'un semblable *modérateur* serait incapable de régulariser longtemps l'allure de l'appareil Hughes dans le cas où les causes d'accélération ou de ralentissement se feraient sentir *pendant une assez longue durée*. Le volant ne servirait alors qu'à retarder le moment où la rotation des rouages devrait augmenter ou diminuer, mais laisserait l'appareil arriver progressivement à une vitesse très-grande ou à un

arrêt absolu. Il est donc nécessaire d'avoir recours à des régulateurs moins imparfaits, dont l'action permette de compenser à *chaque instant* les excès de force motrice ou de résistance et maintienne, autant que possible, la vitesse de l'appareil toujours au même degré.

L'horlogerie utilise, dans ce but, des régulateurs qui produisent des résultats remarquables. Tout le monde connaît la précision donnée à la marche des horloges par le *pendule*, à celle des montres par les *échappements à ancre* et à *cylindre*. L'application de ces divers systèmes au télégraphe qui nous occupe n'eût pas été possible, à cause de la rapidité considérable de rotation de ses axes. M. Hughes a imaginé pour son appareil un régulateur spécial, d'un genre nouveau, qui assure aux mouvements de son mécanisme une uniformité à peu près parfaite, et se prête, avec une merveilleuse facilité, aux modifications de vitesse que la transmission télégraphique doit subir fréquemment suivant l'état des lignes. Cet ingénieux pendule est une *tige cylindro-conique* en acier ou en bronze d'aluminium, ayant la forme d'une grosse aiguille. Fixée solidement, par sa partie la plus épaisse, à la table qui supporte tout le système, cette tige se relie, par l'autre extrémité libre, au mouvement général de l'appareil, par l'intermédiaire d'une *manivelle* assujettie à l'arrière de l'axe porteur du volant. Cette manivelle, entraînée par son axe, force la *tige régulatrice* à se tordre autour de son pied immobile et lui imprime ainsi des *vibrations coniques*, extrêmement rapides, concentriques à l'axe auquel le volant est appliqué. La tige, dans ses évolutions circulaires, dirige au moyen d'un bras de levier, un *frein* dont le frottement augmente en raison de l'amplitude de

ses oscillations ; ce frotteur, en empêchant la tige de s'écarter trop du centre de son mouvement et par conséquent de dépasser sa limite d'élasticité, a pour objet d'en prévenir la rupture. Nous verrons, dans le cours de cette étude, comment l'influence des vibrations de la tige régulatrice arrive à compenser à chaque instant, avec une grande exactitude, les excès de résistance et de puissance que le travail et le repos alternatifs des diverses pièces introduisent dans le mécanisme, et à maintenir la vitesse dans un *état constant d'uniformité*.

Chariot. — Ainsi donc, grâce à un *moteur permanent* et à un *régulateur* analogue au pendule, l'appareil est animé d'un mouvement *continu et uniforme*. L'un de ses axes, appelé *chariot*, est posé verticalement ; il reçoit son impulsion au moyen d'une roue dentée qui engrène à *angle droit* avec une roue, d'égal diamètre et d'un même nombre de dents, fixée sur l'*axe horizontal* qui porte la *roue des types*. La vitesse du chariot et celle de la roue des types sont donc égales. Le chariot se termine, à sa partie inférieure, par un bras horizontal qui se meut au-dessus d'une boîte cylindrique en cuivre, percée à sa circonférence de 28 trous. Le bras horizontal comprend deux parties ou *lèvres*, réunies à l'état de repos et de *réception* par un contact métallique. La lèvre inférieure *fixe* est toujours en communication avec la *terre* et la lèvre supérieure *mobile* avec la *ligne*. Quand l'appareil *reçoit* la transmission du correspondant, la lèvre mobile en repos sur la lèvre fixe met la ligne en relation avec la terre ; quand il transmet, la pièce mobile est isolée de la terre et mise en relation avec la pile. Durant une révolution du chariot, la lèvre supérieure passe successi-

vement au-dessus de chacune des 28 ouvertures de la boîte cylindrique.

Clavier. — Le manipulateur se complète par un *clavier* placé en avant de l'appareil, et composé de 28 *touches*. Le mouvement de bascule, imprimé à chacune des touches sur lesquelles appuie le doigt de l'opérateur, est transmis à un *levier* inférieur correspondant. Chacun de ces 28 leviers, mobile autour d'un pivot, vient se terminer au-dessous de la boîte cylindrique, et soutient, en cet endroit, une forte languette d'acier appelée *goujon*, posée verticalement dans la boîte, et pénétrant dans chacune des 28 rainures désignées plus haut. Tous ces goujons sont en contact permanent avec un des pôles de la *pile*. Quand l'appareil ne transmet pas, l'extrémité supérieure de chaque goujon est de niveau avec le couvercle de la boîte qui les contient.

Si l'on abaisse une touche avec le doigt, le levier correspondant se soulève à sa partie antérieure et fait monter le goujon qu'il supporte. Aussitôt que le chariot, dont la rotation est continue, arrive au-dessus du goujon relevé, sa lèvre supérieure mobile se sépare de la lèvre inférieure, à laquelle elle ne tient plus alors que par une *lame isolante*, et glisse sur la tête du goujon saillant. Pendant tout le temps que dure ce contact entre le goujon soulevé et la lèvre mobile du chariot, un courant est envoyé sur la ligne et à l'appareil correspondant.

Le courant transmis ne s'écoule pas directement sur le fil, comme dans le télégraphe Morse, il passe d'abord dans l'électro-aimant de l'appareil de départ, et détermine ainsi, simultanément dans les deux instruments en relation, l'impression de la même lettre.

Electro-aimant. — Levier d'échappement.
— Axe d'impression. — L'*électro-aimant* diffère de ceux adoptés d'ordinaire pour les appareils télégraphiques. Il consiste en un *aimant permanent*, à pôles fixes, en fer à cheval, dont chaque branche est en contact avec un cylindre *de fer doux* entouré de fil de cuivre recouvert de soie. L'*armature*, également en fer doux, s'appuie au repos, sur les pôles de l'électro-aimant, attirée par le magnétisme de l'aimant fixe. Le courant, transmis ou reçu, en circulant dans les bobines, détermine dans les cylindres de fer doux une aimantation *de sens inverse* à celle que possède l'aimant artificiel, et neutralise momentanément une partie de la force attractive exercée au repos sur la palette, qui se soulève alors sous l'action d'un ressort antagoniste d'acier. L'armature, en s'élevant vivement, fait basculer un *levier* dit *d'échappement*, qui dégage ainsi un axe particulier, l'*axe imprimeur*. Cet organe est doué d'un *mouvement intermittent* et ne participe au mouvement général, pour opérer sur lui-même une révolution complète, qu'à chaque soulèvement de la palette, c'est-à-dire toutes les fois qu'un courant est transmis ou reçu. Il porte à son extrémité antérieure plusieurs appendices ou *comes*, dont chacune remplit une fonction spéciale, durant une révolution de l'axe qui l'entraîne dans sa rotation. L'une d'elles élève avec rapidité un petit cylindre porteur du papier, celui-ci vient toucher la roue des types, toujours encrée par un tampon cylindrique, et une lettre est *imprimée*. Après chaque impression, une seconde came de l'axe dont nous venons de parler fait avancer le cylindre imprimeur et, avec lui, le papier, de la distance qui doit séparer deux lettres consécutives.

Roue des types. — La *roue des types* n'est pas fixée invariablement à l'arbre qui la supporte. Il faut, en effet, que cette roue, à chacun des deux appareils correspondants, puisse être arrêtée, avant le commencement de toute transmission, à un point fixe, afin qu'à chaque émission de courant, les lettres semblables passent en même temps, aux deux postes en relation, en regard du cylindre d'impression. Un petit levier, qu'on abaisse avec le doigt, permet de placer la roue des types au repos, dans une position normale, identique pour les deux appareils, sans nuire au mouvement ordinaire des autres arbres du système. Le premier courant transmis a pour résultat, grâce à une came particulière de l'axe imprimeur, de relever ce levier et de déterminer la réunion instantanée de la roue des types à l'axe chargé de l'entraîner dans sa révolution.

Roue correctrice. — En outre, comme, malgré l'influence des vibrations de la tige régulatrice, le mouvement *uniforme* et, par suite, le *synchronisme* parfait ne peuvent se maintenir indéfiniment entre les deux appareils, les deux roues des types, bien que parties, au début, du même point au même instant, ne tarderaient pas à acquérir des vitesses sensiblement différentes, le récepteur allant, par exemple, plus vite que le transmetteur; ces écarts de vitesse, accumulés peu à peu détruiraient à la longue l'accord entre les deux roues des types, l'une présentant les lettres B, ou N, ou T, etc., au-dessus du cylindre d'impression, au moment où l'autre présenterait les lettres A, ou M, ou S, etc. Il serait alors nécessaire, pour rétablir le synchronisme entre les deux instruments, d'arrêter leurs roues des types, afin de leur

donner encore le même point de départ. Cette manœuvre, qui devrait se répéter à de fréquents intervalles et diminuerait de beaucoup le travail effectif du système, se trouve heureusement éludée par le fonctionnement d'une roue dentée, de forme spéciale, attenante à celle qui porte les types. Cette pièce, nommée *roue de correction*, peut, sans arrêter l'allure du mécanisme général, être déplacée, à chaque émission du courant, par une des *comes* de l'axe imprimeur, qui la retarde, ainsi que la roue des types, si elle est en avance sur celle du correspondant, qui lui imprime un mouvement progressif, si elle est en retard. Cette disposition, en ramenant le caractère transmis exactement sur la verticale qui passe par le milieu du cylindre imprimeur, corrige, à chaque impression, les erreurs de vitesse qui se manifestent entre les deux instruments, d'un courant à l'autre, c'est-à-dire entre des moments très-rapprochés, et évite la reproduction de lettres fausses ou, en termes techniques, le *déraillement* de l'appareil. La roue correctrice constitue, comme on le voit, un auxiliaire précieux pour le régulateur, dont elle rectifie les imperfections, en maintenant un synchronisme parfait entre les deux mécanismes collaborateurs.

Lettres et chiffres. — Enfin la roue des types contient un nombre de signaux *double* de celui des touches du manipulateur. Elle porte, en effet, une *série de lettres* (26) toutes espacées à égale distance, et entre chaque lettre, des signes orthographiques ou arithmétiques au nombre de 26. Ces signaux sont complétés par deux *espaces vides* ou *blancs*, occupant chacun la place de 2 caractères et destinés à séparer les mots et les chiffres entre eux. La roue des types est donc partagée en

$26+26+4=56$ divisions. Chacune des 28 touches peut, à volonté, provoquer l'impression d'une lettre ou d'un chiffre. Dans ce but la roue des types peut se déplacer pendant la transmission, perpendiculairement à son axe, de manière à amener tour à tour, au-dessus du cylindre imprimeur, soit la série des lettres, soit celle des chiffres. Ce déplacement s'opère avec une grande rapidité, automatiquement, par la manœuvre d'un petit *levier* disposé derrière la roue de correction et dont nous examinerons le jeu plus loin. Remarquons seulement que, pour remplir ces fonctions complémentaires, la roue des types, au lieu d'être soudée à la roue correctrice, est seulement retenue à celle-ci par une pression que peut vaincre, au moment voulu, l'action du *levier inverseur* dont il vient d'être question. Du reste, ce léger déplacement une fois obtenu, les deux roues continuent de tourner ensemble, comme si elles étaient rivées l'une à l'autre.

De cet aperçu rapide de l'ensemble du système Hughes, on peut conclure que les parties saillantes sont :

1° Dans le manipulateur, le *chariot*, les *goujons* et le *clavier* ;

2° Dans le récepteur, *l'arbre* portant la *roue des types* et ses accessoires, et *l'axe imprimeur*, dont le mouvement *intermittent* est intimement lié à la marche *continue* de *l'axe du volant*, qui reçoit l'action directe du *régulateur*.

Nous passerons successivement en revue toutes les parties qui entrent dans la composition de ce télégraphe imprimeur. Tous les détails du mécanisme et du rôle des courants électriques dans l'appareil seront examinés avec l'attention qu'ils méritent. Mais nous nous proposons sur-

tout de faire une étude complète des points principaux que nous venons de signaler. Nous trouverons-là, en effet, les ingénieuses combinaisons qui caractérisent plus spécialement la création de M. Hughes, et qui forment la charpente de ce corps si habilement construit, vrai chef-d'œuvre de mécanique, à qui l'électricité semble donner la vie.

CHAPITRE III.

PRINCIPE FONDAMENTAL. -- SYNCHRONISME.

Nous avons vu précédemment que le principe sur lequel est basée la construction du système Hughes est le *synchronisme* de deux mécanismes d'horlogerie, se mouvant à distance, aux deux extrémités d'une ligne (voy. pag. 5). Il importe d'entrer à ce sujet dans quelques développements, pour faire comprendre exactement la portée de ce principe, et apprécier, comme il convient, son application à l'instrument qui fait l'objet de cette étude.

Lorsque deux montres, construites avec une grande précision, deux chronomètres par exemple, A et B (fig. 4) sont exactement réglés, on peut admettre que les divers axes qui les composent sont toujours réciproquement animés de vitesses identiques, en d'autres termes, qu'il existe entre la marche des deux appareils un *synchronisme* parfait. Si donc, après les avoir remontés, on les met tous deux à l'heure de midi, c'est-à-dire à un même point de départ, l'aiguille des minutes de A atteindra III heures au moment même où l'aiguille similaire de B occupera une position symétrique sur son propre cadran, c'est-à-dire que ces aiguilles parcourront toutes deux en un quart d'heures les arcs de cercle égaux CD, FE limités par les angles droits CAD, FBE. Elles mettront aussi le même

temps pour aller de D à G et de E à H ou de III à VI heures, puisque les angles DAG et EBH sont égaux aux angles CAD et FBE; ces deux aiguilles parcourront donc toujours des arcs de cercle égaux dans des temps égaux, en d'autres termes, elles seront constamment douées de la même *vitesse angulaire* (1). En conséquence, on peut être sûr que lorsque le chronomètre A marquera une heure quelconque, le chronomètre voisin B indiquera une heure absolument semblable, le synchronisme de leurs mouvements restant parfait à tous les instants de la durée.

Imprimons, par la pensée, aux aiguilles de ces instruments une grande vitesse, et admettons aussi que, malgré cette rapidité considérable de rotation, le synchronisme des deux mouvements n'en soit nullement altéré. Il est évident que, même dans ce cas nouveau, l'aiguille des minutes de A arrivera toujours sur la position de I, II, III, etc. heures à l'instant exact où l'aiguille semblable de B occupera précisément des situations symétriques sur I, II, III etc. heures, les arcs Ci , ik , kD étant réciproquement égaux aux arcs Fi' , $i'k'$, $k'E$.

Supposons maintenant qu'à chacun de ces chronomètres, disposés comme nous venons de le voir, l'aiguille des heures soit enlevée, celle des minutes conservant cependant un mouvement continu et uniforme, et une grande vitesse de rotation. Remplaçons les indications des heures sur les cadrans par les lettres de l'alphabet, espacées

(1) La vitesse angulaire d'une aiguille qui se meut circulairement pendant 1 minute, 1 seconde, etc., est l'angle qu'elle forme avec sa position primitive pendant 1 minute, 1 seconde, etc. D'une manière générale, la vitesse angulaire est l'angle décrit durant l'unité de temps.

à égales distances les unes des autres (fig. 2.). Les conditions précédentes de synchronisme dans les mouvements n'étant pas changées, les aiguilles des deux chronomètres A', B' passeront simultanément sur les mêmes lettres, celle de A' arrivant sur la lettre *h*, par exemple, quand celle de B' recouvrira la lettre semblable de son cadran; elles atteindraient ensemble les lettres *o*, *v*, etc. ou l'un quelconque des signaux alphabétiques tracés sur chacun des instruments.

Admettons enfin que l'aiguille de A' et celle de B' soient remplacées chacune par une roue, dont la circonférence présentera, gravés en relief, les divers caractères de l'alphabet, laissant entre eux des intervalles égaux (fig. 3). Il est bien entendu que ces deux roues R et R' conserveront entre elles une vitesse toujours égale, comme les aiguilles des deux cadrans de la fig. 2, *après être parties toutes deux à la fois du même point*; supposons que ces deux appareils ainsi disposés, munis chacun d'une *roue des types*, soient placés aux deux extrémités d'un fil électrique; que, sur la verticale passant par le centre de rotation de chaque roue, soit installé un petit cylindre C, C', lequel puisse, pendant la marche du mécanisme et sans nuire à son mouvement, s'élever à un moment quelconque, sous l'influence du courant transmis à la ligne, et venir presser une bande de papier, étendue sur sa surface courbe, contre un type déterminé. Voici les effets qui devront se produire :

On comprend aisément que chacune des lettres de la roue R, emportée dans le mouvement de translation autour du centre R, indiqué par la flèche, passera successivement au-dessus du cylindre C juste au moment où les caractères

identiques de R' se montreront en regard de C'. On voit, par exemple, à l'inspection de la fig. 3, les positions symétriques simultanées des lettres o de chaque roue sur la verticale. Dès lors, si nous avons le moyen de transmettre de la station R un courant à la station R' à l'instant précis où la lettre o, se trouve au-dessus des cylindres C et C', le papier supporté par chacun d'eux sera poussé vivement contre ce type et la lettre o sera imprimée à la fois aux deux postes en relation. Il en serait de même pour l'impression de l'une quelconque des lettres gravées sur les roues, ces organes gardant toujours un mouvement *continu et uniforme* avec des *vitesses identiques*, le contact rapide du papier contre le type à imprimer ne modifiant en rien leur synchronisme initial. Il suffit donc, pour atteindre ce but, d'imaginer un mécanisme qui permette de *transmettre les courants au poste correspondant au moment exact où les lettres que l'on veut reproduire arrivent au-dessus du cylindre chargé du papier*. Mais il est indispensable que ces envois de courant s'opèrent toujours avec une précision absolue, à des intervalles de temps égaux à ceux que la roue des types met à parcourir les arcs de cercle égaux mesurés d'un type à l'autre. *Le chariot*, à l'appareil Hughes, est chargé de ce rôle spécial. Nous allons voir qu'il remplit d'une manière parfaite les fonctions qui lui sont assignées dans la manœuvre du système, et qu'il fournit la possibilité de reproduire au poste correspondant les diverses lettres qui composent un mot, avec une entière régularité et une exactitude mathématique.

Pour bien saisir le résultat de ces dispositions, ne considérons dans le mécanisme que les parties essentielles à l'application du principe que nous voulons mettre en lu-

mière. Imaginons, par exemple, 2 stations, l'une R recevant, l'autre T transmettant (fig. 4).

En R tourne une roue des types, portant à son périmètre et à égale distance les uns des autres 27 caractères gravés en *relief*, plus un espace vide appelé *blanc*, servant à marquer l'intervalle qui sépare deux mots consécutifs. Cette roue contient donc en tout 28 divisions égales ($27+1$). Elle est fixée à son centre, verticalement, sur un axe horizontal K, qui l'entraîne d'un mouvement *continu* et *uniforme*. Un tampon cylindrique M, recouvert de drap imbibé d'encre frotte sans cesse contre la roue R dont il humecte les caractères. Au-dessous et à une légère distance de la roue des types R est placé un petit cylindre léger C supportant une bande de papier.

Au poste T est posée, dans une situation *fixe*, une boîte métallique *mnop*, affectant la forme d'un cylindre, dont les deux surfaces planes *ss*, *s's'*, supérieure et inférieure, sont maintenues, on le sait, dans des plans horizontaux. Nous avons vu que ce cylindre creux est percé, à la circonférence de ses plaques horizontales, de 28 rainures, ménagées à distance égale les unes des autres. Il importe de faire remarquer que *le nombre de ces rainures est égal aux divisions de la roue des types du poste R*.

Dans chaque trou s'engage un goujon d'acier *g*, dont la tête *t* rase, à l'état de repos, la surface supérieure *ss* de la boîte cylindrique, tandis que la base *b* s'appuie sur un des leviers en fer *l*, commandé par une des 28 touches du clavier servant à manipuler.

La station T contient donc, en résumé, 28 goujons et 28 touches, chaque goujon représentant le caractère ou la lettre désignée par la touche qui lui correspond.

Rappelons que le fil de l'un des pôles de la pile est relié en permanence à l'ensemble des goujons.

Sur le point central de la boîte cylindrique pivote un axe vertical A, muni inférieurement d'un bras horizontal B, lequel constitue le *chariot* proprement dit. La pièce supérieure mobile de ce chariot B, qui peut être, à certains moments, soulevée, pendant son mouvement circulaire, passe successivement au-dessus des 28 ouvertures de la boîte. Grâce à l'influence des régulateurs, *sa vitesse de rotation est absolument identique à celle de la roue des types du poste R*, en d'autres termes, les mouvements des axes qui supportent ces 2 organes sont constamment *synchroniques*. Le chariot B passe donc, d'un goujon à l'autre ou d'une rainure à l'autre, avec une vitesse égale à celle que la roue des types R emploie pour amener deux caractères consécutifs au-dessus du cylindre imprimeur C. c'est-à-dire que *le chariot ainsi que les types parcourent toujours dans le même espace de temps des arcs de cercle égaux*.

Tels sont les éléments essentiels qui forment la base du système Hughes.

Avant de commencer à recevoir la transmission au poste R, on arrête, à l'aide d'un levier, dont la forme et le mode d'action seront décrits dans le courant de cette étude, la roue des types à une position invariable, telle que son espace *blanc* soit, au repos, situé au-dessus du cylindre d'impression C, chargé du papier (cette situation est indiquée fig. 4). Cette précaution prise, si, à la station T, on appuie avec le doigt sur la touche du clavier correspondant au blanc de la roue des types, le goujon *g*, qui repose sur le levier inférieur de cette touche se soulève, et

sa tête *t* vient faire saillie (fig. 5 et 11) au-dessus de la surface supérieure *ss* de la boîte cylindrique. Tant que le chariot B, dans son mouvement continu de translation sur son axe A, parcourt la partie de circonférence occupée par les goujons au repos, aucun effet ne se produit. Mais aussitôt qu'il arrive au contact du goujon soulevé, il est forcé, pour pouvoir continuer sa course, de monter sur cette saillie (fig. 5). Aussi sa partie *mobile p* s'écarte alors de bas en haut et glisse sur la tête *t* du goujon saillant. Pendant tout le temps que dure ce contact entre le chariot et le goujon, le courant est transmis sur la ligne et arrive à la station correspondante R (fig. 4).

Ce premier courant a pour résultat, au moyen de diverses dispositions mécaniques que nous examinerons ultérieurement, de dégager immédiatement la roue des types R de son état d'inertie et de la faire partir de la position du *blanc* (1) en la réunissant à son axe K qui l'entraîne avec une vitesse égale à celle du chariot B. Le *mouvement initial* de cette roue, au sortir de sa situation d'arrêt, s'est donc produit à l'instant même où le chariot B passait au-dessus du goujon *g* correspondant à la touche 1 du *blanc* (fig. 5). Le chariot transmetteur B et la roue des types récepteur R sont donc partis simultanément du même point symétrique. Or, comme leurs mouvements sont *synchroniques*, qu'ils parcourent toujours des arcs de cercle égaux dans un temps égal, la roue R

(1) En même temps, le papier porté par le cylindre d'impression C, est soulevé rapidement contre la roue des types, mais ne reçoit, dans ce cas, aucun encrage ; la partie de la roue, contre laquelle il s'élève, étant évidée, n'est pas touchée par le cylindre imprimeur C.

présentera tour-à-tour les diverses lettres a, b, c, d, e , etc., au-dessus du cylindre C, au moment exact où le chariot B passera successivement au-dessus des goujons $g1, g2, g3, g4, g5$, etc., correspondant aux caractères a, b, c, d, e , etc., de la roue des types et aux touches du clavier qui portent l'indication de ces lettres. Lorsque, après une révolution complète, la roue R ramènera son espace *blanc* en regard de C, le chariot B, après avoir traversé la circonférence entière au-dessus de la série des 28 goujons, à partir de celui g du *blanc*, arrivera une deuxième fois au-dessus de la rainure qui contient le goujon primitivement soulevé. Si donc on abaisse encore la touche du *blanc*, un courant sera transmis à la station R, où le papier sera une seconde fois poussé contre l'espace *blanc* de la roue des types. Si l'on enfonce ensuite une touche quelconque, e , par exemple, le goujon commandé par cette touche, $g5$ (fig. 4) opérera son mouvement ascensionnel; quand le chariot B arrivera sur lui, il aura parcouru 4 divisions, à partir du goujon du blanc g . Le courant sera donc transmis à la station R quand le chariot parviendra à la 5^e division, c'est-à-dire à celle de l' e , marquée par le goujon $g5$ saillant. Au moment où ce courant sera reçu en R, la roue des types aura fait successivement passer 4 divisions a, b, c, d , en regard du cylindre C, et la 5^e e sera précisément au-dessus de ce cylindre, quand le courant, provenant du goujon $g5$, fera soulever le papier; celui-ci prendra donc l'empreinte de la lettre e qu'on a voulu reproduire. En effet, l'angle $gAg5$ est égal à l'angle $oK5$; l'arc $gg5$ et l'arc $o5$ sont égaux. Les vitesses *angulaires* du chariot A et de la roue R étant toujours identiques, le mobile A mettra, pour parcourir l'angle $gAg5$ ou, en d'autres

termes l'arc $gg\beta$, le même temps que celui, pris par le type e de la roue R, pour traverser l'angle $oK\beta$ ou l'arc $o\beta$. Le chariot B occupera donc la ligne $Ag\beta$ à l'instant où le type e sera sur la verticale Ko , sur laquelle s'élève le cylindre imprimeur C et celui-ci rencontrera donc infailliblement le type e , quand le chariot B touchera le goujon $g\beta$.

Il est superflu d'ajouter que les mêmes résultats se manifesteraient symétriquement en T et en R, si l'on pressait du doigt sur une quelconque des touches qui commandent les 28 goujons, c'est-à-dire si l'on voulait transmettre n'importe quelle autre lettre. Le synchronisme entre la marche du chariot de départ et celle de la roue des types d'arrivée persistant d'une manière constante, chacune des 28 touches du clavier occasionnera un envoi de courant par le contact du chariot et du goujon correspondant et provoquera par suite le mouvement ascensionnel du papier au poste R, au moment où les divers caractères de la roue R, semblables aux lettres marquées sur ces touches en T, passeront en regard du cylindre d'impression C.

L'impression est donc déterminée par la différence de temps écoulé entre deux émissions consécutives du courant (1), cet intervalle étant toujours égal à celui qui sépare le passage des caractères à reproduire, sur la verticale qui traverse le centre de rotation de la roue des types et la ligne de montée du cylindre porteur du papier. On voit ainsi qu'un seul courant suffit pour l'impression

(1) A l'appareil Morse, au contraire, la production d'une lettre dépend du nombre et de la durée des courants

d'une lettre, à condition qu'il arrive au poste récepteur à l'instant exact où le caractère en question se présente au-dessus du cylindre imprimeur.

La possibilité de transmission tient donc ici au *synchronisme parfait* entre le chariot du poste de départ et la roue des types de la station d'arrivée. On conçoit, en effet, que si cet accord absolu n'existait pas ou venait à être troublé, la transmission serait impraticable. Supposons, en effet, que la roue R, aille plus vite que le chariot B. Au moment où celui-ci arrivera sur le goujon *e* soulevé, par exemple, le courant sera envoyé en R quand déjà le caractère *e* aura dépassé d'une certaine quantité le cylindre C, et c'est une lettre suivante *f*, ou *g*, etc., qui sera reproduite. Si, au contraire la vitesse de la roue R était inférieure à celle du chariot B, celui-ci passerait sur le goujon *e* et provoquerait une émission et, par suite, le soulèvement du cylindre C, avant que le type *e* de la roue R fût arrivé sur la verticale, et une lettre précédente, *d*, par exemple, serait imprimée.

Le *principe* essentiel sur lequel repose tout le système Hughes est donc une *égalité absolue et durable de vitesse entre les deux mouvements en relation*. Nous verrons, dans l'étude du mécanisme, quels sont les organes spéciaux, dont l'action établit et maintient, pendant toute la durée des transmissions, cette concordance absolue, condition indispensable du fonctionnement régulier de l'appareil.

CHAPITRE IV.

MANIPULATEUR.

Description des diverses pièces du manipulateur. — Chariot (*lèvre supérieure, lèvre inférieure, pièce isolée*). — Goujons. — Clavier (*touches et leviers*). — Position des diverses pièces du manipulateur, quand aucun courant n'est transmis. — Analyse du jeu de ces pièces à chaque émission du courant. — Inconvénients des goujons primitifs. — Goujons perfectionnés.

Description des diverses pièces du manipulateur. — Le manipulateur ne constitue pas ici une partie distincte et séparée de l'instrument récepteur, comme dans le système Morse : il fait corps, au contraire, avec le mécanisme général, dont on ne saurait le détacher. Nous savons déjà qu'il comprend : 1° un arbre vertical (chariot), entraîné dans le mouvement continu et uniforme de l'appareil ; 2° une boîte cylindrique, renfermant 28 languettes d'acier (goujons) ; 3° un clavier réunissant 28 touches. L'examen de la forme et des dispositions relatives de ces pièces, ainsi que leurs diverses fonctions vont faire l'objet de ce chapitre.

Chariot. — Le chariot est porté par un arbre d'environ 0^m 10 de longueur (fig. 6) AA'. Cet axe pivote dans le sens vertical, soutenu à sa partie supérieure A par une équerre en cuivre PP', fixée à l'intérieur du bâti de l'appareil par une vis V (V. fig. 6 bis et 7, pl. VI). Ce support est percé de bas en haut d'une ouverture cylindrique oo', dans laquelle

s'emboîte à frottement doux la partie extrême supérieure de l'axe AA' . Un ressort d'acier r presse latéralement contre l'extrémité saillante c ; il est destiné à assurer un bon contact pour faciliter le passage du courant entre le chariot et le massif de l'appareil. A sa partie inférieure A' (fig. 6), l'arbre pivote dans un godet métallique gg' , en forme de capsule; ce godet qu'on nomme également *crapaudine* est assis lui-même sur un ressort à boudin en laiton r^1 , lequel est engagé librement dans un tube de cuivre T , assujetti au milieu d'un disque annulaire D en buis ou caoutchouc durci, qui sert à isoler l'arbre entier A' du chariot et ses accessoires de la boîte B où sont enfermés les goudjons. Le ressort r^1 , repose inférieurement sur le fond de l'étui métallique T , où s'adapte une vis V^1 , à laquelle vient se relier un fil communiquant directement avec la terre. Grâce à la légère poussée, imprimée de bas en haut par le ressort r^1 à l'arbre du chariot, celui-ci peut effectuer sa révolution sur ses pivots sans éprouver une trop grande résistance et l'engrenage entre la roue R et la roue R^1 est toujours assuré. Nous avons vu qu'il est entraîné dans le mouvement commun des autres axes du système par l'intermédiaire d'une roue dentée R , horizontale, qui engrène avec une roue R^1 , fixée verticalement à l'axe de la roue des types (fig. 7) (1). Ces deux roues RR^1 ont le même diamètre et un nombre égal de dents, disposition qui donne au chariot et à l'axe de la roue des types, dans chaque appareil, considéré isolément, des vitesses isochrones, et permet, par conséquent, à ces deux

(1) Cette réunion de deux roues superposées à angle droit est connue sous le nom d'*engrenage conique*.

organes de passer simultanément par les mêmes points symétriques.

A sa partie inférieure, l'arbre AA' sert de point d'attache à une masse horizontale, composée de plusieurs pièces, dont l'ensemble constitue ce qu'on nomme à proprement parler le *chariot* (fig. 6).

Celui-ci comprend *trois* parties principales, dont deux, désignées habituellement sous le nom de *lèvre supérieure* ou *mobile* et *lèvre inférieure*, servent au passage du courant ; dont la troisième, toujours absolument *isolée* de toutes les pièces métalliques du système, remplit seulement un rôle *mécanique* et recoit, pour ce motif, le nom de *pièce isolée*.

1° *Lèvre supérieure* (fig. 6, 8). — Cette pièce LL', est divisée en deux fractions, l'une *fixe*, horizontale, en cuivre, L, faisant corps avec l'axe A du chariot, l'autre *mobile* L', mi-horizontale *vl'*, mi-verticale L'd, pouvant, en temps opportun, se mouvoir de bas en haut, autour de deux vis *vv* qui lui servent de charnière (V. fig. 9).

La section *verticale dd'* de la partie mobile est en acier ; elle forme une sorte de *tablier*, recouvrant antérieurement tout le chariot, suivant une courbe d'un rayon égal à celui de la circonférence qu'elle parcourt dans son mouvement de rotation (V. fig. 8). L'angle gauche inférieur de ce tablier est échancré obliquement ; cette échancrure permet au chariot, au moment où il rencontre, dans les conditions que nous indiquerons tout à l'heure, un goujon saillant, de s'élever sans secousse sur cet obstacle (V. fig. 40 la position de cette échancrure, par rapport au goujon soulevé, à l'instant où commence le contact de ces deux pièces).

La plaque *horizontale* L' de la lèvre mobile est traversée par un vis verticale v^1 (fig. 6 et 8), qui sert d'unique liaison électrique entre les lèvres supérieure et inférieure.

A l'état ordinaire, la pièce mobile L' retombe par son propre poids sur la lèvre inférieure L^1 où elle est pressée fortement par un ressort plat d'acier r^2 , dont l'action doit maintenir à la fois une communication suffisante entre le pied de la vis v^1 et la plaque L' , quand le manipulateur est au repos (état de réception) et entre la surface de frottement dd' et le goujon soulevé, lorsque l'appareil transmet (fig. 3, 44).

La lèvre supérieure communique *toujours*, par l'intermédiaire de la partie haute A de l'axe du chariot avec le *massif* de l'appareil et la *ligne*.

2° *Lèvre inférieure*. — C'est une plaque en cuivre coudée L^1 , attachée invariablement à l'axe du chariot. Du côté où elle est assujettie à l'axe, en L elle est séparée de la lèvre supérieure par une lame isolante d'ivoire ou d'*ébonite* (4). Ces deux lèvres n'ont donc entre elles qu'une seule communication métallique par la pointe de la vis de contact v^1 (fig. 6) de sorte qu'elles sont complètement isolées l'une de l'autre, lorsque la pièce *mobile* est soulevée (fig. 44). En n , au point d'appui du pied de la vis v^1 , est soudé un petit fragment de platine; ce métal, peu oxydable, comme chacun sait, assure, plus facilement que tout autre, le passage des courants, qui s'effectue d'une lèvre à l'autre par ce point seul.

(4) L'*ébonite*, imitation de l'ébène, est une substance dure, très-isolante, obtenue par un mélange de trois parties de soufre et cinq de caoutchouc.

Le prolongement inférieur de la plaque L^1 constitue le pivot même A' de l'arbre du chariot, et c'est par cet intermédiaire que cette lèvre est mise en relation électrique permanente avec le ressort r^1 , la vis V^1 et la terre (fig. 6).

3° *Pièce isolée.* — La pièce spéciale en acier pp' (fig. 6, 8, 42) disposée en avant du chariot, sous la lèvre inférieure, est séparée de celle-ci par une lame d'ivoire ou d'ébonite l' . On la nomme ordinairement pièce *isolée*, parce que seule, parmi toutes celles du manipulateur, elle ne sert point au passage de l'électricité. Elle affecte sensiblement la forme d'une S très-allongée, couchée horizontalement, comme on peut le voir fig. 42 et 43.

Durant le mouvement circulaire du chariot, qui l'entraîne dans sa course, sa surface inférieure p' rase, mais sans le toucher, le plan horizontal supérieur kk' de la boîte cylindrique (fig. 6). Antérieurement elle comprend trois lignes principales 1, 2, 3 qui, durant une révolution du chariot tracent trois circonférences concentriques, mais de rayons inégaux (fig. 43, 20, et suiv.).

Ligne 1 : — Le point x , qui tient la tête dans la marche du chariot, laquelle s'effectue dans le sens de la flèche, reste toujours de niveau avec l'extrémité inférieure a des 28 rainures au-dessus desquelles il passe successivement; de x à x' la pièce est taillée latéralement en biseau.

2° *Ligne :* de x' à y est une courbe de longueur égale et parallèle au bord inférieure de la lèvre mobile dd' , qui recouvre environ $4/3$ des trous à goujons.

3° *Ligne :* de y à y' la pièce se prolonge en un talon saillant à courbe concave, dont le point extrême y passe toujours perpendiculairement au-dessus de la partie médiane m des ouvertures de la boîte cylindrique.

La *fonction terminale* de la pièce isolée consiste à *rejeter le goujon en arrière*, hors de la portée de la lèvre supérieure du chariot, après chaque envoi de courant, afin d'éviter les émissions intempestives qui se produiraient, quand l'opérateur laisserait la touche abaissée trop longtemps; mais on verra plus loin que chacune des surfaces xx' , $x'y$, yy' , a un rôle spécial à remplir à l'égard des goujons, *avant, pendant et après* l'émission.

Goujons. — Le chariot pivote, on le sait, au centre d'une boîte où sont réunies 28 pièces d'acier, appelées goujons. Cette boîte cylindrique, en cuivre, est encastrée dans la table qui sert de support à tout le bâti de l'appareil. La plaque supérieure cc' (fig. 44 et 44 *bis*), formant couvercle, repose dans un plan parallèle à la surface supérieure TT de la table. A son centre est fixée une couronne isolante de buis ou d'ébonite ee' , au milieu de laquelle est assujetti l'étui métallique où s'introduit le ressort à boudin qui soutient le pivot inférieur A' de l'axe du chariot.

Suivant une circonférence concentrique à celle tracée par le chariot dans son mouvement sur son arbre, les plaques supérieure cc' et inférieure DD' sont taraudées verticalement en trous ovales t , t^1 , t^2 etc., dont la longueur occupe la direction de rayons allant du centre aux extrémités de la boîte. Ces rainures se correspondent deux à deux, de haut en bas, suivant des lignes perpendiculaires aux deux plans horizontaux du cylindre creux. Elles sont sur chaque plaque au nombre de 28, et livrent passage chacune à un *goujon*, auquel elles doivent servir à la fois de support et de guide. Les goujons sont donc tous rangés en cercle au-dessous du chariot à égale distance de son centre de révolution o et également espacés les uns des autres.

On peut voir, à l'inspection des fig. 43 et 45 *bis* qui les reproduisent en grandeur naturelle, que chaque goujon présente par son plan vertical la forme d'un parallélogramme rectangle *abdc*, échancré à sa base en *efi* et à son sommet en *jhg*. A ces deux points il offre donc un épaulement *gh* et *ef*.

Quand le manipulateur est au repos (fig. 45), l'échancrure *fid* s'engage dans un des trous de la surface correspondante DD' du cylindre creux, qu'elle dépasse un peu pour appuyer sa base *id* sur l'un des 28 leviers en fer commandés par les touches du clavier. L'épaulement *ef* sert à limiter sa course de haut en bas et le maintient au repos, dans une situation fixe. L'échancrure *hjb* pénètre dans le trou supérieur du couvercle de la boîte, et sa tête *jb* reste de niveau avec la surface *ss'*, tant que l'opérateur ne touche pas au clavier. Cette échancrure ne remplit que le tiers du trou qui la reçoit (1). Chacune de ces languettes d'acier est maintenue ou ramenée à sa position d'inertie, indiquée fig. 45, par la traction d'un petit ressort à boudin en acier ou en laiton *rr'* lequel, s'accrochant d'un côté vers le milieu du goujon en *r'*, va se fixer de l'autre côté en *r*, suivant une ligne oblique vers le centre inférieur de la boîte.

Le cylindre creux métallique et les 28 goujons qu'il contient ont une communication électrique fixe avec l'un des pôles de la pile de départ, au moyen d'un fil qu'une vis retient en *v*² (fig. 45).

(1) Le modèle de goujon que nous décrivons ici est celui du système primitif; par sa simplicité, il facilite la démonstration. Nous aurons soin, après avoir exposé les inconvénients que l'expérience a fait découvrir dans ces organes, de faire connaître la forme et le fonctionnement des goujons perfectionnés.

Clavier (*touches et leviers*). — Le clavier qui reçoit l'action directe de l'opérateur, est solidaire de la marche du chariot, attendu qu'il a pour fonction de déterminer le soulèvement des goujons que la lèvre mobile doit successivement rencontrer. Nous avons vu précédemment qu'il se compose de 28 touches, nombre égal à celui des languettes de la boîte cylindrique (fig. 46.) Les touches sont disposées en avant de la table sur laquelle s'appuie tout le système, horizontalement, comme celle d'un piano, les unes à côté des autres, sur deux rangs de 14 chacun. Celles de la série postérieure sont noires et font saillie entre les autres; celles de la série antérieure sont blanches. Ces alternances de relief et de couleur ont leur importance; elles rendent la recherche des lettres plus facile et contribuent ainsi à la rapidité de la manipulation.

Vingt-six touches portent chacune, incrustés à leur surface supérieure, une lettre *et* un chiffre ou autre signe d'usage arithmétique ou orthographique, comme $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & \dots & \text{etc.} \\ A & B & C & D & \dots & Y & Z \end{matrix}$ (fig. 46). Les lettres y sont rangées suivant l'ordre adopté sur la roue des types, dans le sens de l'alphabet ordinaire, en allant de gauche à droite sur les touches noires, puis de droite à gauche sur les blanches. L'É fait seul exception; il a été substitué au W qui, occupant primitivement sa place normale, fut plus tard supprimé sur le clavier et la roue des types (1). Restent deux touches qui ne sont marquées d'aucun signe particulier; l'une est située entre l'A et le Z, l'autre intercalée entre le V et l'É. Elles correspondent à des espaces vides, ménagés sur le pourtour de

(1) Le W occupe la place de l'É sur le clavier et la roue des types dans les appareils utilisés par certaines administrations étrangères, particulièrement en Allemagne et en Angleterre.

la roue des types, entre les mêmes caractères, et sont destinées, comme nous le verrons plus loin, à produire les *blancs* qui doivent séparer sur la bande de papier deux mots ou nombres consécutifs.

Les lames de bois qui constituent les touches sont toutes engagées, à leur extrémité postérieure, dans une tringle métallique TT perpendiculaire à leur longueur (fig. 47), qui leur sert de point d'appui et de pivot. Des tuteurs en fer *t, t'*, enfoncés inférieurement dans la substance de chacune d'elles, guident leur mouvement vertical et ne leur permettent pas de se déplacer horizontalement.

Chaque touche porte, encastrée perpendiculairement à la partie inférieure de son extrémité libre L, une forte vis V dont la tête plate présente une large échancrure *abc* dirigée dans le sens de la longueur de la touche.

Immédiatement au-dessous du clavier sont rangés 28 leviers, formés par d'épaisses lames de fer, pouvant basculer aisément dans le sens vertical, autour d'un axe dont chacun d'eux est muni, vers sa partie médiane M. Ces leviers se prolongent sous la table de l'appareil et sont contournés de façon à venir d'un côté se placer au-dessous des 28 touches (fig. 46) et de l'autre au-dessous des 28 goujons. Dans cette situation, l'un des bras B de chaque levier (fig. 47) s'engage à frottement doux dans la rainure *abc* de la tête de vis V fixée à la touche correspondante T; l'autre B' passe librement dans une échancrure verticale *e* de la couronne métallique qui termine inférieurement le cylindre creux, renfermant les goujons.

Le mouvement vertical de la touche se transmet donc au levier, et celui-ci communique à son tour une impulsion semblable au goujon qui repose sur lui. Les échan-

crures, dans lesquelles se meuvent les extrémités antérieure et postérieure des leviers, sont nécessaires pour assurer une marche régulière à leur déplacement vertical ; elles les empêchent de vaciller à droite ou à gauche des points qu'ils doivent normalement parcourir, afin que la même touche fasse toujours soulever le même goujon et un seul à la fois.

Le clavier tout entier (touches et leviers en fer) est soutenu par une forte plaque en fonte fixée sous la table (fig. 48).

Position des diverses pièces du manipulateur, quand aucun courant n'est transmis. — Après avoir décrit la forme et exposé le but de chacune des parties qui entrent dans la composition du manipulateur, nous devons analyser les fonctions de cet ensemble (chariot, goujons, clavier) et indiquer le rôle spécial joué par chaque pièce, pendant le travail le plus simple de la manipulation, c'est-à-dire *durant une émission de courant*.

Résumons d'abord les situations au moment où l'appareil est en action, mais sans transmettre.

Le mécanisme d'horlogerie, animé, grâce au poids moteur, d'un *mouvement continu*, rendu *uniforme* par l'influence du régulateur, entraîne l'axe horizontal de la roue des types, lequel, par l'intermédiaire d'un engrenage à roues d'angle $R^1 R$, fait tourner l'arbre vertical AA' supportant le chariot (fig. 6, 7). Celui-ci pivote donc au centre de la boîte cylindrique, dans le sens indiqué par la flèche f (fig. 9 et 12).

La lèvres mobile L' (fig. 6) abaissée par son propre poids et par l'action de son ressort d'acier r^2 , appuie sa

vis de contact v_1 sur la lèvre inférieure L_1 , réunissant ainsi la *ligne*, reliée à la partie supérieure A du chariot et la *terre* qui aboutit à la vis V_1 . La ligne de frottement ad' du tablier de la lèvre mobile coïncide alors avec le milieu de la face antérieure de la *pièce isolée* (fig. 6, 13 et 20 *bis.*), dont elle masque, à une distance de $1/2$ mm. environ, toute la longueur $x'y$ (partie médiane, fig. 13) et décrit, dans son mouvement circulaire, une circonférence placée un peu en arrière de l'extrémité a de la tête des goujons au repos.

La *pièce isolée*, emportée aussi dans la rotation du chariot, tourne au-dessus du disque kk' (fig. 6) dont elle rase de très-près la surface, recouvrant successivement (fig. 13), par ses trois courbes xx' , $x'y$, yy' , tous les points de la longueur am de chacune des 28 rainures.

Les goujons occupent, dans leur boîte, la position d'inertie indiquée précédemment (pag. 33). Les leviers en fer, ainsi que les touches qui les commandent, conservent, au repos, leur situation horizontale (fig. 15 et pag. 34, 35).

Jeu des diverses pièces du manipulateur, à chaque émission de courant. — Si l'on pose le doigt, avec une légère pression, sur l'extrémité libre z d'une touche T (fig. 19), celle-ci s'abaisse et, par l'intermédiaire de la vis échancrée v , entraîne dans son mouvement de descente le bras antérieur B du levier qui obéit à son action ; celui-ci basculant autour du point a fait, par suite, relever le bras postérieur B', de la même quantité. Le bras B', en se déplaçant de bas en haut, pousse dans le même sens le goujon g dont la base b est appuyée sur lui. Le goujon glisse alors verticalement dans les deux rainures r, r' de la boîte, qui le guident, jusqu'à

ce que son épaulement supérieur h rencontre la surface inférieure ss' du disque. Cet obstacle limite, pour le moment, son mouvement ascensionnel et met fin provisoirement à la descente de la touche T opérée par la pression du doigt de l'opérateur. Mais déjà le goujon, émergé hors de la rainure r , se trouve relevé au-dessus du niveau de la surface extérieure kk' du disque d'environ 2mm. Les choses restent en cet état, tant que le chariot, dans son mouvement de rotation, est encore à distance du goujon ainsi soulevé.

Au moment où la *pièce isolée* arrive en présence de ce goujon, son plan incliné xx' heurte d'abord le point n (fig. 20, 20 *bis*, 20 *ter*), et repousse progressivement le goujon en arrière jusqu'à ce que le point n se trouve vis-à-vis du point x' (fig. 21, 21 *bis*). Le goujon touche alors la partie échancrée a de la lèvre mobile (fig. 21, 21 *bis*, 22 *ter*), qui grimpe sur cet obstacle, en se séparant de la lèvre inférieure (*terre*).

C'est à partir de cet instant que le courant de la pile, aboutissant au goujon, traverse toute la partie haute du chariot, le massif de l'appareil, les bobines et la *ligne* (fig. 26) (1). Le chariot, continuant d'avancer (fig. 22, 22 *bis*, 22 *ter*), toute la surface de contact ab du tablier de la lèvre mobile passe sur le goujon ; celui-ci est soutenu antérieurement, pendant ce temps, par la courbe égale $x'y$ de la *pièce isolée* qui le maintient dans la même position, durant tout le passage de la lèvre mobile ab . Aussitôt que cette lèvre mobile a glissé tout entière sur la tête t du goujon, elle retombe sur la lèvre inférieure du chariot, réunissant de

(1) On trouvera plus loin des détails plus complets sur la marche des courants.

nouveau la *ligne* et la *terre* (fig. 23, 23 bis, 23 ter). Au moment de cette chute, le courant cesse d'être transmis, et le goujon reste isolé. Ainsi l'émission ne dure que pendant le contact entre le goujon saillant et la surface de frottement de la lèvre mobile.

Immédiatement après, le goujon est rencontré par le plan incliné yy' (fig. 23, 23 bis, 23 ter), de la pièce isolée, qui l'écarte peu à peu en arrière, jusqu'à l'acculer contre le bord extérieur z de la rainure (fig. 24, 24 bis, 24 ter). Au moment où s'opère ce dernier écartement, non-seulement le goujon est repoussé hors de la circonférence suivie par la lèvre mobile, mais son épaulement supérieur h , par suite de ce reculement, abandonne la surface inférieure s du disque qui l'empêchait de poursuivre son mouvement ascensionnel. N'étant plus alors retenu par aucun obstacle, le goujon cède à l'action permanente du doigt de l'opérateur et monte une seconde fois, permettant ainsi à la touche de s'abaisser de la même quantité.

Dans cette dernière situation, l'épaulement supérieur h est de niveau avec la surface hk' du disque et sa tête t , restant en arrière de la circonférence parcourue par la lèvre mobile du chariot, ne peut plus être mise en contact avec elle, tant que la touche correspondante reste abaissée. Cette disposition a pour but d'éviter la répétition involontaire de la même lettre plusieurs fois; en effet, l'axe du chariot, tournant avec une extrême rapidité (400 tours au moins par minute sur les lignes ordinaires) repasse très-vite par les mêmes points; il arriverait donc souvent qu'un opérateur inexpérimenté, n'ayant pas assez tôt abandonné la touche abaissée, le goujon, s'il conservait la position indiquée figures 23, 23 bis, 23 ter, serait, après une révolution complète du

chariot, rencontré de nouveau par la lèvres mobile et un second courant serait transmis *hors de propos* à la ligne.

C'est seulement après avoir senti ce deuxième abaissement de la touche (v. fig. 27), produit par l'élévation complète du goujon après l'émission, que l'on doit relever le doigt appuyé sur cette pièce du clavier, car on est assuré alors que *le courant a été transmis pendant la durée normale du passage entier de la lèvres mobile sur le goujon saillant*.

Aussitôt que cesse la pression exercée sur la touche, le bras postérieur du levier B', un peu plus lourd que le bras antérieur B (fig. 49), s'abaisse par son propre poids, faisant ainsi relever le bras B, qui force lui-même la touche à remonter à sa position horizontale primitive (fig. 47). En même temps, le goujon, devenu libre (fig. 25), est tiré de haut en bas par son ressort de rappel ; il glisse dans ses rainures, et son épaulement inférieur *f* venant s'appuyer sur la plaque correspondante de la boîte, sa tête *jb* se replace de niveau avec la surface supérieure *ss'* du disque. Il reprend ainsi la position de repos qu'il occupait avant l'abaissement de la touche (fig. 45).

Il est facile de comprendre que les mêmes faits se reproduisent régulièrement, dans le même ordre, chaque fois qu'on veut envoyer un courant avec une quelconque des 28 touches du clavier.

En résumé, l'envoi d'un courant nécessite le *déplacement vertical* d'une touche, d'un levier et d'un goujon, et le *mouvement horizontal* du chariot.

Le mouvement de la *touché* et du *levier* comprend 3 parties : 1° Abaissement jusqu'à la moitié de sa course, limitée par la rencontre de l'épaulement supérieur du

goujon et du couvercle de la boîte cylindrique, position qui persiste pendant tout le temps du passage de la lèvre mobile sur le goujon, c'est-à-dire pendant toute la durée de l'émission. — 2° Abaissement à fond, correspondant au rejet du goujon en arrière par le talon saillant de la pièce isolée. — 3° Redressement d'un seul jet du levier et de la touche quand le goujon revient au repos.

Le *goujon* occupe successivement 5 positions diverses :

1° Il est relevé par la touche jusqu'à ce que son épaulement supérieur l'arrête contre la surface du disque.

2° Il est saisi par le plan incliné antérieur de la pièce isolée qui l'écarte pour le mettre exactement sous la lèvre mobile.

3° Il est rencontré par la lèvre mobile et soutenu à la même place, pendant la durée de l'émission, par l'arc de cercle médian de la pièce isolée.

4° Il est pris et repoussé hors du parcours du chariot par l'extrémité concave de la pièce isolée.

5° Il revient au repos aussitôt que la pointe postérieure extrême de la pièce isolée s'est éloignée.

Le *travail du chariot* comprend 3 fonctions distinctes :

1° La partie convexe de la pièce isolée écarte le goujon jusqu'à la portée de la lèvre mobile.

2° La lèvre mobile monte sur le goujon ; la durée de l'émission coïncide exactement avec celle du contact de ces deux pièces, assurée tout à la fois par la pression du doigt sur la touche, l'appui de la partie courbée $x'y$ de la pièce isolée et l'énergie du ressort de la lèvre supérieure.

3° La partie concave de la pièce isolée écarte le goujon après l'émission.

Il importe de remarquer en passant l'analogie qui

existe entre le manipulateur du système Hughes et tous les manipulateurs usités en télégraphie, en particulier celui de l'appareil Morse. Dans celui-ci, le levier AB (fig. 28) a, par son axe D, une communication permanente avec la *ligne*, laquelle est mise alternativement en contact, soit avec la *pile* (transmission), soit avec la terre (réception). Le *chariot*, à l'appareil Hughes, remplit le même but. En effet, au repos, la lèvre supérieure (ligne) est en contact constant avec la lèvre inférieure (terre) par l'intermédiaire de la vis v_1 (fig. 6), et l'on peut alors recevoir le courant du correspondant, tandis qu'au moment de la transmission (fig. 26) la *terre* (lèvre inférieure) reste isolée et la *pile* (*goujon*) est mise en communication avec la *ligne* (lèvre supérieure).

Nous venons de parler du rôle que joue la pièce isolée à l'égard du goujon, pour préparer et assurer l'émission, et empêcher ensuite les envois de courant involontaires, en imprimant au goujon un mouvement rétrograde. Elle jouit encore d'une propriété très-importante au point de vue de la régularité avec laquelle doit fonctionner le récepteur. Nous avons vu (page 23 et suivantes) que la possibilité *sine qua non* de transmission dans le système Hughes dépend du synchronisme parfait entre le chariot de l'appareil qui transmet et la roue des types de celui qui reçoit, que le courant doit toujours être envoyé au moment précis où la lettre à reproduire est arrivée en face du cylindre imprimeur. Si le fluide qui provoque l'impression *pouvait* être transmis *en avance* ou *en retard*, le cylindre imprimeur, au poste destinataire, monterait contre la roue des types, dont le mouvement est *continu*, au moment où le caractère à imprimer l'aurait dépassé ou

ne serait pas encore parvenu à sa hauteur. Il est donc indispensable que l'envoi des courants soit absolument indépendant de la volonté de l'opérateur, qu'il ait lieu *automatiquement, à des intervalles de temps déterminés*, que le transmetteur ne puisse ni augmenter, ni diminuer le temps que doit séparer 2 courants consécutifs. Pour que ces conditions soient remplies, il suffit que le fluide commence toujours à être transmis au moment où l'échancrure de la lèvre mobile (fig. 40) rencontre le goujon saillant *g* et, réciproquement, que le goujon qui doit transmettre un courant soit toujours soulevé lorsque l'extrémité gauche *e* de la surface inférieure de la lèvre mobile arrive au-dessus de la rainure qui contient le goujon. Ce moment coïncide, en effet, avec celui où, *dans le récepteur*, la lettre transmise, correspondant à ce goujon, est amenée sur la verticale qui passe par le milieu du cylindre d'impression et peut par conséquent, alors seulement être exactement reproduite (1).

Il ne faut donc pas que le courant puisse être transmis, lorsque, par hasard, on appuie sur une touche quand une certaine longueur *ab* (fig. 29), par exemple, de la lèvre mobile, a déjà dépassé la rainure *rr* de ce goujon. Car si le passage au-dessus du cylindre d'impression de la lettre A, par ex., à transmettre, coïncide avec le moment où le

(1) Cette coïncidence exacte n'est pas absolument vraie dans la pratique. Nous l'admettons, pour le moment, par hypothèse, pour simplifier l'étude du jeu de l'appareil. Il existe plusieurs causes de retard qui introduisent un écart assez considérable entre le moment où la partie échancrée de la lèvre mobile touche le goujon et celui où le papier est poussé contre la lettre qui doit s'imprimer. Nous verrons plus tard comment cet écart est corrigé.

point a (fig. 30) de la lèvre est de niveau avec la rainure rr du disque, le chariot et la roue des types avançant simultanément de la même quantité, la roue R (fig. 34) aura amené le type B en regard du cylindre imprimeur lorsque le goujon soulevé viendra buter contre la partie b de la lèvre et transmettre un courant à contre-temps par l'abaissement *tardif* de la touche correspondante.

Si l'on veut éviter ces effets nuisibles, il faut faire en sorte que les goujons que, par inadvertance, on voudrait soulever dans ces conditions, n'aient aucune action sur la lèvre mobile du chariot, et restent complètement *isolés*. Car tous les courants tardifs, qui seraient transmis dans ces circonstances, non-seulement feraient soulever en retard la palette au poste de départ, d'où s'en suivrait un *déraillement*, mais encore, ne circulant sur la ligne que pendant une durée insuffisante, égale à une fraction bc (fig. 34), par exemple, de la longueur totale ac de la lèvre, n'auraient pas toujours le temps nécessaire pour arriver à destination, et laisseraient au contact l'armature de l'appareil extrême, ou bien la feraient soulever après le passage du type à imprimer en regard du cylindre porteur du papier.

Par suite de la position respective de la pièce isolée et de la lèvre mobile du chariot, cet inconvénient est évité d'une manière absolue. Nous avons vu (page 34) que la *pièce isolée* recouvre successivement, pendant une révolution du chariot, toute la partie des rainures occupée par la tête des goujons au repos (fig. 43). De plus, la surface de frottement de la lèvre mobile reste, à l'état ordinaire, un peu plus élevée au-dessus du couvercle de la boîte à goujons que la surface inférieure de la

pièce isolée (voir fig. 6.). Supposons qu'on abaisse une touche quand [déjà la lèvre mobile est engagée au-dessus de la rainure du goujon correspondant (fig. 32). Cette touche descendra très-légèrement et le goujon s'élèvera de la même quantité, mais ce mouvement sera immédiatement arrêté par la rencontre de la tête du goujon contre la surface inférieure zz' de la plaque isolée (figure 32 *a, b, c.*). On voit que, dans cette situation, le goujon reste en contact avec une pièce complètement isolée du manipulateur et ne peut atteindre la surface de frottement d de la lèvre mobile. Le courant de la pile ne peut donc être transmis à la ligne. Cet état se prolonge tant que dure le passage de la pièce isolée. Aussitôt que celle-ci s'est éloignée, le goujon, devenu libre, achève de monter dans sa rainure, jusqu'au moment où son épaulement s'arrête contre la surface inférieure du couvercle de la boîte cylindrique, et ce n'est qu'au retour du chariot, après une révolution complète, que la lèvre supérieure peut, en s'élevant régulièrement sur lui, transmettre entièrement et en temps utile, au poste correspondant, un courant susceptible de provoquer l'impression de la lettre qu'il représente.

Grâce à ces importantes dispositions, les courants sont toujours envoyés infailliblement *à des intervalles égaux* et le temps qui sépare deux émissions consécutives est constamment égal au temps qui s'écoule entre le passage au-dessus du cylindre d'impression des 2 types consécutifs dont on veut opérer la reproduction sur la bande de papier du poste extrême (1).

(1) Nous supposons, bien entendu, que le synchronisme est réglé d'une manière parfaite entre les deux appareils correspondants.

Inconvénients des goujons primitifs. — Goujons perfectionnés. — Les goujons, dont nous avons précédemment décrit la forme et analysé les fonctions, sont ceux que M. Hughes a utilisés dans la construction de ses premiers appareils ; ils avaient d'abord semblé donner de bons résultats, mais l'expérience a fait bientôt découvrir en eux de graves défauts, capables de dénaturer les transmissions, et, par conséquent, de rendre moins sûr le travail du système.

Nous avons supposé, en indiquant les diverses phases d'une émission de courant, que l'opérateur laissait le doigt appuyé sur la touche pendant toute la durée du passage du chariot sur le goujon correspondant. Si l'on admet qu'à chaque émission cette condition soit exactement remplie, on sera assuré que le courant aura eu le temps nécessaire pour produire son effet et sur l'appareil de départ et sur celui d'arrivée, même à l'extrémité d'un long conducteur, et aura déterminé, en temps utile, le mouvement des armatures qui doit provoquer l'impression. On sait que la propagation du courant n'est pas instantanée, et qu'une émission doit, pour faire mouvoir une palette à distance, avoir une certaine durée variable selon la longueur et l'isolement du fil et la sensibilité des appareils. C'est pour ce motif qu'avec le manipulateur Morse on prolonge les courants en proportion de la longueur et de l'état de la ligne que le courant doit parcourir.

Pour la même raison, on a donné à la lèvre supérieure mobile du chariot, dans le système Hughes, une longueur suffisante pour permettre au courant, produit par le passage de cette lèvre tout entière sur le goujon, d'agir, avec l'intensité nécessaire, sur un appareil correspondant,

même à travers une ligne de 4 000 kilomètres et plus. On a, du reste, la faculté d'augmenter ou de diminuer encore la durée de toutes les émissions, en donnant au mécanisme tout entier, et par conséquent au chariot un mouvement plus ou moins rapide de rotation.

Mais, quelle que soit la vitesse utilisée, il est indispensable que le courant, émis par chaque goujon, ait toujours la même durée, qu'à chaque émission la lèvre supérieure du chariot, pendant tout le temps que dure son mouvement de a en b soit laissée en relation avec la pile; ou, en d'autres termes, que le goujon qui la touche, reste soulevé jusqu'à ce qu'il soit rejeté en arrière, par le talon extrême de la pièce isolée (fig. 24 et 23). Or il n'en était pas toujours ainsi avec les goujons du système primitif; ils restaient soulevés seulement pendant la durée de l'abaissement de la touche qui déterminait leur mouvement d'ascension. Cette disposition pouvait amener les inconvénients suivants : Supposons qu'on appuie sur une touche quelconque; aussitôt que l'échancrure de la pièce mobile bute contre le goujon soulevé, l'émission commence et le courant traverse les bobines de *l'appareil de départ* où il détermine le mouvement de l'armature; un instant très-court suffit pour produire cet effet; soit ab (fig. 24), la longueur totale de la lèvre mobile. Admettons que celle-ci en se transportant de a en a' (fig. 22 bis), provoque, par son contact avec le goujon, une émission d'une longueur suffisante pour faire fonctionner l'électro-aimant de départ, lequel n'est séparé de la pile que par un bon conducteur très-court et peu résistant. Si à cet instant, c'est-à-dire à l'arrivée du point a' sur le goujon, on abandonnait la touche à elle-même, le goujon rentrerait dans sa boîte, la

lèvre mobile retomberait sur la lèvre inférieure et cesserait d'être en relation avec la pile, l'émission s'arrêterait, le courant total transmis se réduirait à la courte émission de a en a' . Cette rapide émission aurait suffi pour déterminer l'impression d'une lettre au départ, mais, en raison de la longueur de la ligne, le courant ne serait pas parvenu *en quantité suffisante* à l'extrémité, pour faire fonctionner l'appareil d'arrivée. Le transmetteur aurait donc sur sa bande une lettre imprimée qui ne serait pas reproduite sur le récepteur et dont ni l'un ni l'autre des deux correspondants ne pourraient contrôler l'absence, surtout quand il s'agit d'envoi de chiffres, par exemple, ou de mots peu connus, ou de lettres isolées. Supposons qu'au départ soit transmis, de cette façon, le nombre 400; si au dernier zéro la touche n'est tenue abaissée que pendant un instant très-court, le poste destinataire ne recevra que le nombre 40, tandis que le poste de départ aura reçu le nombre 400.

Cet inconvénient, qui peut avoir des conséquences fort graves dans les transmissions, était relativement fréquent dans le maniement des anciens appareils. Il est difficile, en effet, même pour un opérateur expérimenté, à cause de la rapidité de la manipulation, de maintenir toujours la pression du doigt jusqu'au moment précis de l'abaissement final de la touche, c'est-à-dire, jusqu'après le passage entier de la lèvre mobile. Les goujons restaient donc soulevés plus ou moins longtemps pendant le passage du chariot et l'émission était plus ou moins longue, suivant la volonté de l'opérateur ou son degré d'habileté, et, pour ce motif, des lettres reproduites sur l'appareil de départ manquaient souvent à l'appareil d'arrivée.

Afin de remédier à ces dangereux défauts, M. Hughes a été conduit à l'essai de divers perfectionnements, destinés à rendre la durée de l'envoi des courants indépendante de la volonté ou de l'habileté de l'opérateur. Dans ce but, il a appliqué successivement à ses goujons plusieurs dispositions destinées à maintenir, d'une manière automatique, dans leur position d'action, ces organes une fois soulevés par la pression du doigt sur les touches, lors même que ces touches seraient abandonnées à elles-mêmes, avant que la longueur totale de la lèvres supérieure eût dépassé les goujons.

Nous décrirons seulement ici ceux de ces organes qui ont servi de type aux derniers appareils construits (type de 4869) et qui ont jusqu'ici donné les contacts les plus sûrs (4). On peut voir à l'examen de la figure 33, que la forme générale de l'ancien goujon a été conservée; on a simplement ajouté à la partie supérieure gh un appendice $hklm$ qui se projette à angle droit en arrière, de façon à constituer une tête plus large qui bouche entièrement les rainures de la boîte cylindrique. Cette tête, à son extrémité libre kl , est taillée en biseau. Pour que cet appendice n'accrût pas sensiblement la résistance de l'organe, une échancrure d'un poids équivalent a été pratiquée en pqr . La partie inférieure n'a subi aucune altération et présente toujours une échancrure et un épaulement dont le rôle est resté le même. Pour compléter ce perfectionnement, une couronne métallique, taillée en plan inclinée $i'i'$ (fig. 34), est fixée dans l'intérieur de la boîte cylindrique, à la surface inférieure du disque supérieur et vis-à-vis de l'épau-

(4) On trouvera, à la fin de ce volume, la description des divers systèmes de goujons employés successivement.

lement h de chaque goujon. Remarquons que le plan incliné $i'i'$ commence environ à 4 millimètre en arrière des rainures, laissant libre une partie de la surface inférieure du couvercle.

A l'état de repos (fig. 34), le goujon reste, comme toujours, par sa partie supérieure, de niveau avec le couvercle, de la boîte cylindrique, son épaulement h en face du plan incliné $i'i'$. Si l'on abaisse une touche, l'épaulement supérieur h glisse le long du plan incliné $i'i'$ et, par suite, est forcé, tout en montant, de se rejeter un peu en arrière (fig. 35). Nous avons vu (pag. 38) que, dans les goujons primitifs, ce premier mouvement de recul était produit par l'action de l'extrémité convexe de la pièce isolée. Ici c'est le doigt de l'opérateur qui détermine ce premier mouvement rétrograde, supprimant ainsi cette partie du travail de la pièce isolée, et par suite diminuant les frottements subis par le chariot, ce qui constitue une amélioration, en laissant libre une minime partie de la force motrice (1). Pendant que le goujon est ainsi rejeté en arrière avant l'arrivée du chariot, le biseau k , qui termine la partie libre de l'appendice horizontal jk , glisse le long du bord excentrique r^1 de la rainure, et arrive sur la surface supérieure r^1 du disque de la boîte cylindrique, au moment précis où l'épaulement h s'arrête contre la surface interne de ce disque. Quand le chariot arrive, il trouve le goujon dans cette situation, où le maintient le doigt de l'opérateur (fig. 35). Aussitôt que la lèvres mobile d a grimpé sur sa tête jk , la touche peut être abandonnée sans inconvénient; car, à partir de ce moment, le goujon res-

(1) La partie convexe de la pièce isolée reprendrait son rôle habituel dans le cas seulement où le plan incliné serait usé.

tera automatiquement suspendu dans la même situation (fig. 35.)

En effet, la pression verticale de la lèvre mobile, provoquée par le ressort qui agit sur elle, tend à faire descendre le goujon dans le sens de la flèche f ; mais il ne peut céder à cette tendance, puisque son appendice jk s'appuie en r^1 sur la surface supérieure du disque.

D'un autre côté, la traction de son ressort à boudin tend à déterminer sa descente dans le sens de la flèche f^1 ; il est retenu dans cette tendance par la partie médiane $\alpha'y$ (fig. 35 bis) de la pièce isolée, contre laquelle il frotte pendant toute la durée du passage de la lèvre mobile.

Ainsi le goujon reste suspendu et maintient la relation entre la pile et la ligne, pendant le temps nécessaire. Les courants transmis ont donc tous, par ce moyen, infailliblement une durée égale au temps que met la surface de frottement du tablier de la lèvre supérieure du chariot pour traverser une rainure. On est assuré par là que tous les courants, qui ont fait fonctionner l'appareil de départ, sont arrivés au poste correspondant (4), et qu'aucune lettre imprimée à l'appareil transmetteur ne fait défaut sur le récepteur.

Une fois l'émission terminée, il peut se présenter deux cas :

- 1° Ou l'opérateur tient encore le doigt sur la touche,
- 2° Ou il l'a relevé.

Dans le premier cas (fig. 37) la saillie concave de la pièce isolée pousse le goujon complètement en arrière (voir p. 39), l'épaulement passe tout entier dans la rainure, et le goujon

(4) Nous supposons, bien entendu, que l'appareil correspondant est convenablement réglé et que la ligne se trouve dans les conditions normales d'un fonctionnement régulier.

achève de monter, pendant que la touche s'abaisse à fond, et se tient ainsi en dehors du passage de la lèvre mobile, jusqu'à ce que la touche, rendue libre, lui permette de rentrer dans sa boîte sous l'action attractive de son ressort de rappel.

2° Dans le deuxième cas, le goujon reprend sa position de repos aussitôt que la partie postérieure de la pièce isolée, après l'avoir entièrement repoussé en arrière (fig. 36), a cessé de le retenir.

En résumé, ces nouveaux goujons ont l'avantage :

1° D'empêcher l'huile et la poussière d'encombrer la boîte aux goujons, l'appendice horizontal obstruant entièrement la rainure supérieure du disque ;

2° De diminuer les frottements du chariot par le rôle de recul que remplit le plan incliné sous-jacent au disque ;

3° De régulariser d'une manière permanente la durée des courants, en maintenant les goujons soulevés d'une manière automatique, pendant le passage de la lèvre mobile *tout entière*.

CHAPITRE V.

MÉCANISME RÉCEPTEUR. — ORGANE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

Rôle du courant. — (Notions générales de magnétisme : — *Aimants naturels, artificiels permanents, artificiels instables.* — *Électro-aimants.* — *Sens du courant. Effets du sens du courant sur l'aimantation du fer doux*). — Description de l'organe électro-magnétique du système Hughes : — (*Aimant permanent.* — *Électro-aimant.* — *Plaques polaires.* — *Enroulement du fil des bobines.* — *Armature*). — Effets produits par le prolongement des pôles et le raccourcissement de l'armature. — Effets de l'émission du courant dans le sens normal. — Sens anormal du courant. — Nécessité pour les deux appareils correspondants d'envoyer sur la ligne un courant de nom contraire. — Différence entre les appareils Morse et Hughes relativement au sens du courant. — Effets du courant, des ressorts antagonistes et de l'aimant fixe sur l'armature. — Réglage. — Fer doux mobile. — Réglage au maximum de sensibilité. — Influence des variations du courant. — Dérivation. — Avantage de la dérivation. — Effets du magnétisme rémanent si la dérivation n'existait pas. — Induction (*notions générales sur les actions réciproques des courants et des aimants.* — *Assimilation des aimants aux solénoïdes*). — Exemple de production de courants induits. — Application de ces exemples à l'explication des courants induits du système Hughes — Premier courant induit ou d'éloignement. — Deuxième courant induit ou de rapprochement : moyen de le combattre.

Rôle du courant. — Dans le système Hughes, l'électricité n'agit que pour déterminer le soulèvement d'une palette ou armature de fer doux, dont le mouvement est rapidement suivi d'un certain nombre de fonctions mécaniques, concourant toutes à l'impression finale d'un caractère.

Après chaque impression, l'armature, trop éloignée de

sa position de repos pour pouvoir y revenir par l'effet seul de l'attraction magnétique, y est ramenée *mécaniquement* par la rotation de l'un des axes de l'appareil.

Avant d'entreprendre l'étude de l'organe électro-magnétique spécial adapté à ce système, il nous a paru utile de rappeler ici quelques notions générales qui en pourront faciliter l'intelligence.

Notions générales de magnétisme : — Aimants naturels. — On trouve dans la nature des masses plus ou moins considérables, d'un minéral particulier (oxyde de fer), qui ont la propriété d'*attirer le fer* : ce sont des *aimants naturels*. Si on en plonge un fragment *ab* (fig. 38) dans de la limaille de fer, on remarque que l'*attraction* se manifeste surtout vers les deux extrémités libres, *a* et *b*, tandis qu'au milieu *n* elle est presque complètement nulle. Les extrémités *a* et *b* sont désignées sous le nom de *pôles* et le milieu *n* de *ligne neutre*.

Supposons un de ces corps *ab*, taillé comme l'indique la fig. 39, suspendu librement à l'extrémité d'un fil *f*. On remarque que cet aimant prend toujours une direction déterminée, à laquelle il revient automatiquement quand on l'en écarte, un de ses pôles *b* se tournant toujours vers le nord de la terre et l'autre *a* vers le sud.

Si, prenant un aimant *ab* (fig. 40), ainsi suspendu, qui, au repos, prendrait la même direction que *ab* de la fig. 39, on approche de lui un barreau semblable *a'b'*, on voit que le pôle *b'*, mis en face de *b*, le repousse, tandis qu'il attire le pôle *a*, quand on l'en approche à une certaine distance (fig. 41). De même, en mettant alternativement *a'* en face de *a* (fig. 42) et de *b* (fig. 43) le pôle *a* sera repoussé, et le pôle *b* attiré.

On explique ces effets d'attraction et de répulsion, en admettant que les corps, qui donnent lieu à ces phénomènes, possèdent deux fluides séparés, doués de propriété opposées, désignés sous le nom de *fluides magnétiques*, les *particules d'un même fluide se repoussant et attirant celles du fluide contraire*.

On suppose que chaque molécule du corps magnétique contient les deux fluides, réunis et neutralisés à l'état ordinaire, et séparés quand l'aimantation existe, l'un des fluides se portant alors à

l'une des extrémités de chaque molécule, le fluide contraire à l'autre extrémité ; dans ce cas, l'un des fluides est dirigé ou orienté vers l'un des pôles du corps aimanté et le fluide contraire vers le pôle opposé.

On s'explique l'action directrice de la terre sur les corps magnétiques, en considérant celle-ci comme un vaste aimant naturel, dont les pôles coïncideraient à peu près avec les pôles géographiques. Quand un aimant est libre de se mouvoir, comme nous l'avons vu fig. 39, il ne s'arrête dans une position fixe que lorsque ses deux pôles sont réciproquement tournés du côté des pôles contraires de la terre. Pour cette raison, on nomme pôle *nord* ou boréal d'un aimant, celui qui se dirige vers le *sud* de la terre, et pôle *sud* ou austral celui qui se tourne vers le *nord* (1). On appelle par conséquent fluides *austral* et *boréal* les fluides orientés vers les pôles de l'aimant qui portent le même nom (fig. 44).

Aimants artificiels permanents. — Si l'on frotte un barreau d'acier sur un aimant naturel, ce barreau devient, au bout d'un temps très-court, un véritable aimant, dont les fluides demeurent longtemps séparés. Ces aimants ayant, comme les aimants naturels, un pôle nord et un pôle sud, et des propriétés identiques, reçoivent le nom d'*aimants artificiels permanents*.

Aimants artificiels instables. — Si l'on place, à proximité d'un aimant permanent *ab*, un barreau de fer doux (2), *a'b'* (fig. 45), ce barreau acquiert et conserve les propriétés d'un aimant, tant qu'il reste suffisamment rapproché du barreau d'acier, et ses pôles sont disposés contrairement à ceux de l'aimant, comme l'indique la figure.

Si l'on juxtapose les 2 barreaux (fig. 45 *bis*), l'ensemble

(1) Ces dénominations sont purement conventionnelles et ne sont pas adoptées partout. — On appelle aussi pôle nord d'un aimant, celui qui se tourne vers le nord, et pôle sud celui qui se dirige vers le sud de la terre.

(2) Le fer s'emploie dans l'industrie à l'état de fonte, d'acier et de fer doux. La fonte et l'acier sont du fer combiné avec certaines quantités de carbone et de silicium. Le *fer doux* est du fer pur ; mais on l'obtient difficilement à l'état de pureté parfaite.

forme un seul aimant, muni de 2 pôles contraires, l'un à l'extrémité N de l'aimant permanent, l'autre à l'extrémité S du fer doux. Mais dans les deux cas que nous venons de citer (fig. 45 et 45 bis), le barreau de fer doux perd immédiatement ses propriétés magnétiques et revient à l'état naturel ou neutre, quand on l'éloigne suffisamment du barreau d'acier. Il les reprend, dès que le rapprochement se renouvelle ou que le contact a lieu.

Le fer doux a donc la propriété de s'aimanter et de se désaimanter très-rapidement. L'acier au contraire s'aimante difficilement, mais conserve pendant longtemps l'aimantation qui lui est communiquée. On nomme force *coërcitive*, la force qui fait obstacle à la réunion de deux fluides magnétiques, quand ils sont séparés; elle agit très-faiblement dans le fer doux et avec une grande intensité dans l'acier.

Electro-aimants. — On connaît sous le nom d'*électro-aimants*, une catégorie spéciale d'aimants artificiels formés sous l'influence des *courants électriques*.

Soit un barreau de fer doux y (fig. 46), entouré d'un fil de cuivre recouvert de soie contourné en hélice. Si l'on met une extrémité A de ce fil en communication avec l'un des pôles d'une pile, et l'autre B avec l'autre pôle, le courant électrique circulera dans ce fil, et tant que le courant persistera, le barreau de fer doux y acquerra les propriétés magnétiques, et aura par conséquent en N, par exemple, un pôle nord et en S un pôle sud. Si le circuit vient à être rompu en R, par exemple, la pile cesse de fonctionner, le courant électrique ne traverse plus le fil AB et le fer doux y cesse immédiatement d'être un aimant. Il reprend ses propriétés magnétiques, dès que la communication est rétablie en R.

On peut donc, à volonté, aimanter et désaimanter un barreau de fer doux en formant ou rompant le circuit d'une pile, dont les deux pôles aboutissent aux deux extrémités d'un fil métallique recouvert de soie, enroulé en hélice autour du fer doux.

En multipliant le nombre des spires du fil, et employant une pile de force convenable, on peut augmenter progressivement, mais jusqu'à une certaine limite, l'intensité magnétique qui se manifeste aux deux pôles N et S, au moment du passage du cou-

rant. On forme ainsi des aimants artificiels *instables*, dont la durée est égale au temps du passage du courant électrique autour d'eux (4). Ces aimants artificiels constituent les *électro-aimants*, dont l'application forme la base de la plupart des appareils télégraphiques.

Supposons, en effet, l'électro-aimant A (fig. 47) placé à la station R, à une extrémité de ligne; à la station T, une pile dont un pôle est mis en communication permanente avec la terre, dont l'autre pôle peut, au moyen d'une manivelle M, être mis à volonté en relation avec la ligne L, terminée par l'électro-aimant A de la station R, dont l'extrémité libre plonge dans la terre. Toutes les fois que la manivelle M viendra s'appuyer sur l'extrémité L de la ligne, le courant circulera à travers le fil de l'électro-aimant, et le barreau de fer doux A sera aimanté; le courant cessera et l'aimantation de A disparaîtra aussitôt que la manivelle M sera éloignée de L.

On pourra ainsi, à distance, donner au fer doux A de la station R les propriétés magnétiques par une opération effectuée à la station T. Supposons un léger barreau de fer doux *n's* pouvant pivoter autour du point *o*, et retenu, à l'état ordinaire, à une certaine distance de l'électro-aimant contre l'arrêt *a*, par la traction d'un ressort *r*. Toutes les fois que le fer doux A sera aimanté par le courant émis de la ligne, la palette de fer doux *n's* s'aimantera par influence, aura ses 2 pôles *n's* situés en sens inverse de ceux de l'aimant A, et, en vertu de l'attraction réciproque des deux fluides magnétiques de nom contraire, le pôle *s* sera attiré vers *n*, pendant tout le temps que le courant circulera autour de A. Aussitôt que l'émission du courant cessera, le fer doux A et le fer doux *n's* perdront leur aimantation, et la palette, cédant à la traction de son

(4) Cette assertion n'est pas absolument vraie dans la pratique.— L'aimantation, communiquée au fer doux par un courant, ne cesse pas immédiatement avec la fin de l'émission, mais persiste encore un instant appréciable après la rupture du circuit, constituant dans les fers doux un reste de magnétisme connu sous le nom de *magnétisme rémanent* qui disparaît progressivement.

ressort r , viendra reprendre sa position d'inertie contre l'arrêt a . Comme on peut à volonté, mettre au poste T la ligne en communication avec la pile, on pourra autant de fois qu'on le voudra, aimanter et désaimanter A de la station R et, par conséquent, provoquer un *mouvement de va-et-vient* de la palette *n'os'*. Ce mouvement alternatif, convenablement utilisé, produit les signaux dont on se sert en télégraphie.

Sens du courant. — Pour comprendre plus facilement les phénomènes électriques et magnétiques provoqués par l'action de la pile, on peut admettre que le courant circule dans les fils qui rejoignent ses deux pôles, à la façon d'un gaz ou d'un liquide dans un tuyau, et supposer qu'il a un sens déterminé que l'on pourra désigner par une flèche. On admet qu'il circule toujours du pôle positif (+) au pôle négatif (—) dans le circuit extérieur, et du négatif au positif, dans l'intérieur de la pile comme on le voit (fig. 48).

Effets du sens du courant sur l'aimantation du fer doux. — Le sens du courant présente, comme nous allons voir, une grande importance dans la production des électro-aimants, et il est toujours nécessaire d'en tenir compte dans l'étude de leurs propriétés.

4^{er} cas. — Soit une pile P, mise en relation avec les deux extrémités du fil d'un électro-aimant E (fig. 49) enroulé en hélice de *gauche à droite* dans le sens de g à d (1), le pôle positif de la pile attaché à l'entrée de l'hélice en g et le pôle négatif à sa sortie en d' . Aussitôt que les deux pôles + et — toucheront les extrémités g et d' , le courant circulera dans l'hélice en suivant la voie indiquée par la flèche, entrant par g et sortant par d' . Dans ce cas, le fer doux E s'aimantera avec un pôle nord en n à l'entrée du courant dans la bobine, et un pôle sud en s à la sortie (2).

(1) Quand le fil entourant un fer doux est disposé en hélice allant de *gauche à droite* sur la face antérieure du barreau, l'hélice est dite *dextrorsum*.

(2) Il est toujours facile, en approchant l'aiguille d'une boussole de l'extrémité du fer doux, de reconnaître la disposition des pôles de l'électro-aimant déterminés par le passage du courant. Les pôles

2^e cas. — Si, laissant le fil enroulé autour du fer doux, de la même façon que précédemment, c'est-à-dire, de gauche à droite, on intervertit les pôles de la pile, mettant g en communication avec $-$ (fig. 50) et $+$ avec d' , le courant circulera en sens inverse, il entrera par d' et sortira par g . Cette fois, le pôle nord sera en n , à l'extrémité supérieure du fer doux, et le pôle sud en s , à l'extrémité inférieure.

On voit par ces deux expériences, que, lorsque le fil est disposé de gauche à droite, le pôle nord de l'électro-aimant est toujours situé à l'extrémité de l'hélice reliée au pôle positif de la pile, c'est-à-dire par laquelle entre le courant.

On peut donc, avec une hélice *dextrorsum*, changer la disposition des pôles magnétiques d'un électro-aimant, en intervertissant seulement les pôles de la pile, c'est-à-dire, le sens du courant qui traverse l'hélice.

3^e cas. — Admettons maintenant que le fil qui entoure le fer doux (fig. 51) soit enroulé de droite à gauche au-dessus du barreau (1), dans le sens de g à d . Si l'on met g en communication avec le pôle positif de la pile, et d avec le pôle négatif, le courant circulera de g en d , comme l'indique la flèche, et développera en s , à l'entrée du courant, un pôle magnétique sud, et en n , à la sortie du courant, un pôle nord.

4^e cas. — Si, laissant le fil ainsi enroulé, de droite à gauche, on change le sens du courant (fig. 52), en mettant $+$ en relation avec d et $-$ avec g , l'orientation des pôles changera également, et l'on aura le pôle nord de l'électro-aimant à la sortie du courant de pile, et le pôle sud à son entrée.

En résumé, on peut, avec un genre quelconque d'hélice, changer l'orientation des pôles de l'électro-aimant, en intervertissant le sens du courant qui traverse l'hélice.

Il sera toujours facile, en connaissant le sens d'enroulement de l'hélice et le sens du courant qui la traverse, de retrouver la place et le nom exacts de chacun des pôles du fer doux, pendant

de l'aiguille seront attirés par les pôles de nom contraire de l'aimant et repoussés par les pôles de même nom.

(1) L'hélice prend, dans ce cas, le nom d'hélice *sinistrorsum*.

que la pile est en action. Il suffit d'imaginer, dans ce but, une personne couchée dans le courant, les pieds du côté du pôle positif de la pile, la tête vers le pôle négatif, et le *visage regardant toujours le fer doux enveloppé*.

Cette personne aura constamment le pôle *nord* de l'électro-aimant à sa droite, et le pôle *sud* à sa gauche, en donnant aux pôles d'un aimant les dénominations adoptées pag. 55.

On peut, en appliquant cette hypothèse aux figures 53, 54, 55, 56, qui reproduisent les quatre cas examinés plus haut, vérifier l'exactitude de la méthode que nous indiquons ici.

Nous allons voir, en étudiant l'organe électro-magnétique, utilisé à l'appareil Hughes, l'application des notions élémentaires que nous venons de rappeler.

Description de l'organe électro-magnétique du système Hughes. — Cet organe comprend 1° un aimant artificiel permanent; 2° un électro-aimant ordinaire.

Aimant fixe. — *L'aimant fixe ou permanent* se compose de 4 plaques d'acier, contournées en forme de fer à cheval, aimantées séparément et juxtaposées ensuite, au moyen de vis, par leurs pôles de même nom. Cet aimant est solidement vissé sous la table qui supporte tout l'appareil, et ses pôles émergent légèrement au-dessus de la surface supérieure *ab* de la table (fig. 57). — Supposons que le pôle nord soit en N et le pôle sud en S.

Electro-aimant. — Au-dessus de chacune des branches N et S de cet aimant, et, en contact avec elles, sont installés 2 cylindres de fer doux creux *cc'*. Par suite de leur liaison avec l'aimant permanent, ces cylindres de fer doux sont *polarisés* à l'état ordinaire (voir pag. 55 et fig. 45 *bis*), c'est-à-dire présentent chacun à leur extrémité libre, un pôle magnétique de même nom que celui

de la branche qui le supporte. Nous avons ainsi un pôle nord en N' et un pôle sud en S'. Cette aimantation des cylindres de fer doux persistera tant qu'aucune cause étrangère ne viendra l'annuler ou l'amoindrir. Elle est donc constante, à l'état habituel.

Plaques polaires. — A l'extrémité libre de chaque cylindre de fer doux est vissée une plaque BA, aussi en fer doux, disposée horizontalement, la partie libre A tournée vers l'intérieur de l'aimant (fig. 58). Ces plaques forment le *prolongement des pôles* des cylindres de fer doux, et jouent, comme nous le verrons tout à l'heure, un rôle important dans le fonctionnement de cet organe.

Enroulement du fil des bobines. — Autour de chaque cylindre de fer doux est enroulé, dans un sens déterminé, un fil de cuivre recouvert de soie. Si l'on va de bas en haut sur chaque cylindre, on verra que l'enroulement est le même sur les 2 fers doux, et que le fil va constamment de gauche à droite au-dessus du barreau (hélice dextrorsum). Nous verrons tout à l'heure que le courant, montant dans la 1^{re} bobine, descendant ensuite dans la 2^e bobine, développe aux 2 extrémités des cylindres de fer doux 2 pôles de nom contraire. L'enroulement du fil sur chaque bobine est exactement le même pour tous les appareils Hughes employés (fig. 59). (Voir plus loin, PARTIE PRATIQUE. *Electro-aimant.*)

Armature. — Sur la surface supérieure des prolongements polaires, repose une palette P ou armature de fer doux.

Cette palette formant *levier*, peut, au moment opportun, pivoter autour de 2 pointes de vis VV (fig. 60 *ter*). Son bras antérieur VP reste (fig. 60 *bis*), à l'état ordinaire, en

contact avec les plaques polaires AA des cylindres de fer doux, retenu par l'attraction de l'aimant permanent, tandis que son bras postérieur VZ est sollicité en sens inverse par des ressorts antagonistes R, lesquels doivent exercer une action *répulsive* un peu plus faible que l'action *attractive* de l'aimant. La palette est alors un véritable aimant, dont les 2 pôles s' et n' sont attirés par les pôles contraires des fers doux polarisés par l'aimant permanent (fig. 60).

Effets produits par le prolongement des pôles et le raccourcissement de l'armature. — L'armature est plus courte que dans la plupart des appareils, dans lesquels celle-ci se trouve, à l'état de repos, à une certaine distance de l'électro-aimant. Voici le motif de cette réduction. On sait que les pôles vrais d'un aimant, c'est-à-dire, l'endroit où se manifeste le maximum d'attraction, sont situés, non à l'extrémité réelle PP' (fig. 61), mais à une certaine distance de cette extrémité, en pp', par exemple (1). M. Hughes est le premier qui ait utilisé cette propriété dans la construction des électro-aimants. En additionnant les pièces de pôles sur les cylindres de fer doux, il a pu, après avoir raccourci son armature jusqu'à une certaine limite, faire coïncider exactement les pôles vrais de l'armature pp (fig. 62), avec les pôles vrais des fers doux p'p', prolongés par les plaques polaires. Il a pu obtenir ainsi, de la part de l'aimant permanent sur la palette, la plus grande attraction possible.

En effet, supposons d'abord une palette de longueur

(1) Les pôles vrais sont à quatre centimètres environ des extrémités, quand la longueur de l'aimant ne dépasse pas 20 centimètres. Dans les aimants plus courts, ils se rapprochent de l'extrémité.

égale à AB (fig. 63). Les pôles vrais de la palette étant en zz' , sont placés à une certaine distance des pôles vrais de l'aimant, situés en aa' .

Si nous prenons une armature plus courte $A'B'$ (fig. 64), ses pôles vrais zz' seront un peu plus rapprochés de ceux de l'aimant aa' .

Si la palette devient égale à $A''B''$ (fig. 95) les 4 pôles vrais seront le plus rapprochés possible.

Si la palette était raccourcie davantage comme $A'''B'''$ (fig. 66), ses pôles recommenceraient à s'éloigner de ceux de l'aimant.

L'attraction qui retient l'armature en contact avec l'aimant, augmentant rapidement au fur et à mesure qu'on approche de la coïncidence exacte des 4 pôles, l'attraction sur $A'B'$ sera plus énergique que sur AB, elle sera maximum en $A''B''$ et recommencera à décroître en $A'''B'''$.

On voit par là pour quel motif les plaques polaires ont été ajoutées et la palette diminuée de longueur jusqu'à une limite déterminée.

« L'armature ainsi raccourcie (comme en $A''B''$ fig. 65)
 » devient excessivement sensible et rapide dans son action.
 » Elle travaille avec un effet constant, malgré une va-
 » riation de courant beaucoup plus considérable qu'il n'est
 » possible avec les arrangements ordinaires d'armature.
 » La sensibilité à de faibles courants de l'électro-aimant
 » ainsi disposé, est très-remarquable, un élément de pile
 » étant amplement suffisant pour faire fonctionner le
 » télégraphe imprimant à la vitesse ordinaire de 420 révo-
 » lutions de la roue des types, 5 lettres par révolution,
 » ou 600 lettres par minute, à travers une résistance de
 » 4 000 kilomètres, avec une perte à la terre des $\frac{2}{3}$ du

» courant total » (Hughes, Extrait des *Annales télégraphiques*, septembre et octobre 1864).

Ainsi donc, à l'état ordinaire, c'est-à-dire, quand aucun courant ne traverse les bobines, l'armature, contrairement à ce qui se passe dans le système Morse, reste en contact avec les pôles de l'aimant permanent prolongés par les fers doux des bobines, comme l'indique la figure 67.

Effets de l'émission du courant dans le sens normal. — Si nous faisons communiquer le pôle positif d'une pile P avec le fil d'entrée X de la bobine antérieure (1) (fig. 68), et le négatif avec le fil de sortie de la bobine postérieure, le courant circulera autour des cylindres de fer doux, dans le sens de la flèche, et, en vertu des règles énoncées plus haut (v. page 58 1^{er} cas), développera à l'extrémité inférieure *n* du cylindre de fer doux n° 1, un pôle nord, par conséquent, à l'extrémité libre *s* un pôle sud; de même, sur le fer doux n° 2, le courant (v. p. 59, 2^e cas) déterminera à l'extrémité inférieure *s* un pôle sud et à la partie supérieure *n*, un pôle nord. Nous aurons donc alors sur les plaques polaires des fers doux (fig. 68), 2 pôles de nom contraire à ceux que leur communiquait précédemment l'influence de l'aimant permanent (v. fig. 57). Cette polarisation nouvelle des cylindres de fer doux diminue, pendant tout le temps que dure le passage du courant dans le fil des bobines, le magnétisme de l'aimant fixe, d'une quantité plus ou moins grande, suivant le degré d'intensité de la pile; l'armature de fer doux, étant à ce moment moins énergiquement retenue au contact des

(1) Nous appelons bobine *antérieure*, celle qui est placée du côté du *clavier*, et *postérieure* celle qui avoisine le *volant*.

plaques polaires, par suite de cette diminution de la polarisation primitive, cède à l'action devenue prépondérante des ressorts antagonistes et se soulève (fig. 63, 68 *bis*).

Sens anormal du courant. — Le résultat serait tout à fait contraire si, au lieu de faire passer le courant dans le sens que nous venons d'indiquer, on le faisait circuler en sens inverse. Mettons, par exemple, le pôle — de la pile P (fig. 69) en relation avec le fil d'entrée X de la bobine antérieure, et le + avec le fil de sortie X' de la bobine postérieure. Dans ce cas (v. page 58 4^{er} cas) le passage du fluide électrique, circulant dans le sens de la flèche, déterminera en *n*, à la base du fer doux n° 2 un pôle nord, en *s* à son sommet un pôle sud ; sur le fer doux n° 4 en *n'*, un pôle nord, en *s'*, un pôle sud (v. pag. 59 2^o cas), c'est-à-dire une polarisation absolument semblable à celle que leur communique, à l'état habituel, l'influence de l'aimant fixe (fig. 57). Le magnétisme développé par le courant s'ajoute alors au magnétisme ordinaire des plaques polaires et en augmente l'énergie ; ce surcroît d'attraction agit sur l'armature de façon à la maintenir plus fortement contre les pôles, au lieu de provoquer son soulèvement, comme doit le faire l'émission du courant dans un sens convenable (fig. 68). Dans ce cas, l'armature ne remplirait pas son but.

Les aimants permanents, dans tous les appareils Hughes, sont toujours polarisés de la même façon, et le fil des bobines enroulé de la même manière autour des cylindres de fer doux. Ainsi donc, pour que la palette se soulève, c'est-à-dire pour que l'impression des lettres, provoquée par ce mouvement ascensionnel puisse se produire, *il est essentiel que le courant de la pile circule*

4.

toujours, dans les bobines de chaque appareil, dans une direction identique, le courant d'émission entrant par la bobine antérieure quand il est positif, et par la bobine postérieure, quand il est négatif.

Nécessité pour les 2 appareils correspondants de mettre à la ligne un pôle de nom contraire. — Supposons 2 postes en relation, Paris et Lyon. — Si Paris (fig. 70) transmet, il mettra les goujons en communication avec le pôle positif de la pile, l'autre pôle allant directement à la terre dans le poste même, son courant positif circulera dans le sens de la flèche, et, entrant par la bobine antérieure, dans les 2 appareils en relation, déterminera dans les fers doux des pôles de nom contraire à ceux de l'aimant permanent, et fera soulever les 2 armatures. — Quand Lyon transmettra il établira le pôle — de sa pile en communication avec sa bobine postérieure (fig. 71). On voit par là, d'après l'indication des flèches, que le courant, se dirigeant toujours *vers la pile* sur le prolongement du pôle négatif, parcourt le fil et les bobines des 2 appareils dans le même sens que précédemment, et peut par conséquent provoquer ainsi le soulèvement des 2 palettes.

Il est donc indispensable que les 2 correspondants se transmettent réciproquement un courant de nom contraire. Un petit *commutateur*, placé sur la table de l'appareil, permet de faire traverser au courant d'abord la bobine antérieure, puis la postérieure, quand le courant transmis ou reçu est positif, et la postérieure puis l'antérieure, quand il est négatif. Les 2 correspondants s'entendent à l'avance à ce sujet, pour que chacun mette en communication avec les goujons un pôle

contraire de la pile et établisse dans les positions voulues les fiches métalliques du petit commutateur.

Différence entre les appareils Morse et Hughes relativement au sens du courant.

— Il n'en est pas de même à l'appareil Morse. Ici le sens du courant est indifférent. En effet, l'armature étant, au repos, toujours à une certaine distance des pôles de l'électro-aimant, et le fer doux de la bobine n'étant pas d'avance polarisé par un aimant permanent, n'acquiert les propriétés magnétiques qu'au moment du passage du courant et attire alors l'armature quel que soit le sens de propagation du fluide.

Effets du courant, des ressorts antagonistes et de l'aimant fixe sur l'armature. —

Dans l'appareil Morse, il faut, pour attirer la palette à distance, une intensité de courant assez considérable, et la palette étant attirée avec plus ou moins d'énergie, suivant la force plus ou moins grande du courant, les ressorts antagonistes doivent être plus tendus quand le courant devient plus fort et détendus quand il s'affaiblit.

Le système électro-magnétique de l'appareil Hughes offre sur celui de Morse l'avantage :

1° De faire mouvoir l'armature sous l'influence des courants les plus faibles ;

2° De provoquer son mouvement ascensionnel avec une force constante, indépendante de l'énergie des courants ;

3° De conserver un réglage invariable des ressorts antagonistes, lors même que le courant varie dans des limites assez étendues.

En effet, l'armature, au repos, est placée sous l'influence de 2 forces parallèles et contraires :

1° La *force attractive* de l'aimant permanent qui agit, dans le sens de flèche f sur le bras VP, et maintient la palette au contact ;

2° La *force répulsive* des ressorts R qui agissent en sens inverse, suivant la flèche f' sur le bras postérieur vz et tendent à la détacher des pôles (fig. 60 *bis*).

L'armature est donc dans les mêmes conditions qu'un levier de balance.

Représentons par 20 la force attractive f à l'état de repos de l'appareil, et par 0 la force répulsive f' .

On peut faire varier la force *répulsive* entre 0 et 20, moins une fraction aussi minime qu'elle soit ; la force *attractive* f restant prépondérante, la palette sera toujours maintenue au contact des plaques polaires. La force qui oblige la palette à rester au repos sur les pôles des fers doux sera alors représentée par $f - f'$.

TABLEAU N° 1.

État de repos (ARMATURE AU CONTACT).

Répulsion.	Attraction.	Différence en faveur de l'attraction.	Répulsion.	Attraction.	Différence en faveur de l'attraction.
0	20	20	43	20	7
1	20	19	44	20	6
2	20	18	45	20	5
3	20	17	46	20	4
4	20	16	47	20	3
5	20	15	48	20	2
6	20	14	49	20	1
7	20	13	49,5	20	0,5
8	20	12	49,6	20	0,4
9	20	11	49,7	20	0,3
10	20	10	49,8	20	0,2
11	20	9	49,9	20	0,1
12	20	8			

Le tableau précédent indique les diverses modifications qu'on peut, dans ce cas, faire subir aux 2 forces, en laissant toujours un excès en faveur de l'attraction.

Le courant de ligne ayant pour objet d'*annuler une partie de la force attractive de l'aimant, suffisante pour donner la prépondérance aux ressorts antagonistes, et détacher la palette des pôles*, il faudra pour provoquer cet effet de bascule, un courant toujours un peu supérieur à la différence entre les 2 forces attractive et répulsive, et, conséquemment, d'autant plus fort que les ressorts seront moins tendus, et d'autant plus faible qu'ils seront plus tendus (c'est-à-dire le contraire de l'appareil Morse). On voit, en effet, par le tableau ci-dessous (p. 70), que, si les ressorts ont une force de 4, un courant égal à 49,4 au minimum, annulant presque toute la force attractive, sera nécessaire pour rendre la force répulsive prépondérante et provoquer le mouvement ascensionnel de l'armature.

Si, au contraire, la répulsion devient égale à 49, un courant très-faible, de 4,4, laissant à l'attraction une énergie de 48,9, suffira pour déterminer le soulèvement de l'armature.

Donc, en donnant aux ressorts le maximum de tension, les courants les plus faibles pourront déterminer le déplacement de la palette, et l'organe électro-magnétique aura ainsi atteint son *maximum de sensibilité*.

TABLEAU N° 2,

Indiquant les diverses forces qui agissent pendant le passage du courant (A).

Force répulsive ou tension des ressorts.	Intensité du courant nécessaire pour faire soulever l'armature.	Force attractive de l'aimant au repos.	Force attractive pendant l'émission des courants.
1	49,4	20	0,9
2	48,4	20	4,9
3	47,4	20	2,9
4	46,4	20	3,9
5	45,4	20	4,9
6	44,4	20	5,9
7	43,4	20	6,9
8	42,4	20	7,9
9	41,4	20	8,9
10	40,4	20	9,9
11	39,4	20	10,9
12	38,4	20	11,9
13	37,4	20	12,9
14	36,4	20	13,9
15	35,4	20	14,9
16	34,4	20	15,9
17	33,4	20	16,9
18	32,4	20	17,9
19	31,4	20	18,9
20	30,4	20	19,9

Réglage. — Le réglage consistera donc, à *diminuer, autant que possible, la différence entre les 2 forces con-*

(4) Nous croyons devoir, dans ce tableau, ne pas tenir compte de l'influence attractive de l'aimant, qui agit encore pendant le soulèvement, et tendrait à contrebalancer un peu l'énergie répulsive des ressorts antagonistes ; car cette attraction de l'aimant sur la palette, diminuant très-rapidement avec la distance, agit assez faiblement pour être négligée.

traînes qui agissent sur les deux bras de l'armature, pour que le moindre courant puisse annuler l'excès de force attractive et que la palette soit mise en mouvement.

Nous indiquerons tout à l'heure par quel moyen ce réglage, une fois obtenu, reste constant, lors même que le courant augmente de force, jusqu'à une limite très-élevée.

Disons tout d'abord qu'avec un courant très-faible (v. tableau n° 2), 0, 4 par exemple, on peut donner à l'armature, en la détachant des pôles, une force d'impulsion très-énergique $\equiv$ à 20, la tension maximum des ressorts antagonistes. Cette énergie de soulèvement a sa raison d'être dans le rôle mécanique que doit remplir l'armature. En effet, en se soulevant, elle doit venir buter contre un levier, appelé levier de détente ou d'échappement, qu'elle doit faire basculer, pour mettre en action le mécanisme chargé d'imprimer la lettre.

La vitesse d'évolution de l'armature doit donc toujours être supérieure à la résistance constante du levier qu'elle doit écarter et indépendante de l'énergie variable des courants.

Avec un électro-aimant dans le genre de celui qu'on emploie dans le système Morse, où l'armature, attirée plus ou moins fortement, suivant l'intensité du courant, est encore contrariée, dans son mouvement, par la tension de son ressort de rappel, cette force d'impulsion n'aurait pas toujours pu être atteinte et aurait d'ailleurs varié d'énergie, dans le même sens que les courants. L'aimant dont se sert M. Hughes permet d'obtenir toujours, dans le déplacement de la palette, une impulsion suffisante et qui peut être maximum, même avec des courants très-faibles, con-

rants qui, agissant dans le Morse, ne feraient pas même mouvoir l'armature.

TABLEAU N° 3,

Indiquant les divers degrés du réglage.

Répulsion.	Force attractive au repos.	Quantité de force at- tractive ab- sorée par le fer doux mobile.	Reste de force at- tractive cor- respondant aux diver- sifon- nements du fer doux mobile	Intensité du courant nécessaire pour donner la prépon- derance à la force répul- sive.	État de la force attractive au moment où passe le cou- rant.
1	20	4	19	18,1	0,9
2	20	2	18	16,4	4,9
3	20	3	17	14,1	2,9
4	20	4	16	12,4	3,9
5	20	5	15	10,4	4,9
6	20	6	14	8,4	5,9
7	20	7	13	6,4	6,9
8	20	8	12	4,4	7,9
9	20	9	11	2,4	8,9
10	20	9,4	10,9	1,9	9,9

Nous avons vu précédemment, qu'en donnant aux ressorts une tension de 20 (tabl. n° 2), l'armature se soulevait au moyen d'un courant très-faible $\approx$ à 0,4, la force de soulèvement de la palette étant alors égale à la *tension totale* des ressorts, c'est-à-dire à 20. Cette force *maximum* d'impulsion est supérieure au degré nécessaire à l'armature, pour remplir avec rapidité et exactitude sa fonction mécanique. Il y a d'ailleurs, comme nous le verrons plus tard, intérêt à ne pas l'augmenter outre mesure et à n'utiliser, au contraire, qu'une tension strictement suffisante.

Supposons que la tension *minimum* nécessaire à un fonctionnement convenable soit une tension égale à 10.

L'attraction de l'aimant permanent étant égale à 20, c'est un courant au moins égal à *diez plus une fraction*, 40,4, par exemple, qu'il faudrait employer pour détacher l'armature (voir tabl. n° 2).

Mais une combinaison spéciale permet, dans ce cas, de *diminuer* préalablement la *force attractive* de l'aimant permanent, de façon à provoquer le soulèvement de l'armature sous l'influence de courants d'une faiblesse extrême.

Fer doux mobile. — Chaque appareil est muni d'une petite *lame de fer doux* AB (fig. 72) dont une extrémité B est taillée en biseau, et qu'on peut faire mouvoir à la main, au moyen d'un bouton A situé à l'extrémité opposée.

Si on fait glisser cette lame sur la table, le long des pôles de l'aimant, à ses points de jonction avec les cylindres de fer doux des bobines, une partie du magnétisme sera absorbée par cette masse nouvelle de fer doux. « Une qualité très-importante du fer, dont la liaison avec l'électro-magnétisme n'a pas été observée jusqu'ici, est le pouvoir absorbant du magnétisme dans le fer. Cette absorption du magnétisme, ou, en d'autres termes, le pouvoir de rendre le magnétisme en partie latent, est très-remarquable dans différentes espèces de fer, et avec le même fer *la quantité absorbée est en raison directe de la masse*.

Si nous posons une pièce de fer sur un barreau aimanté, nous trouverons que l'aimant supportera un poids moindre qu'auparavant, et la différence sera exactement proportionnelle à la quantité absorbée par la pièce de fer posée sur l'aimant (Hughes. Extrait des *Annales télégraphiques* n° de septembre et octobre 1864) ». Ainsi donc, plus on enfonce le fer doux mobile sur les pôles de l'aimant, plus

on diminue la force attractive qui maintient l'armature au contact. On voit, en examinant le tableau n° 3, qu'en poussant peu à peu la lame de fer doux mobile sur les pôles, on diminue progressivement la différence qui sépare l'attraction de la répulsion, différence qui pourra, par suite, être détruite par un courant de plus en plus faible. Ainsi, quand la force répulsive est 3, par exemple, la force attractive est réduite à 4,5, à l'état de repos ; à 4,9 quand un courant de 40,4 circule dans les bobines ; la force répulsive étant égale à 5, devient prépondérante au moment de l'émission et l'armature est détachée. Si l'on donne aux ressorts une force de 40, c'est-à-dire, la tension *minimum* indispensable pour que l'armature remplisse convenablement sa fonction mécanique, le fer doux étant enfoncé de façon à absorber 9,1 parties de la force attractive, celle-ci se trouve, à l'état ordinaire, réduite à 40,9, et n'est plus que 9,9, quand le courant émis est égal à 4.

On voit donc, qu'en donnant aux ressorts antagonistes leur force *minimum nécessaire*, c'est-à-dire une tension de 40, il suffit ensuite d'absorber, au moyen de fer doux mobile, une quantité de magnétisme suffisante pour provoquer le soulèvement de l'armature avec un courant très-faible égal à 4.

Réglage au maximum de sensibilité. —

De ces explications, on peut déduire que, pour régler l'électro-aimant à son maximum de sensibilité, il faut : 1° Donner aux ressorts la tension nécessaire, pour qu'une fois soulevée, la palette fasse basculer promptement le levier d'échappement ; — 2° Ajouter à l'élevéant une quantité convenable de fer doux, pour rendre la force attractive seulement un peu supérieure à la force répulsive.

Ainsi réglé, l'électro-aimant fonctionne sous l'influence de courants très-faibles, qui avec les arrangements ordinaires adoptés dans les appareils télégraphiques, n'auraient aucune action sur l'armature.

Influence des variations de courant. —

Si le système se bornait aux dispositions que nous avons indiquées, il offrirait un grave inconvénient. Supposons-le, en effet, réglé à son maximum de sensibilité, comme nous venons de le voir. Si le courant, d'abord égal à 4, devenait plus fort, il annulerait une trop grande quantité de force attractive, et, le magnétisme, produit par le passage du fluide électrique, persistant encore un temps plus ou moins long après la cessation de l'émission, la palette, en revenant au contact, ne serait plus retenue sur les plaques polaires avec une attraction égale à celle qui la maintenait avant son soulèvement; elle ne pourrait donc rester au repos, la force répulsive étant alors prépondérante, et elle se souleverait de nouveau automatiquement, sans qu'un nouveau courant fût transmis. Il faudrait donc, pour que l'armature pût fonctionner régulièrement, quand le courant augmente, diminuer, à chaque augmentation de l'intensité, la tension des ressorts antagonistes, jusqu'à ce que la force répulsive devint un peu inférieure à l'énergie attractive de l'aimant, ainsi amoindrie. Or, comme le courant varie fréquemment sur les lignes, il serait nécessaire de modifier souvent la tension des ressorts, ce qui amènerait la palette à se soulever avec des forces d'impulsion variables, défaut nuisible au jeu régulier de l'appareil.

La combinaison suivante permet de remédier à ces difficultés, en laissant *constant* le réglage normal que nous avons déterminé plus haut pour le maximum de sensibilité

(p. 79), lors même que le courant varierait entre deux degrés très-éloignés, de 1 à 100 par exemple.

Dérivation du courant. — Aussitôt que la lèvre supérieure du chariot vient toucher le goujon soulevé (fig. 24 et 73), l'émission du courant commence à travers les bobines et sur la ligne. Dès que les bobines ont été traversées par une quantité de courant suffisante pour rompre l'équilibre des 2 forces qui régissent l'armature, celle-ci se soulève et bute contre le levier de détente L, qu'elle fait basculer, et contre lequel elle reste appuyée jusqu'après la fin de l'émission (fig. 74). A partir du moment où l'armature se soulève, le reste du courant, transmis par le passage de la lèvre mobile du chariot sur le goujon, cesse de traverser les bobines et se rend à la ligne par une voie directe. Dans ce but, le levier d'échappement L est relié métalliquement à la partie supérieure du chariot S, et le massif de l'armature M à la ligne (fig. 74). Au moment du soulèvement de la palette, le courant, arrivant du chariot S, se trouve en présence de 2 circuits, pour se rendre sur la ligne :

1° L'un, celui des bobines, dont la longueur offre une résistance égale à 120 kilomètres de fil de fer de 4 millimètres de diamètre ;

2° L'autre, formé par le contact du levier d'échappement L et de la palette M dont la résistance est insignifiante.

Or comme, quand le courant se bifurque, la quantité qui passe dans chacun des circuits est *inversement proportionnelle à sa longueur*, tout le courant passera directement sur la ligne à travers le *circuit très-court sans résistance*, et cessera de traverser les bobines, depuis le moment du soulèvement de l'armature jusqu'à la fin de l'émission,

c'est-à-dire tant que l'armature restera soulevée contre le levier de détente. Il n'entre ainsi toujours dans les bobines que la quantité de courant indispensable pour faire détacher la palette, le surplus du courant n'ayant ensuite aucune influence sur l'électro-aimant. Si donc le courant se compose de 20 parties et qu'une partie suffise pour annuler l'excès d'attraction qui maintient la palette au repos, les 19 parties du courant restant s'en iront directement du chariot à la ligne.

La quantité de courant qui traverse les bobines étant *constante*, c'est toujours la même quantité d'attraction magnétique qui est annulée, par conséquent la répulsion, c'est-à-dire le réglage des ressorts antagonistes ne doit point varier.

Avantages de la dérivation. Ce système de *dérivation automatique* du courant, causé par le mouvement ascensionnel de l'armature, présente des avantages particuliers :

1° Au moment où s'établit le circuit de dérivation, le courant n'ayant plus à vaincre, pour se rendre sur la ligne, qu'une résistance diminuée de toute la longueur du fil des bobines de l'appareil de départ, agit plus rapidement sur l'électro-aimant du poste d'arrivée dont il fait soulever plus tôt la palette.

2° Quand les armatures des deux appareils sont en mouvement, le reste du courant d'émission se rend directement à la terre aux deux extrémités du fil, ce qui permet à la ligne de se décharger plus facilement par la suppression des bobines des deux appareils, dont la résistance *totale* est égale à 240 kilom.

3° Le courant, à chaque émission du chariot, ne circulant

qu'un instant très-court autour des noyaux de fer doux, et les bobines ne recevant plus aucun courant depuis le moment où l'armature se détache des pôles, il se passe, entre cet instant et celui où la palette est ramenée au repos par un moyen mécanique que nous indiquerons plus loin, un temps assez long pour que les fers doux perdent complètement la polarisation magnétique provoquée par le passage du courant (magnétisme rémanent) et reviennent à leur état naturel, laissant revivre l'énergie totale primitive de l'aimant fixe. En conséquence, quand l'armature revient de nouveau s'appuyer contre les plaques polaires, celles-ci ne subissent plus que l'influence normale de l'aimant permanent et retiennent la palette avec une énergie égale à celle qu'elles possédaient avant l'émission du courant. Si, par exemple, l'attraction magnétique était de 40,9 avant l'émission, et 9,9 au moment du soulèvement, elle sera redevenue égale à 40,9 au moment où l'armature viendra de nouveau se placer au repos. Comme la force attractive reste constante, la force répulsive, étant primitivement réglée à 40, n'aura pas besoin d'être modifiée.

Effets du magnétisme rémanent, si la dérivation n'existait pas. — Il n'en serait pas de même si, pendant le mouvement de l'armature, le courant, transmis par la lèvre mobile du chariot, continuait de traverser les bobines pour se rendre à la ligne.

En effet, la durée du contact entre le chariot et le goujon se termine seulement au moment où la palette revient au repos. Or le magnétisme développé par le courant, subsistant encore un moment après la cessation de l'émission, ce magnétisme continuerait d'annuler une portion de l'attraction de l'aimant permanent, quand la palette viendrait

se reposer sur les plaques polaires. La force attractive, à ce moment, serait donc inférieure à celle qui retenait l'armature avant l'émission, et celle-ci, au lieu de rester sur les pôles, céderait de nouveau sans émission de courant, à la traction prépondérante des ressorts antagonistes; il serait donc, dans ce cas, nécessaire, pour rétablir la prépondérance de l'énergie attractive, d'affaiblir convenablement la tension des ressorts et, par conséquent, de diminuer la sensibilité de l'armature. D'ailleurs, le magnétisme rémanent augmentant proportionnellement à l'intensité des courants, chaque variation de courant amènerait un changement correspondant dans la tension des ressorts. De plus, l'énergie magnétique de l'aimant fixe étant contrariée à des intervalles très-courts et pendant un temps assez long, cet aimant finirait par s'affaiblir outre mesure et même par perdre complètement son aimantation.

On voit par là combien est importante la dérivation produite par l'armature en se soulevant; grâce à elle, le réglage reste constant, malgré des variations de courants considérables. On peut s'en assurer, en examinant le jeu des électro-aimants de deux appareils installés en ligne. Ces deux organes étant placés en même temps dans le circuit, le courant qui traverse celui de départ est toujours, en raison de sa proximité de la pile, beaucoup plus intense que celui qui influence l'électro-aimant d'arrivée, placé à l'extrémité d'un long conducteur, à travers lequel le fluide électrique va graduellement en se perdant aux divers points de suspension du fil (voir fig. 70, 74). S'il est 9 au départ, il n'est plus, en général, que le $\frac{1}{3}$, soit 3, et souvent plus faible au poste d'arrivée. Néanmoins on voit qu'un appareil, réglé pour la transmission, l'est aussi pour la réception,

c'est-à-dire pour deux courants d'intensité très-inégale.

Induction. — Ce système électro-magnétique, malgré les avantages que nous venons d'énumérer, exige encore une disposition spéciale pour détruire les effets des courants instantanés connus sous le nom de *courants d'induction*, qui, sur des lignes de peu d'étendue, troubleraient le fonctionnement régulier de l'appareil et pourraient même rendre toute transmission impossible.

Pour faciliter l'explication des perturbations provoquées par les courants induits sur l'organe qui nous occupe, nous placerons ici quelques développements concernant les actions réciproques que les courants et les aimants exercent les uns sur les autres.

Action des courants sur les courants. — En disposant des fils, traversés par des courants, de façon à les rendre très-mobiles, on reconnaît qu'ils sont soumis aux lois suivantes :

1° Deux courants parallèles suffisamment rapprochés AB et CD s'attirent quand ils sont dans le même sens (fig. 75) et se repoussent quand ils vont en sens inverse (fig. 76).

2° Deux courants situés obliquement l'un par rapport à l'autre s'attirent (fig. 77), s'ils se dirigent tous deux vers le sommet D de l'angle qu'ils forment ou s'en éloignent, et se repoussent si l'un va du côté du sommet tandis que l'autre s'en éloigne (fig. 78).

3° Un courant, circulant sur un *fil contourné* AB, agit sur un courant rectiligne CD, comme un courant rectiligne qui réunirait ses deux extrémités (voir fig. 79, 80, 84, 82).

4° Un courant qui marche dans un sens déterminé, qu'il soit contourné ou rectiligne, agit toujours avec une influence égale et contraire à celle d'un courant qui circule en sens inverse. Soit un conducteur fixe BACD (fig. 83) composé de deux sections AB et CD parallèles. Le courant circule dans ces deux branches en sens inverse. L'action exercée par CD sur un conducteur quelconque placé à sa portée, contrebalancera

exactement l'action inverse de AB, bien que ce dernier soit plus court.

Les règles précédentes permettent de déterminer la position que tendra à prendre un courant mobile placé sous l'action d'un courant fixe.

Soient un courant fixe xyz , de très-grande longueur, circulant de z en x (fig. 84), et un courant très-court ab , rectiligne, mobile autour de b et circulant de b en a . La portion xy attirera ab (ces deux courants allant dans le même sens) et le forcera à se rapprocher de plus en plus du courant fixe. Admettons que, par suite de cette évolution, ab finisse par prendre la position ba' . A ce point la portion xy repoussera $b'a$ vers z (2^e loi, fig. 78); en même temps yz attirera ba' vers z . Ces deux forces combinées tendront à faire continuer à $a'b$ son mouvement de rotation autour de b et il finira par prendre la position ba'' , etc.

Un courant mobile, *rectangulaire ou circulaire* prend aussi une direction déterminée sur l'action d'un courant rectiligne indéfini.

Soit un courant très-long ou indéfini xy (fig. 85) placé obliquement sous un courant quadrangulaire $abed$, mobile autour de deux points kk' ; ab sera attiré en avant, suivant la flèche h , par xx' , bc attiré du même côté par $x'x''$; cd attiré en arrière suivant h' par $x''y'$, de attiré dans le même sens par $y'y$.

Le courant tout entier pivotera donc de manière à venir placer bd parallèlement à xy (fig. 85 bis).

Si le courant $abcd$ était circulaire, il agirait de la même façon, c'est-à-dire, pivoterait sur lui-même jusqu'à ce qu'il fût dans un plan parallèle au courant indéfini, les deux portions de courant voisines circulant alors dans le même sens (fig. 86). Si le sens du courant indéfini venait à changer, le courant circulaire pivoterait en sens inverse, jusqu'à ce que, à sa partie inférieure, le fluide marchât dans le même sens que le courant indéfini (fig. 87).

On peut déduire de ces faits la règle générale suivante :
L'axe A d'un courant circulaire mobile, c'est-à-dire, la ligne

qui traverse son centre perpendiculairement à son plan, se place toujours dans une direction perpendiculaire au contour fixe.

Action des aimants sur les courants. — Un courant mobile rectangulaire prend toujours automatiquement par rapport aux pôles de la terre (considérée comme un aimant), une direction fixe, dans laquelle son plan devient perpendiculaire à la direction de l'aiguille aimantée, son axe étant alors parallèle à cette direction, et le courant circulant de l'est à l'ouest dans la branche regardant le sol (voir fig. 87).

Un aimant droit, couché dans la direction de l'aiguille aimantée produit le même phénomène sur un courant mobile.

Les aimants et la terre agissent donc sur un courant mobile *abcd* de la même façon qu'un courant fixe *yx* qui circulerait de l'est à l'ouest soit autour du barreau aimanté, soit autour du globe (fig. 87).

Assimilation des aimants aux solénoïdes. Ces effets sont plus intenses, si au lieu d'un seul courant circulaire ou rectangulaire, on en réunit un certain nombre, disposition qu'on peut réaliser dans la pratique, en enroulant en hélice, à spires très-serrées, un fil de cuivre recouvert de soie. On forme ainsi ce que l'on appelle un *solénoïde* (fig. 88) (1).

Quand on rend cet appareil mobile, il se dirige toujours, pendant que le fluide électrique y circule comme un aimant librement suspendu, une extrémité vers le nord, l'autre vers le sud de la terre. Les solénoïdes ont donc, comme les aimants, un pôle sud et un pôle nord. Quand ils sont orientés, c'est-à-dire quand ils ont la direction sud-nord de l'aiguille aimantée, tous les cercles, à leur partie inférieure, sont parcourus par le courant de l'est à l'ouest.

Dans les solénoïdes, comme dans les aimants, les pôles de même nom se repoussent et ceux de nom contraire s'attirent; les courants qui traversent les cercles extrêmes étant, dans le premier cas, de sens inverse, et dans le deuxième cas de même sens (fig. 89-90 et 76-77).

Un solénoïde mobile, présenté à un courant rectiligne, se

(1) Du grec *solen* tuyau et *oidos*, forme.

dirigeant de l'est à l'ouest, se comporte comme un courant circulaire, et se place de façon à ce que dans tous les cercles (fig. 87), à la partie inférieure le courant aille de l'est à l'ouest, c'est-à-dire dans le même sens que le courant rectiligne, son axe, c'est-à-dire la ligne qui passe par le centre de tous les cercles, étant alors perpendiculaire au courant rectiligne.

Les solénoïdes exercent sur les aimants les mêmes actions qu'entre eux, et, réciproquement, les pôles d'un solénoïde orienté attirent les pôles de nom contraire d'un aimant et repoussent ceux de même nom.

Un aimant peut donc être considéré comme un solénoïde dans lequel les cercles seraient parcourus inférieurement par un courant électrique de l'est à l'ouest, quand il aurait la direction nord-sud de la terre.

De cette analogie, on conclut que *l'aimantation* du fer est due à une série de petits courants électriques circulant autour des corps magnétiques dans un sens déterminé, comme le courant qui traverse un solénoïde. Dans le fer à l'état ordinaire, ces divers courants qui existent en permanence, circulent dans toutes les directions et par conséquent s'annulent réciproquement ; le fer est alors à l'état naturel ou neutre. Le fer s'aimante, quand pour une cause quelconque (aimant ou fluide électrique) tous ces petits courants circulent dans le même sens ou sont *orientés*.

C'est l'effet que produit sur un barreau de fer doux le rapprochement d'un aimant (fig. 45) ou le passage du courant dans la bobine d'un électro-aimant (fig. 46).

Ces considérations vont nous fournir une explication satisfaisante des phénomènes d'induction qui se produisent à l'appareil Hughes.

En général, *l'induction électrique est la production de courants d'une durée très-courte, naissant dans les fils conducteurs placés sous l'influence des courants électriques ou d'un aimant.*

Exemples de production de courants induits. — Soit

un circuit fermé ABCD (fig. 91), disposé dans le voisinage d'une portion de conducteur xy traversé en permanence par un courant de pile, dans le sens de la flèche f . — 4° Si on rapproche brusquement xy de ABCD, on remarque, au moyen du galvanomètre B, la production, dans le circuit ABCD, d'un courant instantané circulant dans le sens de la flèche f' , par conséquent de sens *inverse* à celui de xy . — 2° Quand on éloigne xy de ABCD, un nouveau courant, d'une durée très-courte, circule dans ABCD, suivant la flèche f'' , par conséquent dans le même sens que xy , comme l'indique la déviation de l'aiguille du galvanomètre. Les deux courants instantanés de sens inverse, observés sur ABCD, pendant ces expériences, sont des *courants induits* ou d'*induction*.

Si, dans ces deux expériences, on remplace le courant électrique xy par un aimant polarisé de façon que les courants, que nous avons supposés circuler autour de tout corps magnétique, à la manière des solénoïdes auxquels on les assimile (voir pag. 88), marchent dans le sens xy , les mêmes phénomènes se reproduiront.

Soit un circuit fermé $abcd$ (fig. 92), et un aimant dont le pôle sud sera en S et le pôle nord en N. Son aimantation peut être considérée comme produite par des courants électriques circulant autour de lui, dans le sens de la flèche f , comme un solénoïde en activité (voir pag. 88) qui aurait ses pôles disposés de la même manière en N et en S (fig. 88). Si l'on approche brusquement cet aimant de $abcd$, un courant induit, inverse de celui du solénoïde, circule dans $abcd$, par conséquent dans le sens de la flèche f . Si l'on relève l'aimant avec rapidité, un deuxième courant induit, inverse du premier, par conséquent

de même sens que celui du circuit hélicoïdal, qui est supposé envelopper l'aimant NS, se manifeste en *abcd* (flèche f'').

Application de ces exemples à l'explication des courants induits du système Hughes. — Le système électro-magnétique de l'appareil Hughes est placé dans des conditions analogues à celles de l'expérience précédente. En effet, nous avons en présence : 1° un circuit fermé au moment de l'émission du courant, celui des bobines, dont une extrémité a été mise en relation avec la terre du poste de départ à travers le chariot et la pile, et l'autre avec la terre, au poste d'arrivée, à travers la ligne, l'électro-aimant et le chariot correspondants (fig. 70) ; 2° une palette en fer doux aimantée par le magnétisme de l'aimant permanent.

A l'état ordinaire, le magnétisme des fers doux est produit par l'influence de l'aimant fixe. Soit *ab* cet aimant, ayant un pôle nord en N ; l'extrémité supérieure du fer doux, ayant au repos un pôle nord en *n* (fig. 93), sera orientée comme si, dans le fil qui l'entoure, circulait en permanence un courant électrique, dans le sens de la flèche *f*. L'armature (1) restant en contact avec le fer doux *n* a ses deux pôles placés inversement à ceux des cylindres de fer doux, par conséquent, un pôle sud en *s'* et un pôle nord en *n'*, comme si autour d'elle circulait un courant électrique allant dans le sens de la flèche f'' (même sens que *f* des noyaux de fer doux des bobines).

(1) Pour simplifier, nous supposerons l'aimant en fer à cheval remplacé par un aimant droit muni à sa partie supérieure d'un seul cylindre de fer doux entouré d'une bobine de fil, et l'armature représentée par un barreau de fer doux également droit superposé au cylindre de la bobine.

4^{er} courant induit ou d'éloignement. — Aussitôt que, cédant à l'action des ressorts antagonistes, l'armature s'éloigne des pôles de l'aimant (fig. 94), un courant d'induction de même sens que celui que nous supposons tourner autour de la palette, par conséquent de sens inverse à celui de la pile (flèche f'), circule dans le fil de la bobine, suivant la flèche f , et va se perdre dans la terre (voir fig. 70). Ce 4^{er} courant induit (fig. 94), circulant dans la pile, en sens inverse du courant d'émission, a pour effet : 1^o d'amoindrir, pendant un temps très-court, l'intensité de ce courant, et, par suite, de retarder son effet sur l'électro-aimant de l'appareil correspondant ; 2^o de produire sur le fer doux une aimantation de même sens que celle que lui communique l'aimant permanent ; cette aimantation supplémentaire s'ajoute à la première et augmente l'attraction qui s'exerce sur la palette.

Ces divers effets, qui tendraient à nuire au jeu de l'appareil, sont complètement annulés : 1^o parce que, au moment où ce courant induit tend à affaiblir le courant d'émission, c'est-à-dire au moment où la palette se soulève, le circuit de dérivation entre la palette et le levier d'échappement s'établit, et le courant augmente considérablement d'intensité par la suppression du passage à travers les bobines (120 kilomètres de résistance en moins) ; 2^o l'augmentation d'attraction de l'aimant, due au 4^{er} courant induit, n'influe en rien sur l'armature, celle-ci se trouvant alors trop loin des pôles, où elle ne peut être ramenée que par une force *mécanique*. La palette reste donc soulevée, laissant se produire régulièrement dans le mécanisme les diverses fonctions solidaires de son soulèvement.

Comme on le voit, ce premier courant induit est négligeable (1).

2° *Courant induit ou de rapprochement.* — Mais quand la palette est ramenée au contact des pôles par un moyen mécanique que nous indiquerons plus loin, elle produit, par ce mouvement de retour de haut en bas, un deuxième courant d'induction, qui circule dans le fil des bobines en sens inverse du premier. Ce 2° courant, que nous indiquons par une flèche f'' (fig. 93), parcourt le fil dans le même sens qu'un courant de pile (courant positif entrant par le bas de la bobine ou courant négatif entrant par le haut) qui serait transmis à travers les bobines par le goujon et la lèvre mobile du chariot (fig. 94, flèche f'). Il a donc pour effet comme un courant de pile, de produire, à l'extrémité des cylindres de fer doux, un magnétisme de nom contraire à celui que lui communique l'aimant permanent, et, par suite, de provoquer irrégulièrement le soulèvement de la palette. Chaque retour de la palette contre les pôles déterminant la production dans les bobines d'un courant d'induction semblable, on voit que celle-ci, une fois détachée par l'influence d'une première émission du courant de la pile, se soulèverait subséquemment d'une manière indéfinie par l'effet seul du 2° courant induit.

Ce courant est peu sensible sur les longs conducteurs qui offrent à son passage une très-grande résistance (2), et on peut combattre son influence sur l'ar-

(1) Nous verrons, en étudiant la marche des courants, que ce premier courant induit n'est pas toujours absolument négligeable, et comment on peut annuler complètement ses effets.

(2) L'intensité du courant induit est en raison inverse de la résistance totale du circuit.

mature en rendant moins sensible l'électro-aimant, c'est-à-dire en augmentant la différence qui sépare la force attractive de la force répulsive et utilisant par suite une pile plus forte ; mais sur de courts circuits ses effets se traduisent par un déclenchement continu de la palette et rendraient toute transmission impossible, si on ne trouvait un moyen de les annuler complètement.

Moyen de combattre le courant induit de rapprochement. — Voici par quel moyen M. Hughes a supprimé, d'une manière absolue, ce grave inconvénient.

Primitivement, pendant toute la durée de l'émission, le circuit, dans les bobines, était constamment fermé, d'un côté par le pivot supérieur du chariot, la lèvre supérieure, le goujon soulevé, la pile et la terre au poste de départ ; de l'autre, par la ligne, les bobines, le chariot et la terre, au poste d'arrivée (fig. 70).

M. Hughes a introduit sur le circuit, entre la partie supérieure du chariot S et la bobine antérieure *a*, un *interrupteur automatique* (fig. 96). Dans ce but, une des cames *c* de l'axe d'impression, qui ne se meut qu'après le soulèvement de l'armature, reste, à l'état de repos, appuyée contre l'extrémité libre d'un ressort *r* qui communique avec la bobine antérieure. Un instant après le soulèvement de la palette (fig. 97), l'axe porteur de la came *c* se met en mouvement et la came abandonne l'extrémité libre du ressort *r*, laquelle reste *isolée* pendant tout le reste de la durée d'une révolution de l'axe imprimeur. La communication se rétablit entre la came et son ressort, seulement lorsque l'axe imprimeur reprend sa position de repos, c'est-à-dire un moment après que l'armature a repris sa situation sur les pôles, par conséquent après

qu'elle a cessé de se mouvoir. Donc pendant toute la durée du mouvement de retour de la palette, mouvement qui produirait le 2^e courant induit, le circuit des bobines reste ouvert entre le ressort interrupteur *r* et la came *c*. Or, les courants induits ne pouvant se manifester que dans un circuit fermé, le mouvement de retour de la palette s'effectue sans diminuer l'attraction de l'aimant permanent, laquelle est ainsi, au moment où l'armature rencontre de nouveau les noyaux des fers doux, d'une intensité égale à celle qui précédait son soulèvement, c'est-à-dire (le réglage étant normal), un peu supérieure à la tension des ressorts, et l'armature reste au repos, jusqu'à ce qu'un autre courant de pile puisse, par l'abaissement d'une nouvelle touche, la faire régulièrement soulever (1).

(1) Voir plus loin la MARCHÉ DES COURANTS.

CHAPITRE VI.

ÉCHAPPEMENT.

Description des diverses pièces de l'échappement : — Levier d'échappement ou de détente (*ressort du levier d'échappement*) ; — Axe du volant (*volant, — roue de rochet*) ; — Axe imprimeur (*plaque d'échappement, — cliquet, — plan incliné, — colimaçon*). — Disposition des diverses pièces de l'échappement au repos de l'armature. — Jeu des diverses pièces de l'échappement, chaque fois que l'armature se soulève : (*Embrayage des axes d'impression et du volant ; — retour de l'armature au contact des pôles de l'aimant ; — débrayage ; — utilité du ressort du levier d'échappement*).

Nous avons vu (ch. V) que le courant a pour unique effet de provoquer le soulèvement de l'armature. Les diverses fonctions accomplies ensuite dans l'appareil, à la suite de ce soulèvement, et dont le but est l'impression d'une lettre, sont des fonctions *mécaniques*, réservées à un certain nombre de pièces, mises en mouvement par l'influence du poids qui entraîne tout le mécanisme d'horlogerie.

Description des diverses pièces de l'échappement. — Une fois détachée du contact des pôles, la palette s'éloigne rapidement, grâce à la poussée que lui communiquent deux ressorts antagonistes, et vient frapper avec une certaine force le bras antérieur d'un levier qui repose au-dessus d'elle (fig. 98).

Levier d'échappement ou de détente. —

Ce levier se nomme *levier de détente* ou d'*échappement*. Il sert d'intermédiaire entre l'électro-aimant et le mécanisme imprimeur. Il pivote sur un axe ABA' (fig. 99 *bis*), qui s'emboîte, comme les autres axes du mouvement d'horlogerie auxquels il est parallèle, entre les deux platines qui supportent tout l'appareil. Il se compose de deux bras égaux CB , $C'B$ (fig. 99), faisant entre eux un angle très-ouvert. Le bras antérieur CB occupe, au repos, une position horizontale et, par conséquent, parallèle au plan de l'armature P ; il se termine à sa partie libre, à gauche, par une vis verticale V , retenue dans une position invariable par un contre-écrou E . Cette vis V qui doit servir de *butoir* à la palette est réglée de façon à avoir son pied p à une certaine distance (4^{mm} au moins) de l'armature, quand celle-ci est encore au contact des pôles de l'aimant. Cet intervalle, ménagé entre la vis butoir du levier de détente et la palette, est rendu nécessaire pour deux motifs, l'un *mécanique*, l'autre *électrique* : 1° l'armature doit, avant de venir frapper contre la vis du levier d'échappement, avoir parcouru un espace suffisant pour posséder, au moment du contact, une assez grande vitesse, et, par conséquent, la force nécessaire pour vaincre la résistance que lui oppose le levier et le faire basculer sans hésitation; 2° avant que le courant ait produit son effet, c'est-à-dire déterminé l'éloignement de l'armature, aucun point de contact métallique ne doit exister entre celle-ci et le levier de détente, puisque, le levier faisant partie du massif de l'appareil, ce contact déterminerait la formation d'un circuit de dérivation sans résistance, par lequel s'écoulerait tout le courant transmis ou reçu, sans traverser les bobines, et la palette ne pourrait se soulever.

Le bras postérieur BC' du levier d'échappement se termine à sa partie libre, à droite, par des entailles d'une forme particulière. Il présente 1° à la surface supérieure, une saillie ou épaulement vertical *e*; 2° une surface courbe *nm'*, partant du pied de l'épaulement et se dirigeant de haut en bas, en allant de gauche à droite; 3° une 2^e surface courbe *n'm*, qui, rencontrant la 1^{re} en *n'*, suivant un angle aigu, court de la droite *n'* vers la gauche *m*, où elle est coupée par une forte échancrure verticale. Ces 3 parties portent les noms d'*épaulement*, *courbe supérieure* et *courbe inférieure* du levier d'échappement. Nous verrons tout à l'heure l'utilité de ces diverses dispositions.

Ressort du levier de détente. — Un ressort d'acier plat R (fig. 400), fixé au moyen de deux vis *vv'*, sur la pièce coudée P dans laquelle s'emboîte le pivot supérieur de l'axe du chariot (voir fig. 6 bis, pl. VI), presse, par son extrémité libre *e*, sur une goupille verticale *g*, engagée à frottement doux dans le trou d'un appendice horizontal *p'*, soudé à l'axe B, du même côté que le bras antérieur CB du levier d'échappement. Ce ressort agit donc de haut en bas, suivant le sens de la flèche *f*, sur le bras antérieur BC de la détente qu'il force ainsi à s'abaisser sur l'armature, quand aucune cause ne vient s'opposer à cette chute. Nous expliquerons plus bas (voir page 402), par quel moyen le bras antérieur du levier reste suspendu comme il convient au-dessus de l'armature au repos, malgré la pression du ressort R (fig. 99).

Immédiatement au-dessous de la courbe inférieure *n'm* du levier de détente se rencontrent 2 axes solidaires l'un de l'autre; ces deux organes, disposés perpendiculairement au levier, et parallèlement à son pivot ABA', sont :

1° L'axe du volant ; 2° L'axe d'impression ou axe imprimeur appelé aussi *arbre des cames*.

Axe du volant. — L'axe du volant AB (fig. 401), entraîné par l'intermédiaire d'un *pignon* *p* (1), qui engrène avec une roue dentée R, fixée à l'axe porteur de la roue des types, tourne d'un mouvement *continu*. — L'axe imprimeur, au contraire, dont la rotation détermine l'impression de la lettre, doit tourner seulement chaque fois qu'un courant est transmis ou reçu. Il reste au repos, tant que la palette est maintenue au contact des pôles de l'aimant, et n'est entraîné qu'après le soulèvement de l'armature.

Le mouvement de l'axe du volant est donc *continu*, tandis que celui de l'arbre imprimeur est *intermittent*.

Nous examinerons ultérieurement comment l'axe du volant peut, lorsqu'il est nécessaire, saisir l'axe imprimeur et lui faire accomplir une révolution entière, et comment, après cette révolution, l'axe imprimeur peut abandonner l'axe du volant, pour reprendre sa position d'inertie.

L'extrémité A de l'axe du volant pivote dans un support retenu en dehors de l'appareil, à la platine postérieure, par deux vis VV' ; antérieurement, cet axe est soutenu par une pièce coudée KK qui s'appuie contre la même platine à l'aide d'une vis V. Le nombre de dents du pignon *p*, qui relie cet axe à la roue R, est calculé de façon à le faire tourner 7 fois plus vite que l'arbre de la roue des types, et par conséquent aussi 7 fois plus vite que le chariot (voir pag. 28). L'axe AB, étant le dernier mobile du

(1) On appelle *pignon* une roue dentée plus petite que celle avec laquelle elle engrène.

mécanisme d'horlogerie, est celui dont la rotation est la plus rapide; aussi est-ce sur lui qu'est fixé le volant.

Volant. — Cet organe consiste en une roue massive, d'un assez grand diamètre, fortement renflée à son périmètre PP. Il n'est pas soudé à l'axe, mais maintenu sur lui au moyen d'une assez forte pression, pour qu'à l'état habituel il soit régulièrement entraîné. Dans ce but, le volant est constitué par un disque PDDP (fig. 404, coupe horizontale) engagé librement sur une assiette métallique *abcd* soudée à l'axe, contre laquelle il est comprimé à l'aide d'un ressort bombé circulaire *rr*, percé de 3 trous, donnant passage à trois vis; ces 3 vis *v*, pénétrant dans l'assiette *abcd*, peuvent être plus ou moins enfoncées et, par suite, déterminer une pression plus ou moins énergique du ressort *rr* contre le volant DD, et de celui-ci contre le renflement *cd*. Cette pression doit toujours être suffisante pour que le volant ne se déplace point par rapport à son axe en mouvement, mais cependant ne doit point dépasser une certaine limite, facile à déterminer dans la pratique (voir PARTIE PRATIQUE). En voici le motif : nous avons expliqué (pages 7 et 8) le rôle des volants dans la régularisation du mouvement des machines et, en particulier, dans l'appareil Hughes. Nous croyons inutile d'y revenir ici. Ajoutons seulement qu'en vertu de la masse relativement considérable de cet organe et de sa grande vitesse de rotation, l'axe qui le supporte ou quelque pièce délicate du mécanisme pourrait être rompue, si le volant faisait corps avec son axe, dans le cas où une cause accidentelle viendrait arrêter brusquement le mouvement d'horlogerie. En effet, le mouvement existant ou la vitesse acquise au moment du choc et de l'arrêt subit

de l'appareil est une force dont l'action est inévitable ; si elle ne peut contraindre les rouages à tourner, elle s'épuise sur la pièce la plus faible d'un des organes qu'elle peut tordre ou briser. Cet effet se produirait souvent, si l'on ne réservait à la *force acquise* un autre moyen moins nuisible de s'user. Ce moyen est fourni par la disposition même du volant sur son axe. Au moment d'un choc suivi d'arrêt brusque, toute la vitesse acquise se reporte sur le volant, et le force à tourner (les autres organes restant au repos), pendant un temps plus ou moins long, autour de son axe, jusqu'à ce que le mouvement soit complètement épuisé. On voit que la force appliquée au volant est alors supérieure à celle qui le retient ordinairement lié à son axe, et qu'il peut tourner jusqu'à ce que la *force acquise* soit devenue égale à la pression du ressort qui le comprime. C'est à ce moment qu'il reprend sa position d'inertie.

Roue de rochet d'échappement. — L'axe du volant se termine antérieurement par une roue de rochet (1) R_1 , solidement implantée sur lui, désignée sous le nom de *roue de rochet d'échappement*. Cette roue est donc animée d'un mouvement continu, comme son axe ; sa rotation s'opère dans le sens de la direction des pointes de ses dents, comme l'indique la fig. 404 *bis*. Du centre de cette roue, l'axe se prolonge antérieurement en un appendice cylindrique kk' , qui pénètre à frottement doux dans la partie postérieure de l'axe imprimeur, où est pratiqué, à cet effet, un évidement convenable uu' . A l'état ordinaire, quand l'axe du volant est seul entraîné par le mécanisme

(1) On nomme *roue de rochet* une roue à dents aiguës, disposées comme celles d'une scie.

d'horlogerie, son extrémité kk' tourne librement dans la partie creuse de l'axe d'impression, sans déranger l'état d'inertie de cet axe.

Axe imprimeur. — L'axe imprimeur BB' (fig. 402) est situé en avant de l'appareil sur le prolongement exact de l'axe du volant. Il repose postérieurement sur l'appendice cylindrique kk' dont il vient d'être question (fig. 401); antérieurement, en N , il passe sous la platine de l'appareil, où il est retenu à frottement doux, par un coussinet ll' (fig. 402 bis), maintenu par deux vis vv . De là il se prolonge en NB' , en dehors du bâti de l'instrument, et l'extrémité libre B' de ce prolongement pivote sur un support coudé S , attaché au massif par une vis V .

La partie antérieure NB' supporte 4 appendices ou *cumes* dont nous étudierons plus loin la forme et les diverses fonctions.

Plaque d'échappement. — La partie postérieure B , celle qui repose sur l'extrémité kk' de l'axe du volant et avoisine la roue de rochet R^1 dont il a été question précédemment, s'épanouit en une plaque PP' dont le plan est perpendiculaire à l'axe. Cette plaque, invariablement unie à l'arbre d'impression, se nomme *plaque d'échappement*. Elle sert d'intermédiaire ou de trait d'union entre les deux axes qui nous occupent.

Elle a la forme indiquée fig. 403, qui la représente dans la situation de repos de l'axe imprimeur. Sa partie supérieure P , penchée à gauche de la verticale xx passant par le centre de rotation B de l'axe, porte antérieurement un appendice horizontal ou *taguet* t , qui s'appuie, quand l'armature est au repos, contre l'épaule e du levier de détente.

Cliquet d'échappement. — Derrière ce taquet, la plaque d'échappement sert de support à un cliquet cc' (fig. 403 *bis* et *ter*), mobile sur un pivot p calé dans la substance de la plaque. Ce cliquet, qu'on nomme *cliquet d'échappement*, est taillé, à sa partie libre inférieure c' , en une série de dents, exactement de même forme et de même grosseur que celles de la roue de rochet d'échappement R_1 qui tourne continuellement au-dessous de lui, à une petite distance et dans le même plan vertical. Seulement, tandis que les pointes de dents du rochet, considéré à sa partie supérieure, sont tournées vers la gauche, celles du cliquet sont dirigées vers la droite. Ce cliquet est constamment sollicité à se diriger vers le centre de rotation B de l'axe imprimeur, suivant la flèche f , par la pression d'un ressort courbe d'acier r , retenu en P' à la partie inférieure de la plaque d'échappement. Quand rien ne s'oppose à l'action de ce ressort, le cliquet descend, en se déplaçant autour de son pivot p , et vient s'emboîter dans les dents de la roue de rochet R_1 qui l'entraîne alors, et, avec lui, toute la plaque d'échappement, ainsi que l'axe imprimeur, dans son mouvement de rotation.

Le cliquet est muni, en arrière de ses dents, d'un doigt horizontal D (fig. 403 *ter*). Si, avec la main, on soulève cet appendice, dans le sens de la flèche f' (fig. 403 *bis*), on éloigne le cliquet des dents du rochet, et toute liaison cesse instantanément entre l'axe imprimeur et celui du volant. Si on laisse brusquement retomber le cliquet, il vient, suivant la flèche f , se cramponner de nouveau sur les dents du rochet, et la liaison entre les deux axes se trouve effectuée (fig. 409). On peut donc, en laissant le cliquet cc' céder à la pression de son ressort r , réunir ou, en termes

techniques, *embrayer* l'axe imprimeur avec l'axe du volant et faire tourner ensemble ces 2 mobiles, et, en soulevant le cliquet hors de la portée des dents du rochet, *désunir* ou *débrayer* les deux axes.

Plan incliné d'échappement. — Les mouvements successifs d'*élévation* et de *chute* du cliquet, s'opèrent *automatiquement* par l'intermédiaire d'un *plan incliné*, nommé *plan incliné d'échappement*. Cette pièce présente 2 faces xy , yz inclinées en forme de toit, disposées sur le plan de rotation du doigt D du cliquet (fig. 404). Elle est retenue dans une position fixe, au moyen de 2 vis vv , sur le pont KK qui sert de support à la partie antérieure de l'axe du volant (voir fig. 404). Quand l'axe imprimeur tourne, l'appendice D du cliquet cc' peut *descendre* le long de la surface yx du plan incliné et *monter* le long de zy (fig. 404). Quand il glisse librement le long de yx , il finit par rencontrer les dents du rochet R₁ qui l'entraîne alors avec lui dans une révolution complète. Lorsque, en terminant sa révolution, il grimpe le long de la surface de droite zy , il force le cliquet d'abandonner les dents du rochet et fait cesser toute liaison avec l'axe du volant.

Colimaçon. — En avant de la plaque d'échappement PP', au-dessous de la courbe inférieure $n'm$ du levier de détente (fig. 403), est disposée, autour de l'axe imprimeur B, une came en forme de renflement demi-circulaire, un peu *excentrique*, (1) désignée sous le nom de *colimaçon*. Cette came ghg' a pour fonction, à un moment déterminé de la rotation de l'axe imprimeur, de *provoquer le retour de*

(1) On dit qu'une pièce est *excentrique* quand son mouvement s'opère autour d'un point placé *en dehors de son centre géométrique*.

l'armature au contact des pôles de l'aimant. Quand on considère l'axe au repos, on voit la pointe supérieure g du colimaçon un peu en arrière de l'échancrure m qui termine la courbe inférieure du levier de détente, disposition qui doit permettre à ce levier de s'abaisser sans obstacle, au moment opportun, jusqu'à l'axe imprimeur B. La came, après avoir enveloppé une partie de l'axe, se termine inférieurement en g' , un peu à droite de la verticale xx qui passe par le centre de rotation B. Les points g et g' sont les plus rapprochés, et le point h le plus éloigné de l'axe B.

Disposition des diverses pièces de l'échappement au repos de l'armature. — Lorsqu'aucun courant n'est transmis ou reçu, c'est-à-dire quand l'armature reste au contact des pôles de l'aimant, les différentes pièces que nous venons de décrire occupent les positions suivantes.

Le bras antérieur du levier d'échappement CB (fig. 99), tendrait à céder à la pression de son ressort R (fig. 400), pour s'abaisser sur l'armature P, mais il est retenu, dans cette tendance, par le *taquet* t de la plaque d'échappement (fig. 403 et 406) qui, s'appuyant alors contre l'épaulement e du bras postérieur, presse de haut en bas suivant la flèche f' sur la courbe supérieure nn' de ce bras, qu'il empêche ainsi de s'élever sous l'action du ressort R, et maintient, par conséquent, la vis de contact V (fig. 99), suspendue, comme elle doit l'être (voir page 92), à une certaine distance de la palette.

Le taquet t de la plaque d'échappement, reposant contre l'épaulement de la détente, empêche la plaque PP' tout entière de céder à l'action de son centre de gravité, situé

vers P, qui tendrait à la faire tourner vers la gauche, c'est-à-dire dans le sens indiqué par la flèche *f* (fig. 403). En effet la partie supérieure P de cette plaque, chargée du cliquet (fig. 403 *bis*), étant plus lourde que la partie inférieure P', et se trouvant placée, au moment que nous considérons, un peu à gauche de la verticale *cc'* qui passe par son centre de rotation B, est alors dans un état d'*équilibre instable*, qu'elle abandonnerait instantanément, si un obstacle ne s'y opposait, et cet obstacle est précisément l'épaulement *e* de la détente immobile, contre lequel s'appuie le taquet *t*.

Dans cette situation de repos forcé de la plaque d'échappement PP', le doigt D du cliquet *cc'* repose sur la face de descente *yx* du plan incliné (fig. 404 et 406), très-près du sommet *y*. Son ressort *r* (fig. 403 *bis*), qui presse alors de haut en bas (flèche *f*, fig. 403 *bis*), le forcerait de glisser le long du plan *yx* en s'abaissant; mais il ne peut céder à cette influence, puisque la plaque d'échappement étant complètement mise en arrêt, comme nous venons de le dire, aucune de ses parties ne peut se mouvoir. Les dents du cliquet *c'* restent, en conséquence, suspendues à une hauteur suffisante au-dessus des dents du rochet R', pour ne les toucher en aucun point, et la roue de rochet peut tourner librement, entraînée par l'axe A du volant qui la supporte (fig. 404 et 403 *bis*).

A ce moment, la pointe supérieure *g* du *colimaçon* reste un peu en arrière de l'échancrure *m* qui termine la courbe inférieure du levier de détente (fig. 403).

Ainsi donc, *en résumé*, tant que la palette reste au repos, c'est-à-dire tant qu'une émission de courant n'est point provoquée par l'abaissement d'une touche, la détente re-

tient la plaque d'échappement, le cliquet et par conséquent l'axe d'impression, dans une position d'inertie invariable, tandis que l'axe du volant, dernier mobile du mouvement d'horlogerie, fait tourner continuellement la roue de rochet à une petite distance au-dessous des dents du cliquet.

Jeu des diverses pièces de l'échappement, chaque fois que l'armature se soulève. — Aussitôt qu'un courant, transmis ou reçu, traverse les bobines dans le sens voulu, l'armature se soulève et vient buter avec force contre la vis de contact du levier d'échappement, grâce à l'impulsion que lui donnent les ressorts antagonistes (fig. 98). Cédant à ce choc, le bras antérieur du levier de détente s'élève, en s'appuyant sur son axe; le bras postérieur, obéissant à ce mouvement, s'abaisse, entraînant avec lui son épaulement *e*, qui se dérobe sous le taquet *t* de la plaque d'échappement; toutes les pièces de cette plaque ainsi que l'axe imprimeur, n'étant plus arrêtées par aucun obstacle, peuvent alors céder aux diverses influences qui tendent à les mettre en mouvement (fig. 467). (Ces effets sont indiqués dans les dispositions théoriques de la fig. 405).

Ces influences ont été multipliées à dessein pour activer le plus possible la liaison des deux axes *d'impression et du volant*, et diminuer ainsi le temps écoulé entre *l'arrivée du courant* dans les bobines et le *moment de l'impression* de la lettre; car toute perte de temps entre ces deux limites diminuerait le rendement de l'appareil, puisque l'axe imprimeur doit avoir accompli *une révolution entière*, avant qu'on puisse faire une 2^e émission de courant, pour provoquer l'impression d'une 2^e lettre.

Embrayage des axes d'impression et du volant. — Quatre causes activent l'embrayage des axes d'impression et du volant :

1° La plaque d'échappement P' , devenue libre, descend vers la gauche, suivant f , entraînée par son centre de gravité, situé, comme nous l'avons vu, en P , à gauche de la verticale xx (fig. 467).

2° Un levier spécial U , dont la fonction consiste à faire avancer le papier après chaque impression, ajoute, au même instant, son action à celle du centre de gravité P de la plaque. Ce levier U (fig. 468), à l'état de repos de l'axe imprimeur, presse, par sa partie U' , sur la surface rectiligne oblique ab d'une came rivée antérieurement à cet axe, grâce à la traction d'un ressort R , que nous supposerons, provisoirement, retenu en R à la platine antérieure de l'appareil. Cette pression s'exerçant en c , de bas en haut, suivant la flèche f , tend à faire tourner la came b et, par suite, l'axe imprimeur et, avec lui, la plaque d'échappement P , dans le sens où doit se produire son mouvement, c'est-à-dire vers la gauche, aussitôt qu'elle peut librement se déplacer.

3° En même temps, le cliquet poussé vers la gauche par ce premier déplacement de la plaque d'échappement, glisse, en descendant, le long du plan incliné yx (fig. 464 et 469).

4° Enfin ce glissement est activé par la pression constante de son ressort r (fig. 469).

Aussitôt que le cliquet cc' s'est suffisamment abaissé pour toucher aux dents de la roue de rochet R_1 , ses dents s'y cramponnent; le rochet R_1 , rencontrant cet obstacle sur sa route, l'entraîne dans son mouvement rapide de

rotation, suivant la flèche f (fig. 109). A partir de ce moment, l'axe imprimeur est *embrayé* à l'axe du volant et tourne avec lui, comme si ces deux axes n'en formaient plus qu'un seul; car l'embrayage est maintenu solidement, et par l'acuité des dents du cliquet c' et du rochet R^1 qui pénètrent profondément les uns dans les autres, et par l'énergique pression du ressort courbe r sur le cliquet. L'axe imprimeur va donc faire sur lui-même une révolution, avec une vitesse 7 fois supérieure à celle de l'axe de la roue des types et du chariot (voir pag. 97). C'est pendant la durée de cette révolution qu'il exécute, à l'aide des *comes* fixées à la partie antérieure NB' (fig. 102), des fonctions multiples que nous analyserons plus tard, et dont l'une consiste à projeter vivement le papier contre la roue des types, au moment où passe au-dessus de lui la lettre qui doit s'imprimer.

Retour de l'armature au contact des pôles de l'aimant.
— Nous avons vu que l'armature, une fois soulevée, ne peut plus, après la cessation de l'émission, être ramenée au contact des pôles par l'influence du magnétisme de l'aimant permanent, la force répulsive des ressorts antagonistes étant alors de beaucoup supérieure à l'attraction de l'aimant, très-affaiblie à cette distance (voir chap. V). Il est donc nécessaire de provoquer, par une *force mécanique* spéciale, le retour de l'armature à sa position de repos (1). C'est l'axe imprimeur qui est chargé de ce soin. Quand celui-ci a accompli la moitié de sa révolution, l'extrémité

(1) L'attraction, exercée par un aimant sur une armature en fer doux qui n'est pas en contact avec lui, varie sensiblement en raison inverse du carré des distances, c'est-à-dire devient, par ex., $2^2=4$ fois *plus petite* quand la distance devient 2 fois *plus grande*.

inférieure g' du colimaçon, qui a tourné avec lui, rencontre la courbe inférieure mn' du levier de détente, et, en vertu de sa forme excentrique $g'hg$, relève progressivement le bras postérieur C' (comme l'indiquent les flèches $f'f'$ fig. 440). Ce mouvement de *montée* fait pivoter le levier sur son axe B' et *abaisser* peu à peu le bras antérieur $B'C$; la vis de contact V force donc l'armature M , restée appuyée contre elle depuis son soulèvement, de se rapprocher des pôles de l'aimant, sur lesquels elle finit par s'appliquer exactement, lorsque la partie excentrique h du colimaçon, la plus éloignée du centre de rotation B de l'axe imprimeur, est arrivée sous la courbe inférieure du levier d'échappement, et a communiqué au bras postérieur C' son maximum d'élévation et, par suite, au bras antérieur C et à la vis de contact V leur maximum d'abaissement. Ce moment coïncide avec l'arrivée de l'axe imprimeur aux $3/4$ de la circonférence qu'il parcourt dans son mouvement de rotation (fig. 444).

Débrayage. — Pendant le dernier quart de sa révolution, l'axe imprimeur doit 1° provoquer le redressement de la *vis de contact de la détente* et la forcer de revenir à sa position normale d'inertie au-dessus de l'armature; 2° rompre sa liaison avec l'axe du volant, pour permettre à toutes les pièces qui le composent de reprendre les positions de repos, d'où les avait fait sortir le soulèvement de la palette.

Au moment où l'appendice ou doigt D du cliquet vient toucher le bas z de la moitié zy du plan incliné, le taquet t de la plaque d'échappement rencontre la courbe supérieure $n'n$ du levier de détente, en un point i (fig. 442). En même temps que le taquet t avance vers la gauche en

passant sur cette courbe, le doigt D du cliquet glisse, en montant, le long du plan incliné, dans le sens de la flèche f , et, en s'élevant ainsi, abandonne bientôt les dents de la roue de rochet. A partir de ce moment, cette roue continue seule de tourner librement avec l'axe du volant et l'axe imprimeur ne poursuit son mouvement vers sa position d'inertie qu'en vertu de la *force acquise* ou de l'impulsion qu'il possède à l'instant où s'effectue le *débrayage*. Cette force doit avoir une énergie assez grande pour permettre à l'axe imprimeur d'achever sa révolution et, par conséquent, de vaincre les divers frottements qu'il est encore forcé de subir pour parvenir à la situation de repos où nous l'avons vu précédemment (voir p. 402 fig. 403). Ces considérations feront comprendre qu'il existe une *vitesse minimum* de l'axe du volant qu'on ne saurait diminuer, sans nuire au jeu régulier de l'axe d'impression. Si cette vitesse était insuffisante, le cliquet, après avoir quitté le rochet, ne serait plus animé d'un mouvement assez rapide pour que son doigt pût remonter entièrement la pente raide du plan incliné, et il s'arrêterait au bas de la montée du plan, en produisant, par le frôlement de ses dents contre celles du rochet, un grincement caractéristique, et tout embrayage ultérieur avec l'axe du volant serait rendu impossible. On peut s'en assurer, en faisant soulever la palette soit avec la main, soit par une émission de courant, au moment où l'appareil, étant mis en mouvement, n'a pas encore atteint la limite de la vitesse normale uniforme.

Pendant que le doigt D du cliquet s'élève progressivement le long de la montée zy du plan incliné, en se rapprochant du sommet y , le taquet t de la plaque d'échappement P , qui, dans son mouvement, décrit une circonfé-

rence *invariable* (marquée par la ligne pointée fig. 442) autour du centre de rotation B de l'axe imprimeur, ayant trouvé sur son parcours un obstacle dans la courbe supérieure *nn'* du levier de détente, que le colimaçon avait tout à l'heure relevée au-dessus de sa position ordinaire de repos (fig. 403, 444 et page 406), contraint cette courbe *nn'* à s'abaisser sur son passage suivant la flèche *f'*. — Au fur et à mesure que le taquet avance vers la gauche, il force la courbe *nn'* et par suite tout le bras postérieur C' du levier d'échappement à descendre, fait ainsi pivoter le levier sur son axe et relève le bras antérieur; par ce mouvement d'ascension, la vis de contact V (fig 444) abandonne l'armature M, qu'elle avait précédemment ramenée sur les pôles de l'aimant.

Quand le taquet *t* (fig. 443) n'est plus qu'à un mm., environ de l'épaule *e* de la détente contre lequel il doit s'arrêter, le doigt D du cliquet est parvenu tout près du sommet *y* du plan qu'il doit franchir pour venir reprendre, sur la descente *yx* de ce plan, sa situation de repos. La *force acquise* de la plaque d'échappement est, à ce moment, en grande partie usée, par suite du frottement du taquet et du doigt du cliquet, frottement augmenté encore par la pression progressive que le ressort courbe *r* (fig. 403 *bis*) exerce sur le cliquet, pendant son mouvement d'ascension. Il peut même arriver que, sous l'influence de ces divers frottements la *force acquise* soit alors complètement anéantie. Pour obvier à ce manque possible d'impulsion, survient à cet instant même une *force accessoire* qui aide l'axe imprimeur à terminer sans obstacle sa révolution; je veux parler de la pression de bas en haut exercée par le levier d'entraînement du papier contre sa came (voir fig. 408).

Cette came ab , qui a tourné avec l'axe d'impression, en se rapprochant de sa situation de repos, présente de nouveau sa surface rectiligne oblique ba à l'extrémité libre c du levier $l'l$, et celui-ci renouvelant l'effet que nous avons déjà vu aussitôt après le soulèvement de l'armature (voir pag. 104), comprime encore la came de bas en haut et la force de s'écarter dans le sens du mouvement de l'axe imprimeur, qu'il tend ainsi à activer. Il supplée donc à la vitesse acquise qui, à ce moment, pourrait faire défaut à la plaque d'échappement, et lui permet ainsi de parcourir facilement l'espace qui la sépare de son point d'arrêt.

Grâce à ces deux influences, *vitesse acquise* et *impulsion du levier d'entraînement du papier*, le cliquet achève de monter le long du plan incliné zy (fig. 113), franchit le sommet y , et commence à retomber sous la pression de son ressort r , le long de la surface de descente yx ; mais, au même instant, le taquet de la plaque d'échappement t , après avoir achevé, en s'avancant sur la courbe nn' , d'abaisser le bras postérieur C' du levier de détente, vient buter contre l'épaulement e , qui l'arrête complètement, et, avec lui, *toutes les parties de l'axe imprimeur* (fig. 113).

Utilité du ressort du levier d'échappement. — L'abaissement du levier d'échappement, déterminé par le passage du taquet sur la courbe supérieure $n'n$ se ferait irrégulièrement et serait souvent exagéré, si une résistance convenable n'était chargée de *modérer* ce déplacement. Cette résistance est fournie par le *ressort de la détente* (voir pag. 96), qui, agissant *de haut en bas* sur le bras antérieur C , tend à contrebalancer la pression de *haut en bas* qu'exerce le taquet t sur le bras postérieur C' , en passant rapidement sur la courbe $n'n$. Si cette résistance n'existait pas ou était trop

faible, le taquet produirait, en rencontrant la courbe $n'n$ qu'il doit abaisser *d'une certaine quantité seulement*, un choc par suite duquel la courbe en question s'abaisserait d'une *manière complète*; l'épaulement e étant alors rejeté plus bas que la circonférence parcourue par le taquet t , celui-ci ne trouverait pas de point d'arrêt, continuerait son mouvement de rotation, laisserait le cliquet c' retomber sur les dents du rochet R_4 , et l'axe imprimeur, *embrayé* ainsi automatiquement à l'axe du volant, chaque fois que le taquet buterait contre la courbe, tournerait sans cesse sur lui-même.

On pourrait croire, au premier abord, qu'un temps assez long doit être nécessaire à l'appareil pour accomplir les fonctions multiples et compliquées que nous venons de décrire en détail, ascension de l'armature et du bras antérieur de la détente, abaissement de l'épaulement du bras postérieur, chute du cliquet, embrayage des deux axes d'impression et du volant, travail des cames (dont nous parlerons plus loin), rappel de l'armature à l'aide du colimaçon, débrayage des deux axes, redressement de la vis de contact du levier, retour au repos de l'axe imprimeur. Ces mouvements divers, si nombreux, se produisent au contraire avec une prodigieuse rapidité. Nous savons en effet que l'axe du volant fait sept tours pendant que les axes de la roue des types et du chariot, qui sont solidaires, en font un. Si donc la vitesse du mécanisme est réglée de façon à ce que le chariot tourne à raison de 100 tours par minute (vitesse moyenne donnée à l'appareil dans la pratique), l'axe du volant fera 700 tours dans le même temps ou un tour dans $1/700$ de minute. L'axe imprimeur étant doué d'un mouvement égal après chaque émission de courant, les nombreuses actions

qu'il doit produire pendant une révolution seront donc toutes effectuées dans $1/700$ de minute, soit environ $0'',0857$ ou, en chiffres ronds, moins de $1/10$ de seconde (1) !

(1) Nous ne tenons pas compte ici de la perte de temps que subit l'axe du primeur pour s'embrayer et se débrayer.

CHAPITRE VII.

AXE DE LA ROUE DES TYPES.

Pièces supportées par l'axe de la roue des types : — *Roue des types* (lettres et chiffres. — Mode d'installation de la roue des types). — *Roue correctrice* (son mode d'installation. — Sa forme. — Relation entre les divisions de la roue correctrice et celles de la roue des types. — Pièces supportées par la roue correctrice : levier inverseur, ressort à coches, cliquet de correction, goupille du cliquet. — Effets produits par le déplacement du levier inverseur. — Rôle de la roue de correction. — Came correctrice). — *Roue de rochet de frottement* (son mode d'installation. — Sa liaison avec les roues de correction et des types). *Levier de rappel au blanc* (branches supérieure, postérieure, antérieure. — Ressort-lame). — *Jeu du levier de rappel* (débrayage. — Embrayage).

L'axe imprimeur, durant chacune des révolutions qu'il accomplit après s'être embrayé à l'axe du volant, doit, au moyen de 4 appendices ou *comes* disposés à son extrémité antérieure, agir sur un certain nombre d'organes établis sur l'axe porteur de la roue des types ou dans son voisinage. Il est nécessaire de connaître la forme de ces divers organes, avant d'étudier le fonctionnement des comes qui doivent exercer sur eux leur action.

Pièces supportées par l'axe de la roue des types. — L'axe de la roue des types est un cylindre plein A horizontal, qui constitue l'avant-dernier mobile du

mouvement d'horlogerie (fig. 414). Il s'emboîte, à la droite des axes du volant et d'impression, entre les deux platines P^1 P^2 qui supportent tout l'appareil. Comme l'axe imprimeur B, il se prolonge en avant de la platine antérieure P_1 .

Si nous allons d'arrière en avant, nous trouvons fixés sur lui, dans l'espace compris entre les deux platines :

1° Une *roue dentée* R, qui engrène à gauche avec le pignon p de l'axe du volant; nous avons vu (pag. 94) que la circonférence de la roue R est 7 fois plus grande que celle du pignon p , ce qui permet à l'axe du volant de faire 7 tours pendant que la roue R et son axe A en font 1;

2° Un *pignon* p_1 qui reçoit son mouvement *continu* d'une roue R_1 fixée à l'arbre A_1 , troisième mobile du mécanisme d'horlogerie;

3° Une *roue d'angle* R_2 , disposée tout près de la platine antérieure P_1 et engrenant à angle droit avec une roue R_3 horizontale, fixée à la partie supérieure de l'axe du chariot; nous savons que la roue R_2 transmet son mouvement à la R_3 et que ces deux roues, ayant le même diamètre et un nombre égal de dents, sont toujours animées de la même *vitesse angulaire*, c'est-à-dire se déplacent simultanément d'un angle égal (voir pag. 28).

Les diverses roues que nous venons d'énumérer sont toutes invariablement calées à l'axe A et aucune ne doit *se déplacer par rapport à lui*. Il n'en est pas de même de celles dont nous allons nous occuper.

En avant de la platine antérieure P_1 , l'arbre plein A sert de support à 3 *roues*, de forme particulière, qui peuvent, quand il est nécessaire, 1° *suivre tous les mouvements de l'axe A*, comme si elles étaient soudées à lui, 2° *se déplacer*

toutes trois *ensemble ou séparément*, d'un certain angle, soit à droite soit à gauche, dans leur plan de rotation respectif, ou *s'arrêter* complètement pendant que l'axe A poursuit sans obstacle son mouvement de rotation continu et uniforme.

Ces 3 roues, dont le rôle est extrêmement important dans le jeu du *mécanisme imprimeur*, sont placées dans l'ordre suivant, en allant de l'extrémité antérieure de l'axe A vers la platine de même nom P₁ (fig. 114, 119) :

1° La roue des types R₄ ;

2° La roue de correction ou roue correctrice R₅ ;

3° La roue de rochet de frottement appelée aussi *roue de frottement* ou encore *roue de rochet de correction* R₆.

Roue des types. — La roue des types est une roue en acier trempé, dont le périmètre est partagé en $28+28=56$ divisions égales (1). Toutes ces divisions sont marquées par des saillies taillées à la circonférence de la roue, placées à égale distance l'une de l'autre, et sur lesquelles sont gravés en relief les divers types qui doivent être imprimés sur le papier (fig. 115).

Une roue à gorge, M. (fig. 4), entourée extérieurement d'un tampon de drap imbibé d'encre oléique, s'appuie con-

(1) On a pu remarquer que, dans l'exposé du principe de l'appareil, nous avons supposé la roue des types partagée à sa circonférence en 28 divisions seulement, comprenant 1 espace blanc, 26 lettres et 1 point. Telle était en effet la roue des types de l'appareil primitif, dans lequel la reproduction des chiffres était remplacée par les 10 premières lettres de l'alphabet, précédées d'un signe indicatif, le W. L'hypothèse de la roue ainsi constituée rend le principe de l'appareil plus compréhensible, à cause de l'égalité du nombre de divisions (28) que parcourt le chariot transmetteur et de celui des types (28) que le cylindre d'impression voit successivement passer au-dessus de lui. Le perfectionnement qui a permis de doubler le nombre des caractères de la roue des types, sans augmenter celui des touches, date seulement de 1862.

stamment contre le pourtour de la roue des types, qui l'entraîne dans son mouvement de rotation. Les divers caractères sont, par ce moyen, toujours humectés d'encre. Un ressort à boudin, agissant de haut en bas, maintient une pression suffisante sur le tampon, en évitant les ressauts que produirait, dans sa marche, la rencontre des espaces ou *blancs* de la roue des types.

Lettres et chiffres. — On distingue sur la roue des types 2 séries spéciales de caractères : 1^o la série des *lettres* ; 2^o la série des *chiffres* ou *signes usuels* (fig. 145).

Les types de lettres, y compris deux espaces *blancs*, sont au nombre de 28 ; ils sont disposés à égale distance les uns des autres, ainsi qu'il suit, en observant l'ordre dans lequel le mouvement circulaire de la roue les amène successivement en regard du cylindre d'impression C' :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	}
blanc	Z	Y	X	É	blanc	V	U	T	S	R	Q	P	O	}

Entre chacune de ces lettres est intercalé 1 chiffre arabe ou 1 des signes orthographiques et arithmétiques employés dans les transmissions télégraphiques. Les types de cette 2^e série sont donc aussi *espacés également les uns des autres*. Ils sont placés entre les lettres de la manière suivante :

1	A	2	B	3	C	4	D	5	E	6	F	7	G	8	H	9	I	0	J	.	K	}	
{	V	=	U	/	T	§	S	—	R	+	Q	'	P	!	O	?	N	:	M	;	L	,	}
{	blanc	}	É	(	X	et	Y	»	Z	blanc	}												

Entre le Z et le 1, et entre le V et la (, sont ménagés 2 espaces vides appelés *blancs*, qui tiennent *chacun* la place d'un *chiffre* + une *lettre* = $\frac{2}{56}$ du périmètre total de la roue, c'est-à-dire en tout $\frac{4}{56}$.

Nous avons en résumé, sur le pourtour de la roue des types :

- 1° 1 vide, appelé *blanc des lettres*, qui forme le point de départ de la série des 26 lettres et qui occupe l'espace de. . . 2/56 de conférence.
- 2° 26 types de lettres qui occupent l'espace de. 26/56
- 3° 1 vide appelé *blanc des chiffres*, qui forme le point de départ de la série des 26 chiffres ou signes usuels, qui occupe l'espace de. 2/56
- 4° 26 types de chiffres ou signes usuels qui occupent l'espace de. 26/56
- Total : $\frac{2}{56} + \frac{26}{56} + \frac{2}{56} + \frac{26}{56} = \frac{56}{56}$ ou 56 divisions égales.

Si l'on examine sur cette roue *l'espace blanc et la série des lettres*, en faisant momentanément abstraction des autres signes, on peut admettre qu'elle comprend seulement 28 divisions égales, correspondant aux 28 touches, ou aux 28 goujons au-dessus desquels passe successivement le chariot.

Si, au contraire, laissant de côté cette série de types, on ne s'occupe que *du blanc et de la série des chiffres ou signes usuels*, on peut aussi supposer que cette roue ne renferme que 28 divisions, c'est-à-dire des divisions en nombre égal à celles au-dessus desquelles passe le chariot.

Quand donc la roue des types partira de la *série des lettres*, elle aura 28 divisions à faire progressivement passer en regard du cylindre d'impression, dans un temps égal à celui mis par le chariot pour opérer une révolution entière au-dessus des 28 goujons. Ces 2 mobiles, chariot (transmetteur) et roue des types (récepteur), étant animés de vitesses identiques, avanceront simultanément de

$1/28$ de circonférence, en sorte que, quand le chariot arrivera en face de chacun des 28 goujons, la roue des types aura toujours au-dessus du cylindre imprimeur, sur la verticale, un *des 28 types de lettres*, et le soulèvement de un quelconque des 28 goujons, par conséquent l'abaissement d'une quelconque des 28 touches déterminera toujours l'élévation du cylindre d'impression contre un des 28 types de lettres, comme si les types de chiffres n'existaient pas.

Mais si, par un moyen mécanique convenable, nous parvenons à déplacer la roue des types sur son axe, dans son plan vertical de rotation, en l'écartant d'un arc de $1/56$ de circonférence, c'est-à-dire de la *distance d'une lettre à un chiffre*, et si, au moment où ce léger déplacement s'opère, nous faisons partir la roue des types de la position *du blanc des chiffres* (cet espace blanc étant alors au-dessus du cylindre d'impression), dès ce moment, les 28 divisions de cet ordre passeront alternativement, sur la verticale qui traverse le centre du cylindre imprimeur, *dans un temps égal à celui pris par le chariot pour recouvrir les 28 rainures des goujons*. Donc, au soulèvement d'un goujon quelconque correspondra l'élévation du cylindre imprimeur contre un des 28 types de chiffres, et les 28 touches pourront faire à tour de rôle imprimer sur la bande de papier les 28 caractères de cette série.

Cette simple *déviatio*n de la roue des types sur son axe permettra ainsi de reproduire avec une même touche deux signaux différents, et d'imprimer $28 + 28 = 56$ types avec un clavier de 28 touches seulement.

Nous verrons plus tard quels sont les procédés mécaniques imaginés par M. Hughes pour atteindre ce but aussi simplement que possible.

Mode d'installation de la roue des types. — Cette roue R_4 termine antérieurement l'axe A qui porte son nom. Elle est retenue au moyen de deux vis v, v_1 (fig. 444), à un cylindre creux ou *manchon* $abcd$, lequel enveloppe immédiatement l'arbre plein A , en s'engageant sur lui à frottement doux.

Le bord postérieur ad de ce cylindre creux s'épanouit, suivant un diamètre du manchon en deux prolongements perpendiculaires à l'axe A , par conséquent parallèles à la roue R_4 . Ces deux prolongements, solidement rivés au manchon $abcd$, forment les deux bras égaux d'un levier unique $ladl'$. Ce levier n'a pas reçu de désignation particulière; nous l'appellerons *levier du manchon de la roue des types*. Cette pièce $ladl'$, le manchon $abcd$, la roue des types R_4 formant un tout invariablement uni, tout déplacement effectué sur le bras de levier l , perpendiculairement à l'axe A , se communiquera à la roue des types R_4 , qui déviara, dans ce cas, d'un angle déterminé, égal à l'écartement opéré sur le point l du levier. Nous examinerons ultérieurement la pièce spéciale chargée d'agir, au moment opportun, sur l'extrémité du bras de levier l , pour provoquer ce déplacement, pendant la marche de l'axe A (voir fig. 446).

L'extrémité libre antérieure de l'axe A est terminée par une vis v_2 , soutenant une rondelle de cuivre r dont les bords dépassent légèrement la circonférence de l'axe. Cette rondelle empêche la roue des types R_4 de sortir de l'axe qui la supporte, pendant son mouvement de rotation.

Roue correctrice. — *Sa disposition sur l'axe.* — Le manchon d'acier de la roue des types est entouré extérieurement d'un deuxième cylindre creux ou *manchon* de cuivre

$mm_1 m_2 m_3$, emboîté sur le premier de telle façon que son rebord antérieur $m_1 m_2$ s'appuie à frottement doux contre la surface qq' du manchon de la roue des types (fig. 444), tandis que son rebord postérieur mm_3 supporte une roue de forme particulière R_5 nommée *roue de correction* ou *roue correctrice* à cause des fonctions qu'elle est chargée de remplir.

C'est contre la surface postérieure jj' de cette roue (fig. 444) que s'appuie le levier ll' , soudé au manchon de la roue des types (fig. 446, 447), ce levier empêche donc la roue correctrice de s'écarter de la roue des types dans le sens de la longueur de l'axe A ; mais, comme les deux manchons, qui supportent séparément ces deux roues, s'emboîtent l'un dans l'autre à frottement doux, on pourrait modifier leur position respective, perpendiculairement à l'axe, en essayant de les faire tourner en sens inverse l'une de l'autre. La roue des types R_4 , son manchon ac et son levier ll' s'écarteraient alors dans un sens, et la roue de correction R_5 ainsi que son manchon mm^2 s'écarteraient en sens contraire.

Sa forme. — La roue correctrice est en acier trempé, son diamètre est un peu plus grand que celui de la roue des types. Sa circonférence est partagée en 28 divisions (fig. 447), marquées par autant de fortes dents, très-aiguës, séparées par de larges intervalles. Chaque dent affecte (en la supposant coupée par un plan perpendiculaire à l'axe A), la forme d'un triangle isocèle (1) abc (fig. 446 bis) dont la base ac repose sur la circonférence de la roue, et dont les

(1) On sait qu'un triangle isocèle (du grec *isos*, jambe et *isos*, égal) a seulement deux côtés égaux. Le côté inégal forme la base du triangle.

côtés égaux ab , bc sont remplacés par des surfaces légèrement courbées. L'intervalle de deux dents consécutives ou le creux $cbde$ offre sensiblement l'aspect d'un trapèze.

Relation entre les divisions des roues des types et de correction. — Si l'on ne considère que les dents de la roue correctrice, on peut dire que cette roue comprend seulement 28 divisions également espacées les unes des autres, mais, comme entre chacune des 28 dents est ménagé un creux, les 28 dents et les 28 creux forment en tout 56 divisions égales.

En conséquence, si l'on superpose la roue des types à la roue correctrice, on peut faire correspondre les 28 types de la série des lettres aux 28 creux de la roue de correction, tandis que les 28 types de la série des chiffres resteront en face des 28 dents; ou, au contraire, en déplaçant sur son axe la roue des types de $4/56$ de circonférence, c'est-à-dire de la distance d'une lettre à un chiffre, amener tous les chiffres et signes usuels en face des 28 creux, tandis que les 28 caractères de lettres viendront prendre place en face des 28 dents.

Nous verrons plus loin que, au moment où le cylindre imprimeur vient toucher un type quelconque, ce type est toujours en face d'un creux de la roue de correction, et que l'impression ne peut jamais avoir lieu que sur un des caractères de la série dont les 28 divisions correspondent toutes avec les 28 creux.

Puisqu'il en est ainsi, pour imprimer alternativement les types de la série des lettres ou ceux de la série des chiffres, il suffira de faire, en temps opportun, dévier la roue des types d'un arc de $4/56$, pour placer en face des 28 creux les types à reproduire sur la bande.

La surface cylindrique extérieure du manchon de la roue correctrice est munie longitudinalement c'est-à-dire parallèlement à l'axe A, d'une *coche* ou entaille bisautée *e*; cette entaille joue un rôle dans le *rappel au repère* de la roue des types unie à la roue correctrice, rappel qu'on doit effectuer avant le commencement de toute transmission (voir pag. 13 et 22 et fig. 122 bis).

Pièces supportées par la roue correctrice. — A la face postérieure de la roue correctrice sont disposées plusieurs pièces (fig. 147) :

1° *Le levier du manchon de la roue des types*, déjà cité (fig. 146, 147), qui est simplement superposé et non fixé à la roue de correction;

Levier inverseur. — 2° Un levier coudé, retenu sur la roue correctrice à l'aide d'une vis V, autour de laquelle il peut pivoter, dans certains cas. Cette pièce a reçu le nom *levier inverseur des chiffres des et lettres*, ou, plus simplement, de *levier inverseur*. Il comprend deux bras égaux *ab*, *a'b'*, dont les extrémités libres présentent deux saillies *SS'*. A la partie médiane E, au-dessous de son pivot V, il porte un *évidement circulaire ee'*, lequel *enfourche* une des extrémités libres *l* du levier *ll'* du manchon de la roue des types.

Ressort à coches. — 3° Un ressort d'acier R, retenu à demeure en *v*, au moyen d'un vis, et dont l'extrémité libre porte, du côté regardant le centre de l'axe A, deux rainures ou *coches* *n*, *n'*, reliées par un segment de cercle *nsn'*. Les deux points *n*, *n'* sont distants l'un de l'autre d'un arc égal à $1/56$ de circonférence, c'est-à-dire d'un espace égal à celui qui, sur la roue des types, sépare une lettre d'un chiffre (voir pag. 144).

Quand on fait dévier, dans un sens ou dans l'autre, le levier ll' , son extrémité l' taillée en biseau vient se loger dans l'une ou l'autre des *coches* n ou n' ; tant que le levier ll' ne subit aucune impulsion en l , il est retenu dans une position invariable, par la pression constante du ressort R , qui agit dans le sens de la flèche f , et la roue des types reste, par ce moyen, solidement assujettie à la roue correctrice.

Cliquet de correction. — 4° Un cliquet CC' analogue au cliquet d'échappement (voir pag. 98) maintenu en C , tout près de la base des dents de la roue correctrice; on le nomme *cliquet de correction*. La vis C lui sert à la fois de point d'appui et de pivot. Les dents de sa partie libre sont tournées vers le centre de rotation de l'axe A . Il est constamment pressé et contraint de se diriger vers le centre A par un ressort courbe d'acier r , fixé aussi à la face postérieure de la roue de correction, au moyen d'une vis v_1 .

Quand rien ne s'oppose à l'action de ce ressort, le cliquet cédant à son impulsion, s'abaisse par sa partie libre C' , du côté du centre A , et rencontre dans cette chute une roue de rochet R^6 dont nous allons parler et sur les dents de laquelle il doit se cramponner (fig. 119).

Goupille du cliquet. — Le cliquet porte, dirigé horizontalement du côté du massif de l'appareil (fig. 116 *ter*), une goupille saillante g dont le rôle est de tous points semblable à celui que remplit le doigt D du cliquet d'échappement (voir pag. 98). Cette goupille rencontre, à certains moments, un plan incliné mobile, qu'on peut à volonté interposer sur son passage, pendant qu'elle tourne avec son cliquet, solidaire du mouvement de la roue correctrice; dans ce cas, la goupille monte sur ce plan in-

cliné, en élevant avec elle les dents du cliquet jusqu'à une hauteur déterminée, et les force d'abandonner les dents de la roue de rochet avec laquelle elles engrènent habituellement.

Effets produits par le déplacement du levier inverseur.
— A l'état ordinaire une des extrémités S, par exemple, du levier inverseur *aba'b'* fait toujours saillie dans le creux n° 4 des deux dents *d d* de la roue correctrice, tandis que l'autre extrémité S' reste de niveau avec la base des dents *d'd'* de la même roue, en regard du creux n° 6, séparé du premier n° 4 par 4 autres creux (2, 3, 4, 5). — Dans cette situation, l'extrémité *l* du levier *ll'* s'emboîte exactement dans l'évidement E du levier inverseur, tandis que le bras *l'* reste enfoncé dans la coche *n'* du ressort d'arrêt R. Ce ressort maintient ainsi, dans une position invariable par rapport à la roue de correction le levier *ll'* et, par conséquent le manchon *l* et la roue des types qu'il supporte ; de plus le bras *l*, appuyant également contre les bords *ee'* de l'évidement E, empêche le levier inverseur d'abandonner son état actuel de repos.

Si, avec le doigt ou la pointe d'un tournevis (4), on appuie fortement sur la saillie S, dans le sens de la flèche *f*, le bras *ab* s'enfonce et la saillie S finit par descendre assez pour être de niveau avec la base des deux dents *d d*, prenant ainsi la disposition indiquée fig. 447. Le bras *ab* et la saillie S s'abaissant, le levier pivote autour de son point d'appui V, et son bras *a'b'*, cédant à l'impulsion donnée, s'élève de la même quantité, forçant la saillie S' de ressortir.

(4) Nous supposons que l'appareil est au repos. Nous verrons plus loin le jeu de ces diverses pièces, quand il est en mouvement.

tir dans l'intervalle n° 6 à la base duquel il reposait auparavant (flèche f_2). Dans ce mouvement de bascule du levier inverseur, le bord e de son évidement a rencontré le bras l du levier ll' qu'il a entraîné dans le même sens, suivant la flèche f_3 ; par suite, le levier ll' tournant autour de l'axe plein A , le bras l' se transporte en sens inverse (flèche f_4), de la coche n' dans la coche n , en parcourant la courbe $n'sn$ et faisant, par conséquent, fléchir légèrement le ressort R , dans le sens de la flèche f_5 .

L'enfoncement complet de la saillie S du levier inverseur a donc fait déplacer le bras l' et par suite la roue des types qui en est solidaire de $1/56$ de circonférence (fig. 447).

Il est évident que si, avant cette déviation, les 28 caractères de *lettres* reposaient symétriquement en face des 28 creux de la roue de correction (fig. 446), ils se trouveront maintenant en face des 28 dents, tandis que les 28 types de chiffres auront pris leur place vis-à-vis des 28 creux (fig. 447).

Ce premier déplacement opéré, la roue des types, grâce à l'action constante du ressort R sur le bras de levier l' , reste invariablement unie et comme soudée à la roue correctrice et la suit exactement dans toutes ses évolutions.

Si, ensuite, on exerce une pression suivant la flèche f^1 (fig. 447), sur la nouvelle saillie S' , celle-ci s'abaisse jusqu'à la base des dents $d'd'$, le levier inverseur pivote autour de V , en sens inverse de son mouvement précédent et fait ressortir la saillie S (flèche f_2) dans l'intervalle dd , où nous l'avons vue tout à l'heure (fig. 446). Dans ce recul, le bord e' de l'évidement refoule le bras l dans le sens de la flèche f_3 , et l'autre bras l' revient de la coche n dans la coche n' (flèche f^4), en déviant d'un arc de $1/56$,

déviât que subit en même temps la roue des types. Celle-ci aura donc retrouvé sa position primitive par rapport à la roue de correction, ramenant les 28 types de lettres en face des 28 creux, et les 28 types de chiffres vis-à-vis des 28 dents.

A partir de ce moment, les 2 roues restent solidaires et tournent d'un mouvement commun, jusqu'à ce qu'une force extérieure vienne de nouveau agir sur la saillie S du levier inverseur.

On voit par ce qui précède que :

1° Si l'on enfonce l'une ou l'autre des saillies SS' du levier inverseur, on fait dévier la roue des types de $1/56$ de circonférence dans son plan de rotation, en l'écartant momentanément de la roue correctrice ;

2° Que, en dehors de ces deux cas, la roue des types accompagne *toujours* la roue de correction, suivant son mouvement uniforme, quand celle-ci est entraînée par l'axe plein A, *tournant plus vite* que l'axe, quand une cause extérieure force la roue d'activer ou de ralentir sa marche, *s'arrêtant* tout à fait, quand la roue correctrice s'arrête.

Rôle de la roue correctrice. — La roue correctrice, comme son nom l'indique, avait dans les premiers appareils Hughes une seule fonction à remplir : *remédier aux légères différences de vitesse entre le chariot transmetteur et la roue des types, récepteur, en corrigeant* à chaque émission du courant, c'est-à-dire toutes les fois que l'axe imprimeur se mettait en mouvement, *la position trop avancée ou trop retardée du type à imprimer*, par rapport au cylindre d'impression, afin que le papier, en venant frapper sur ce type, rencontrant exactement toute la sur-

face du type à imprimer, pût en reproduire toujours l'empreinte entière.

Par suite d'additions successives, la roue correctrice remplit aujourd'hui un certain nombre d'autres rôles importants que nous analyserons dans un des chapitres suivants. Ajoutons seulement que ces fonctions multiples ne peuvent s'accomplir que par la manœuvre d'une des cames de l'axe imprimeur, la *came correctrice*, qui, à chaque émission, vient engrener avec un creux de cette roue (voir plus loin, pag. et chap. VIII).

Roue de rochet de frottement. — Nous savons qu'habituellement, c'est-à-dire quand aucune force extérieure ne vient agir sur l'une ou l'autre des saillies du levier inverseur, la roue des types reste comme soudée à la roue correctrice. Voyons comment ces 2 roues, ainsi liées l'une à l'autre, peuvent être entraînées dans le mouvement uniforme et continu de l'axe plein A, ou bien abandonner cet axe pour s'arrêter dans la position de repère où nous avons supposé qu'on pouvait les ramener, avant le commencement de la transmission (voir pag. 43 et 22).

Son mode d'installation sur l'axe. — Tout près de la platine antérieure P₁ (fig. 444), l'axe A supporte une assiette métallique MzzM, formée par un fort anneau de cuivre zz, muni d'un épaulement cylindrique MM. Cette assiette est assujettie à l'axe A, par une vis v³ et ne doit point se déplacer; elle suit donc régulièrement tous les mouvements de l'axe A. Sur le pourtour zz de cet anneau vient s'asseoir à frottement doux l'évidement central annulaire xx d'une roue de rochet R₆, à dents très-fines (fig. 448).

Cette roue s'appelle indifféremment *roue de rochet de*

frottement, roue de frottement ou roue de rochet de correction.

Antérieurement, elle est comprimée par un ressort bombé circulaire rr , évidé en son milieu ee , au travers duquel passe librement l'axe A . Ce ressort, fendu suivant 3 rayons (voir fig. 448) est muni de 3 trous, pouvant livrer passage à 3 vis v_4 , lesquelles vont, sans toucher la roue de rochet, pénétrer dans la substance de l'assiette métallique zz . En serrant ces vis, on force le ressort rr de presser par tous les points de sa circonférence c (fig. 448) contre la face antérieure k de la roue de rochet, dont la surface postérieure o s'appuie ainsi contre l'épaulement M (fig. 444).

On conçoit que la pression, à l'aide de laquelle la roue de rochet R_6 est ainsi retenue contre l'épaulement MM , soit assez énergique pour que, à l'état ordinaire, l'axe A puisse entraîner cette roue dans son mouvement régulier de rotation. Mais si, à un moment donné, pendant que cette roue tourne avec son axe, on lui imprime, en sens inverse de sa rotation, une impulsion supérieure à la pression du ressort r , cette roue, obéissant à cette action étrangère, se déplacera d'une certaine quantité par rapport à son axe.

Comme on le voit, la roue de frottement est fixée à son axe par des moyens analogues à ceux qui retiennent le volant (voir chap. VI).

Nous étudierons (chap. IX) la cause qui peut faire tourner cette roue indépendamment de l'axe plein A ; pour le moment nous supposons qu'elle est toujours entraînée par lui, grâce à la pression suffisante du ressort bombé circulaire r .

Sa liaison avec les roues de correction et des types réunies. — Cette roue est située immédiatement derrière la roue correctrice, dans le même plan vertical que celui où se tient le cliquet de correction (voir pag. 124 et fig. 446 et 449).

Il est évident que, si on laisse le cliquet CC' céder à la pression constante de son ressort, cet organe, se dirigeant vers le centre de l'axe plein A, viendra rencontrer la roue de rochet R⁶, dont les dents, taillées en sens inverse des siennes, l'entraîneront dans leur mouvement circulaire; par suite, la roue correctrice R⁵ qui supporte le cliquet CC' et la roue des types R⁴ que le ressort R (fig. 446) maintient solidement liée à celle-ci, tourneront avec la roue de rochet; *les 3 roues de rochet, de correction et des types accompagneront alors l'axe plein A*, comme si elles étaient invariablement calées sur lui.

Comme on le voit, la *chute du cliquet CC'* sur la roue de rochet R⁶ est la *seule cause d'embrayage* des deux roues des types R⁴ et de correction R⁵ réunies avec l'axe plein A.

Si donc, par un moyen quelconque, on *relève* ce cliquet hors de la portée des dents du rochet R⁶, cet embrayage cessera instantanément et les *2 roues des types et de correction réunies* seront subitement arrêtées, tandis que l'axe A continuera de tourner en entraînant avec lui la roue de rochet R⁶.

Levier de rappel au blanc. — L'élévation du cliquet peut s'effectuer, pendant la marche de l'appareil, par la manœuvre d'un levier spécial qu'on nomme *levier de rappel au blanc*.

Ce levier (fig. 420 etc.) est composé de 3 branches, BC,

DE, FG, solidement implantées sur un manchon K qui s'appuie et peut pivoter sur une vis V, taraudée en *ab* seulement (fig. 120 *bis*) où elle pénètre dans la platine antérieure P₁ de l'appareil, au-dessus et à gauche des roues de correction et de rochet. Le pivot V, est dans une situation parallèle à l'axe plein A.

Branche supérieure. — La branche supérieure BC, horizontale, est munie à gauche, à sa partie libre B, d'un bouton M, sur lequel l'opérateur doit appuyer le doigt quand il veut ramener à leur point de repère les roues des types et de correction.

En agissant de haut en bas sur ce bouton M, dans le sens de la flèche *f*, on force les 3 branches du levier de s'abaisser simultanément en s'écartant vers la droite autour de leur pivot commun V.

Branche postérieure. — Dans le plan vertical où repose la branche supérieure BC est placée inférieurement la *branche postérieure oblique* DE, dont la pointe D, taillée en biseau *nn'*, reste, à l'état de repos, au-dessus de l'axe d'impression, à quelque distance d'un appendice de cet axe, nommé *came de dégagement du levier d'arrêt*. Cette came *y* porte à son extrémité libre une goupille *g'* saillante horizontale, qui, regardant la platine antérieure P₁, tourne avec l'axe imprimeur, dans le plan vertical qui contient la branche DE et peut, par conséquent, quand ce bras est suffisamment abaissé, le rencontrer sur sa route.

La branche DE porte à sa partie supérieure, à droite, un prolongement horizontal P, taillée comme l'indique la fig. 124 (plan horizontal). L'extrémité présente un biseau vertical *vv'* coupé par une coche *m*.

Ressort-lame. — A l'état de repos, c'est-à-dire tant

qu'on n'appuie pas sur le bouton M, l'appendice P, ainsi que la branche DE qui le supporte, frottent postérieurement contre la platine antérieure P, de l'appareil, et ce frottement maintient l'appendice P, de niveau avec l'extrémité libre L d'un *ressort* R (1) sur lequel le biseau *vv* doit agir, toutes les fois que la branche DE se rapproche vers la droite, en pivotant autour de son pivot V, sous l'influence de la pression du doigt de l'opérateur sur la branche supérieure BC (fig. 420).

Ce ressort R (voir fig. 424), nommé *ressort-lame* ou *ressort du plan incliné de correction*, est un ressort plat fixé horizontalement, à droite et au-dessus de l'axe A au moyen d'une vis V_1 , à la platine antérieure contre laquelle il s'appuie régulièrement, au repos. Sa plus grande surface SS (fig. 420) est dans le plan vertical qui passe par l'appendice P. A son extrémité libre, ce ressort supporte une masse d'acier *kk'*, dont le *bord vertical de gauche* présente un biseau *zz'* coupé par une coche *m'*, qui forme la contre-partie de l'appendice P de la branche DE. Au repos, le biseau *zz'* fait face au biseau *vv'*, les deux lignes *vv'*, *zz'* étant parallèles et les deux coches *m' m'* opposées (fig. 424).

Le bord *supérieur* de la masse d'acier *kk'* du ressort-lame R est taillé en forme de *toit*, constitué par un plan incliné à deux faces *ss'*, *s's''* dont le sommet présente une petite coche horizontale *s'* (fig. 424).

Tant que le levier de rappel au blanc reste au repos, c'est-à-dire tant qu'on ne l'abaisse pas avec le doigt, le

(1) Nous décrivons ici le levier de rappel au blanc du modèle de 1869. Le levier primitif différait sur quelques points, mais le principe n'en a pas été changé.

ressort-lame R (fig. 424) reste appliqué contre la platine antérieure P_1 , et la masse d'acier kk' munie du plan incliné $ss's''$ reste à une petite distance derrière le plan dans lequel tourne la goupille g du cliquet de correction CC' , et celui-ci peut ainsi tourner librement, entraîné par la roue de rochet de frottement R_6 (voir fig. 449.)

Branche antérieure. — La troisième branche du levier de rappel ou *branche antérieure* FG est engagée dans l'espace compris entre la roue correctrice et celle des types (voir fig. 420); elle se termine par une dent F de grandeur égale à la coche e pratiquée sur la partie externe du manchon de cuivre de la roue correctrice (voir pag. 420). Quand le levier est au repos, cette dent reste suspendue en arrière du manchon que nous venons de désigner (fig. 420).

En résumé, quand l'appareil est mis en mouvement, et avant que l'opérateur appuie sur le levier de rappel au blanc, la roue des types R_4 (fig. 443), retenue à celle de correction R_5 , tourne d'un mouvement continu et uniforme, entraînée par l'axe plein A, par l'intermédiaire du cliquet de correction CC' , qui, cédant à la pression constante de son ressort r , se cramponne solidement aux dents de la roue de rochet de frottement R_6 , maintenue à son axe par une forte pression (fig. 444).

Jeu du levier de rappel au blanc. — Quand on veut arrêter la roue des types à la position du blanc, on agit avec le doigt, de haut en bas, suivant la flèche f , sur le bouton M (fig. 420). Les trois branches du levier de rappel pivotent alors simultanément autour du centre V en se dirigeant vers l'axe A. Le biseau vv' de l'appendice P glisse le long du biseau zz' du ressort-lame et vient s'intercaler entre la masse d'acier kk' et la platine antérieure

P₁ (fig. 422); en glissant ainsi le long du biseau zz' , il a forcé toute cette masse kk' à s'éloigner de la platine en faisant fléchir le ressort-lame R. Par conséquent, en se déplaçant d'arrière en avant horizontalement suivant f' , cette masse se rapproche de la roue de rochet de frottement R₆, et finalement prend position dans le plan de rotation de la goupille du cliquet CC' emboîté sur cette roue. En même temps, la branche antérieure dentée F est venue s'appuyer sur la surface cylindrique externe du manchon de la roue correctrice, attendant l'arrivée de la coche e pratiquée sur ce manchon, pour s'y enfoncer (fig. 422 bis), tandis que l'extrémité libre D de la branche postérieure DE s'est rapprochée de l'axe imprimeur (fig. 422 ter).

Débrayage. — Quand la goupille g du cliquet de correction, dans son mouvement circulaire (fig. 422) arrive à la hauteur du plan incliné ss' de la masse d'acier kk' interposée dans son plan de rotation, elle monte le long de ce plan, en vertu de la force acquise par sa liaison avec la roue de rochet (fig. 423) et vient se fixer dans l'entaille pratiquée au sommet s' du plan, tandis que la dent F rencontre simultanément la coche e du manchon de correction où elle pénètre, grâce à la pression du doigt sur le bouton M (fig. 423 B), que la pointe x de l'appendice P s'accroche à l'entaille m' du ressort-lame kkR (fig. 423 C), et que la branche postérieure D du levier vient par son extrémité libre s'appuyer sur l'axe imprimeur (fig. 423 D).

Le cliquet CC', en se relevant sous l'influence de sa goupille g montant le long du plan incliné ss' (fig. 423), a abandonné les dents de la roue de rochet (fig. 423 E) et toute liaison a cessé alors entre les roues de correction et

des types et l'axe plein A. Ces deux roues sont donc arrêtées pendant que la roue de rochet continue de tourner librement avec l'axe plein. La roue des types ainsi placée au repos présente au-dessus du cylindre d'impression l'espace *blanc des lettres*.

On pourrait se demander s'il ne suffirait pas, pour débrayer les roues de correction et des types, de laisser la goupille du cliquet venir s'asseoir dans l'entaille *s'* du plan incliné du ressort-lame, et dans quel but la dent F de la branche antérieure du levier de rappel vient, par surcroît de précaution, contribuer à arrêter les roues des types et de correction en pénétrant dans l'entaille extérieure *e* du manchon. Cette précaution n'est point inutile; en effet, en vertu de la *force acquise*, quelquefois considérable (la roue des types pouvant faire habituellement jusqu'à 440 tours à la minute), la goupille du cliquet, non-seulement remonterait le long du plan *ss'* (fig. 423 E), et parviendrait jusqu'à l'entaille *s'*, mais dépasserait le sommet du plan, viendrait glisser sur la descente *s's''* et rencontrerait de nouveau les dents du rochet (fig. 419), déterminant ainsi un nouvel embrayage immédiat. C'est pour éviter cet effet que l'action de la dent F sur le manchon de la roue correctrice s'ajoute à celle du plan incliné *ss'*, et cette double action arrête inévitablement les deux roues de correction et des types à une position de repos invariable.

Embrayage. — Le premier courant transmis ou reçu après cet arrêt fait soulever l'armature, basculer le levier d'échappement et détermine l'embrayage de l'axe imprimeur avec l'axe du volant (voir ch. VI). Après que l'axe d'impression A' a fait $\frac{1}{4}$ de tour, la came correctrice U vient buter sur la dent supérieure *d'* limitant le creux X

de la roue de correction, avec laquelle elle doit, comme on sait, engrener à chaque révolution de l'axe qui la supporte (fig. 424). La rencontre, entre la came U qui tourne avec rapidité (voir ch. VI) et cette dent immobile d' , communique une impulsion très-vive à toutes les parties de la roue correctrice, qui tendent alors à se déplacer simultanément *dans le sens du mouvement de l'axe plein A* suivant la flèche f . Le manchon Q de cette roue et la goupille g du cliquet CC' doivent donc avancer *ensemble* dans le même sens. Si la goupille g se projette vers la droite, elle abandonne la coche s' où elle gisait, et, passant sur la surface de descente du plan $s's''$, elle y glisse rapidement en vertu de la pression de son ressort r ; le cliquet CC' vient par suite rencontrer les dents de la roue de rochet R dont la rotation est permanente, *embrayant* ainsi *les roues de correction et des types à l'axe plein A*, qui entraîne de nouveau ces trois roues d'un mouvement commun (fig. 449). Mais tandis que ces effets se sont produits, la coche e du manchon Q, tournant sous l'impulsion de la came de correction U, qui a mis la roue correctrice en mouvement (fig. 424), a rejeté en arrière la dent F de la branche antérieure du levier de rappel; par suite de ce recul, les deux autres branches se sont légèrement rapprochées de leur situation ordinaire de repos, en pivotant vers la gauche autour de leur point d'appui V. Le biseau vv' (424 *bis*) s'est donc un peu écarté dans le sens de la flèche f , permettant à la masse d'acier kk' du ressort-lame R de s'écarter un peu d'avant en arrière suivant la flèche f' et de tendre vers la position de repos où nous l'avons vu (pag. 429). Mais pour que la goupille g du cliquet puisse tourner librement, il faut qu'elle ne rencontre plus sur sa

route ce plan incliné kk' , qui doit par conséquent s'écarter en arrière de toute la distance dont il s'était projeté en avant sous l'influence du doigt de l'opérateur. Or, pour que ce plan se retire tout à fait en dehors du plan de rotation de la goupille g du cliquet, il faut que l'appendice P dont le biseau vv' avait servi à le déplacer, et qui est encore en partie interposé entre lui et la platine P_1 , se retire entièrement vers la gauche. Il est donc nécessaire que l'appendice P et, par conséquent, toutes les branches du levier de rappel au blanc, qui sont solidaires, reviennent à leur place primitive, avant que la goupille g , après une révolution de l'axe plein A , repasse à la hauteur du plan incliné $ss's''$ (fig. 424 *bis*). Le plus souvent le choc de la came correctrice U contre la dent supérieure d' (fig. 424) est assez violent pour rejeter complètement en arrière toutes les branches du levier de rappel et permettre ainsi au plan incliné du ressort-lame de reprendre, en vertu de l'élasticité de ce ressort, sa place de repos contre la platine P_1 et en dehors du passage de la goupille du cliquet (fig. 424). Mais quand le mécanisme d'horlogerie déroule avec une petite vitesse, cette impulsion n'est pas suffisante; dans ce cas, la came de dégagement y joue le rôle qui lui est assigné; après les $3/4$ de révolution de l'axe imprimeur, sa goupille g (fig. 424 *ter*) rencontre la branche postérieure D du levier de rappel et lui imprime une impulsion brusque qui la contraint de s'écarter entièrement à gauche, suivant la flèche f , en ramenant la branche supérieure à sa situation horizontale, dégageant l'appendice P , qui laisse alors le plan du ressort-lame R s'écarter librement d'avant en arrière suivant f' (fig. 424 *bis*), élevant la dent F à une hauteur convenable au-dessus du manchon.

A partir de ce moment toutes ces pièces se retrouvent dans les positions relatives où nous les avons vues, avant l'arrêt de la roue des types (fig. 420) (1).

Le premier courant transmis après l'arrêt de cette roue la fait donc toujours partir d'un même point, le *blanc des lettres*. Ce départ s'étant effectué par l'effet d'un courant provoqué par la rencontre entre *le goujon du blanc* et le chariot de départ, on conçoit que ces deux organes (chariot, roue des types) qui ont, quoique séparés par une ligne, des mouvements *synchroniques*, grâce à l'influence des régulateurs, occupent toujours, sur les circonférences qu'ils parcourent simultanément, des points entièrement symétriques (voir ch. III).

Signalons, en terminant, l'analogie qui existe entre l'embrayage de la roue de correction avec l'axe plein A et celui de l'axe imprimeur avec l'axe du volant (voir ch. VI). C'est toujours, dans les deux cas, *un cliquet porté par une pièce à mouvement intermittent* qui, par l'intermédiaire d'un plan incliné, peut descendre pour se cramponner à une *roue de rochet animée d'un mouvement continu* (embrayage) ou monter pour s'en séparer (débrayage).

(1) On voit que la came de dégagement doit agir dans le cas *seulement* où la came correctrice n'aurait pas déjà, par suite du choc qui suit sa rencontre avec la dent de la roue de même nom, accompli le travail qui lui incombe; quoi qu'il en soit, elle ne doit agir qu'au premier tour de l'axe imprimeur provoqué par le premier courant transmis après l'arrêt de la roue des types. — Dans toutes les révolutions ultérieures de cet axe, la branche postérieure du levier de rappel doit rester suspendue au-delà de la circonférence parcourue par la goupille de la came de dégagement. Cette goupille ne remplit donc qu'un rôle accessoire. Dans les appareils des derniers modèles, elle est accidentellement chargée d'une fonction supplémentaire, dont nous parlerons au chapitre IX.

CHAPITRE VIII.

CAMES DE L'AXE IMPRIMEUR.

Came de dégagement : (*sa forme, — définition de ses fonctions, — sa position au repos*). — Came de correction : (*sa forme, — sa disposition sur l'axe, — sa situation au repos, — définition de ses diverses fonctions*). — Came d'entraînement du papier : — (*sa forme, — sa situation au repos, — Levier d'entraînement, — Fonctions de la came et du levier*). — Came d'impression : (*sa forme, — sa situation au repos, — Levier d'impression, — Fonctions de la came et du levier*). — Jeu des diverses cames et des organes solidaires de leur mouvement, 1^{re} pendant la première révolution de l'axe imprimeur après l'arrêt de la roue des types (1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e quarts de tour) ; 2^e pendant les révolutions ultérieures.

Nous avons vu qu'à chaque touche abaissée, c'est-à-dire quand le chariot, passant sur un goujon soulevé, provoque une émission de courant (ch. IV), le fluide électrique, traversant le fil des bobines dans un sens convenable, détermine le soulèvement de l'armature (ch. V); qu'à la suite de ce mouvement ascensionnel, l'axe imprimeur est embrayé à l'axe du volant, avec lequel il effectue sur lui-même une révolution (ch. VI); nous connaissons déjà quelques-unes des fonctions que cet axe accomplit toutes les fois qu'il tourne ainsi sur lui-même (pag. 404). Nous savons que le but principal de la rotation de cet axe est *l'impression d'une lettre*. Ce résultat est *précédé, accompagné ou suivi* de fonctions multiples réservées à un certain nombre d'appendices appelés *cames*(1),

(1) En général on désigne sous le nom de *came*, toute saillie ou

que l'axe supporte à son extrémité antérieure. Nous allons étudier en détail la forme, la position, les rôles divers de ces organes.

Ces canes sont au nombre de quatre, en éliminant le *colimaçon* chargé du redressement du levier d'échappement, sur lequel nous croyons inutile de revenir (voir p. 99 et 404). Elles sont toutes situées à la partie antérieure de l'axe et dans l'ordre suivant, en partant de la platine P_1 :

- 1° La *came de dégagement du levier d'arrêt de la roue des types* ou, plus simplement, *came de dégagement*;
- 2° La *came de correction* ou *correctrice*;
- 3° La *came d'entraînement* ou *de progression du papier*;
- 4° La *came d'impression*.

Came de dégagement ; sa forme. — Nous avons déjà, pag. 428, jeté un coup d'œil sur la *came de dégagement*. Nous savons qu'elle est constituée par un bras de levier ab , perpendiculaire à l'axe B' auquel il est invariablement calé. Ce bras ab porte, à son extrémité libre, une goupille saillante g , horizontale, dirigée vers la platine antérieure P_1 , qu'elle rase de très-près, parallèlement à l'axe d'impression B' (fig. 425). Cette goupille forme à elle seule la partie *active* de la came, la pièce ab n'est qu'un support chargé de relier la goupille à l'axe B' qui l'entraîne dans son mouvement de rotation ; par conséquent la courbure qu'on a donnée à ce support n'intéresse en rien le jeu de la came.

dent fixée à la surface d'une roue ou d'un arbre tournant. Les comes sont utilisées pour transformer un mouvement *circulaire continu* en mouvement *circulaire* ou *rectiligne alternatif*.

Définition de ses fonctions. — Le rôle principal de la goupille *g* est de rejeter entièrement en arrière la branche postérieure oblique D (fig. 124 *ter*) du levier de rappel au blanc, et de forcer par suite toutes les pièces de ce levier de reprendre leur position exacte de repos, chaque fois que, à la suite d'un premier courant transmis, la roue des types, précédemment arrêtée à la position du blanc par le levier de ce nom, doit tourner sans obstacle sur son axe avec les roues de correction et de frottement (voir ch. VII).

Accessoirement elle est chargée de ramener à sa situation d'arrêt l'axe imprimeur, quand, par suite d'insuffisance de force acquise ou d'exagération dans les frottements, le taquet de la plaque d'échappement s'arrête sur la courbe supérieure du levier de détente, avant d'avoir atteint l'épaulement de ce levier, et que le cliquet d'échappement reste inerte au bas de la montée du plan incliné (p. 106).

Nous examinons plus loin comment s'accomplit ce travail supplémentaire (voir pag. 161).

Sa position au repos. — Quand l'axe imprimeur est au repos, la came de dégagement reste à gauche de l'axe B, laissant sa goupille *g* sur une ligne horizontale *hh'* qui passe par le centre de rotation de l'axe B, et le centre de la figure de la goupille *g* (fig. 125).

Came de correction ; sa forme. — La came de correction est une languette d'acier, fortement trempée *kk'* (fig. 126) taillée de telle sorte qu'un plan vertical qui la couperait perpendiculairement à sa longueur lui donnerait la forme d'une olive. Cette forme a été déterminée à la suite de nombreuses expériences, pour permettre à la

came de remplir ses délicates fonctions avec le plus d'exactitude et le moins de frottements possible (1).

Sa disposition sur l'axe. — Elle est emboîtée dans une sorte de manchon MM soudé au flan de l'axe imprimeur B'; on peut la faire pénétrer dans sa boîte ou l'en extraire avec facilité, soit pour la retourner, soit pour la remplacer, et on l'y fixe solidement au moyen d'une ou deux vis *v*. Ainsi disposée elle dépasse en avant le bord antérieur du manchon d'une certaine longueur *lk'* placée dans le champ de rotation de la *roue correctrice*, entre les dents de laquelle elle doit venir pénétrer, chaque fois que l'axe imprimeur accomplit une révolution.

On peut alors considérer la came correctrice, comme formant la dent unique d'un *pignon*, qui engrènerait avec la roue de correction, mais seulement d'une manière *intermittente*, une seule fois à chaque tour de son axe B'.

Les circonférences décrites par les points des dents de la roue correctrice et l'extrémité de la came de ce nom se cou-

(1) Géométriquement on peut considérer la ligne qui constitue son périmètre comme formée par une *arc* (fig. ayant la forme d'un œuf coupé par un plan suivant sa longueur) assise sur la base d'un *triangle*. — Pour la tracer (fig. 126 bis) on mène une droite *ab*, qui est l'épaisseur de la came; — sur le milieu *c* de cette ligne, avec une ouverture de compas $=$ à *ca*, on trace le demi-cercle *acb*. Du point *c*, on mène sur *ab* une perpendiculaire *cd* $=$ à *cb*; on rejoint par des droites indéfinies le point *d* aux points *a* et *b*. Du point *a*, comme centre, avec une ouverture de compas $=$ à *ab*, on trace la courbe *bf*; de *b* comme centre, avec la même ouverture de compas, on trace la courbe *ag*. Puis du point *d* comme centre, avec une ouverture de compas $=$ à *gd*, on trace la courbe *ghf*. Ensuite on prolonge en dessous le rayon *ce*, et, sur le prolongement, à partir de *c* on mesure trois fois le $1/2$ rayon *ce*; on obtient ainsi le point *k* qu'on relie par des droites aux points *a* et *b*. La figure *kaghfbk* qu'on trace par ce moyen représente exactement le contour de la came correctrice.

pent à chaque rotation de l'axe imprimeur en deux points ss' .

Sa situation au repos. — Quand l'axe B' est à l'état d'inertie, c'est-à-dire tant que le courant ne détermine pas l'ascension de l'armature, la came correctrice k' reste située à gauche de l'axe, obliquement, la pointe p tournée en bas; dans cette situation elle serait coupée à peu près vers son milieu par une droite yy' traversant l'arbre A de la roue correctrice et le centre de rotation B' de l'axe imprimeur, ligne qui forme, avec la verticale xx tombant sur le centre A de la même roue, un angle de $54^{\circ}, 5$ environ (fig. 426 *ter*).

Définition de ses diverses fonctions. — Les fonctions qu'elle remplit sont au nombre de 5 :

1° provoquer l'embrayage des roues des types et de correction réunies, avec la roue de rochet de frottement, chaque fois qu'un courant arrive dans l'électro-aimant, après la mise au repère de la roue des types;

2° Pendant que ces 3 roues sont entraînées par l'axe plein, *activer*, à chaque émission du courant, la marche de la roue des types, quand le *type* à imprimer est un peu en retard;

3° Dans le même cas, *retarder* cette roue, si le *type* qui doit laisser son empreinte sur le papier est légèrement en avance ;

4° Refouler alternativement les deux extrémités saillantes du levier inverseur, quand on appuie sur la touche du blanc des lettres ou sur celle du blanc des chiffres, afin de faire, par ce moyen, dévier la roue des types d'un arc de $1/56$ de circonférence, par rapport à la roue correctrice;

5° Etablir et rompre en temps opportun la communication entre le massif de l'appareil et le fil d'entrée de la

bobine antérieure, dans le but d'éviter la manifestation nuisible du *courant induit de retour* de l'armature vers sa position de repos.

Came d'entraînement du papier; sa forme.

— La came d'entraînement du papier, nommée aussi came de progression, est soudée sur l'axe B' qu'elle enveloppe entièrement. Son périmètre comprend 3 surfaces spéciales reliées entre elles sans solution de continuité : 1° une surface plane *ab* ; 2° une surface courbe régulière *bc*, tracée avec un rayon *ob*, partant du centre *o* de l'axe imprimeur, ayant, par conséquent, tous ses points également distants de ce centre ; 3° une surface courbe excentrique *ca*, dont tous les points *d e f g h a*, également espacés les uns des autres, s'éloignent progressivement du centre *o*, en suivant un accroissement de distance régulier d'un point à l'autre (fig. 427) (4).

Sa situation au repos. — Au repos de l'axe imprimeur, cette came a sa surface plane *ba* située obliquement, à droite et à gauche de la verticale *zz* passant par le centre de rotation *o*, la pointe *a* sous l'axe B'. Dans cette position, la même verticale rencontre sensiblement le point *c* qui forme l'intersection entre la fin de la surface courbe régulière *bc* et le commencement de la courbe excentrique *ca*.

Levier d'entraînement. — Cette came, pour remplir son rôle, doit agir sur un levier, dont nous avons

(4) Cette courbe excentrique peut être considérée comme analogue à la courbe connue sous le nom de *spirale d'Archimède*. Elle serait alors formée par un point *c* se mouvant *uniformément* le long de la ligne indéfini *cco*, pendant que celle-ci est animée d'un mouvement de translation *uniforme* autour d'un centre de rotation *o* (fig. 427 bis).

déjà eu l'occasion de parler (voir pag. 403) et qui porte le nom de *levier d'entraînement* ou de *progression du papier*. Il est intercalé dans l'espace laissé libre au-dessous de l'axe plein A (fig. 414) entre les roues des types et de correction, dans un plan parallèle à celui où pivotent ces deux organes. Il se compose d'une forte lame d'acier ll' adaptée à un manchon m , qui vient s'emboîter, à droite de l'axe plein A, à frottement doux, sur un pivot A_1 retenu à la platine antérieure P_1 au moyen d'une vis V (fig. 427); sa partie libre l' , tournée vers la gauche de l'axe plein A, se termine au-dessous de l'axe imprimeur B' par une dent D , dont la pointe, un peu émoussée, doit frotter constamment, pendant la rotation de l'axe B' contre la surface périmétrique de la *came de progression*.

Dans ce but, le levier est sollicité en permanence de bas en haut, dans le sens de la flèche f , par l'action constante d'un fort ressort d'acier r recourbé en forme d'U et retenu à la platine antérieure P_1 de l'appareil, derrière la roue de rochet de frottement, au moyen d'une vis V . Ce ressort par son extrémité libre, s'appuie sous un tourillon t implanté dans le levier de progression, et saillant hors de sa surface postérieure. Ce ressort en U remplit le même but et agit de la même manière que le ressort à boudin R auquel nous l'avons d'abord supposé soumis (pag. 403, fig. 408).

A l'état de repos, grâce à cette pression, la dent D du levier exerce une poussée énergique vers le milieu de la surface rectiligne oblique ab de la came de progression, et étant ainsi maintenue dans le plan de rotation de cette came, elle en devra suivre tous les mouvements, pendant la marche de l'axe imprimeur, et pourra ainsi *monter* et

descendre, suivant les inflexions variées du périmètre de la came qui passeront successivement sur sa pointe.

Dans le voisinage de son extrémité libre l' à droite, ce levier est muni d'un prolongement vertical nn' , au bout duquel est emmanché librement, sur un pivot horizontal n' , un *cliquet à ressaut* C, armé à sa partie supérieure libre d'une seule dent D_1 en forme de crochet. Un petit ressort à boudin enroulé autour de son pivot n' sollicite sans cesse la dent D_1 à se porter vers la droite suivant la flèche f' . Grâce à l'action de ce ressort, la dent D_1 vient pénétrer dans l'intervalle de deux dents d'une roue de rochet à forte denture r_1 , fixée au dos du cylindre porteur du papier, lequel peut pivoter sur un levier indépendant de celui qui nous occupe et dont nous parlerons tout à l'heure (voir pag. 145).

Fonctions de la came et du levier d'entraînement. —

A la came d'entraînement et à son levier sont réservées deux fonctions :

1° *Faciliter l'embrayage* de l'axe imprimeur avec l'axe du volant, ainsi que le *débrayage* de ces deux organes (*action du levier sur la came.* — Voir pag. 103 et 107) :

2° *Entraîner le papier* aussitôt après l'impression de chaque type, pour amener un espace blanc destiné à recevoir l'empreinte de la lettre suivante (*action de la came sur le levier*).

Came d'impression ; sa forme. — Cette came est tout près de l'extrémité antérieure libre de l'axe imprimeur, en avant de la came d'entraînement (fig. 128 et 130). Elle a sensiblement l'aspect d'un petit prisme triangulaire (fig. 130) et, coupée par un plan vertical perpendiculaire à l'axe B', elle prend la forme d'un triangle

qu dont la base *jq*, soudée à l'axe B', est très-étroite et le sommet *u* très-aigu. La fig. 428 *bis* qui la représente dans des proportions beaucoup plus grandes que nature montre que le côté *qu* du triangle est remplacé par une ligne légèrement courbée.

Sa situation au repos. — Quand l'axe est à l'état d'inertie cette came a sa pointe *u* tournée en bas sensiblement sur la verticale *zz* passant par le centre de l'axe B'. On voit que dans cette situation, la ligne de gauche *ju* se confond presque avec la verticale *zz* et que les deux côtés *ju*, *qu* du triangle ne sont pas penchés symétriquement sur leur base commune *jq*, le côté *ju* présentant une pente plus raide que *qu*. Nous indiquerons plus bas le motif de ces dispositions particulières (voir pag. 454).

Levier d'impression. — La came d'impression doit, pour remplir sa fonction, agir sur un levier qui, par son intermédiaire, peut s'élever et s'abaisser au moment voulu. Cet organe connu sous le nom de *levier imprimeur* ou *d'impression* a, par sa forme, une grande analogie avec le *levier d'entraînement*, précédemment décrit. Comme lui il est constitué par une épaisse lame d'acier *l₁l₁* soudée à un manchon *m₁*, qui s'emboîte à frottement doux à la partie antérieure du petit axe A₁ A₁, dont il a été question plus haut (voir fig. 427, pag. 443). Ces deux manchons *m m₁* réunis ainsi bout à bout, et frottant légèrement l'un contre l'autre, sont empêchés de vaciller horizontalement et de sortir de leur axe commun A₁, par une rondelle saillante *r* fixée, au moyen d'une vis *v*, au bout antérieur de l'axe A₁ (fig. 428 *ter*). Le levier d'impression *l₁l₁* placé ainsi parallèlement au levier d'entraînement *l'l'* (fig 427) s'étend vers la gauche, du côté de l'axe imprimeur B' qu'il enveloppe,

au-dessus et au-dessous de la came de même nom, au moyen de deux bras l_1h et l_1b formant une sorte de fourchette.

La branche supérieure l_1h de cette fourchette est recourbée en forme de bec, dont la pointe i très-aiguë repose, par l'effet seul du poids du levier, sur la surface cylindrique de l'axe d'impression B' sensiblement sur le passage de la verticale zz traversant le centre B' et la pointe u de la came. Le côté droit d du bec du levier est taillé en une courbe pareille à la face qu de cet appendice.

La branche inférieure l_1b est rectiligne et vient raser, sans frottement, la pointe u de la came d'impression.

Une vis verticale de réglage V_2 retenue à un petit pont fixé à l'équerre en cuivre ss qui supporte antérieurement l'axe des cames NB' (voir fig. 482) est destinée à *limiter* le mouvement ascensionnel du levier, quand la came le force de monter rapidement.

Vers la partie médiane du levier d'impression est disposé antérieurement un petit tambour ou cylindre creux T , en acier, très-léger, appuyé sur un pivot horizontal A^2 , faisant corps avec le levier, et autour duquel il peut librement tourner en temps opportun. Cet organe est appelé *cylindre imprimeur* ou *d'impression*. Il porte soudé à son cercle postérieur la roue de rochet r_1 à forte denture, entre les dents de laquelle pénètre, à l'état ordinaire, la dent-crochet D_1 du cliquet d'entraînement C (fig. 427). Sa surface cylindrique, vers son milieu, c'est-à-dire dans le plan de rotation oo' de la roue des types, dont les lettres passent successivement à une légère distance au-dessus, est enveloppée d'un anneau de gutta-percha yy qui forme une couche résistante, un peu élastique, contre laquelle le

type comprime le papier au moment de l'impression. De chaque côté de cet anneau, en avant et en arrière, tout autour du tambour, est fixée une double rangée de petites dents $r_2 r_2$ d'une extrême finesse. Sur la partie supérieure de ce cylindre est étendue la bande de papier b_1 qui doit recevoir l'impression des types; elle en occupe toute la largeur de r_2 en r_2 et elle y est exactement appliquée, grâce à la pression d'un segment d'ivoire, appelé *presse-papier*. Ce segment S (fig. 129) se compose d'un bloc d'ivoire, fixé sur un manchon de cuivre m_2 retenu sur un pivot p_2 emboîté à droite dans le levier imprimeur l_1 et dont la partie libre à gauche présente 2 branches courbées $b_1 b_2$, qui viennent s'asseoir également de chaque côté du tambour T, au-dessus des petites dents $r_2 r_2$ désignées plus haut, en laissant entre elles un espace vide qui découvre entièrement l'anneau de gutta-percha yy , lequel peut ainsi monter librement jusqu'au périmètre de la roue des types. Un ressort à boudin enroulé autour du manchon p_2 du presse-papier exerce sur les 2 branches $b_1 b_2$ une pression suffisante pour que le papier, intercalé entre elles et le cylindre T, puisse, quand il est nécessaire, pénétrer un peu dans les petites dents d'entraînement $r_2 r_2$ pendant que le cylindre tourne, et avancer ainsi régulièrement.

Fonction de la came et du levier d'impression. — La came d'impression u a pour unique fonction, en agissant sur son levier $l_1 l_1$, à chaque tour de l'axe imprimeur, de projeter vivement le cylindre d'impression T, muni du papier, contre le type à imprimer, au moment où ce type arrive exactement au-dessus.

Jeu des diverses cames et des organes solidaires de leur mouvement, au premier tour de l'axe imprimeur, après l'arrêt de la roue des types. — Nous allons maintenant analyser le jeu successif de ces diverses cames, dont le mouvement s'effectue avec une rapidité vertigineuse, quand l'appareil est en fonction, mais dont on peut suivre minutieusement toutes les phases, en faisant mouvoir l'axe d'impression à la main avec une extrême lenteur.

Nous examinerons le rôle des cames, 1° au premier tour de l'axe imprimeur, déterminé par la première émission du courant, provoquée par l'abaissement de la première touche à gauche, celle du blanc des lettres, après que l'abaissement du levier de rappel au blanc a arrêté au repère la roue des types ainsi que la roue correctrice; 2° à chaque révolution ultérieure de l'axe imprimeur.

Dans le premier cas, l'ordre de fonctionnement des cames est réglé dans l'ordre suivant :

- 1° Came de correction;
- 2° Came d'impression;
- 3° Came de progression du papier;
- 4° Came de dégagement du levier d'arrêt de la roue des types.

Avant d'étudier scrupuleusement les effets qui vont se produire, nous croyons utile de rappeler sommairement les positions relatives occupées, au repos de l'axe d'impression, par les divers organes qui vont agir les uns sur les autres.

Les roues des types et de correction sont arrêtées par l'abaissement complet des trois branches du levier de rappel au blanc; la première de ces roues présente alors son

espace *blanc des lettres* en regard du cylindre d'impression, qui repose à une petite distance au-dessous d'elle, sur la verticale qui passe par les deux centres de la roue et du cylindre (fig. 415). La came de dégagement a sa goupille dans la situation indiquée fig. 423 D, la branche postérieure D du levier de rappel entre la goupille *g* et l'axe d'impression. — La came de correction, comme le montrent les fig. 426, 426 *ter*, repose à gauche de l'axe B', obliquement, dans le plan vertical des dents de la roue correctrice A, en repos à droite du même axe; la came d'entraînement du papier (fig. 427) présente sa surface rectiligne *ab* obliquement de gauche à droite sous l'axe B', cette surface *ab* pressée de bas en haut par le bec D de son levier; dans cette situation, le cliquet à ressort C est engagé entre deux dents du rochet *r* du cylindre imprimeur porté par le levier de ce nom *l* *l*₁, tout près de la dent supérieure 2 sur laquelle il doit monter tout à l'heure. — La came d'impression a son bec *u* sous l'axe B' (fig. 428), laissant la dent *i* de la branche supérieure de son levier reposer sur le dessus de l'axe, en vertu de son propre poids. La fig. 430 montre l'ensemble des positions des quatre comes au repos.

Départ de l'axe imprimeur. — Aussitôt que l'armature, soulevée sous l'influence du premier courant transmis par l'abaissement de la touche du blanc des lettres, fait basculer le levier d'échappement, l'axe imprimeur vient rapidement se relier à l'axe du volant, aidé par la pression du levier de progression du papier *l*' contre la surface rectiligne *ab* de la came du même nom. Ce premier mouvement en avant de l'axe, qui dure jusqu'au moment où le cliquet d'échappement rencontre les dents de la roue de rochet de l'axe du volant, a fait déplacer d'un petit angle

toutes les cames. Aussitôt que l'embrayage est effectué, celles-ci continuent leur mouvement de rotation avec une vitesse sept fois supérieure à celle du chariot et à celle des pièces qu'entraîne l'axe de la roue des types.

1^{er} *quart de tour*. — Au premier quart de révolution de l'axe, la came d'impression (fig. 431) a son bec *u* à droite sur l'horizontale *hh* qui coupe le centre B' de l'axe, laissant libre tout l'espace qu'elle occupait précédemment, entre le bord inférieur de l'axe et la branche rectiligne *bl*₁ de la fourchette de son levier, pour permettre à celui-ci de s'élever rapidement, sans obstacle, en temps opportun.

2^o La *came de progression* (fig. 432) a projeté vers la droite de l'axe B' toute sa surface plane *ba*, laissant monter jusqu'à sa courbe égale *bc* le bec D de son levier qui, dans ce mouvement ascensionnel, a forcé le cliquet à res-saut C de venir pénétrer dans le creux 2 de la dent supérieure du rochet d'impression *r*₁, dans lequel son ressort de rappel *n'* le maintient engagé.

3^o La *came de correction* *k'p* est maintenant à la droite de l'axe B', s'approchant rapidement des dents de la *roue correctrice* R5 au repos (fig. 433).

4^o La *came de dégagement* est sous l'axe B', sur une vertical *x'x'* qui passe par le centre de rotation B' et par la goupille *g* (fig. 434).

On voit que, pendant ce premier quart de tour, l'axe d'impression n'a aucune fonction à remplir, aucune résistance à vaincre. Cette précaution est nécessaire pour permettre à l'axe du volant, qui s'empare de l'axe imprimeur, de rencontrer seulement d'une manière progressive les obstacles qu'il est chargé de faire vaincre à son collabora-

teur. Dans les premiers moments de la marche commune, l'axe du volant saisit l'axe d'impression, lui transmet sa vitesse propre et lui donne, pour ainsi dire, un élan qui le mettra en mesure de subir, sans hésitation, les divers frottements que ses cames vont ensuite successivement rencontrer. La seule cause qui puisse influencer, dans l'instant que nous considérons, le mouvement de l'axe du volant, est le poids de l'axe d'impression qu'il ajoute au sien.

S'il en était autrement, si, dès le début de l'embrayage, les deux axes réunis accomplissaient des fonctions difficiles, cette brusque augmentation de résistance, absorbant sans préparation, instantanément, une quantité considérable de force motrice, tendrait à faire tomber promptement la vitesse de l'appareil, comme si l'axe du volant subissait un choc violent, et la solidité des divers organes en serait bien vite altérée.

2^e quart de tour ou 1/2 révolution. — Entre le premier et le deuxième quart de révolution :

1^o La *came correctrice* vient, par sa pointe *p*, buter fortement contre le plan incliné inférieur *mn* de la dent n^o 4 de la roue de correction R⁵ au repos (fig. 433); c'est la première résistance que rencontre l'axe imprimeur. Nous avons vu (pag. 433) que, obéissant à cette poussée, la roue correctrice abandonne instantanément son état d'inertie, que la coche *e* de son manchon Q repousse à gauche la dent F de la branche antérieure du *levier d'arrêt*; que le *cliquet* de correction, glissant sur la pente du plan incliné du ressort-lame, retombe sur les dents du *rochet* R⁶, sur lequel il embraye ainsi les *roues correctrice* et des *types*; cette dernière commence donc son mouvement

exactement *à partir de la position du blanc* (fig. 424). Continuant d'avancer, en chassant devant elle la dent n° 1, la came correctrice achève de pénétrer dans le *creux* qui sépare les deux dents 1 et 2 qu'elle remplit *entièrement* à $1/2$ révolution de l'axe B', touchant par sa pointe *p* la dent supérieure 1 et par son dos *k'* la dent inférieure 2 (fig. 435). Dans cet instant, excessivement court, puisqu'il est limité par la rencontre de deux organes qui tournent *en sens inverse*, l'un (la roue correctrice) avec une vitesse de 400 tours au moins par minute, l'autre (la came de correction) avec une vitesse sept fois plus rapide, dans cet instant à peine perceptible, disons-nous, la came maintient dans une position invariable la roue correctrice et celle des types, les *immobilisant* en quelque sorte, en les empêchant de vaciller soit à droite, soit à gauche. Nous verrons plus loin que cette situation (fig. 435), coïncidant exactement avec le choc du papier contre le type, assure la netteté de l'impression.

2° En même temps que la came correctrice frappe par sa pointe *p* sur la dent n° 1 de la roue du même nom (fig. 432), la *came d'impression* (fig. 436), rencontre par sa surface *uq* le côté *d* de la dent qui termine la fourchette supérieure de son levier ; ces deux surfaces *uq* et *d* sont alors parallèles, offrant toutes deux une courbure égale ; cette disposition donne à la came plus de solidité et adoucit ses frottements.— La courbe *uq*, continuant sa marche vers la gauche (flèche *f*), doit forcément communiquer au bec *i* du levier un mouvement rapide de bas en haut (flèche *f'*), pendant que la came correctrice s'enfonce de plus en plus entre les dents 1 et 2. Tandis que la pointe *u* tournera dans le sens de la flèche *f*, la pointe *i* s'élèvera

suivant f' ; il arrivera un moment où les deux pointes u et i , se rencontreront (fig. 437); à cet instant précis, le levier l_1 aura acquis son *maximum d'élévation*; le cylindre d'impression T, obéissant à ce mouvement ascensionnel de son levier, sera venu toucher par un point la circonférence de la roue des types R_4 , pour prendre l'empreinte d'une lettre (1).

Tous ces mouvements (rencontre de deux pointes u et i , choc du cylindre imprimeur T et, par conséquent, du papier contre la roue des types R_4 (fig. 437), engagement de toute la surface pk' de la came correctrice dans le creux entier de deux dents (fig. 435), ont lieu *exactement au même moment*, c'est-à-dire quand l'axe imprimeur arrive au milieu de sa révolution totale.

On voit que l'impression d'une lettre ne doit durer que pendant un temps presque inappréciable, puisque le contact entre le papier et la roue des types existe seulement pendant la rencontre de deux sommets d'angles très-aigus (bec de la came d'impression, bec du levier), dont l'un décrit une circonférence entière dans $4/700$ de minute en moyenne. Il faut, en effet que le papier, en venant buter de bas en haut contre un type qui avance, sans s'arrêter, avec une vitesse d'au moins 400 tours par minute, puisse *toucher et abandonner* presque au même instant la roue des types. Le mouvement d'élévation et de chute du cylindre d'impression doit donc se faire avec une extrême rapidité, afin que l'impression ait lieu en quelque sorte *au*

(1) Dans le cas que nous examinons, le cylindre imprimeur ne rencontre, en montant, que l'espace vide appelé *blanc des lettres*, qui ne laisse aucune trace sur le papier.

vol et que ce brusque contact n'altère en rien la marche régulière de la roue des types. C'est dans ce but que la came d'impression est étroite et aiguë et que la pointe *uj* est beaucoup plus raide que la pointe *qu* (fig. 428 bis), pour permettre à la dent *i* du levier de s'abaisser avec une grande vitesse, aussitôt après que le type a laissé sa trace sur le papier. Il faut également que le type soit *maintenu solidement*, en passant sur la verticale, *pendant qu'il subit le choc du tambour imprimeur*, pour que ce choc ne puisse activer ni ralentir sa marche, en un mot ne modifier en rien sa vitesse uniforme. Nous avons vu que cette condition est exactement remplie, puisque, à ce moment précis, la came de correction, engagée entièrement dans un creux de la roue correctrice forme par la roue des types un point d'appui inébranlable (fig. 435). Si la came, par suite d'usure, ne remplissait pas alors exactement l'intervalle de deux dents, la roue des types R_4 n'étant retenue à son axe que par la pression du ressort du cliquet sur la roue de frottement (fig. 449) pourrait, sous le coup de l'impression, ballotter sur son axe, et le type, vacillant sur le papier, y laisserait une empreinte brouillée.

Pour que le type, qui tourne rapidement autour du centre de la roue qui le porte, ne frotte pas sur le papier, et, par conséquent, y laisse une trace d'une netteté parfaite, il faut que le cylindre imprimeur, en le touchant, ne s'arrête pas, et soit, au contraire, animé d'un mouvement de rotation sensiblement égal à celui de ce type, qu'en abandonnant cette roue, aussitôt après un contact d'une durée très-courte, il se déplace en sens inverse du mouvement du type et d'un angle égal. L'action combinée des deux leviers d'impression et d'entraînement du papier

et surtout la forme excentrique de la *came de progression* concourent à amener ce résultat.

3° En effet, pendant que les cames de correction et d'impression commençaient d'agir sur les organes solidaires de leur mouvement (fig. 433-436), la *came de progression* faisait passer sa surface égale *bc* sous le bec D du levier d'entraînement du papier; celui-ci, ne subissant aucun refoulement, restait à la même hauteur (fig. 432), maintenant le crochet D¹ du cliquet entre les deux dents du rochet où nous l'avons vu s'engager précédemment; mais au moment où la came d'impression et son levier se rencontrent bec à bec (fig. 437), c'est-à-dire à $1/2$ tour de l'axe B', la pointe D du levier de progression touche à la partie excentrique *c* de sa came (fig. 438). Cette courbe *ca* en tournant sur D, commence l'abaissement du levier d'entraînement D, à l'instant même où, s'éloignant de la dent *i*, la pointe *u* permet au levier d'impression *li* de descendre; le papier et le type se sépareront donc, *animés tous deux d'un mouvement contraire et d'une vitesse à peu près égale*. Il est clair que cette disposition empêchera les types de frotter sur le papier et donnera à l'impression une extrême netteté.

Comme le cylindre imprimeur T, par suite de la grande vitesse de rotation de l'axe B', est projeté vivement contre le type, au moment de l'impression (fig. 437), il aurait une tendance à comprimer celui-ci d'une manière exagérée, et, à cause de l'élasticité de l'anneau de gutta-percha, à toucher non-seulement le type qui doit s'imprimer, mais encore une fraction de l'un des types voisins, produisant ainsi des bavochures sur la bande. Ce défaut est évité par la branche inférieure *bl*¹ de la fourchette qui

vient, au moment de la rencontre du cylindre T et du type, buter sous l'axe d'impression B', et aussi par le pied *o* de la vis de réglage V, qui touche à ce moment la tête *d* de la branche supérieure *dl*¹ de cette fourchette.

1° La *came de dégagement*, qui n'a point encore agi, est alors à droite de l'axe B' dans une position exactement symétrique à sa situation de repos, à une certaine distance de la branche postérieure D du levier de rappel au blanc qu'elle doit écarter tout à l'heure (fig. 139).

3° *quart de tour*. — Du 2^{me} au 3^{me} quart :

1° La *came correctrice* s'éloigne du creux 4-2 qu'elle occupait sur la roue de ce nom, abandonnant d'abord par sa pointe *p* la dent n° 4, puis par son dos *k'* la dent n° 2, et se trouve complètement dégagée, n'ayant plus aucune résistance à subir, quand l'axe a fait 3/4 de tour (fig. 140).

2° La *came d'impression* s'est éloignée avec rapidité à gauche de la verticale *x'x'*, laissant la pointe *i* du levier *tomber brusquement* le long de sa pente *uj* et, par suite, séparant, avec une grande vitesse, le papier du type. Aux 3/4 de la révolution de l'axe B', la came complètement dégagée de son levier repose à gauche de l'axe sur l'horizontale *hh* passant par le centre B' et le bec *u*, tandis que son levier a repris sa position d'arrêt sur la surface supérieure de l'axe B'. On voit, par là, dans quel but on a donné au côté *uj* une pente plus rapide qu'à la courbe *qu*.

3° La partie excentrique *ca* de la *came de progression* passe successivement sur la pointe D du levier, qu'elle refoule peu à peu de haut en bas, en surmontant l'action contraire du ressort en U ; ce refoulement se communique au cliquet à ressaut C, dont la dent D₁ en descendant ainsi, entraîne la roue de rochet *r*¹, et force le cylindre im-

primeur de tourner; le papier, pressé, comme ont sait, sur ce tambour, est par ce moyen tiré vers la gauche et avance progressivement pour laisser une place vide à l'impression de la lettre suivante, afin que deux caractères consécutifs ne puissent se superposer. Le cylindre d'impression *commence donc à tourner tout en descendant*, c'est-à-dire en s'éloignant du type qui avance avec sa roue dans une direction contraire. Quand le 3^{me} quart de révolution de l'axe B' est accompli, la came d'entraînement est dans la position indiquée fig. 142, c'est-à-dire qu'une partie *c'a* de la courbe excentrique *ca* doit encore passer sur le bec D du levier, pour achever le refoulement de celui-ci et, par conséquent, compléter l'avancement du papier.

4° Enfin la *came de dégagement* est venue prendre la position de la fig. 124^{ter}. Nous avons vu page 434 que, par suite du choc de la came correctrice contre la dent 1 de la roue de ce nom au repos, la dent F de la branche antérieure du levier de rappel au blanc, a été rejetée un peu en arrière, déplaçant simultanément d'un angle égal les 3 branches de ce levier; c'est pour ce motif que la goupille *g* ne rencontre la branche postérieure D qu'au 3/4 de la révolution de l'axe. Grâce au mouvement rapide dont elle est animée, cette goupille bute alors avec force contre la branche D qu'elle projette complètement en arrière, ramenant brusquement à leur état de repos les 3 branches du levier de rappel, permettant ainsi au *ressort-lame* de reprendre sa situation d'inertie contre la platine antérieure P₁, en dehors du passage de la goupille du cliquet de correction, qui doit dorénavant tourner sans obstacle avec la roue de rochet de frottement (voir pag. 434).

4^{me} quart. — Entre le 3^{me} et le 4^{me} quart, c'est-à-dire dans

la dernière période de la révolution de l'axe imprimeur :

1° La *came d'entraînement* (fig. 442) achève de faire passer sa surface courbe excentrique *c'a* sur le levier qu'elle fait descendre jusqu'au point le plus bas de sa course (fig. 443), déterminant ainsi le maximum d'entraînement du papier au moyen de la dent D₁ du cliquet à ressort C, qui effectue en même temps son maximum d'abaissement. Ce moment coïncide exactement avec la rencontre du point extrême *a* de la came et du bec D du levier (fig. 443); aussitôt après, la came cesse d'exercer son action sur le levier qui, au contraire, *réagit sur elle*, grâce à l'action du ressort en U (fig. 444). Tandis que le bec D glisse en montant, sous l'influence de ce ressort, le long de la surface *ab* de la came, repoussant celle-ci vers la gauche, dans le sens du mouvement de l'axe B', le crochet D₁ du cliquet à ressort commence à s'élever au-dessus de la dent 2 qu'elle vient d'abaisser, et, laissant cette dent dans cette situation, se rapproche peu à peu de la pointe de la dent supérieure 3 qu'elle entraînera, à la révolution suivante de l'axe imprimeur. Aussitôt que le cliquet C reprend son mouvement ascensionnel, le cylindre imprimeur T cesse de tourner et le papier s'arrête, laissant à gauche de la verticale qui passe par le centre de rotation du tambour la lettre imprimée, et sur la verticale même un espace *blanc* qui recevra l'empreinte de la lettre suivante (voir note 4, page 453).

Nous avons vu (pag. 407, 408) l'impulsion supplémentaire que communique à l'axe imprimeur tout entier ce dernier mouvement de montée du levier contre la came de progression, pour faciliter la mise au repos de cet axe.

Quand l'axe B' a repris son état d'inertie, c'est-à-dire

quand sa révolution est terminée, la came *abc* est revenue à la situation où nous l'avons vue précédemment (fig. 427).

2° La *came d'impression* revient, sans frottements, se placer sur la verticale *zz* (fig. 428); toutefois si un obstacle quelconque, empêchant le levier de reprendre sa situation ordinaire de repos, sous l'influence de son propre poids, l'a laissé un peu en l'air (fig. 445), la pointe *u* de la came bute contre la branche inférieure *b* de la fourchette, incomplètement abaissée, et la refoule vivement, forçant ainsi toutes les parties du levier de descendre de la même quantité et de reprendre simultanément leur position première (fig. 428).

3° La *came de correction* revient occuper sa place à gauche de l'axe, obliquement, comme nous l'avons vu, page 141, fig. 426 *ter*. Dans ce dernier quart de révolution, elle ne touche à aucune pièce, si ce n'est au *ressort interrupteur* qu'elle fait légèrement fléchir en s'arrêtant (voir MARCHÉ DES COURANTS).

4° La *came de dégagement*, ayant chassé vivement la branche *D*, qui formait la seule résistance interposée sur son passage, revient librement reprendre sa place sur l'horizontale *hh* (fig. 425).

Les 4 comes sont donc toutes revenues aux positions relatives d'où les avait tirées le mouvement de l'axe imprimeur, déterminé lui-même par une émission de courant.

En résumé, la came correctrice a provoqué le départ de la roue des types, amenant son espace vide *blanc des lettres* sur la verticale, où monte le cylindre imprimeur; aussitôt que cet espace est dans cette situation, la came d'impression élève le cylindre imprimeur et le papier contre lui; im-

médiatement après, la came de progression fait avancer le papier vers la gauche, et, pour que dorénavant le mouvement de la roue des types ne soit plus gêné par rien, la came de dégagement écarte les derniers obstacles interposés dans le champ des organes que supporte son axe. Toutes ces fonctions se suivent sans interruption, sans perte de temps : quand le type arrive sur la verticale où l'amène et le soutient la came correctrice, le cylindre imprimeur le touche, et, aussitôt qu'il l'a touché, le papier est tiré en avant.

Jeu des diverses comes pendant les révolutions ultérieures de l'axe imprimeur. —

Dans l'analyse que nous venons de faire des fonctions des comes, nous avons supposé que la roue des types avait été ramenée préalablement à sa position de repos, ou, en termes techniques, *au blanc*. Quand l'axe imprimeur opère ultérieurement sur lui-même une révolution, tandis que les roues des types et de correction sont entraînées dans le mouvement continu de leur axe, le travail de la plupart des comes est absolument le même que celui que nous avons déterminé dans le cas précédemment examiné.

La *came d'impression* est toujours chargée de projeter vivement le cylindre imprimeur contre le type qui passe, la *came d'entraînement*, de provoquer l'avancement du papier.

La *came de dégagement*, ayant définitivement chassé le levier de rappel hors de la circonférence qu'elle parcourt, n'a plus ensuite aucun rôle à remplir, à chaque révolution ultérieure de l'axe, et elle le suit dans son mouvement, mais sans toucher à aucune pièce. Seulement elle est utilisée dans certains cas, quand l'axe imprimeur, par suite

de frottements exagérés, ne peut forcer son cliquet, à la fin de sa rotation, de remonter la pente du plan incliné d'échappement (voir pag. 406). Quand cet effet se produit, on doit, avec la main, ramener la plaque d'échappement au repos contre l'épaule de la détente, afin que l'embrayage ultérieur de l'axe imprimeur avec celui du volant puisse avoir lieu lorsque l'armature fera basculer le levier intermédiaire. Mais comme cette opération pourrait être dangereuse pour le doigt de l'opérateur, si un courant arrivant à l'instant même dans les bobines (voir pag. 403), provoquait l'embrayage subit et, par conséquent, la rotation et le retour rapide du taquet d'échappement, on la remplace ordinairement par la manœuvre suivante : quand le cliquet d'échappement reste *au bas de la montée* du plan incliné, l'axe imprimeur n'ayant pas achevé sa révolution, la *came de dégagement* n'a pas encore repris sa position horizontale et est restée un peu oblique, comme l'indique la fig. 446. Dans cette situation, le biseau *nn'* de la branche D repose à peu de distance au-dessus d'elle, et devra forcément la rencontrer sur son passage, si on abaisse à ce moment le levier de rappel au blanc. La branche D avançant alors vers la droite, suivant la flèche *f*, son biseau *nn'* arrive sur la goupille *g*, la comprime de haut en bas et la force de tourner vers la gauche (flèche *f'*) ; obéissant à cette impulsion étrangère, l'axe imprimeur B' tout entier pivote dans le sens habituel de son mouvement, entraînant avec lui son cliquet qui grimpe ainsi le long de la montée de son plan incliné et reprend enfin sa position de repos, de l'autre côté, sur la descente. L'axe imprimeur a donc achevé sa révolution par l'abaissement du levier de rappel, *réagissant* sur la came d'entraînement. On ramène ainsi

tout à la fois la roue des types au blanc et l'axe d'impression à son point de départ.

Reste à examiner le jeu de la *came correctrice* pendant que la roue de ce nom participe avec celle des types au mouvement continu de l'axe plein. Les fonctions multiples que cette came accomplit alors demandent un examen approfondi et vont faire l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE IX.

CORRECTION.

Causes qui rendent la correction nécessaire : — (1^o *Fonctions du mécanisme imprimeur* ; — 2^o *Propagation des courants* ; — 3^o *Imperfections du régulateur*). — Analyse du jeu de la correction : — (1^{er} cas : *Synchronisme parfait* ; — 2^e cas : *Type en retard* ; — 3^e cas : *Type en avance*). — Erreurs supérieures à un arc de $1/56$.

Jeu du Levier inverseur pendant que l'appareil est en mouvement : — *Impression des lettres* ; — *Impression des chiffres*.

Causes qui rendent la correction nécessaire. — En expliquant le principe de l'appareil (ch. III), nous avons supposé que l'instant où le chariot de départ monte sur un goujon soulevé, coïncide exactement avec celui où le cylindre d'impression vient toucher le type à reproduire, au poste d'arrivée (pag. 25). Nous avons continué, jusqu'à présent, dans l'étude des diverses parties du mécanisme, d'admettre cette coïncidence absolue dans les positions relatives, aux deux extrémités de la ligne, des organes transmetteur et récepteur. Cette hypothèse était destinée à nous faciliter l'intelligence du jeu de l'appareil. Il importe maintenant de faire remarquer que plusieurs causes concourent à troubler cette harmonie purement théorique ; nous montrerons ensuite par quelles combinaisons mécaniques on est parvenu à *rectifier* les divers écarts qui tendent à détruire l'accord entre

le manipulateur et le récepteur, afin de faire toujours, par l'abaissement d'une touche, imprimer *entièrement* la lettre qu'elle représente.

4° *Fonctions du mécanisme imprimeur.* — Il s'écoule un temps appréciable entre le soulèvement de l'armature au poste d'arrivée (pag. 402) et le contact du papier contre le caractère de la roue des types dont on veut provoquer l'empreinte (pag. 453), et ce temps est déterminé par la mise en action du mécanisme imprimeur (ch. V, VII, VIII). Les diverses fonctions, accomplies entre ces deux limites, déplacement de l'armature et impression, introduisent *un retard constant*, dont il est essentiel de tenir compte dans les positions relatives du chariot qui transmet le courant et de la roue des types qui porte le caractère à imprimer. Pour que le caractère qui doit être reproduit puisse laisser sa trace sur le papier, il faut qu'il arrive sur la verticale où monte le cylindre d'impression, seulement au moment précis où les diverses pièces qui concourent à cette ascension ont exactement rempli le rôle qui leur est assigné. Or les diverses fonctions qui suivent le mouvement de l'armature (déplacement du levier d'échappement, mise en marche de l'axe imprimeur, soulèvement du cylindre d'impression), s'opèrent toujours *dans le même temps*, pour une vitesse donnée du mécanisme. Ce temps est égal à celui qu'emploie la roue des types pour se déplacer de $\frac{2}{28}$ de circonférence. Il suffira donc, pour rectifier une fois pour toutes l'écart constant que nous signalons, de faire partir en retard la roue des types, au premier courant transmis, de telle sorte que le chariot, qui provoque l'émission, ait déjà dépassé de $\frac{2}{28}$ de circonférence le goujon soulevé, quand la roue des types quittera sa position d'inertie. Mais

comme cette roue ne commence à se mettre en marche qu'après $1/4$ de tour de l'axe imprimeur (voir pag. 432), et que ce temps de repos qui s'écoule pour elle, entre le départ de l'arbre des cames et sa propre mise en train, égale celui qu'elle emploierait à se déplacer de $1/28$, si elle partait au même moment que cet arbre, il suffira de lui donner à son point de départ un retard de $1/28$ seulement. C'est pour ce motif que la roue des types, arrêtée à la position du blanc, laisse suspendue sur la verticale, au-dessus du cylindre d'impression, non point l'espace vide *blanc des lettres*, comme nous l'avons admis jusqu'ici, mais la division précédente, c'est-à-dire la lettre Z. Mais quand la roue des types est régulièrement entraînée par son axe, elle fait, pendant $1/2$ révolution de l'axe des cames, c'est-à-dire depuis le soulèvement de l'armature jusqu'à l'impression, passer au-dessus du cylindre imprimeur $2/28$ de sa circonférence; et, comme le moment de l'ascension de l'armature coïncide (en supposant l'effet du courant instantané) avec le contact entre l'échancrure antérieure de la lèvre mobile et le goujon, il est évident que pendant $1/2$ révolution de l'arbre des cames, c'est-à-dire pendant $2/28$ de tour de la roue des types, le chariot au départ aura dépassé de $2/28$ de tour ou de 2 goujons celui de l'émission. Il sera donc toujours en avance de deux divisions. Quand donc le *blanc des lettres* sera produit à l'arrivée, le chariot transmetteur sera déjà au-dessus de la rainure du goujon B. De même quand les divers types A, B, C, D, etc. passeront verticalement au-dessus du papier, l'échancrure de la lèvre mobile (fig. 40) rasera les rainures correspondant aux touches C, D, E, F, etc.

2° *Propagation des courants.* -- D'un autre côté, la pro-

pagation des courants, surtout sur des lignes de quelque étendue, est loin d'être instantanée; un certain temps, *variable* suivant la longueur et l'état des lignes, s'écoule entre le contact du chariot et du goujon de départ, et l'arrivée du fluide, à l'extrémité du fil, en quantité suffisante pour annuler l'excès d'attraction qui retient la palette au repos. En outre un courant provoque le soulèvement de l'armature plus ou moins vite, suivant l'intensité de la pile et le degré plus ou moins parfait du réglage de l'électro-aimant (voir ch. V); il détermine donc, tantôt plus tôt, tantôt plus tard, le déplacement du levier d'échappement et l'embrayage de l'axe des cames. Soumis à l'influence de ces variations, le cylindre imprimeur met plus ou moins de temps à parvenir jusqu'au caractère à reproduire, suivant que l'entraînement de la came d'impression hésite plus ou moins à commencer, et, comme la roue des types, complètement indépendante de l'arbre des cames, poursuit quand même son mouvement uniformément régulier, le papier serait appliqué rarement contre la surface totale du type, et ne prendrait souvent l'empreinte que d'une partie du caractère, le côté gauche s'il opérait trop tôt son mouvement ascensionnel (le type étant alors en retard), et le côté droit, s'il montait trop tard (le type ayant, dans ce cas, dépassé déjà la verticale qui relie les centres de la roue et du tambour). Si ces écarts variables n'étaient *rectifiés* à chaque émission de courant, l'impression serait toujours défectueuse et les transmissions impraticables.

3° *Défectuosité du régulateur*. — En troisième lieu, le régulateur n'est pas absolument parfait, et, malgré son action incessante sur le mécanisme, il n'évite pas complé-

tement de légères variations dans la vitesse, variations qui altèrent dans une certaine mesure le synchronisme indispensable entre les deux appareils en relation. Certainement les écarts provenant des deux dernières comes sont infiniment petits, lorsque l'électro-aimant a été rendu très-sensible (pag. 74) et que d'après la méthode que nous indiquons plus loin, le synchronisme a été préalablement réglé avec précision; mais, quelque insignifiants qu'ils soient en apparence, si on les laissait s'accumuler, ils ne tarderaient pas à rendre toute entente impossible entre les deux correspondants, l'un imprimant par exemple les lettres MIDI, etc., quand à l'autre appareil se reproduiraient les lettres NJEJ, etc. (avance) ou LHCH, etc. (retard), provoquant ainsi, dans l'appareil récepteur, l'accident bien connu sous le nom de *déraillement*. L'*isochronisme* absolu des mouvements de chaque instrument considéré seul, et le *synchronisme* parfait entre deux mécanisme séparés par un fil, n'existent donc jamais, en réalité; et un chariot et une roue des types, appartenant à des appareils mus par des moteurs indépendants, ne tarderaient pas, bien que partis d'abord symétriquement du même point en même temps, à acquérir des vitesses sensiblement différentes, nécessitant à bref délai un nouvel arrêt de la roue des types. Si le récepteur avait une tendance à aller plus vite ou moins vite que le transmetteur, les divers caractères successivement reproduits laisseraient progressivement sur la bande une trace de plus en plus incomplète, jusqu'à ce que l'écart entre les deux mouvements fût égal à *une* division, et la lettre suivante ou précédente serait alors reproduite, c'est-à-dire que l'appareil dérailerait.

En résumé, 3 causes altèrent les positions symétriques

du chariot (départ) et de la roue des types (arrivée) : 1° le temps occupé par le jeu des pièces qui concourent à l'impression ; 2° le temps de la propagation du courant et de son effet dans les bobines ; 3° les imperfections du régulateur.

La première cause est éludée, comme nous l'avons vu, pag. 164, par un retard constant donné à la roue des types depuis son point de départ.

Les deux autres causes, dont les manifestations varient de durée et se produisent d'ailleurs dans des conditions difficiles à saisir, ne sauraient être compensées par une correction régulière, déterminée d'avance, une fois pour toutes, et exigent, pour être rectifiées, l'emploi de moyens spéciaux. Pour que, malgré ces variations dans la vitesse de soulèvement du cylindre imprimeur, le type laisse de lui-même une empreinte complète sur le papier, il faut qu'il soit toujours, au moment de l'impression, amené exactement au niveau du cylindre imprimeur poussé par la came d'impression, jusqu'à son point culminant (voir pag. 153).

Si le type est un peu en *retard*, c'est-à-dire si, continuant d'avancer avec sa vitesse ordinaire, il devait ne point arriver sur la verticale qui relie les 2 centres de la roue des types et du tambour imprimeur, *au moment de l'élévation maximum du papier*, il faudra qu'*auparavant*, il reçoive une *impulsion supplémentaire* qui lui fasse franchir, *d'un élan supérieur à sa vitesse ordinaire*, l'espace qui le sépare de cette verticale ; si, au contraire, il est en *avance*, c'est-à-dire si, continuant de tourner de son mouvement *uniforme*, il devait avoir déjà dépassé la ligne des centres, quand le cylindre d'impression viendrait tour-

cher la circonférence de la roue des types, il faut qu'il soit *préalablement forcé de revenir rapidement en arrière* de la quantité voulue, pour que le papier le rencontre dans la position la plus convenable.

Analyse du jeu de la correction. — Ces mouvements saccadés, soit en avant, soit en arrière, ne peuvent s'opérer qu'en faisant tourner la roue des types plus ou moins vite que son axe, suivant le cas, et contrariant, pour un moment, l'uniformité de vitesse que l'axe plein, par l'entremise de la roue du rochet de frottement, lui communique à l'état habituel. Ces importantes fonctions sont dévolues à la *came* et à la *roue correctrices*.

Nous savons qu'à l'état normal, la roue des types suit tous les mouvements de celle de correction, comme si ces deux mobiles étaient soudés l'un à l'autre (voir pag. 420). Toute impulsien étrangère, appliquée à la première, sera exactement suivie par la seconde. Nous pourrons donc faire *avancer* ou *rétrograder* la roue des types, en faisant avancer ou rétrograder la roue correctrice. Or, la came de correction, à chaque tour de l'axe imprimeur, c'est-à-dire à chaque émission de courant, pénètre entre deux dents de la roue correctrice (voir ch. VIII, pag. 454), et, en s'engageant dans un creux de cette roue, force celle-ci d'avancer si elle est en retard, de rétrograder si elle est en avance; et comme elle agit avant que le papier ait atteint son maximum d'élévation, elle aura *amené* ou *ramené* le type au-dessus du milieu du cylindre d'impression, au moment précis où celui-ci devra venir le frapper.

Dans quelles conditions peut s'accomplir, d'une manière si précise, cette *correction* incessante, qui rétablit, à chaque émission, une concordance parfaite entre le manipulateur

et le récepteur, et permet *seule* de recevoir toujours une impression entière de chaque lettre, en empêchant de s'accumuler les *petites erreurs de vitesse*, lesquelles, sans son secours, formeraient, quand l'axe du chariot et celui de la roue des types auraient fait seulement une vingtaine de révolutions, un écart suffisant pour faire dérailler l'appareil d'une lettre en avance ou en retard? C'est ce que nous allons examiner.

Nous pouvons, dans le jeu de la correction proprement dite, considérer trois cas :

1° *Synchronisme parfait* entre le chariot transmetteur et la roue des types récepteur;

2° *Retard* de la roue des types;

3° *Avance*.

1^{er} cas. — *Synchronisme parfait*. — Le synchronisme parfait n'existe jamais dans les mouvements; mais nous l'admettrons provisoirement dans l'explication qui va suivre. Cette hypothèse admise, supposons aussi la transmission du courant instantanée. Ces causes de variations dans les positions relatives du chariot et de la roue des types étant écartées, nous pouvons aussi, pour le cas qui nous occupe, ne pas tenir compte de la cause de retard *constant* résultant du travail des divers organes interposés entre l'armature et le cylindre imprimeur; car cet écart *invariable*, étant *corrigé* une première fois par le retard donné à la roue des types à son point de départ, ne peut plus ensuite troubler la concordance parfaite des mouvements.

S'il en était ainsi, le chariot (départ) et la roue des types (arrivée) ou, ce qui revient au même, la roue correctrice se retrouveraient toujours au même moment dans les mêmes positions symétriques. En effet nous avons vu que la *roue*

des types fait successivement passer 28 divisions *actives* (la série des lettres ou celle des chiffres) au-dessus du cylindre imprimeur, pendant que les 28 creux de la *roue de correction* passent en regard de l'arbre des cames, et que le *chariot* rase les 28 rainures des goujons. Quand ces trois mobiles seront en mouvement, chacun d'eux parcourra $1/28$ de circonférence dans le même temps.

Donc au premier courant transmis par le goujon « blanc des lettres », 1° le chariot passerait au-dessus de cette languette soulevée; 2° la roue des types présenterait son espace « blanc des lettres » en regard du cylindre imprimeur, entièrement élevé; 3° le creux n° 1 (fig. 147) de la roue correctrice serait retenu par la came correctrice exactement engagée entre les deux dents limitant ce creux.

Si, ensuite, l'opérateur appuie sur une seconde touche, celle de l'H, par exemple, 1° le chariot aura parcouru, depuis le 1^{er} goujon soulevé, exclusivement, l'espace qui sépare 8 goujons, c'est-à-dire $8/28$ de sa circonférence, quand il prendra la pile au goujon H; 2° dans un temps égal, la roue des types aura amené au-dessus du cylindre imprimeur les lettres A, B, C, D, E, F, G, H ($8/28$ de circonférence ou 28 divisions) et cette dernière H se trouvera en contact avec le papier entièrement élevé; 3° la roue correctrice aura fait passer exactement les creux, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, c'est-à-dire 8 divisions ou $8/28$ de son périmètre, et cette dernière division 9 sera exactement partagée par la ligne *ab* qui relie les centres *a* et *b* de cette roue *a* et de l'arbre des cames *b*. Toutes les causes de retard étant supposées supprimées, il est clair que la *came correctrice* se trouvera alors engagée dans ce creux 9, et, comme le synchronisme a été *parfait*, elle n'a pas eu à *rectifier* la position de

la roue correctrice ni celle de la roue des types, elle a donc dû pénétrer dans le creux en question, très-librement, sans frotter sur la dent supérieure m plus que sur la dent inférieure m' comme une dent quelconque d'un pignon qui passe dans l'intervalle de deux dents de sa roue motrice (voir fig. 448). On voit que si toutes les causes de retard étaient supprimées, dans la pratique, la came correctrice, n'ayant aucune correction à effectuer, pourrait sans inconvénient disparaître ou n'aurait plus que des rôles accessoires à remplir (voir pag. 444).

2^e cas. — *Type en retard.* — Mais il n'en est jamais ainsi en réalité, et les 3 causes de troubles signalées plus haut exercent leurs actions continuelles et tendent, à chaque instant, à déranger les positions symétriques des mobiles en relation aux extrémités du fil. Examinons donc ce cas et admettons que les *roues de correction et des types réunies* du récepteur soient un peu en *retard* sur la position du chariot transmetteur, en d'autres termes que, *en conservant son mouvement ordinaire de translation*, le type à imprimer ne puisse arriver à temps sur la verticale pour y rencontrer le cylindre d'impression vivement projeté. Nous admettons que cette différence de position ou cet écart n'est pas très-grand et équivaut seulement à *moins de 1/36* de circonférence, c'est-à-dire est inférieur à la *moitié* de la distance d'un chiffre et d'une lettre, ou d'une dent à l'autre de la roue correctrice. Supposons qu'au poste départ on ait appuyé sur la touche de l'U, si, à l'arrivée, le type U est en *retard*, le creux 26 de la roue de correction qui lui correspond et dans lequel doit pénétrer la came au moment de l'impression, sera en retard de la même quantité ; par conséquent, la dent supérieure k sera

rencontrée par la came plus tôt que la dent inférieure k' . Quand cette rencontre aura lieu, la pointe u de la came butera violemment contre le plan incliné kd' de la dent k ; la vitesse de la came étant 7, tandis que celle de la dent k est 1, le choc fera avancer cette dent d'un mouvement 7 fois plus rapide que l'axe plein qui entraîne les roues des types et de correction à l'état ordinaire. Grâce à cette vive impulsion, le type U franchira en un clin d'œil la distance qui le sépare de la verticale yy , en sorte que, quand le cylindre d'impression C achèvera son ascension, il touchera ce type exactement remplacé dans la position voulue, d'aplomb sur lui, et toutes les parties de la lettre déposeront leur empreinte sur le papier.

Comment les roues de correction et des types peuvent-elles ainsi se déplacer autour de leur axe, et aller plus vite que lui sans gêner son mouvement, sans modifier sa vitesse uniformément régulière? — Quand la came correctrice u est venue choquer la dent supérieure k en retard, elle a communiqué à toutes les parties de la roue correctrice R_5 une impulsion plus vive, les forçant de *précipiter* leur marche dans le sens habituel de leur mouvement circulaire (fl. f , fig. 449); le cliquet de correction C' , obéissant à cette cause accélératrice, se déplace en courant sur les dents de la roue de rochet R_6 , dont le mouvement reste invariable, montant et descendant *successivement* le long des dents de cette roue (fl. f_2), tant que dure la vitesse exceptionnelle dont il est animé; grâce à la pression de son ressort r et à l'acuité de ses dents, il s'arrête aussitôt que la correction du type est achevée et il ne se déplace ainsi toujours que de la quantité nécessaire. On voit que,

dans ce cas, la roue de correction R_5 et celle des types R_4 subissent *seules* un déplacement sur l'axe plein A et que la roue de rochet R_6 continue de suivre *tous* les mouvements de cet axe, grâce au frottement dur qui la retient à lui (voir pag. 426). Ce frottement doit donc être toujours assez grand pour que la roue de rochet puisse résister à l'impulsion que tendrait à lui donner le cliquet C' en passant rapidement d'une dent à l'autre, pendant l'opération de la correction, dans le cas que nous venons d'examiner (*retard*).

2° *Type en avance*. — Supposons maintenant que les roues de correction et des types soient en *avance* sur la position du chariot de départ, par exemple que le type U , qui doit s'imprimer, doive avoir déjà dépassé d'une certaine quantité, inférieure à un arc de $4/56$, la verticale yy (fig. 450), quand le cylindre imprimeur devra rencontrer la roue qui le porte. Pour que, dans ce cas, l'impression puisse se faire nettement, il faut qu'avant l'ascension maximum du tambour portant le papier, ce type *rétrograde rapidement*, pour se retrouver exactement sur la verticale yy à l'instant où le papier viendra le toucher. Voici comment s'opère ce mouvement de *recul*.

Il est clair que, le type U , étant en *avance*, le creux 26 de la roue de correction se trouvera déjà, quand la came correctrice viendra y pénétrer, au-delà de la situation normale qu'il devrait avoir par rapport à l'axe d'impression, si le synchronisme était absolument parfait (voir pag. 470) ; la dent *supérieure* k sera *trop loin* pour être atteinte par la came u et celle-ci rencontrera alors devant elle la *dent inférieure* k' . Mais pour faire passer sa surface courbe z sur le plan incliné v de cette dent, afin

de pénétrer plus avant dans le creux 26, elle fera *reculer* la dent inférieure k' progressivement, au fur et à mesure qu'elle s'enfoncera davantage entre les deux dents kk' . Comme dans le premier cas, elle communique *sa vitesse propre* à toutes les parties de la roue correctrice et de la roue des types, qui effectuent ce mouvement accidentel de *recul* avec une rapidité sept fois plus grande que celle de leur translation habituelle. Le type U sera donc vivement projeté en arrière (fl. f²), et, quand la came de correction u occupera exactement l'intervalle 26 des deux dents kk' , c'est-à-dire à $1/2$ révolution de son axe, et, par conséquent, au moment de l'élévation maximum du cylindre imprimeur, le caractère en question sera d'aplomb sur la verticale yy et laissera sur le papier une empreinte parfaite.

Par quels procédés ce *mouvement rétrograde*, effectué par des organes disposés *sur l'axe plein*, peut-il se produire sans déranger la marche ordinaire de cet axe?

Le choc que la dent k' a reçu de la came u , a forcé le cliquet de correction C' de changer brusquement le sens (fl. f) de sa rotation, c'est-à-dire de tourner dans le sens de la flèche f², pendant tout le temps que persiste l'action de la came u sur la dent k' . Dans ce mouvement de *recul* les pointes des dents du cliquet C' , étant poussées fortement dans la direction des creux de la roue de rochet R_6 , (fl. f²), ne pouvant, par suite, *sauter* d'une dent à l'autre, comme nous l'avons vu dans le cas précédent (pag. 472), entraînent forcément cet obstacle dans la même direction. La poussée du cliquet sur le rochet l'emporte alors sur la pression qui retient cette roue à l'axe plein (voir pag. 426), et le rochet, obéissant à la force prédominante, abandonne

momentanément son axe A, en tournant autour de lui, (fl. f_2) sous l'impulsion du cliquet C' qui le chasse. C'est ainsi que les *trois roues des types* R₄, *de correction* R₅, *et de rochet* R₆ *réunies* sont simultanément, grâce à la came correctrice u , animées d'un mouvement *contraire* à celui de leur axe commun A, qui se poursuit toujours régulièrement dans le même sens et avec la même vitesse (fl. f).

En résumé l'action de la came correctrice *active* la rotation des deux *roues* des types et de correction, quand le caractère à impression est en *retard*, et, quand il est en *avance*, fait du même coup rétrograder les *trois roues* des types, de correction et de rochet.

Erreurs supérieures à un arc de $1/56$. —

On conçoit que, plus sera grande l'erreur de vitesse à rectifier, ou, en d'autres termes, la partie d'arc de cercle dont la roue des types est *en retard* ou *en avance* sur le chariot transmetteur, plus aussi sera considérable l'action de la came correctrice et plus sera augmenté son frottement contre l'organe qu'elle est chargée d'amener ou de ramener à sa position normale. Supposons le type en *retard*. Si avec un synchronisme parfait, tel que nous l'avons admis pour le premier cas, la came vient, *avec douceur*, glisser sur la dent supérieure m (fig. 454), en un point a par exemple, plus sera grand le retard de cette dent, plus le bec u de la came, en rencontrant le plan incliné mo , frappera près de la pointe m ; si le retard devient égal à un arc de $1/56$, c'est-à-dire à la moitié exacte de la distance qui sépare deux dents consécutives $m m'$, la came u butera contre le sommet m^3 formant la rencontre des deux pentes de la dent m , et, ne pouvant glisser ni sur le plan mo , ni

sur le plan mp , provoquera un *choc* par suite duquel tout le mécanisme d'horlogerie sera brusquement arrêté. A cause de l'acuité des dents de la roue correctrice R_5 , cet effet nuisible est rarement produit; car la moindre augmentation d'écart, au-delà de $1/56$, forcerait la came de glisser tout près de la pointe m (position m_5) mais sur la pente inférieure, et celle-ci, devant alors s'engager entièrement, à $1/2$ tour de l'axe d'impression, entre les deux dents m et n , augmenterait encore le retard, qui deviendrait égal à $1/56 + 1/56 = 2/56$ ou $1/28$ de circonférence, c'est-à-dire à la distance exacte d'une lettre à une autre lettre, et le caractère suivant se reproduirait sur la bande d'une manière complète. Quand la différence entre les positions relatives du chariot et de la roue des types est arrivée à ce point, l'accord entre ces deux organes est complètement détruit, et l'appareil *déraille* indéfiniment, c'est-à-dire qu'après ce premier écart exagéré, supérieur à $1/56$, en supposant qu'aucune cause nouvelle de trouble n'agisse dans le mécanisme, toutes les lettres successivement imprimées sont en *retard* d'une division ($1/28$). Dans ce cas, le mot LILLE, par exemple, serait travesti sur le papier du poste d'arrivée par l'assemblage des caractères KHKKD, et le nombre 23456 par la réunion des chiffres 42345.

Quand la roue des types a une tendance à avancer, l'appareil *déraille* également, mais en sens inverse, aussitôt que l'erreur dépasse $1/56$. Cette fois, la transmission du mot LILLE provoquerait, à destination, l'impression du mot MJMMF et celle du nombre 23456, l'impression des chiffres 34567.

On voit que *la came correctrice ne peut rectifier que des*

écarts inférieurs à un arc de $1/56$, en sorte que le *régulateur* doit toujours fonctionner avec une exactitude suffisante pour éviter qu'entre deux courants consécutifs, c'est-à-dire entre deux révolutions de l'axe imprimeur et deux actions de la came correctrice, les différences entre les vitesses des deux appareils en relation atteignent cette limite extrême du travail correcteur.

Quand l'appareil *déraille* dans un sens ou dans l'autre (avance ou retard), il n'existe qu'un seul moyen de rétablir entre les deux mécanismes l'accord indispensable à un travail régulier, c'est d'arrêter, comme nous l'avons vu pag. 430, les deux roues des types à la position du *repère*, en d'autres termes, de ramener les deux appareils *au blanc*, et, au besoin, si l'on suppose que les déraillements proviennent d'insuffisance de réglage du synchronisme, de porter ce réglage au degré de précision nécessaire, en suivant la méthode indiquée, chap. X.

Jeu du levier inverseur quand l'appareil est en mouvement.— Le *travail correcteur* que nous venons d'analyser était, dans les premiers appareils Hughes (1860), le seul dont la came et la roue correctrices fussent chargées. Nous avons vu pag. 444 que, par des perfectionnements successifs, l'inventeur avait, sans altérer leur jeu primitif, donné à ces organes plusieurs fonctions supplémentaires. Nous nous occuperons ici de celle qui consiste à *faire dévier la roue des types d'un arc déterminé, de $1/56$* , pour permettre, à tour de rôle, à la série des 28 lettres ou à celle des 28 chiffres, de déposer leur empreinte sur le papier.

Nous avons indiqué pag. 422 comment on peut, *au repos de l'appareil*, en comprimant alternativement avec le doigt ou la pointe d'un tournevis les deux saillies S S' (fig. 446,

447) du *levier inverseur*, obtenir cette *déviatio*n avec une exactitude parfaite. Il nous reste à examiner le jeu de la *came correctrice*, qui produit *automatiquement* des effets absolument semblables *pendant que fonctionne le mécanisme d'horlogerie*.

Pour que la concordance, nécessaire dans les positions relatives des deux mécanismes imprimeurs correspondants, ne soit point troublée, il faut que la déviation dont nous parlons s'opère *à la fois* sur la roue des types de départ et sur celle d'arrivée, et qu'elle soit *déterminée* par le fonctionnement du manipulateur, c'est-à-dire que le chariot du poste transmetteur doit provoquer des émissions de courant et, par suite, l'engagement des cames correctrices précisément dans les creux des roues de correction où font saillie les extrémités semblables des leviers inverseurs. De cette manière les deux saillies symétriques des deux leviers seront refoulées simultanément, et les deux roues en relation seront déplacées *du même angle* dans le même sens.

Impression des lettres. — Quand la roue des types est arrêtée par le levier de rappel au blanc (pag. 430, fig. 423), l'espace *blanc des lettres* est en regard du cylindre imprimeur, un peu à droite de la verticale passant par le centre de rotation (fig. 445), et la roue correctrice (fig. 452) présente le creux n° 4 en face de l'arbre des cames B. Nous savons qu'à la première émission de courant, produite par l'abaissement de la touche *blanc des lettres* (voir pag. 433), la came de correction pénètre *toujours* entre les deux dents qui limitent ce premier intervalle. Or, c'est vis-à-vis de ce creux qu'on a placé une extrémité S' du *levier inverseur*.

Si, lorsqu'on a ramené la roue des types au repère, cette extrémité est *en saillie*, elle touchera le creux 4, en sorte que, au moment où la came *u* viendra buter sur la dent supérieure *d*, pour provoquer l'embrayage des roues des types et de correction avec le rochet de frottement (v. p. 433), elle enfoncera *du même coup* la saillie *S'*, faisant ainsi tout à la fois sortir ces deux roues de leur situation d'inertie et déplacer la roue des types R_4 de $1/56$ de circonférence par rapport à la roue correctrice R_6 . On pourra s'assurer, en examinant la fig. 452 que le refoulement de la saillie *S'* force le levier *ll'* du manchon de la roue des types de passer de la coche *n* dans la coche *n'*, suivant la flèche *f*, et, par conséquent, cette roue R_4 d'*avancer* d'un arc de $1/56$, dans le sens *f'*, sens habituel de son mouvement (revoir fig. 446, 447).

Pendant que s'exécute cette *double opération* de la came de correction *u*, la roue des types R_4 est animée de deux mouvements de translation, l'un qu'elle partage avec la roue correctrice R_6 , déterminé par le choc de la came *u* sur la dent supérieure *d* du creux n° 4, l'autre de même direction, mais plus rapide, provenant de l'enfoncement de la saillie *S'* du levier d'inversion (fig. 452).

Cet écartement du levier inverseur a fait rapprocher le type *Z* de la verticale, le plaçant vis-à-vis du creux 4 de la roue de correction, et le choc de la came sur la dent supérieure *d'* du creux n° 4 a amené l'espace *blanc des lettres* en regard du cylindre imprimeur élevé au même instant par la came d'impression (fig. 447). A partir de ce moment, toutes les divisions de lettres (y compris l'espace *blanc des chiffres*) sont dans l'axe des 28 creux de la roue correctrice, comme nous l'indiquons ci-après :

On voit, à l'examen du tableau ci-contre, que l'arc de

TABLEAU 1.

Depuis la déviation du blanc des lettres.		
Ordre de passage des creux en regard de l'arbre des cames.	Ordre d' passage des lettres en regard du cylindre d'impression.	N ^{os} des creux en face desquels sont placés ces types.
1	bl. lett.	5
2	A	6
3	B	7
4	C	8
5	D	9
6	E	10
7	F	11
8	G	12
9	H	13
10	I	14
11	J	15
12	K	16
13	L	17
14	M	18
15	N	19
16	O	20
17	P	21
18	Q	22
19	R	23
20	S	24
21	T	25
22	U	26
23	V	27
24	bl. chif.	28
25	É	1
26	X	2
27	Y	3
28	Z	4

cercle limité d'un côté par la verticale *ac*, qui rejoint les centres de rotation de la roue des types et du tambour imprimeur (fig. 448), de l'autre par une ligne oblique *ac* réunissant le centre de la roue correctrice à celui de l'axe des cames, comprend 4 creux, ou plus exactement 3 creux et 2 demi-creux, c'est-à-dire $4/28$ de circonférence. En effet, quand le *blanc des lettres* est sur le cylindre d'impression et dans l'axe du creux 5 de la roue correctrice, le creux 4 est occupé par la came de correction (1^{re} émission de courant (fig. 447).

Chaque fois que, postérieurement à la 1^{re} émission du courant qui a déterminé les résultats précédemment énumérés, on appuie sur la touche *blanc des lettres*, le chariot, la roue des types et celle de correction ayant accompli simultanément une révolution entière, depuis ce point de départ commun, se retrouvent ensemble dans les mêmes situations, le chariot sur

le même goujon du *blanc*, la came correctrice dans le creux 4 et l'espace *blanc des lettres* de la roue des types sur le cylindre imprimeur, en regard du creux n^o 5. Cette

fois, la came ne rencontrant plus d'obstacle interposé entre les deux dents qui bornent le creux n° 4, ne pourra plus séparer en aucune façon la roue des types de celle de correction et laissera dorénavant ces deux organes effectuer simultanément leur mouvement [solidaire de rotation.

Si l'on abaisse ensuite une autre touche quelconque (celle du blanc des chiffres exceptée), celle de l'E, par ex. : 1° le chariot, depuis le goujon du *blanc des lettres* aura parcouru 5 rainures ou $\frac{5}{28}$ de circonférence, quand il prendra la pile au goujon E soulevé; — 2° les lettres A, B, C, D, E, c'est-à-dire un arc de $\frac{5}{28}$ du cercle de la roue des types aura passé au-dessus du cylindre d'impression; — 3° les creux 2, 3, 4, 5, 6 auront successivement circulé vis-à-vis de l'arbre des comes, c'est-à-dire que la roue correctrice aura tourné d'un arc de $\frac{5}{28}$. L'émission, déterminée par le goujon E, aura donc fait imprimer la lettre correspondante de la roue des types.

Il en serait évidemment ainsi pour toutes les autres touches, tant que les écarts de vitesse entre le chariot transmetteur et la roue des types récepteur ne dépasseraient pas la limite extrême que nous avons spécifiée plus haut (voir page 177); l'élévation des goujons A, K, V, É, etc., par ex., coïnciderait exactement avec la montée du cylindre d'impression contre les mêmes types, tandis que la came de correction s'engagerait dans les creux 2, 12, 23, 25, etc., de la roue de même nom (tableau 4).

En conséquence, *tant qu'on n'agit pas sur la touche du blanc des chiffres*, les 27 autres touches font imprimer seulement des caractères de la *série des lettres*.

Impression des chiffres (fig. 15). — Mais si l'on presse

sur la touche *blanc des chiffres*, qui est la 24^e en comptant sur le clavier dans le sens de l'alphabet et donnant le n° 4 à celle du blanc des lettres, 1^o le chariot, depuis et y compris le goujon du 4^{er} blanc, aura parcouru 24 rainures ou 24/28 de sa révolution totale, quand il arrivera sur le goujon actuellement soulevé; 2^o les divisions *blanc des lettres* A, B, C, etc... T, U, V, auront successivement dépassé le cylindre d'impression et l'espace *blanc des chiffres*, c'est-à-dire la 24^e division sera au-dessus de lui; 3^o les creux 1, 2, 3, etc... 23, 24 auront défilé devant l'arbre des cames, c'est-à-dire que la roue de correction aura subi un déplacement de 24/28 de tour. Donc l'abaissement de la touche *blanc des chiffres* fera pénétrer la came correctrice dans le creux n° 24. Or, c'est dans cet *espace vide* qu'est venue ressortir tout à l'heure l'extrémité S du levier d'inversion (fig. 446), quand l'autre saillie a été refoulée par la came, au 4^{er} courant transmis, après la mise au repère (fig. 447). Cette saillie S est donc repoussée jusqu'à la base du creux 24, et ce recul, comme nous l'avons vu page 422, fait dévier la roue des types de 1/56, en sens inverse de son mouvement ordinaire et aussi de sa direction précédente (page 480).

On voit que, pendant cette opération, la roue des types est animée en même temps de deux mouvements distincts, celui de la roue correctrice qui l'entraîne avec l'axe plein, suivant la fl. /, et celui qu'elle reçoit *seule* du déplacement du levier inverseur (fl. /") (1).

(1) Ces déplacements s'opèrent avec une telle rapidité qu'on ne peut les distinguer pendant la marche de l'appareil. On peut cependant les rendre perceptibles à l'œil en appuyant simultanément, durant un tour de chariot, sur le blanc des chiffres et sur celui des lettres.

Par suite de ce recul, les 28 *divisions de chiffres*, qui

TABLEAU II.

Depuis la déviation du blanc des chiffres.		
Ordre de passage des creux en regard de l'arbre des cames	Ordre de passage des chiffres en regard du cylindre imprimeur.	N ^{os} des creux en face des- quels sont placés ces types.
24	bl. chif.	28
25	)	1
26	(	2
27	etc.	3
28	»	4
1	bl. lett.	5
2	1	6
3	2	7
4	3	8
5	4	9
6	5	10
7	6	11
8	7	12
9	8	13
10	9	14
11	0	15
12	.	16
13	,	17
14	;	18
15	:	19
16	?	20
17	!	21
18	'	22
19	+	23
20	—	24
21	\$	25
22	/	26
23	=	27

étaient précédemment dans l'axe des 28 dents, sont venues se loger vis-à-vis des 28 creux, cédant leur place aux 28 divisions de lettres, ainsi que l'indique le tableau n^o 2 ci-contre. Ainsi, le blanc des chiffres regarde le creux 28, le chiffre 5 le creux 10, le signe = le creux 27 etc., et quand le blanc des chiffres correspondant au creux 28 est en face du cylindre imprimeur, c'est le creux 24 qui passe devant l'arbre des cames; de même, quand le chiffre 9 (creux 14) passe au-dessus du tambour d'impression, c'est le creux 10 (4 divisions à gauche) qui se présente à l'axe imprimeur.

Quand on voudra maintenant appuyer sur une des 28 touches (à l'exception de celle du blanc des lettres), celle qui porte le signe 5, par exemple, 1^o le chariot aura, depuis le goujon *blanc des chiffres*, parcouru 40 divisions ou $40/28$ de sa circonférence, quand il montera sur le nouveau goujon soulevé; 2^o la roue des types aura fait arriver

successivement les divisions), (, etc, », *blanc des lettres*, 1, 2, 3, 4, 5, c'est-à-dire sera avancée d'un arc de $40/28$ au-dessus du cylindre imprimeur; 3^o l'axe des cames aura vu

passer en face de lui les creux 25, 26, 27, 28, 4, 2, 3, 4, 5, 6, en tout 40/28 du périmètre de la roue correctrice. Donc l'émission provoquée par l'abaissement de la touche en question aura fait soulever le papier contre le caractère 5 de la roue des types et ce chiffre sera exactement reproduit.

Il en serait de même si l'on appuyait sur une quelconque des autres touches (moins celle du blanc des lettres); chaque signe incrusté sur la touche s'imprimerait exactement sur le papier au poste d'arrivée et à celui de départ, la rencontre par le chariot des divers goujons soulevés coïncidant toujours avec la montée du cylindre imprimeur contre les divisions correspondantes *de chiffres* de la roue des types.

Ainsi, tant qu'on n'agit pas sur la touche blanc des lettres, les 27 autres touches ne font imprimer que des caractères de la série des chiffres.

On a pu voir, par ce qui précède, que le nombre des creux intercalés entre les deux extrémités libres du levier inverseur, est égal à 4 (fig. 446), de même que les deux touches des *blancs* sont séparées par 4 autres touches (fig. 46). L'angle dont le chariot doit se déplacer pour aller du goujon du blanc des chiffres à celui du blanc des lettres est égal à celui que doit décrire la roue correctrice pour amener successivement en regard de l'arbre des cames les deux saillies du levier inverseur. Ainsi donc, quand le chariot rase le goujon blanc des chiffres, la saillie S (fig. 453) est devant l'axe imprimeur, et quand il est suspendu au-dessus du goujon blanc des lettres, l'extrémité S arrive en face de cet axe (fig. 452). Le chariot et la roue correctrice tournant continuellement avec une égale vi-

tesse, on sera toujours sûr qu'en appuyant sur celle des deux touches *blanc* qu'on voudra, l'extrémité correspondante du levier d'inversion sera refoulée par la came correctrice, et que la déviation de la roue des types aura lieu dans un sens convenable.

Quand donc on voudra faire imprimer des *chiffres ou signes usuels*, il faudra *préalablement* abaisser la 24^e touche, et lorsque ensuite on voudra reproduire des *lettres*, on appuiera auparavant sur la 4^{re}.

Nous savons que chaque *blanc* occupe $2/36$ de la circonférence totale de la roue des types (voir page 445) : quel en est le motif? C'est que, contrairement à ce qui se passe pour les autres divisions de cette roue, dont chaque 28^e comprend *un chiffre et une lettre* qui doivent s'imprimer à tour de rôle, chacun de ces vides doit, pendant les deux déviations, présenter toujours un espace blanc en regard du cylindre imprimeur, quel que soit le sens de la déviation, chaque blanc ayant toujours une de ses moitiés ($1/36$) en face d'un creux de la roue correctrice et l'autre moitié ($1/36$) en face d'une dent.

On pourrait se demander pour quelle raison les 2 extrémités du levier inverseur, et les 2 touches des blancs n'ont été séparées que par 4 divisions. Cette séparation est *arbitraire*, et aurait pu sans inconvénient être rendue plus grande, à la condition de conserver toujours entre les 2 touches, entre les 2 saillies du levier inverseur et entre les 2 vides de la roue des types, un nombre égal de divisions. On s'est arrêté à la disposition indiquée plus haut, parce que, primitivement (avant 1862), les chiffres se reproduisaient au moyen des 10 premières lettres de l'alphabet, précédées d'un *signe indicatif*, le W. Ainsi le nombre 12

était écrit sur la bande W AB. Pour ne pas modifier le système de manipulation, quand on a ajouté les 28 divisions de chiffres, on a supprimé la lettre W sur la roue des types et sur le clavier, et la touche, qui portait cette indication, est aujourd'hui la touche *blanc des chiffres*. Grâce à cette disposition, l'opérateur pour reproduire les chiffres sur la bande, place donc toujours son doigt au même point du clavier.

CHAPITRE X.

RÉGULATEUR.

Mécanisme d'horlogerie. — Mouvement continu (*moteur, chaîne, remontoir*. Transmission du mouvement, — *roues et pignons*). — — Mouvement uniforme ou isochronisme (régulateur primitif : *lame vibrante* ; — régulateur actuel : *tige vibrante et frein*). — Synchronisme ou égalité de vitesse entre les mouvements *uniformes* de deux appareils en relation.

Nous avons admis jusqu'à présent que les axes de la roue des types, du chariot et du volant sont animés d'un mouvement *continu* et *uniforme* (voir pag. 5 et suiv.). Il nous reste à examiner par quels procédés on peut 1° faire tourner ces axes *sans interruption* et 2° assurer l'*uniformité* inaltérable de leur translation, malgré les variations fréquentes dans les résistances que ces mobiles sont chargés de vaincre. Nous étudierons ensuite comment, lorsque deux appareils sont séparés par une ligne, les deux opérateurs placés à distance, peuvent modifier facilement la *vitesse* de ce mouvement uniforme, pour arriver au *synchronisme* indispensable à un échange régulier et durable de transmissions (voir ch. III).

Mouvement continu. — L'ensemble des organes du système Hughes peut, comme tout mécanisme d'horlogerie, se diviser en trois parties principales : 1° le

moteur; 2° la *transmission du mouvement*; 3° le *régulateur*.

1° *Moteur*. — Le moteur ou la puissance qui constitue la cause première du mouvement, est une masse cylindrique, formée de 6 rondelles de plomb, empilées les unes au-dessus des autres; chaque rondelle pesant 10 kilog., le moteur représente une force totale de 60 k.

2° *Chaîne*. — Il agit sur le mécanisme d'horlogerie par l'intermédiaire d'une chaîne articulée sans fin, du système de Galle *abcdefgh* (fig. 454), composée d'une suite de fortes goupilles *gg* cylindriques, horizontales, placées à égale distance les unes des autres et reliées deux à deux par d'épaisses lames de fer *ll'* pouvant librement pivoter sur elles (fig. 453); grâce à cette disposition, la chaîne possède une grande flexibilité et offre à la traction du poids une résistance considérable.

Partant du 4^{er} axe de l'appareil où elle est encastrée entre les dents d'une roue d'acier 1, à forte denture, appelée *roue motrice* (fig. 454), elle descend à gauche, en traversant la table en *a*, et vient passer de gauche à droite dans le demi-cercle inférieur de la gorge d'une poulie 2, munie d'une *chape* C. Celle-ci sert de point d'attache à une tringle à crochet *t*, rivée inférieurement à un disque de fer D; c'est sur cette tringle que s'enfilent les unes au-dessus des autres les 6 rondelles du poids P, et chacune d'elles est fendue, à cet effet, suivant un rayon. Sortant de la poulie 2, la chaîne s'engage de gauche à droite sur le demi-cercle supérieur d'une roue dentée 3, redescend à droite, passe sous la gorge d'une poulie 4, soutenant, au moyen d'une chape C', un petit contre-poids *p* destiné à maintenir la chaîne toujours tendue et l'empêcher de

s'entortiller dans son mouvement ; puis remonte et va s'appliquer de droite à gauche *sur* une petite poulie 5, puis *sous* une autre poulie semblable 6 et de là à travers la table en *h*, va rejoindre le premier chaînon, sur les dents de la roue motrice 4. La jonction des deux extrémités s'opère au moyen d'une goupille mobile, taillée en forme de vis.

Les deux poulies 5 et 6, tournant chacune autour d'un axe fixe, n'ont d'autre rôle que de *guider* la chaîne.

A l'état ordinaire, quand la chaîne maintient le poids moteur *P* à une hauteur suffisante au-dessus du sol, ce poids exerce une traction égale et sur le côté *ab* et sur le côté *dc*. Du côté *cd* la chaîne est engagée sur les dents de la roue 3, retenue *immobile* par un moyen que nous indiquons plus loin. Cette roue 3, restant au repos, ne peut céder à l'influence du moteur qui tendrait à la faire tourner en arrière, et, par suite la partie *dc* de la chaîne est à l'état d'inertie. Mais la traction exercée sur le côté *ba*, tire vers la gauche la roue 4 qu'aucun obstacle n'empêche de tourner, et celle-ci, obéissant à la force constante du poids *P*, se meut avec son axe dans le sens de la fl. *f*, tant que celui-ci descend verticalement, augmentant progressivement la longueur de chaîne qui sépare la roue motrice 4 de la poulie 2. La roue 4, dans son mouvement de translation, fait avancer la chaîne *hgf* sur les poulies-guides 6 et 5 et, par suite, remonter le contre-poids *p*, qui se rapproche de plus en plus de l'entablement de l'appareil.

La longueur de la chaîne est calculée de façon à ce que le contre-poids *p* atteigne son maximum d'élévation quand le moteur *P* vient toucher terre. Lorsque ce résultat se

produit, le moteur cesse de tendre la chaîne en *abcd*, la roue motrice 1 s'arrête et tout mouvement cesse dans l'appareil. En conséquence, pour entretenir continuellement la rotation de la roue 1 et le fonctionnement de tout le mécanisme, il est nécessaire que le moteur P reste toujours en l'air, c'est-à-dire qu'on puisse le remonter, sans altérer le jeu des divers rouages, avant qu'il ait entièrement terminé sa course.

3° *Remontoir*. — Dans ce but, un système très-simple permet d'exercer une traction convenable, en temps opportun, sur le côté *cd* de la chaîne, ordinairement immobile, et, par suite, d'élever la poulie 2 et le poids P de la quantité voulue.

La roue 3 est retenue sous la table de l'appareil à un support en fonte SS' qu'on nomme le *massif du remontoir*. Elle fait corps avec la partie postérieure d'un manchon *mm'* qui supporte antérieurement en *m'* une forte roue de rochet 3a (fig. 456). Le manchon *mm'*, commun à ces deux organes, s'engage sur un axe AA dont les deux extrémités peuvent pivoter sur les deux bras SS' du remontoir. Une cale cylindrique *z* traverse de part en part le manchon *mm'* et l'axe A, et rend ainsi les deux roues 3, 3a et l'arbre A entièrement solidaires, leur permettant de tourner ensemble *dans un certain sens*.

Un cliquet C pouvant pivoter librement sur un pivot retenu au remontoir S, mais ordinairement forcé de rester abaissé sous l'action d'un ressort *r*, s'engage par son bec *e* entre deux dents de la roue de rochet 3a, et, empêchant ce mobile de céder à la traction que le *grand poids* P opère sur le côté *cd* de la chaîne (fig. 454), maintient au repos les roues 3, 3a, ainsi que leur axe A. La

chaîne reste ainsi accrochée aux dents de la roue 3, mais dans un état complet d'immobilité.

A la partie antérieure de l'axe AA' (fig. 156), s'emboîte à frottement doux un second manchon m_2 , muni d'une roue dentée $3b$ de même forme que la roue 3 (1), mais entièrement *folle*, c'est-à-dire pouvant librement tourner sur l'axe AA' dans tous les sens. Elle sert de point d'attache à un bras de fer B armé d'un cliquet C_1 , lequel, sous la pression constante d'un ressort r_1 , pénètre constamment entre deux dents de la roue de rochet $3a$.

Un *bout* de chaîne de Galle gvx , tout à fait distinct de la grande chaîne sans fin, vient s'emboîter sur les dents de la roue $3b$, au-dessus et à droite, tendu sur le côté qv *horizontal* par un ressort à boudin très-énergique R, accroché à la gauche de la table qui supporte tout l'appareil, et sur le côté *vertical* vx par une longue tringle T terminée par deux crochets, dont l'un pénètre en haut, en x , entre deux maillons du *bout de chaîne*, dont l'autre en bas s'articule en un point y d'un levier qui reçoit le nom de *pédale*. Ce levier LL¹ peut pivoter autour d'un axe fixé au montant postérieur de droite de la table, et l'opérateur peut, avec le pied, presser sur l'extrémité libre L, dans le sens de la fl. f_1 .

A l'état ordinaire, le poids de la pédale L, agissant sur le bout de chaîne vx le maintient dans une situation verticale, mais la traction du ressort à boudin R étant alors prépondérante, tendrait, par l'intermédiaire du bout qv , à

(1) Les trois roues 3, $3a$, $3b$ sont à peu près de même diamètre. Dans la figure 156, pour les montrer sur le même plan, nous supposons qu'elles sont toutes de grandeur inégale. Cette hypothèse ne modifie en rien le principe du remontoir.

tirer en arrière la roue $3b$ et son cliquet C^1 , et à faire, par conséquent, remonter outre mesure la tringle T et la pédale L ; mais à cette tendance fait obstacle l'action d'une forte goupille saillante g implantée dans le champ de la roue $3b$ et qui bute, au repos, contre une partie *fixe* du massif du remontoir S' . La roue $3b$ est ainsi arrêtée dans une position telle que son cliquet C^1 vienne pénétrer entre deux dents à la partie supérieure du rochet $3a$, un peu à droite de la verticale passant par le centre de rotation A' .

Si, pendant que le moteur P , dans sa chute, entraîne la roue motrice A (fig. 454), l'opérateur presse avec le pied, verticalement, sur l'extrémité antérieure L de la pédale, les points L , g descendent simultanément en décrivant des arcs proportionnels; la tringle T est ainsi tirée de haut en bas (fl. f^2) et cette traction, se communiquant au bout de chaîne qvx articulé sur la roue folle $3b$, force cette roue de tourner suivant la fl. f^3 ; la petite chaîne qvx s'allonge sur la verticale, se raccourcit sur l'horizontale, tendant de plus en plus le ressort R . Dans ce mouvement en avant, le cliquet C^1 entraîne le rochet $3a$ et la roue 3 . Les 3 mobiles $3b$, $3a$, 3 tournent donc ensemble suivant f^3 , tant que s'abaisse la pédale L . Le second cliquet C glisse, pendant cette opération, en retombant successivement d'une dent sur l'autre du rochet; mais la roue 3 , tournant dans le sens f^3 , a élevé d'une certaine quantité le côté *cd* de la chaîne sans fin et, par suite, le poids moteur (fig. 455).

Dès que cesse la pression du pied sur la pédale L , le ressort R se détend, tire en arrière le bout de chaîne qvx , forçant la roue $3b$ de revenir dans le sens de la fl. f^4 et

permettant à la tringle T et à la pédale L de remonter jusqu'à leur situation de repos.

Ce retour s'effectue sans excercer aucune action sur les roues solidaires 3, 3a. En effet, le cliquet C¹ glisse alors, en retombant, d'une dent à l'autre du rochet 3a, tandis que le cliquet C, enfoncé dans un creux de cette roue, empêche de nouveau les deux mobiles 3, 3a de revenir en arrière, et les maintient dans une position invariable d'inertie.

Ainsi donc, les 3 roues 3, 3a, 3b tournent ensemble dans le même sens, quand on appuie sur la pédale ; lorsque celle-ci remonte, au contraire, la roue 3b revient seule en arrière.

Comme l'arc de cercle que peut décrire la pédale est très-petit, les 3 mobiles du remontoir ne peuvent tourner chaque fois que d'une demi-circonférence environ, ce qui fait élever d'une minime hauteur la chaîne et le grand poids. Mais en agissant sur la pédale à plusieurs reprises, on conçoit que la roue 3 aura bientôt accompli un nombre de révolutions suffisant, pour que toute la partie de chaîne sans fin qui sépare cette roue de la poulie 2 soit épuisée et que le moteur P soit revenu à son maximum d'élévation.

Pendant ce mouvement ascensionnel, la tension exercée par le poids P sur le bras *ab* de la chaîne ne varie point et s'exerce de la même manière que si le poids P, tout en descendant, n'était pas remonté ; par conséquent la roue motrice 4 tourne toujours sous l'influence d'une *force constante*. Il suffira donc, pour entretenir la rotation incessante de cet organe et de tous les rouages, d'*agir sur la pédale avant que le moteur soit arrivé jusqu'à terre*,

opération rendue facile par la situation de ce levier disposé tout exprès à portée du pied de l'opérateur.

Transmission du mouvement (roues et pignons). — Nous venons de voir que la roue dentée 4 est animée, grâce à la traction constante du moteur P, d'un *mouvement circulaire continu*. Ce mouvement se transmet de proche en proche, en augmentant progressivement de vitesse, jusqu'à l'axe de la roue des types et, de là, à celui du volant, par l'intermédiaire d'une série d'arbres parallèles, peu éloignés les uns des autres, et dont chacun est muni d'une *roue dentée* engrenant avec une roue de même forme, mais d'un plus petit rayon, appelée *pignon*.

L'axe A, outre la roue motrice 4 sur laquelle s'engage la chaîne, supporte antérieurement une roue dentée d'engrenage R₁, qui engrène avec le pignon p¹; celui-ci est fixé à l'axe B (fig. 437) qui porte une roue R₂, engrenant avec le pignon p² calé à l'axe C; l'axe C sert de point d'attache à une roue dentée R₃ qui met en mouvement le pignon p³ de l'axe D, supportant la roue des types; enfin la roue dentée R₄, qui tient à cet axe, engrène avec le pignon p⁴ de l'axe du volant.

Il y a donc dans le mécanisme, en tout 7 axes : les axes A, B, C, sont communs à tous les mouvements d'horlogerie et ne servent qu'à transmettre aux autres mobiles le mouvement produit par la chute du poids; les autres arbres 1° de la roue des types, 2° du chariot, 3° du volant, 4° d'impression constituent spécialement le télégraphe Hughes.

Nous connaissons déjà les relations de vitesse des axes principaux. Nous savons que le volant tourne 7 fois plus vite que l'axe de la roue des types; que ce dernier a une vitesse égale à celle du chariot. Les vitesses respectives des

autres arbres n'intéressent qu'indirectement le but de cette étude ; toutefois nous croyons devoir nous y arrêter un instant. On peut dire, d'une manière générale, qu'il y a, entre les vitesses de 2 arbres voisins, le même rapport qu'entre les circonférences, ou ce qui revient au même, entre les rayons des roues qui les réunissent. Si, par ex. le rayon de R^1 (fig. 157) est 3 fois plus grand que le rayon de p^1, p^1 , l'axe B et la roue R^2 tourneront 3 fois plus vite que l'axe A. Si le rayon de R^2 est 6 fois celui de p^2, p^2 , l'axe C et la roue R^3 marcheront 6 fois plus rapidement que l'axe B, et par suite 6 fois 3 fois ou $6 \times 3 = 18$ fois plus vite que l'arbre A. Si le rayon de R^3 est 6 fois le rayon de p^3, p^3 , l'axe D de la roue des types, la roue dentée R^4 et l'axe du chariot F tourneront avec une vitesse 6 fois supérieure à celle de l'axe C et, conséquemment $6 \times 6 \times 3 = 108$ fois plus grande que celle de l'axe A. Enfin, si le rayon de R^4 est 7 fois le rayon p^4, p^4 et l'axe du volant E devront se mouvoir 7 fois plus vite que les axes D et F, ou $7 \times 6 \times 6 \times 3 = 756$ fois plus vite que l'axe A. Donc, comme nous l'avons admis précédemment, quand l'axe du chariot fera 400 révolutions par minute, l'axe du volant en fera 700 dans le même temps (1).

On voit qu'avec un mouvement très-lent de l'arbre moteur 1, on obtient sur les derniers mobiles des vitesses considérables. Ces mouvements rapides sont nécessaires pour que ces axes puissent vaincre les divers obstacles interposés sur leur parcours. Le nombre d'axes intermédiaires, la grandeur des roues et des pignons ont donc été

(1) Les relations de grandeur des rayons des diverses roues et pignons de l'appareil Hughes sont, en chiffres ronds, celles représentées par les nombres que nous indiquons ci-dessus.

calculés dans le but d'utiliser la force motrice avec le moins de mobiles possible, de la manière la plus conforme au but mécanique à atteindre, tout en évitant une chute trop rapide et un remontage trop fréquent du poids.

La vitesse des divers axes étant maintenue à l'état *uniforme*, par les moyens que nous étudierons plus loin, le poids descend d'un mouvement régulier, et la rapidité de sa chute dépend de la vitesse que donne le régulateur. En prenant pour unité ou terme de comparaison la rotation du chariot, ce qu'on fait habituellement, en supposant qu'elle soit égale à 100 tours par minute, la course entière du moteur ou l'épuisement complet de la chaîne sans fin s'effectueront en 4 minutes environ. C'est donc à peu près toutes les 3',5 que l'opérateur devra exercer son action sur la pédale du remontoir.

La chape de la poulie du contre-poids est armée d'une fourchette métallique α dont les 2 branches sont tournées en haut. Quand le moteur arrive près de terre, c'est-à-dire quand le contre-poids approche de son maximum d'élévation, cette fourchette rencontre un bras de levier qu'elle relève, faisant ainsi déclencher le marteau d'un timbre fixé à un pied de la table. Ce coup de marteau éveille l'attention de l'opérateur, en l'avertissant du moment précis où il doit appuyer sur la pédale pour remonter le moteur parvenu à son maximum d'abaissement.

L'opération du remontage se répète assez fréquemment, mais, grâce à la disposition donnée au mécanisme du remontoir, elle ne nécessite qu'une légère dépense de force, bien inférieure au poids total, c'est-à-dire à 60 k. En effet, celui-ci, tendant d'une manière égale les 2 bras ab de la chaîne, son poids se répartit sur ces 2 côtés et la

tension sur *ab*, augmentée de celle exercée sur *cd*, représentant le poids total, 60 k., chaque tension équivaudra à $\frac{60}{2} = 30$ k. Donc, pour faire remonter le côté *cd*, il ne faudra employer qu'une force de traction tant soit peu supérieure à 30 k. Mais, grâce aux longueurs relatives des bras de levier constitués d'un côté par la tringle T et la pédale L, de l'autre par le rayon de la roue 3*b*, cette force est encore diminuée et se réduit, en somme, à une pression du pied de 20 k. tout au plus (voir note, pag. 242).

Mouvement uniforme ou isochronisme. —

L'établissement du *synchronisme* ne peut s'opérer entre deux appareils *indépendants* l'un de l'autre, si les axes de chaque mécanisme considéré isolément, ne tournent pas toujours d'un *mouvement uniforme*. Nous avons défini pag. 6 ce genre de mouvement. Examinons maintenant par quels procédés on peut l'obtenir.

Quand l'appareil déroule et que l'axe d'impression reste au repos, les *résistances* auxquelles la *puissance* ou le moteur doit faire équilibre, ne varient pas sensiblement ; elles sont occasionnées par les frottements des axes sur leurs coussinets, des dents des diverses roues les unes contre les autres. Quand les rouages sont bien ajustés et graissés, ces frottements sont assez faibles pour qu'un poids minime suffise à les surmonter. Mais quand l'axe imprimeur se met en marche, les résistances que ses came*s* introduisent dans le mouvement sont tellement considérables qu'elles ne sauraient être compensées que par l'emploi d'une force motrice très-grande. C'est pourquoi il est nécessaire de se servir d'un poids supérieur aux frottements habituels auxquels l'instrument est soumis ; mais, alors cette force motrice qui n'est point utilisée à l'état ordinaire doit être ab-

sorbée et tenue en réserve par une pièce spéciale reliée au mécanisme, afin de pouvoir être employée en temps opportun. C'est le rôle des *régulateurs*.

Régulateur primitif : lame vibrante. — Le volant, s'il était seul, serait insuffisant à remplir cette importante fonction ; en vertu de sa masse, il est moins sensible que les autres roues aux variations que le mouvement ou le repos de l'arbre des cames tendent à provoquer dans la vitesse ; mais s'il empêche ces variations de se produire *trop brusquement*, il ne s'oppose pas d'une manière absolue à leur action. Le volant n'est donc en quelque sorte qu'un *modérateur* et non un véritable régulateur.

Le régulateur imaginé par M. Hughes a été, par lui, plusieurs fois modifié. Nous croyons devoir dire d'abord quelques mots de celui qui a servi pour les premiers appareils.

Il consiste en une lame d'acier quadrangulaire d'environ 0^m, 20 de long *ab* (fig. 458), renflée à sa base. Cette tige flexible, fortement retenue par son pied *b*, dans une sorte d'étau fixé à la platine postérieure de l'appareil, est reliée au mécanisme par une *ancree* *k* dont la pointe frotte contre une roue à rochet à forte denture R, *rivée* à la partie postérieure de l'axe de la roue des types. Ce rochet R en mouvement bute par chacune de ses dents contre la pointe de l'ancree *k*, reliée par un ressort à boudin à la lame *ab*, et celle-ci, sous l'influence de ces chocs répétés, entre *en vibrations*.

Dès que la lame vibre, ce régulateur maintient *uniforme* le mouvement de l'appareil, en vertu des lois qui régissent les propriétés des corps vibrants.

Tant qu'on ne change ni la longueur, ni le volume de la

lame, — 1° toutes les vibrations sont *isochrones*, c'est-à-dire ont la même durée, et le nombre de vibrations exécutées dans l'unité de temps reste invariable; — 2° cet isochronisme n'est pas altéré par les *variations* de la force motrice qui fait vibrer la lame; 3° *l'amplitude* ou écart des vibrations est proportionnelle à la force motrice appliquée à la lame.

Puisque une vibration s'effectue pendant que la roue à rochet R avance d'une dent et que le temps d'une vibration est toujours le même, le mouvement de cette roue restera *uniforme*. En effet, si une vibration dure $1/100$ de seconde, par ex., la roue R avancera d'une dent en $1/100$ de seconde; si son pourtour présente 400 dents, elle aura effectué sa révolution en $400/100$ de seconde ou 4 seconde, puisque la lame aura exécuté alors 400 vibrations. Le mouvement de la roue R étant ainsi régularisé, tous les axes du mécanisme étant solidaires, chacun d'eux sera doué d'un *mouvement uniformément régulier*.

Voyons si cette régularité de marche ne sera point altérée par la *rotation intermittente* de l'axe d'impression.

Quand, par suite du soulèvement de l'armature, cet axe commence à tourner, le mouvement des rouages tendrait à baisser subitement, en raison des résistances provoquées par les cames. Le volant, en vertu de sa masse, hésitant à ralentir sa propre vitesse, s'oppose pendant un temps très-court à toute modification du mouvement général; mais les obstacles que doit vaincre l'axe des cames augmentant progressivement, le volant serait bientôt influencé et tournerait moins vite; c'est alors que la lame fait sentir son action. Une partie de la force motrice qui la fait vibrer, devenant nécessaire pour compenser le surcroît de frottement

du travail des cames, se porte sur les rouages et l'amplitude de ses vibrations doit diminuer. C'est en effet ce qu'on observe dans la pratique; au fur et à mesure que progresse la rotation de l'axe imprimeur, on voit la lame prendre des vibrations de moins en moins étendues. Or, nous savons que bien que les amplitudes varient, leur *nombre* reste *constant* et leur *durée isochrone*. Les frottements des cames n'auront donc point altéré le mouvement *uniformément régulier* de rotation des axes. Mais quand l'axe imprimeur reprendra sa situation d'inertie, toute la force motrice employée par les cames devenant tout à coup disponible tendra à accélérer brusquement la vitesse de l'appareil. Le volant s'oppose d'abord à cette brusque accélération. Mais comme la force motrice que l'axe imprimeur cesse d'utiliser en s'arrêtant est considérable, elle ne tarderait pas à activer la marche du volant lui-même, et la vitesse générale se modifierait alors en croissant rapidement. C'est au moment où cet effet nuisible tendrait à se produire que le jeu de la lame vibrante intervient de nouveau. Cette lame ayant pu, comme nous l'avons vu tout à l'heure, céder une partie notable de la force motrice qui la faisait vibrer sans faire varier le *nombre* de ses mouvements vibratoires ni leur isochronisme, pourra aussi, sans inconvénient, absorber la force motrice laissée libre par le repos de l'axe des cames. S'il en est ainsi, nous verrons ses amplitudes s'élargir promptement en proportion de la force supplémentaire qui lui sera alors appliquée; c'est ce que nous montre la pratique. Presque immédiatement après l'arrêt de la plaque d'échappement contre l'épaule de la détente, la lame, par degrés insensibles, reprend rapidement l'amplitude normale de ses vibrations. Et cela doit

être, puisque, d'après ce que la théorie nous enseigne, l'amplitude des vibrations d'une lame est proportionnelle à la force motrice qui lui est appliquée.

Le moteur, comme nous l'avons vu, est un poids de 60 k. Admettons qu'un poids de 5 k. soit suffisant pour vaincre les frottements ordinaires des axes, quand celui des cames est à l'état d'inertie, que le poids nécessaire à la lame pour entrer en vibration soit égal à 15 k., nous aurons ainsi 20 k. seulement du moteur utilisés à l'état habituel. Restent donc 40 k. non employés. Que deviendra cette force motrice excédante? Elle se portera tout entière sur la lame, dont elle augmentera l'amplitude des vibrations sans en changer le nombre. La lame tient donc en réserve 40 k. de force motrice qu'elle pourra céder à l'axe imprimeur en action sans cesser de vibrer d'un mouvement *uniforme*. Donc pour que la rotation des divers axes ne varie jamais, il suffit que les frottements provoqués par les cames de l'axe d'impression ne nécessitent pas une dépense de force supérieure à 40 k. Si ces frottements étaient exagérés et dépassaient cette limite *maximum*, la lame serait contrainte, pour les compenser exactement, d'abandonner, non-seulement sa force excédante, mais une partie de la force *minimum* qui lui est indispensable pour vibrer; à partir de ce moment, ses vibrations deviendraient impossibles; elle ne saurait ensuite régulariser le mouvement de l'appareil qui se ralentirait progressivement.

Quand les diverses parties de l'appareil sont réglées avec précision, que les pièces sujettes à frottement sont convenablement huilées, les résistances n'atteignent point la limite extrême que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire

restent inférieures à une dépense de force de 40 k., et le travail compliqué de l'arbre des cames peut s'effectuer sans altérer le mouvement *uniformément régulier* des divers mobiles du mécanisme.

On voit que le volant et la lame concourent ici tous deux à maintenir la vitesse toujours au même degré.

La lame vibrante, dont nous venons d'étudier le jeu, doit donner, au point de vue théorique, d'excellents résultats et assurer aux mouvements de l'appareil Hughes une marche aussi régulière que l'application du pendule à une horloge. Mais dans la pratique il ne laisse pas que de présenter plusieurs inconvénients. 1° La somme de force absorbée ou cédée par la lame au moment opportun étant susceptible de varier dans des limites très-étendues, subitement, malgré l'action modératrice du volant, cette lame pouvait alors prendre des amplitudes dépassant sa limite d'élasticité; 2° les chocs et les arrêts brusques occasionnés par le travail, quelquefois exagéré, de la came correctrice, faisant subitement obstacle aux mouvements vibratoires et modifiant alors, sans préparation, l'état moléculaire de la lame, en provoquaient fréquemment la rupture; 3° enfin la rapidité des vibrations causait un son strident très-fatigant pour l'opérateur.

Régulateur actuel; tige vibrante et frein — Après divers essais tentés dans le but de parer à ces difficultés, M. Hughes en est arrivé à une transformation complète de son régulateur, qui est aujourd'hui constitué ainsi qu'il suit.

La pièce principale du régulateur est une tige cylindrique BB' (fig. 459) dont la partie antérieure aB' prend une forme légèrement conique. Sa longueur totale est de

2 mètres environ; mais sa partie postérieure est contournée sur elle-même en une hélice à 9 spires de même grandeur, distantes l'une de l'autre de près d'un millimètre. Cette disposition a pour but, tout en réduisant à des proportions pratiques l'espace occupé par le régulateur, de répartir sur une plus grande surface le travail moléculaire que provoquent les vibrations dans tout corps vibrant, et de rendre moins fréquente la rupture des tiges.

La dernière spire postérieure α' est recourbée jusqu'à l'axe de l'hélice y , d'où elle se prolonge en une queue cylindrique horizontale yB servant à fixer la tige, et la dernière spire antérieure z' , suivant la même disposition, constitue une tige rectiligne $\alpha B'$ dont la direction se confond exactement avec celle de l'axe du volant et de la queue fixe désignée ci-dessus. La queue est encastrée entre deux fortes mâchoires en cuivre M^1M^2 retenues, au moyen de vis, à une console en bois ou en fonte C , appliquée à la table, derrière le bâti de l'appareil. Quand la tige est ainsi assujettie dans une position invariable, son extrémité antérieure libre vient s'appuyer latéralement contre la partie postérieure de l'axe du volant.

Elle est reliée au mouvement de cet axe, à l'aide d'une manivelle, composée de plusieurs pièces, dont l'ensemble constitue un organe important, désigné sous le nom de *frein de la tige vibrante*.

Un bras en cuivre kk' est fixé verticalement à l'aide d'une vis V , sur la partie postérieure de l'axe du volant A , qu'il accompagne ainsi dans son mouvement circulaire continu (fig. 460). L'extrémité libre k de ce bras est taraudée en un manchon cylindrique mm' dans lequel s'in-

introduit, à frottement très-doux, un petit pivot pp' , parallèle à l'axe du volant A , et terminé du côté de la tige vibrante par un bras po perpendiculaire à l'axe pp' et recourbé à la partie libre o en forme d'anneau. Ce bras de levier po , pivotant autour du manchon mm' peut, pendant que l'axe du volant A tourne, s'écarter de KK' en décrivant, avec un rayon po , un arc de cercle plus ou moins grand, ou se reposer, à l'état d'inertie de l'appareil, dans la direction des deux centres pA .

C'est dans l'anneau o qu'on introduit l'extrémité libre B' de la tige vibrante, et celle-ci s'appuie, au repos, sur la partie externe du bras fixe KK' , par conséquent forme un petit angle avec le prolongement de la partie encastrée By .

Le pivot pp' du bras po porte, du côté du volant, une *came excentrique* C en ivoire, solidaire de l'écartement du bras po , et par conséquent de la tige vibrante B' . Sur le pourtour supérieur de cette came, s'appuie légèrement un ressort R composé d'un bout d'acier rond, contourné comme l'indique la fig. 460. Ce ressort est soudé d'un côté à un support en cuivre S retenu en V^1 au moyen d'une vis; puis se contourne en une hélice H , passe sur la came, en formant un coude dont la courbure se dirige du côté du centre du volant A , et se termine enfin par un tampon de chanvre T .

Tout cet ensemble, bras fixe KK' , bras mobile po , came excentrique C , ressort R et tampon T , qui constitue le *frein*, sert de *trait d'union* entre la tige vibrante et les rouages de l'appareil.

Le frein est entouré, à une petite distance, d'un cylindre creux métallique dont le centre est l'axe même A du vo-

lant sur le pont postérieur duquel il est fixé (fig. 404). Toutes les parties du frein, ainsi que l'extrémité libre de la tige B', peuvent librement se mouvoir dans l'intérieur de ce cylindre.

Sur la partie rectiligne antérieure aB' de la tige vibrante (fig. 459) est introduite une *sphère* massive en cuivre P qu'on peut faire glisser le long de la tige pour l'éloigner ou la rapprocher du point d'encastrement B. Cette sphère P, assujettie à la tige au moyen d'un ressort intérieur r qui l'empêche de balloter, est retenue par une vis v à une tringle mince d'acier t , enroulée en spirale autour de la tige vibrante, et dont l'extrémité rectiligne opposée t' va, à travers une rainure pratiquée dans la mâchoire inférieure M^2 , se fixer à une crémaillère cc' commandée par un pignon p^1 , que l'on peut faire mouvoir à la main, en manœuvrant la poignée X. En tournant cette poignée dans un sens convenable, on fait avancer ou reculer la sphère le long de la tige vibrante ; un fort ressort r^1r^1 arc-bouté sous la crémaillère cc' , maintient celle-ci, et, par conséquent, la sphère P dans une situation invariable, pendant que vibre la tige.

Examinons le jeu de ce régulateur *sur un appareil isolé*.

Au moment où le mécanisme d'horlogerie se met en mouvement, sous l'action du poids, la force motrice commence à agir sur les rouages ; le poids étant une force constante, la vitesse des axes doit s'accélérer progressivement. Dans son mouvement circulaire de plus en plus rapide, l'axe du volant entraîne le frein K et l'extrémité libre de la tige B'. Celle-ci se tord autour de son pied immobile et, dès le début, *tourne*, en décrivant à chaque tour de volant un cône, mais *ne vibre pas* encore. A me-

sure que la vitesse de rotation s'accroît, la force centrifuge qui agit sur la boule, tend à l'écarter de plus en plus de l'axe du volant, par conséquent à faire décrire au bras mobile *po* un arc de cercle de plus en plus grand. Cet écartement progressif imprimé à la tige indique que la force motrice agit de plus en plus sur elle, car elle oppose à l'écartement une résistance qui va toujours croissant. Quand la force motrice qui lui est ainsi appliquée est devenue suffisante pour la faire entrer en vibrations, on voit tout à coup la vitesse de l'appareil se maintenir dans un état constant d'uniformité.

En effet, à partir du moment où la tige vibre, en admettant, suivant l'opinion de M. Hughes, qu'une tige à *vibrations coniques* est soumise aux mêmes lois que les lames à *vibrations rectilignes*, toute augmentation dans les résistances du mécanisme diminuera l'amplitude des vibrations, toute diminution de résistance l'augmentera; mais, les vibrations resteront toujours *isochrones* et leur nombre ne variera pas.

Cette hypothèse admise, les explications que nous avons données sur l'action du régulateur primitif pendant la rotation et après le repos de l'axe des cames, pourront s'appliquer entièrement au jeu du régulateur perfectionné.

Cependant il paraît y avoir, entre ces deux genres de régulateurs, une différence dont il importe de tenir compte. On sait que le *mouvement circulaire* développe dans tout corps soumis à son action une *force* spéciale qui tend à chaque instant à projeter le corps en dehors du cercle dans lequel il est *contraint* de se mouvoir : c'est la force *centrifuge*. Si l'on examine la tige vibrante du système actuel, on verra que chacun de ses points, pris

isolément, décrit une circonférence dont le rayon augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'encastrement. La force centrifuge exerce donc son action en chaque point de toutes ces circonférences, et, par conséquent, en chaque point de la trajectoire conique de la tige considérée en bloc, dans toute la longueur de la partie vibrante.

Or, d'après des lois que la mécanique démontre, « *la force centrifuge d'un corps qui décrit un cercle, avec un mouvement uniforme, est proportionnelle au carré de la vitesse du corps.* »

Par conséquent, la force centrifuge doit *augmenter* quand l'axe des cames revenant au repos, le mouvement de l'appareil tend à s'accélérer, et que les amplitudes de la tige deviennent plus grandes; elle doit *diminuer* quand cet axe entrant en mouvement, la vitesse du mécanisme ayant une tendance à se ralentir, les vibrations prennent une amplitude moins grande.

Ces variations de force centrifuge, coïncidant avec celles des résistances du mécanisme et les changements d'écart de la tige, on peut se demander si cette force exerce sur le mouvement de l'appareil, conjointement avec les propriétés spéciales à la tige vibrante, une action régulatrice. Dans quelle proportion la force centrifuge agirait-elle dans ce cas? C'est une question sur laquelle les divers auteurs qui ont traité de l'appareil Hughes ne sont pas tous d'accord. Certaines observations tendraient à prouver que les vibrations coniques de la tige ne sont pas parfaitement isochrones. On peut en trouver un premier symptôme dans la nécessité du *travail correcteur*. En outre, ceux qui ont pratiqué le système Hughes ont pu remar-

quer que si, après l'établissement du synchronisme entre les deux instruments en relation, à l'un des deux on vient à huiler toutes les parties sujettes à frottement, après ce graissage l'appareil correspondant déraile en retard, tandis que l'appareil graissé déraile en avance. Il semble cependant que la diminution de frottements résultant de cette opération aurait dû, non point modifier la vitesse de l'appareil, mais simplement agrandir un peu le cercle des vibrations de la tige.

De même, lorsqu'en remontant le moteur, on donne un coup énergique sur la pédale, quand le poids est au haut de la table, on force ainsi celui-ci à tirer subitement sur la chaîne avec une énergie bien supérieure à celle de son action habituelle, et cette traction anormale, si elle survient brusquement, fait dérailler en avance l'appareil sur lequel elle a lieu, s'il reçoit à ce moment. Cette augmentation instantanée de force motrice n'a donc pu être compensée par un écart équivalent de la tige vibrante. Ces variations de vitesse paraissent inexplicables si l'on admet d'une manière absolue que le nombre des vibrations est indépendant de la force motrice. Mais si les vibrations de la tige ne sont pas parfaitement isochrones, la vitesse des vibrations varie, et si la lame décrit plus vite ou moins vite ses cercles de vibrations, suivant les variations des résistances du mécanisme, on peut supposer avec quelque apparence de raison qu'elle agit sur l'appareil comme un simple régulateur à force centrifuge.

Dans cette hypothèse, à l'état habituel, ces variations seraient assez petites pour que le mouvement de l'appareil pût être considéré comme *uniforme* (1). D'un autre côté,

(1) Nous supposons, bien entendu, dans toutes les explications

si l'on admet ces variations, on est conduit à se demander si, comme le pense M. Hughes, une *tige vibrante* est le *seul* régulateur capable d'assurer aux mouvements de l'appareil une uniformité de marche suffisamment approximative pour que les diverses pièces du mécanisme puissent remplir convenablement leurs fonctions, et si on ne pourrait pas lui appliquer un régulateur uniquement soumis à l'action de la force centrifuge. Divers indices et quelques expériences, qu'il est superflu de développer ici, nous permettent de supposer que cette solution n'est pas impossible.

Quoi qu'il en soit, laissant à des plumes plus autorisées que la nôtre le soin d'élucider cette question, nous nous contenterons d'admettre entièrement la théorie de M. Hughes, qui explique les phénomènes d'une manière satisfaisante, et nous supposerons que la tige à vibrations coniques est soumise uniquement aux lois des vibrations rectilignes, l'action de la force centrifuge, comparée à celle des propriétés spéciales aux corps vibrants, étant seulement, d'après les observations de l'inventeur, $1/10000$ environ, c'est-à-dire négligeable.

Suivant cette théorie, quel rôle jouerait le frotteur T, solidaire du mouvement du bras de levier *po* et de la tige vibrante, pendant les alternatives d'action et de repos de l'axe des cames ? — Il est évident que si le frein se réduisait à l'emploi du bras libre *po*, chargé de guider la tige, celle-ci serait sujette aux mêmes causes de rupture qui ont provoqué l'abandon des *lames* vibrantes : écartement exagéré provenant d'une trop grande absorption de force motrice, qui précèdent, que la longueur et l'épaisseur de la tige restent invariables.

trice; — arrêts brusques causés par un travail anormal de la came de correction; — passage trop rapide d'une très-grande à une très-petite amplitude et réciproquement.

Grâce au jeu du frotteur T, au contraire, l'amplitude à l'état ordinaire reste toujours réduite à des proportions convenables, et les variations qu'elle subit, par suite du jeu intermittent des cames, s'effectuent avec toute la lenteur désirable et dans des limites très-restreintes.

En effet, quand la tige est parvenue à un diamètre de vibrations égal à 3 centimètres environ, le bras à anneau *op* s'est assez écarté pour que la partie excentrique de la came C (fig. 460) solidaire de son mouvement, ayant fait progressivement éloigner le ressort R, le frotteur T se soit assez rapproché de la surface interne du cylindre creux N, pour la toucher. A partir de ce moment, si la force motrice disponible augmente, la tige devant l'absorber par un écartement plus grand, le bras *op* s'éloignera davantage du centre A; mais, en même temps, la came C que ce bras fait tourner autour de *p* aura soulevé davantage le ressort R, et à ce soulèvement correspondra un frottement plus énergique du frotteur T contre le cylindre creux N. Or, d'après les lois qui régissent l'action des *leviers* (1), le bras *op* et le bras *pC* formant un levier coudé unique, pivotant autour de *p*, dont le bras *po* est 3 fois plus long que le bras *pC*, une force de 4 appliquée au point *o* provoquera en T une pression 3 fois supérieure; donc, à un petit effort fait par la tige, ou à une petite augmentation

(1) Deux forces agissant sur un levier se font équilibre, quand elles sont entre elles dans le rapport inverse des bras de levier aux extrémités desquels elles sont appliquées.

d'amplitude correspondra une énergique pression du frotteur sur la surface du frottement. Cette pression absorbe à son profit l'excédant de force motrice qui aurait dû faire écarter la lame d'une manière exagérée, et l'on conçoit qu'ainsi, à partir du moment où commence l'action du frotteur, une augmentation considérable de force motrice amènera seulement un frottement plus grand, mais modifiera très-peu l'amplitude normale de la tige.

Quand donc l'axe imprimeur entrera en mouvement, le volant agira d'abord, puis la tige devra prendre un écartement moins grand, mais avant qu'elle varie sensiblement d'amplitude, il faudra que le frotteur ait cédé toute la force motrice qu'il tenait en réserve. Or nous savons, qu'en raison des longueurs relatives des bras de levier op , pC , cet effet peut se produire avec un très-petit écart du bras po et de la tige. La force motrice abandonnée par le frotteur ayant déjà compensé une grande partie de la résistance provoquée par les cames, la tige n'a plus ensuite qu'une petite diminution d'amplitude à opérer dans ses vibrations pour que la force totale cédée soit exactement équivalente à la résistance du travail des cames. Quand l'axe imprimeur s'arrête, les mêmes effets se produisent en sens inverse : le volant agit d'abord, puis la tige tend à revenir à son amplitude primitive et, lorsqu'elle est arrivée à un écartement normal de 3 centimètres environ, le frottement du tampon T absorbe le reste de la force motrice laissée libre par l'arrêt de l'axe des cames.

On voit qu'en admettant *l'isochronisme parfait* des vibrations de la tige, le frotteur ne sert qu'à empêcher celle-ci de dépasser sa limite d'élasticité et aussi à permettre à ses amplitudes de varier seulement avec une certaine lenteur

progressive. Sans cet auxiliaire, la tige serait trop sensible aux variations de force motrice, et il se produirait dans les vibrations un ballottement qui en détruirait l'isochronisme. Il est évident, en effet, que lorsque les vibrations diminuent d'amplitude, l'extrémité libre de la tige décrit une *spirale*, se rapprochant de plus en plus du centre de rotation A (fig. 461); au contraire quand elles augmentent, la spirale s'éloigne de plus en plus du centre A (fig. 462). Grâce à l'action du frotteur, les diminutions ou augmentations d'amplitude seront lentes et progressives, les spires de la courbe tracée par l'extrémité libre de la tige seront très-rapprochées et régulières; mais si ce frotteur était supprimé, les vibrations de la tige étant égales au cercle *a*, par exemple (fig. 463) à l'état ordinaire, deviendraient tout à coup égales au cercle *b*, au moment du travail des cames. Pour passer brusquement de l'amplitude *a* à l'amplitude *b*, la pointe de la tige devrait prendre un mouvement rapide vers le centre A, suivant la trajectoire *kk'* par exemple. Il est évident que ce changement précipité de direction dans la trajectoire de la tige doit altérer l'isochronisme et faire varier la vitesse de l'appareil. C'est en effet ce que montre la pratique, et la raison pour laquelle M. Hughes a imaginé le frotteur, complété par une légère pression du ressort R sur la came C, pression qui introduit sur le mouvement du bras *op* une légère résistance.

Synchronisme ou égalité de vitesse entre les mouvements uniformes de deux appareils en relation. — Maintenant que nous avons vu par quels moyens le régulateur peut donner à chaque appareil un mouvement *uniforme* ou *isochrone*, voyons

comment on pourra *modifier la vitesse* de ce mouvement, pour le rendre *synchronique* avec celui d'un appareil correspondant qui conserve une vitesse déterminée.

Nous avons dit précédemment qu'à chaque vibration conique ou à un tour complet de la tige correspond une révolution entière du volant. *Le volant prend donc toujours une vitesse égale à celle du régulateur.* En conséquence, si nous voulons modifier, c'est-à-dire augmenter ou diminuer la vitesse du volant et, par suite, celle de tous les rouages, il faudra donner au régulateur la possibilité de produire *dans le même temps* un plus grand ou un plus petit nombre de vibrations.

Or, on démontre en mécanique que le *temps* d'une vibration est proportionnel au carré de la *longueur* de la tige; par conséquent, le *nombre* de vibrations, dans un temps donné, est en raison inverse de ce carré.

Donc si nous prenons pour régulateur une tige *plus longue*, nous aurons, dans le même temps, un *moins grand nombre* de vibrations de la tige et de tours du volant, et une *vitesse* normale *moindre* du mécanisme. Si l'on employait, au contraire, une tige *moins longue*, le nombre des vibrations, celui des révolutions du volant et la vitesse de l'appareil deviendraient *plus grands*.

On conçoit que, dans la pratique, une pareille modification ne serait pas admissible, à cause des longs tâtonnements qu'entraînerait une semblable opération, mais on peut résoudre le problème d'une autre manière.

Loi : le nombre des vibrations est en raison directe de l'*épaisseur* de la tige. On comprend en effet que plus la tige est *épaisse*, plus est grande la *force de ressort* avec laquelle elle tend à se redresser lorsqu'on l'a écartée de sa

position de repos, et, par conséquent, plus ses vibrations sont *rapides*.

On pourrait donc, quand on veut modifier la vitesse de l'appareil, prendre une tige *plus épaisse* pour l'*augmenter*, et une *moins épaisse* pour la *diminuer*. Mais ces changements offriraient encore dans la pratique de trop grandes difficultés.

L'expérience prouve que si la tige, au lieu d'être cylindrique, est *taillée en cône*, les vibrations deviennent *plus nombreuses* si elle est encastree par sa partie la plus épaisse, et *moins nombreuses* quand l'encastrement a lieu par l'extrémité la plus mince. On peut donc *augmenter le nombre* des vibrations et la vitesse de déroulement du mécanisme, en *augmentant l'épaisseur* ou le poids de la partie libre de la tige, et les diminuer en rendant ce poids moins lourd.

D'un autre côté, on conçoit qu'en plaçant *ce poids supplémentaire* plus ou moins près de la partie libre de la tige, son influence deviendrait plus ou moins accentuée sur les vibrations et que le nombre de celles-ci deviendrait de plus en plus petit au fur et à mesure qu'on éloignerait davantage le poids du point d'encastrement de la tige.

La solution du problème consistera donc à pouvoir, pendant que le régulateur fonctionne, faire circuler un poids sur la partie antérieure de la tige, de façon à le rapprocher ou éloigner à volonté de son extrémité libre.

C'est le rôle que remplit la sphère massive dont nous avons parlé plus haut (voir pag. 207).

Donc, pour augmenter le nombre des vibrations et la vitesse de l'appareil, il suffira, en faisant tourner à la main la poignée X (fig. 159) de la crémaillère dans un sens

convenable, d'éloigner cette sphère du volant, et pour les diminuer de la rapprocher de cet organe.

Ce moyen permet en conséquence de régler rapidement la vitesse d'un appareil, de façon à mettre son *mouvement uniforme* d'accord avec celui d'un appareil situé à l'autre extrémité de la ligne, en d'autres termes, d'établir entre ces deux instruments indépendants un *synchronisme* parfait.

Tant que cet accord n'existe pas, les deux mouvements ayant des vitesses différentes la transmission régulière est impossible (voir chap. III). Celui des deux opérateurs qui veut prendre la vitesse de l'autre doit donc prévenir son correspondant par des signaux perceptibles même avec des vitesses différentes. Il transmet dans ce but, en appuyant alternativement sur les trois touches, *blanc des lettres*, I, T, plusieurs fois de suite sans s'arrêter. Les révolutions de l'axe imprimeur, déterminées par l'envoi de ces 3 courants consécutifs, se traduisent à l'appareil extrême par un bruit caractéristique facile à retenir. La réception de ce signal *acoustique* est une invitation, pour l'employé qui la reçoit, à appuyer, à partir de ce moment, toujours sur la même touche, ordinairement celle du *blanc des lettres*, à chaque tour de chariot. Les courants, provoqués par l'abaissement de cette touche, arrivant dans l'appareil correspondant à des intervalles de temps égaux, indiquent, chaque fois, que le chariot transmetteur vient de terminer *une* révolution, et donnent par conséquent exactement la *vitesse* de cet organe.

Or, pour que les deux vitesses soient égales, il faut que la roue des types de l'appareil récepteur fasse *un* tour pendant que le chariot de départ en fait *un* aussi. Il peut alors se présenter 3 cas : — 4° Ou la vitesse sera égale des 2

côtés, et la roue des types récepteur reproduira toujours la même lettre.

2° Ou le récepteur ira *plus vite*; sa roue des types étant en avance à chaque révolution, c'est-à-dire à chaque courant reçu, imprimera, à chaque soulèvement de l'armature, des lettres dans le sens de l'alphabet ordinaire, comme A, B, C, D, etc. par ex., ou des chiffres en progression ascendante, 1, 2, 3, 4... etc. ;

3° Ou la roue des types récepteur ira *moins vite*; chaque émission reproduira alors sur la bande des lettres en retard, comme D, C, B, A, etc... ou des chiffres en progression décroissante, comme 9, 8, 7, 6, 5... etc.

Il suffira donc, pour savoir de quelle façon il faut faire mouvoir la boule, pour modifier la vitesse dans le sens voulu, d'examiner préalablement la progression des signaux successivement imprimés sur la bande de papier.

Si la vitesse de la roue des types est reconnue plus grande que celle du chariot transmetteur, on manœuvrera la crémaillère *lentement*, de manière à rapprocher la sphère vers le volant; on continuera cette opération sans *interruption*, en observant toujours les lettres imprimées sur la bande, et on ne s'arrêtera qu'au moment où on verra *une même lettre* reproduite à chaque émission. On pourrait croire alors qu'il y a égalité de vitesse entre les deux mécanismes en relation.

Mais il ne faut pas oublier que la came correctrice, à chaque révolution de l'axe imprimeur, *rectifie* la position du type jusqu'à un écart de $1/56$ exclusivement. Une émission de courant, provoquant à chaque tour de chariot l'impression de la même lettre, prouve seulement que les *erreurs de vitesse*, pendant la durée d'une révolution, sont

inférieures à $1/56$ de circonférence, mais n'indique pas quelle est la grandeur exacte de cet écart.

Pour obtenir un réglage plus précis, on doit laisser pendant plusieurs tours de la roue des types, s'accumuler les erreurs sans les corriger, c'est-à-dire faire obstacle à l'action de la came correctrice. Dans ce but, on empêche le courant de faire soulever l'armature, soit en coupant la ligne au moyen d'un interrupteur, soit en établissant une dérivation directe entre la ligne et la terre (voir *Marche des courants*), soit en appuyant le doigt sur la palette, pendant 5 tours de chariot, par ex., le mouvement d'horlogerie continuant d'ailleurs de dérouler librement. Si la lettre reçue avant cette opération est BBB... et qu'au moment où on laisse ensuite le courant agir comme à l'ordinaire sur l'électro-aimant, les émissions successives du correspondant donnent la lettre CCC..., c'est-à-dire une lettre *suivante*, cela indique que 5 erreurs accumulées ont donné à la roue des types récepteur un écart total de $2/56$ ou $1/28$, et que l'écart de chaque tour est égal à $1/3$ de cet écart total ou à $1/140$ de circonférence. Quand ce résultat est constaté, on perfectionne le synchronisme en rapprochant encore, très-légèrement, la sphère du côté du volant. Puis on répète l'expérience de l'isolement, pendant 5 tours d'abord; ensuite si au bout de 5 tours l'appareil n'a pas déraillé, c'est-à-dire qu'on reçoive comme précédemment CCC..., on isole encore pendant 10 tours, et il faut, pour avoir un synchronisme suffisant aux besoins d'un service régulier, qu'au bout de ces 10 tours, la lettre C soit encore imprimée à chaque émission; — cela prouvera que 10 erreurs accumulées pendant 10 tours étant inférieures à $1/56$, l'erreur à chaque tour sera

inférieure à $1/10$ de $1/36$ ou à $1/330$ de circonférence. On dit alors que le synchronisme est réglé à 40 tours ou à $1/10$ d'approximation. Cette limite suffit pour entretenir dans la transmission une régularité constante et éviter les déraillements; car l'opérateur qui transmet ne doit jamais laisser passer plus d'un ou 2 tours de chariot sans transmettre au moins 1 courant, et par conséquent sans provoquer au poste d'arrivée la correction de l'écart, rétablissant à des intervalles de temps très-courts, l'accord parfait entre le manipulateur et le récepteur. Cependant cette limite de $1/10$ d'approximation est nécessaire pour éviter de donner à la came correctrice un travail exagéré qui pourrait provoquer des ralentissements dans le mouvement de l'appareil.

Si la vitesse du récepteur était inférieure à celle du transmetteur, il est évident que les effets que nous venons d'analyser se manifesteraient de même, mais en sens contraire. Les lettres reçues successivement seraient dans l'ordre inverse de l'alphabet, comme H G F E D..., etc., les chiffres en progression descendante, comme 6, 5, 4, 3, 2... Dans ce cas, le réglage s'effectuerait en faisant lentement éloigner la sphère du volant, puis perfectionnant ce réglage par les opérations d'isolément précédemment indiquées.

Ajoutons que, pendant que dure le réglage du synchronisme, l'opérateur qui reçoit ne doit jamais arrêter la roue des types au blanc, afin de laisser librement s'imprimer sur la bande une succession de signaux qui puisse exactement représenter les relations de vitesse des 2 mobiles correspondants.

Si l'on examine ce qui se passe pendant la transmission,

dans les deux mécanismes placés aux deux extrémités du fil, on verra que l'accord parfait n'existe en réalité qu'entre le chariot transmetteur et la roue des types récepteur — car la position de cette roue des types est rectifiée à chaque émission, tandis que l'axe de cette roue ainsi que le chariot récepteur continuent de tourner d'un mouvement uniformément régulier. Donc, au bout d'un certain temps l'écart est assez grand entre le chariot transmetteur et le chariot récepteur. Cet écart serait indiqué par la lettre imprimée, à chaque changement de sens de la transmission, si les 2 appareils n'étaient alors préalablement ramenés à la position du blanc. De là la nécessité d'arrêter toujours les 2 roues des types au repère avant le commencement de chaque transmission.

CHAPITRE XI.

MARCHE DES COURANTS.

Pièces servant au passage des courants.—Communications.—1^{er} Cas de transmission : 2 appareils en ligne (1^o avant le soulèvement de l'armature ; — 2^o depuis le soulèvement jusqu'à la fin de l'émission ; — 3^o décharge de la ligne après chaque émission. — *Dérivation par le levier de rappel au blanc.* — *Utilité des plaques T¹ et L₁.* — 2^e Cas : Appareil en ligne, mis en local momentanément. — 3^e Cas : Installation en ligne avec relais intermédiaires. — 4^e Cas : 1 appareil seul, en local. — 5^e Cas : 2 appareils mis en relation, en local.

Les communications établies, pour la marche des courants, dans le système Hughes, ayant subi, depuis l'origine de l'appareil, un grand nombre de modifications, nous ne saurions, sans dépasser les limites de notre cadre, énumérer successivement leurs diverses combinaisons ; un pareil catalogue ne présenterait d'ailleurs qu'un intérêt secondaire. Nous nous bornerons donc à décrire les communications du modèle de 1872, en ayant soin d'indiquer les différences qu'elles présentent relativement au modèle qui les a immédiatement précédées (1).

Pièces servant au passage des courants.

— Les diverses parties utilisées pour le passage des courants sont :

(1) Nous donnons aussi, à la fin de ce volume, la description du nouveau modèle de chariot que M. Hughes vient d'imaginer (1873).

- 1° 3 bornes extérieures ;
- 2° 1 petit commutateur *suisse* ou *bavarois* ;
- 3° 1 commutateur à manette ;
- 4° Le massif de l'armature ;
- 5° Le ressort interrupteur ;
- 6° Le ressort isolé de levier de rappel au blanc ;
- 7° Le massif de l'appareil ;
- 8° Le chariot ;
- 9° La boîte aux goujons.

Avant d'exposer les relations de ces diverses parties, nous devons nous arrêter d'abord sur les pièces dont nous n'avons pu nous occuper que d'une manière succincte dans l'étude du mécanisme.

Commutateur suisse. — Cet instrument se compose d'un socle rectangulaire en bois, horizontal (fig. 164), portant encastrées à sa face supérieure deux plaques parallèles de cuivre 4 et 3, isolées l'une de l'autre, et, à la face inférieure, deux autres plaques semblables 1 et 2, parallèles, également isolées et croisant les premières à angle droit. Aux 4 points correspondant aux croisements, les plaques supérieures et inférieures sont percées de trous cylindriques, verticaux, cc' et zz' , pouvant au besoin donner passage à 2 fiches ou chevilles métalliques, destinées à réunir 2 à 2 une plaque supérieure avec l'inférieure correspondante. Ces fiches sont taillées de telle sorte qu'une partie b puisse se visser dans la plaque inférieure, tandis que la partie opposée h agit simplement par pression sur la supérieure (fig. 164 bis).

Commutateur bavarois. — Les commutateurs suisses offrent, dans la pratique, quelques inconvénients : les plaques inférieures 1, 2, étant cachées par le socle en bois,

leur vérification présente des difficultés ; en outre les fiches métalliques n'assurent pas toujours une communication parfaite. On les remplace aujourd'hui par des commutateurs du système *bavarois*, dont les dispositions sont plus claires, la vérification plus facile et les contacts plus sûrement établis.

Cet organe est constitué par un socle cylindrique en *ébonite*, sur le périmètre duquel sont encastrés 4 segments de cercle en cuivre, isolés les uns des autres, 1, 2, 3, 4 (fig. 465). Deux vis à main V (fig. 465 *bis*) peuvent s'engager dans les trois $++$ et $--$ pour réunir ces segments deux à deux. La plaque 1 est opposée à la plaque 2, et la plaque 3 à la plaque 4.

Quelle que soit la forme du commutateur, il est toujours vissé à gauche de la table, à portée de la main de l'opérateur. Il permet, comme nous le verrons tout à l'heure, d'intervertir le sens du courant dans les bobines, suivant qu'on doit envoyer à la ligne un courant négatif ou un courant positif (voir p. 66).

Commutateur à manette ou interrupteur. — Ce commutateur, placé en avant de celui que nous venons de décrire (fig. 466), se compose d'une simple lame ou manette de cuivre BM, pouvant pivoter horizontalement autour du centre M et se placer alternativement en contact soit sur la plaque L₁, soit sur la plaque T₁, ou au besoin, rester isolée entre les deux, comme l'indique la fig. 466. On le manœuvre à l'aide du bouton d'ivoire B.

Ressort interrupteur. — Ce ressort, dont nous avons étudié les fonctions pag. 88, est retenu horizontalement (fig. 467) au moyen de 2 vis v , v^1 , sur un support iso-

lant SS en ébonite, lequel est appliqué, par une vis V, contre la platine antérieure de l'appareil, à la hauteur du pont qui soutient l'axe des cames. La vis v sert de point d'attache à un fil extérieur f . Les deux bras ab qui forment le ressort sont destinés à lui donner plus de flexibilité, tout en assurant le contact avec la came correctrice C. Celle-ci, s'appuyant, au repos, sur les extrémités libres a et b , doit les faire légèrement fléchir.

Ressort du levier de rappel au blanc. — Ce ressort r^1 est fixé, à l'aide de 2 vis v^2 , v^3 , à une plaque d'ébonite E, retenue à la branche horizontale B du levier de rappel au blanc par une vis V¹ ; il s'étend sous cette branche et repose à une petite distance du pivot p du bouton K. Autour de ce pivot est enroulé un fil de laiton m formant ressort, lequel force sans cesse le bouton K de remonter, jusqu'à ce que la goupille g l'arrête dans ce mouvement ascensionnel, et empêche ainsi son pied p de toucher, à l'état ordinaire, le ressort r^1 , alors entièrement isolé. Le ressort r^1 se continue en arrière par un petit ressort d'acier rond, r^2 , dont l'extrémité libre z s'appuie sur une équerre en cuivre A, posée sur un isolant d'ébonite I, fixé à la platine antérieure. Une vis V₄, relie à cette équerre et, par suite, aux ressorts r^2 et r^1 un fil de cuivre extérieur f^1 , enveloppé d'une gaine isolante qui le sépare du massif de l'appareil.

Communications. — Examinons maintenant les relations des diverses parties employées au passage des courants.

Bornes. — 3 bornes, vissées à la table, derrière l'appareil, servant de point d'attache aux fils extérieurs de *Ligne, Terre, Pile* (fig. 469).

La borne *Ligne* est reliée directement 1° à la plaque de contact L_1 du commutateur à manette ; 2° à la branche 3 du commutateur suisse ou bavarois (1).

La borne *Terre* communique avec la vis v_1 implantée à la base du tube de cuivre formant le prolongement inférieur de l'axe du chariot (v. fig. 6), puis v_a , de ce point, se relie à la plaque T^1 du commutateur M (2).

La borne *Pile* aboutit, par un fil direct, à la surface cylindrique de la boîte à goujons (cette boîte, dans la fig. 469, est indiquée par un seul goujon g). Elle est destinée à recevoir *un* des fils de la pile, l'autre étant mis à la Terre dans la salle même qui contient tous les générateurs d'électricité.

Commutateur suisse ou bavarois. — La plaque 1 aboutit au fil d'entrée de la bobine antérieure A ; — la plaque 2 au fil de sortie de la bobine postérieure P ; — la plaque 4 au ressort interrupteur r^1 ; — la plaque 3 à 3 points : 1° borne ligne (3) ; 2° ressort isolé r^2 du levier de rappel au blanc ; 3° massif de cuivre Y supportant l'armature (voir p. 92).

Commutateur à manette. — Le pivot M est relié à un point quelconque du massif de l'appareil, ordinairement le pilier en fer de gauche. — Nous avons vu plus haut les communications de ses 2 plaques L_1 , T^1 .

Massif de l'appareil. — Il communique en permanence

(1) Dans les communications antérieures, la branche 3 n'avait pas de fil direct avec la *Ligne*.

(2) Précédemment le fil de terre s'arrêtait à la base du chariot et la plaque T^1 restait isolée et sans emploi.

(3) Dans les communications établies précédemment, la borne ligne n'était reliée qu'à la plaque L^1 , et la branche 3 communiquait avec la manette M.

1° avec le levier d'échappement *l*, toujours isolé, au repos, de l'armature ; — 2° avec le levier de rappel au blanc *l*₁ isolé de son ressort *r*² ; — 3° avec le pivot M de la manette (1) ; — 4° avec la came correctrice C ; — 5° avec toute la partie supérieure du chariot H, y compris la vis de contact *v* de la lèvre mobile.

La fig. 469 montre l'ensemble des communications.

5 cas peuvent se présenter, dans la manœuvre de l'appareil, en ce qui concerne la marche des courants :

1° 2 appareils, installés en communication directe, aux deux extrémités d'une ligne ;

2° 4 appareil, installé en ligne, dans lequel on veut momentanément former un circuit local ;

3° 2 appareils, séparés par une ligne, avec relais intermédiaires ;

4° 4 appareil, fonctionnant seul, sans fil de terre, avec les deux pôles d'une pile locale ;

5° 2 appareils installés en local, l'un à côté de l'autre.

1^{er} cas de transmission. — Supposons 2 appareils établis aux deux extrémités d'une ligne, l'un Paris transmettant, l'autre Lyon recevant (fig. 469).

Nous savons que les deux correspondants doivent toujours se transmettre réciproquement un courant de nom contraire (voir pag. 66). En conséquence, si Paris envoie à la ligne un courant *positif*, Lyon devra lui transmettre un courant *négatif* (2). Dans ce cas, Paris relie à la borne

(1) Autrefois la manette ne communiquait point au massif, mais à la branche 3.

(2) Paris transmet habituellement à ses correspondants le courant positif ; les bureaux principaux de la province sont dans la même situation vis-à-vis des bureaux moins importants avec lesquels ils sont en relation. Cet ordre une fois établi est rarement changé.

Pile de son appareil le pôle positif de la pile et met à la terre, dans la salle des piles, le pôle négatif. Les *fiches* métalliques du commutateur suisse ou bavarois, occupent, dans chaque porte, une *diagonale inverse*, les points *cc'* ou $\begin{smallmatrix} + & + \end{smallmatrix}$ à Paris, et *zz'* ou $--$ à Lyon.

Transmission. — L'envoi d'un courant comprend 3 périodes distinctes : 1° *avant* le soulèvement de la palette ; 2° depuis le moment où les armatures des 2 appareils correspondants sont mises en contact avec les leviers d'échappement, jusqu'à celui où l'*émission cesse* (voir pag. 36) par l'abaissement de la lèvre mobile du chariot sur la lèvre inférieure ; 3° depuis la fin de l'émission, qui a lieu aux $3/4$ de tour de l'axe d'impression, jusqu'au moment où le taquet d'échappement s'arrête contre l'épaulement de la détente.

1° *Avant le soulèvement de l'armature.* — Paris transmet. Le commutateur à manette M doit être sur bois (4). Le courant $+$ part de la borne Pile, se rend au goujon *g*, maintenu soulevé par la pression du doigt sur la touche, passe dans la lèvre mobile isolée alors de la lèvre inférieure (Terre), la partie supérieure H de l'axe du chariot, le ressort de contact qui presse contre cet axe (voir fig. 6 bis pl. VI), le *massif* de l'appareil, la came de correction C, le ressort interrupteur r_1 , la branche 4 du commutateur, la fiche *c*, la branche 1, les bobines antérieure A et postérieure P, la branche 2 du commutateur, la fiche *c'*, la branche 3, et la borne ligne.

Le courant, après avoir parcouru la ligne, arrive à

(4) Dans les communications précédentes, la manette, pendant la transmission et la réception, devait rester sur L¹.

l'appareil correspondant (Lyon), entre par la borne ligne, traverse la branche 3, la fiche z' ou — la branche 4, la bobine antérieure A (1), puis la bobine postérieure P, rentre dans le commutateur par la branche 2, se rend à la fiche z ou —, traverse la branche 4, le ressort interrupteur r^1 , la came correctrice C, le massif de l'appareil, le ressort de contact du pivot supérieur du chariot, l'axe H de ce mobile, la lèvre supérieure, la vis de contact v (alors abaissée sous l'influence de son ressort (voir pag. 36), la lèvre inférieure, et se perd à la terre par la borne de ce nom.

2° *Depuis le soulèvement des armatures jusqu'à la fin de l'émission.* — Nous savons que le courant doit traverser les bobines, non point pendant toute la durée du contact entre le goujon et la lèvre mobile (voir pag. 33 et suiv.), mais seulement pendant le temps strictement nécessaire pour rompre l'équilibre des deux forces contraires qui régissent l'armature, et que le massif de la palette Y est relié par une communication *permanente* avec la branche 3 du commutateur. Aussi, dès que l'action du courant a été suffisante pour détacher l'armature, celle-ci venant buter contre le levier d'échappement (voir pag. 76), la *dérivation* s'établit et le courant traverse 1° à Paris : la lèvre mobile, le pivot supérieur H du chariot, le massif de l'appareil, le levier d'échappement L, l'armature et son support Y (voir fig. 469 bis), la branche 3 du commutateur, et la borne ligne; — à Lyon, la borne ligne, la branche 3,

(1) On remarquera que le courant positif traverse les bobines toujours dans le même sens, provoquant dans les 2 appareils les mêmes effets — c'est-à-dire une diminution de l'attraction de l'aimant permanent, et par conséquent le mouvement ascensionnel des deux armatures.

le massif de l'armature Y, l'armature et la vis de contact du levier d'échappement *P*, le massif de l'appareil voir fig. 469 *ter*), l'axe du chariot, les lèvres supérieure et inférieure, et la borne terre.

Une durée de courant très-courte suffit pour déterminer le soulèvement de l'armature à l'appareil de départ; le mouvement ascensionnel de la palette au poste d'arrivée est plus ou moins rapide suivant la longueur et l'état de la ligne, l'intensité de la pile et le réglage de l'électro-aimant (voir plus loin. — NOTES). En général le déplacement des deux armatures est effectué avant que la longueur totale de la lèvre mobile ait dépassé le goujon, c'est-à-dire avant que l'émission soit terminée. Dans ce cas, le reste du courant circule sur la ligne, en laissant les deux paires de bobines hors du circuit, et se rend directement de la pile de départ à la terre d'arrivée. Un assez long temps s'écoule donc, entre le moment où les bobines cessent de recevoir le courant et celui où doit commencer l'émission suivante, laquelle ne peut avoir lieu, *au plus tôt*, pour provoquer un effet utile, qu'*après l'arrêt complet de l'axe imprimeur*. Pendant cet isolement, le magnétisme *rémanent* disparaît, la polarisation des fers doux due au courant est entièrement détruite et l'aimant permanent recouvre toute son énergie.

3° *Décharge de la ligne après chaque émission.* — Pour que les courants successivement envoyés puissent se manifester régulièrement et produire toujours le même effet à l'extrémité du fil, il faut *qu'ils soient assez espacés : l'un de l'autre pour ne pouvoir se superposer*, c'est-à-dire que lorsqu'un second courant commence à circuler sur la ligne, toute trace du premier courant ait entièrement

disparu, en d'autres termes que la ligne soit complètement déchargée. De là la nécessité de ménager *un certain temps* entre la fin de la première émission et le commencement de la suivante.

A l'appareil Hughes, l'émission cesse quand l'axe imprimeur est parvenu aux $3/4$ de sa révolution. A ce moment les 2 chariots correspondants sont dans la situation de réception, les lèvres mobiles étant normalement abaissées (fig. 6), et les deux extrémités du fil sont ainsi mises en contact direct avec la terre. Le reste du courant de charge, ou ce qu'en termes techniques on nomme la *queue du courant*, peut s'écouler et du côté du poste de départ et du côté de celui d'arrivée, sans rencontrer de résistance, les bobines n'étant replacées dans le circuit qu'au moment du retour de la came correctrice sur son ressort interrupteur, c'est-à-dire quand l'axe imprimeur reprend sa situation d'inertie (voir pag. 88). La *ligne* se retrouve ainsi à l'état *neutre* quand commence l'émission suivante.

Nous devons insister ici sur la différence d'effet que déterminent, dans le jeu de l'électro-aimant, la *dérivation* du courant par le contact du levier d'échappement et l'armature, et la *rupture* du circuit des bobines par la rotation de la came correctrice. La *dérivation* n'a pour objet que d'empêcher le courant de traverser les bobines quand il a exercé sur celles ci son action *utile*; lors même qu'à partir de ce moment, le fil des bobines continuerait, *jusqu'à la fin de l'émission*, de communiquer avec le chariot, le courant, prenant toujours pour se rendre sur la ligne la voie la plus directe, n'en poursuivrait pas moins sa marche *seulement* à travers la voie sans résistance de la

dérivation. En effet celle-ci commence à s'établir au moment précis du soulèvement de l'armature, tandis que la *rupture* du fil des bobines par la came correctrice ne s'opère qu'après le premier quart de tour de l'axe imprimeur. Par conséquent, pendant le premier quart de révolution de cet axe, le courant qui vient du chariot a réellement deux voies à suivre, mais il ne passe, pour aller sur la ligne, qu'à travers la *dérivation*, à cause de la grande résistance que les bobines opposeraient à son écoulement (Résist. 120 k. de fil de fer de 4^m de diam.). Le rôle du ressort interrupteur n'ayant été créé que dans le but d'annihiler le courant induit de rapprochement de l'armature, son jeu n'intéresse en rien la *dérivation* et en est tout à fait distinct (voir pag. 76 et 88).

Dérivation par le levier de rappel au blanc. — Nous avons vu que la plaque 3 du commutateur (suisse ou bavarois) se relie à un ressort spécial r^2 supporté par un *isolant* fixé au levier de rappel au blanc. — Quand on appuie avec le doigt sur le bouton *k* de la branche horizontale de ce levier (voir fig. 468 et 470), le pivot de ce bouton s'abaisse, en resserrant les spires du ressort à boudin enroulé autour de lui, et vient rencontrer l'extrémité libre du ressort d'acier r^2 ; à ce moment une nouvelle communication directe s'établit entre la branche 3 du commutateur et le massif de l'appareil. Si donc, pendant qu'on ramène l'appareil au blanc, un courant arrive inopinément de la ligne, il entrera par la borne ligne, arrivera à la branche 3 du commutateur, et au lieu de traverser le commutateur pour se rendre dans les bobines, ira à la terre directement par une voie sans résistance, c'est-à-dire à travers le ressort r^2 , le pivot du bouton K, le massif de l'appareil,

le chariot et la borne terre. — On empêchera ainsi l'armature de se mouvoir, au moment où l'on veut arrêter la roue des types. Si, pendant cette opération, le courant pouvait passer à travers les bobines, l'arrêt en question serait contrarié par le mouvement ascensionnel de l'armature, provoquant le *départ* de l'axe imprimeur et le jeu de la *came correctrice*, dont le but est de déterminer le *déplacement* des roues des types et de correction. Ces deux effets, arrêt de la roue des types par l'abaissement du levier de rappel, départ de la même roue par le jeu de la came de correction, ayant lieu simultanément, détermineraient la production d'un choc, capable de ralentir brusquement le mouvement de l'appareil ou même d'en briser quelque partie (voir pag. 430).

On peut encore, pour procéder sans difficulté au rappel au blanc de la roue des types, ou 1^o mettre de la main gauche, la manette M sur L¹, pendant que, de la main droite, on appuie sur le bouton K, (le courant venant de la ligne traverse alors la borne ligne, le plot L¹, la manette M, le massif de l'appareil, le chariot, et la borne terre); ou 2^o appuyer le doigt sur l'armature, pour empêcher son soulèvement, pendant que le courant circule dans les bobines, comme à l'état ordinaire (voir pag. 229). Ces deux derniers procédés doivent toujours être utilisés en cas de rupture entre le ressort r^2 et la plaque 3 du commutateur.

Les explications données précédemment suffiront pour que, au moment où la transmission change de sens, c'est-à-dire pendant que Lyon transmet à Paris un courant négatif, on puisse se rendre un compte exact de la marche du fluide dans les deux appareils. On n'aura, dans ce but,

qu'à suivre pas à pas les diverses communications, depuis la *pile* du poste de Lyon, jusqu'à la borne *terre* de Paris où doit se perdre le courant, en se rappelant toutefois que la lèvre mobile du chariot transmetteur reste, pendant l'émission, en contact avec les goujons (*Pile*), tandis que, au poste récepteur, elle est en contact permanent avec la lèvre inférieure (*Terre*).

Utilité de la plogue T¹. — La communication des diverses parties du chariot n'offre pas toujours au courant un écoulement rapide à la terre. En effet, entre le pivot supérieur de son axe et le massif de l'appareil, le courant doit passer soit à travers les dents des deux roues d'angle, soit à travers l'évidement cylindrique *oo'* ou pivot *A* (voir fig. 7 pl. VI). Ce contact est fréquemment insuffisant, l'engrenage entre les dents des deux roues étant rarement parfait et le pivot supérieur étant le plus souvent couvert d'une couche d'huile et de poussière qui oppose une grande résistance au passage du fluide électrique. Entre l'axe et la lèvre mobile, le contact s'établit par les 2 vis *V* formant charnière et le ressort *r²* (voir fig. 6) ; entre les 2 lèvres, par le pied seul de la vis de contact ; enfin entre la lèvre inférieure et la vis *V¹* (voir fig. 6), par la capsule ou crapaudine *gg'*, le ressort à boudin *r¹* et le tube de cuivre *T*. On conçoit que tant de pièces, rejointes seulement par une simple pression sur des points qui demandent un graissage fréquent, doivent le plus souvent interposer entre le massif et la terre un très-mauvais conducteur. Or, il est essentiel d'offrir au courant un passage par où celui-ci puisse facilement s'écouler, car tout obstacle empêche le fluide de produire rapidement son effet sur l'armature, et force celle-ci de se soulever *en retard*,

augmentant ainsi le travail *correcteur* et les chances de *déraillements*. En outre la décharge de la ligne exige un temps plus long. Le ressort latéral *r* (fig. 6 *bis*, pl. VI) remédie en partie au défaut que nous signalons dans le chariot, en écartant par sa pression l'huile et la poussière. Mais il ne corrige pas les défectuosités des autres points.

On améliorera donc sensiblement les communications en plaçant, au moment de la *réception*, la manette M sur T₁. Dans ce cas, le courant entré par la borne ligne, après avoir traversé les bobines, arrive dans le massif; là, il se bifurque en 2 voies, l'une qui est toujours plus ou moins défectueuse à travers le chariot; l'autre plus sûre, sans solution de continuité, à l'abri de l'huile et de la poussière, sans résistance, à travers le massif, la manette M, le plot T₁, la base du chariot et la borne terre (voir fig. 469). Mais aussitôt qu'on recommence à transmettre, on doit replacer la manette M sur bois; car en la laissant sur T₁ pendant la transmission, on forcerait le courant, en arrivant dans le massif, de se rendre directement à la terre dans le poste même de départ, et l'appareil destinataire ne pourrait recevoir.

Utilité de la plaque L¹.— Au poste qui transmet, on doit placer la manette M sur L¹ dans plusieurs cas : 1° lorsqu'on ramène la roue des types au blanc, alors que la communication entre la branche 3 et le levier de rappel est rompue (voir plus haut, pag. 233) ; — 2° lorsqu'on veut couper la transmission du correspondant, en cas de déraillement, demande de rectification, etc. (la ligne est mise ainsi, aussitôt après l'envoi du courant de coupure, en communication directe avec la terre par un bon con-

ducteur sans résistance, circonstance qui favorise sa décharge rapide); — 3° lorsqu'on veut, pendant un certain nombre de tours du chariot, empêcher la correction de se produire (voir pag. 218), pour régler la vitesse avec précision (le courant du correspondant s'en va alors directement à la terre sans passer à travers les bobines du poste d'arrivée); — 4° en cas de mélange: — celui des deux postes qui transmet habituellement à la ligne un courant *négotif*, recevant de la ligne un courant de mélange, ordinairement *positif*, si ce mélange provient d'un appareil Morse, verra sa palette se soulever indéfiniment, et ces déclanchements, trop fréquemment répétés, amenant dans le mécanisme une trop grande quantité de frottements, ralentiront peu à peu et finiront par arrêter le déroulement des engrenages; la transmission serait ainsi rendue impossible. Pour obvier à cet inconvénient, il suffit de mettre, pour un moment, la manette M sur L₁ et, pendant ce temps, de prévenir le Hughes correspondant, soit par des signaux convenus d'avance, perceptibles au son, indiquant l'existence du mélange, soit même par un avis régulier que le correspondant pourra peut-être recevoir, eu égard à la suppression des bobines de départ, diminution de résistance qui, donnant au courant Hughes une plus grande énergie, peut lui permettre de vaincre et d'annuler le courant provenant du mélange (le courant transmis traverse dans ce cas le chariot, le massif, la manette M, la plaque L₁ et la borne ligne, et l'armature cesse de se soulever). — Mais ces signaux ou ces avis transmis, on doit aussitôt remettre la manette M sur bois ou sur T, afin de recevoir la réponse du correspondant.

2° cas. — Quand l'appareil, installé comme nous avons

vu au 1^{er} cas (pag. 228) en communication directe avec la ligne, doit, pour une cause quelconque (recherche des dérangements, exercice de manipulation, etc.), être essayé en dehors de la ligne et de l'appareil correspondant, on peut le faire fonctionner en prenant l'une des deux dispositions suivantes : 1^o détacher le fil extérieur de la borne terre et le mettre à la borne ligne (fig. 474); 2^o établir une communication métallique entre les bornes ligne et terre (fig. 474 *bis*). Dans ces deux cas, le circuit est fermé dans l'appareil transmetteur et le correspondant ne reçoit aucun courant. Pour cette expérience, on *laisse en place* les fiches du commutateur. Dès qu'elle est terminée, on a soin de rétablir les communications habituelles pour recevoir le courant de la ligne ou transmettre à l'appareil extrême.

3^e cas. — Quand le Hughes est installé sur de longues lignes, sujettes à de grandes pertes et à des variations fréquentes de courant, on peut placer en un ou plusieurs points du conducteur des relais intermédiaires; mais le mouvement des armatures de ces instruments accessoires s'effectuant *plus lentement* que dans le Hughes, amène dans la propagation du courant des retards qui obligent à ralentir la vitesse de l'appareil. En outre, le réglage des relais variant avec les conditions de la ligne exige une surveillance très-attentive, qui n'est pas toujours obtenue dans les bureaux, et ce défaut de surveillance entrave les transmissions et occasionne des pertes de temps. On doit donc, autant que possible, établir les appareils en communication directe, disposition que permet, dans la plupart des cas, la grande sensibilité des électro-aimants à de faibles courants.

Les relais dont on se sert pour l'appareil Hughes sont ceux utilisés dans les transmissions effectuées avec le système Morse (1). Comme ces instruments transmettent, des deux côtés de la ligne qu'ils desservent alternativement, un courant de même nom, ordinairement le positif, les deux Hughes extrêmes seront montés comme s'ils correspondaient avec un Hughes qui leur enverrait directement le courant positif; ils auront donc tous deux à la borne *Pile* le pôle négatif de leur pile, et les fiches des deux commutateurs suisses seront placées en diagonale sur les points zz' ou zz' , suivant le genre de commutateur employé.

Le courant reçu ou transmis suit d'ailleurs, dans l'intérieur de chaque appareil, le même parcours que ceux décrits pour le 4^{er} cas (voir pag. 229).

La fig. 472 montre la disposition théorique des communications des relais ordinaires. Ils se composent de deux électro-aimants $E E_1$, munis chacun d'une armature pp_1 dont le jeu est limité par 2 pointes de vis v, v_1, v_2, v_3 . — Les armatures communiquent chacune avec une des extrémités du fil de ligne, l'une p_1 avec le côté de Marseille, l'autre p avec le côté de Paris. Les 2 vis-butoirs supérieures vv_2 sont reliées chacune avec l'entrée du fil de l'électro-aimant opposé; le fil de sortie des 2 électro-aimants est en contact permanent avec la terre. Les 2 vis-butoirs inférieures $v_1 v_3$ communiquent toutes deux avec le pôle positif de la pile P des relais, dont l'autre pôle plonge dans la terre.

(1) On utilise depuis quelque temps un système de relais imaginé par M. d'Arincourt, dont les armatures sont très-sensibles à de faibles courants, et dont le réglage est à peu près constant, lorsque le courant ne subit pas de trop grandes variations.

Quand Paris transmet, son courant $-$, sortant par la borne ligne, entre dans le relais par la palette p , passe dans la vis v , traverse les bobines E_1 et se perd à la terre; l'armature p_1 est attirée, abandonne la vis v_2 , vient s'appuyer sur la vis v_3 toujours en contact avec le pôle $+$: le courant $+$ part donc de la pile P , et, à travers la vis v_3 et l'armature p_1 , se rend à la ligne et à l'appareil Hughes de Marseille.

Les mêmes effets se reproduisent quand Marseille transmet.

Indiquons, en passant, les phénomènes qui se manifestent dans le Hughes sous l'influence d'un mauvais réglage des relais. Si les ressorts des armatures sont trop tendus, tous les courants ne les font pas mouvoir et, par suite, les lettres manquent fréquemment au poste extrême; — si, au contraire, ils ne sont pas suffisamment tendus, les armatures hésitent à revenir au repos, et le temps superflu pendant lequel le magnétisme rémanent les maintient au contact des vis de pile $v_1 v_3$ prolonge l'émission du courant de relais, qui persiste encore quand, au Hughes récepteur, l'axe imprimeur arrive au repos, en sorte qu'une émission du poste de départ peut faire soulever plusieurs fois l'armature du Hughes extrême; les lettres s'impriment alors en excès et l'appareil déraile fréquemment. De plus, si le ressort des armatures de relais sont trop faibles, le courant de *retour*, provenant de la décharge de la ligne, peut les influencer, provoquer leur attraction et par suite l'envoi à l'extrémité du fil d'une émission de courant positif intempestive, qui fait fonctionner le Hughes transmetteur.

En cas d'absence des relais, le courant de retour ou

de décharge n'est pas sensible sur l'armature du poste de départ; en effet, comme il est de même nom que celui transmis, mais qu'il parcourt la ligne en sens inverse du courant d'émission, il détermine dans les fers doux la production de pôles semblables à ceux de l'aimant permanent et, par conséquent, tend à maintenir au contact l'armature et, au besoin, achève de détruire les dernières traces de magnétisme rémanent. Il est donc, dans ce cas, plus utile que nuisible (voir pag. 65).

4^e cas. — Quand un appareil doit fonctionner en local, c'est-à-dire isolément avec une pile locale, sans fil de terre, 5 à 6 éléments suffisent. On peut alors, pour l'installer, prendre l'une des deux dispositions suivantes : — 1^o mettre le pôle $+$ de la pile à la borne pile et le pôle $-$ à la borne ligne, en plaçant les fiches du commutateur suisse en $++$ ou CC' (fig. 173). — 2^o mettre le pôle $+$ à la borne ligne et le $-$ à la borne pile, en disposant en $--$ ou zz' les fiches du commutateur (fig. 173 bis). — On peut, dans ces deux cas, faire fonctionner l'appareil, soit en laissant sur bois la manette M, soit en la plaçant sur la plaque T', alors sans communication avec la terre, aucun fil extérieur n'aboutissant à la borne de ce nom.

5^e cas. — On pourrait monter deux appareils en communication directe avec une pile locale, dans une même poste, de la même façon qu'on installe deux appareils séparés par une ligne (1^{er} cas pag. 228), en remplaçant la ligne par un simple fil de communication entre les deux bornes ligne. Mais l'influence des courants induits, dont les effets nuisibles acquièrent toutes leur énergie quand les circuits sont très-courts, sans résistance intermédiaire,

et les aimants très-voisins l'un de l'autre, les empêcheraient de fonctionner convenablement. En effet, si les appareils étaient reliés, comme en ligne, d'après les dispositions théoriques de la fig. 474, la palette de l'appareil *transmetteur* n° 1, se soulèverait un instant avant celle du récepteur n° 2 (voir *notes* à la fin de ce volume). — Or, nous savons que l'armature, par son mouvement ascensionnel, développe un courant d'induction *de sens contraire à celui de la pile* (voir pag. 86). Nous avons vu pour quels motifs, en ligne, ce courant ne produit pas d'effet nuisible sur l'électro-aimant de l'appareil transmetteur qui le développe par le soulèvement de son armature; d'un autre côté, il ne peut guère étendre son influence jusqu'à l'extrémité du fil et à l'électro-aimant correspondant, car les courants induits étant instantanés, leur propagation trouve sur les *longs conducteurs* une résistance considérable, qui annule à peu près complètement leur action. Mais dans le cas de deux électro-aimants très-rapprochés, comme dans celui qui nous occupe (fig. 474), la résistance intermédiaire étant supprimée, ils agissent dans l'électro-aimant voisin n° 2 *instantanément*, à la façon du courant de pile circulant dans un sens anormal (voir pag. 68). Aussi lorsque (fig. 474) le courant pénètre dans les bobines du transmetteur (flèches *f*), un contact d'une durée très-courte suffisant, grâce à la sensibilité de l'électro-aimant, pour en faire soulever l'armature, le courant induit développé par son mouvement ascensionnel (flèches *f1*) circule à la fois dans l'électro-aimant n° 1 dont la palette est déjà soulevée, et dans celui n° 2 dont la palette est encore en contact. La palette du 2^e appareil est alors soumise à l'influence de 2 courants, l'un, le courant induit (fl. *f1*)

provenant du soulèvement de la 1^{re} armature, lequel augmente l'énergie magnétique et l'adhérence de la palette n° 2 contre les pôles, et en même temps diminue pour un instant l'intensité du courant d'émission (fl. f'), l'autre, le courant de pile, qui tend à diminuer l'attraction de l'aimant et à détacher la palette. Le courant de pile, ainsi contrarié, exige un temps plus long pour produire son effet habituel; la 2^e armature hésite à abandonner les pôles de l'aimant, et ce retard est assez grand pour que le cylindre imprimeur de l'appareil récepteur ne rencontre plus le type à imprimer, mais un caractère suivant, le B au lieu de l'A, par exemple. Cet appareil déraillerait donc fréquemment par suite des soulèvements tardifs de l'armature.

On pourrait obvier à cet inconvénient 1° en rendant l'électro-aimant du transmetteur moins sensible que celui du récepteur, de façon que le courant pût déterminer l'élévation simultanée des deux palettes; mais l'équilibre exact de ces deux réglages serait difficile à déterminer dans la pratique; 2° en intercalant dans le circuit, entre les bornes lignes des deux appareils, des bobines supplémentaires, destinées à augmenter la résistance du conducteur et diminuer par là l'énergie du 4^{er} courant induit; il faudrait, dans ce cas, se servir d'une pile assez forte à cause de l'augmentation de longueur de la ligne, due à l'adjonction des bobines de résistance. — Mais une installation spéciale des communications permet d'annuler d'une manière simple et plus efficace l'action du courant induit d'éloignement de l'armature. Il suffit de réunir les 2 appareils d'après les indications théoriques de la fig. 475, c'est-à-dire de faire, pendant la transmission, passer

le courant simultanément dans les deux paires de bobines. Le courant, à partir du point de bifurcation, ayant sur chaque voie une résistance égale à vaincre, se divisera en deux parts d'égale énergie, agira aussi vite sur les bobines n° 1 que sur les bobines n° 2, déterminera au même instant l'ascension des deux armatures. Or, nous savons que les 2 armatures étant soulevées, le 1^{er} courant induit qui se produit toujours ne peut plus avoir d'influence nuisible, puisque les 2 armatures sont déjà *en action* et que, d'ailleurs, chacune d'elles occasionnant un courant induit, ces 2 courants traversent le circuit commun en sens inverse et s'annulent réciproquement (1).

Dans la pratique, pour atteindre ce but, on peut soit se servir d'une seule pile locale pour l'usage des deux appareils mis en relation, soit en utiliser une pour chacun d'eux. — 1° avec *une pile pour chaque appareil* (fig. 176) mettre, pour chacun, le pôle + à la borne pile, le — à la borne ligne et les fiches du commutateur en ++ ou CC'; puis relier la borne ligne de l'un avec la borne ligne

(1) Quand le courant traverse les bobines *successivement* (fig. 174) la résistance opposée au courant est $\approx$ à $120 + 120 = 240$ kil. de fil de fer de 4^{mm} de diamètre. Quand il les traverse *simultanément* (fig. 175), cette résistance $= \frac{240}{2} = 120$ k. — En effet, faire passer le même courant simultanément dans 2 fils ayant chacun 120 k. de long., cela équivaut à accoler ces fils dans toute leur longueur de façon à former un fil unique d'une section double et moitié moins long. — Or on sait que la résistance offerte au passage du courant par un conducteur, varie en raison directe de la longueur et en raison inverse de la section. — Si, au lieu d'un fil de 240 k., on en prend un de $\frac{240}{2} = 120$ k., la résistance sera devenue moitié moindre, $\frac{1}{2}$. Si en même temps, on double la section, on diminue encore la résistance de moitié : $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$. Donc la résistance est en somme réduite au quart c'est-à-dire à 60 kil. C'est le cas de la figure 175.

de l'autre, et joindre par un fil auxiliaire, en un point quelconque, les massifs des deux appareils. Prendre des piles d'une dizaine d'éléments. — 2° Avec une pile unique : (fig. 177) installer le pôle $+$ à la borne pile et le $-$ à la ligne de l'un des appareils, puis relier borne ligne à borne ligne, borne pile à borne pile, et massif à massif. Avoir soin de laisser la manette M sur bois et d'installer les fiches *aux 2 commutateurs* en $++$ ou CC'.

Quand l'un des deux transmet, le courant part du pôle $+$, traverse le goujon, la lèvre mobile du chariot et arrive au massif ; — de là il se bifurque et traverse simultanément les bobines des 2 appareils, comme il suit : 1^{er} appareil, — massif, came correctrice, branches 4 et 4 du commutateur, bobines antérieure et postérieure, branches 2 et 3, borne ligne et pôle $-$ de la pile ; dans le 2^e appareil, — massif, came correctrice, etc. (même parcours).

Nous terminerons ce chapitre en indiquant un moyen pratique de vérifier l'existence des deux courants induits d'éloignement et de rapprochement de l'armature.

Pour rendre sensible le 2^e courant induit, on peut prendre un appareil sans aucune communication extérieure, c'est-à-dire dont les 3 bornes sont isolées ; régler l'électro-aimant au maximum de sensibilité (p. 74), puis, avec un conducteur métallique quelconque, un tournevis par exemple, établir une communication permanente entre le ressort interrupteur et le massif de l'appareil ; aussitôt qu'avec la main on soulève une seule fois l'armature, on voit celle-ci déclancher indéfiniment, tant qu'on maintient la communication permanente du massif au ressort interrupteur, et s'arrêter dès qu'on enlève cette communication. Cet effet est produit par le *courant induit*

de rapprochement (voir p.87), qui traverse le circuit formé par les 2 bobines, les branches 2 et 3, le massif de l'armature, l'armature soulevée, le levier d'échappement, le massif de l'appareil, les branches 4 et 4.

Pour s'assurer de l'existence et des effets du 4^{er} courant induit (p. 86), installer 2 appareils en local (p. 246 5^e cas), laisser les deux appareils au repos ; puis, après avoir réglé les électro-aimants d'une manière sensible, soulever brusquement l'armature de l'un des appareils ; on voit immédiatement l'autre armature se détacher automatiquement. Ce résultat est dû au courant induit provoqué par le soulèvement avec la main de la 4^{re} armature. En effet, ce courant, circulant dans les bobines du 4^{er} appareil, en sens inverse du courant de pile, c'est-à-dire comme un courant positif entrant par la bobine postérieure, sortant par la bobine antérieure, continue sa marche à travers la branche 4, la branche 4, le ressort interrupteur, la came correctrice et le massif du 4^{er} appareil ; de là il se rend par le fil reliant les massifs à la came correctrice du second, passe dans le ressort interrupteur, entre par la branche 4 et la branche 1 dans la bobine antérieure, etc... On voit qu'il circule dans les bobines du 2^e appareil *en sens inverse de son passage dans celles du 4^{er}*, et qu'il doit *diminuer* l'aimantation du second, tandis qu'il tend à *augmenter* celle du 4^{er}, comme il fait habituellement. Il détermine donc le soulèvement de la 2^e armature.

CHAPITRE XII.

FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL.

Réglage de l'électro-aimant (1^{re} méthode, — 2^e méthode). — Réglage du synchronisme. — Transmission. — (*Espacement des émissions; — Succession des signaux; — Vitesse de transmission; — Mode de manipulation; — Combinaisons; — Durée du courant; — Orage et mélanges.*)

Après l'étude que nous venons de faire de toutes les parties du système Hughes, il sera facile de se rendre un compte exact de l'ensemble du fonctionnement pendant la transmission normale, c'est-à-dire quand deux appareils sont mis en relation aux deux extrémités d'une ligne.

Après avoir installé les communications conformément aux indications du chapitre XI (voir 1^{er} cas, pag. 228), chaque opérateur *remonte* le poids qui doit entraîner le mécanisme (voir ch. X, pag. 192 et suiv.). Dès que le moteur est parvenu à son point culminant, il abaisse la manette du *frein d'arrêt* du volant (1). Le mouvement d'horlo-

(1) Ce frein est établi à la gauche de l'opérateur, en regard du volant. Il comprend : 1^o un fort ressort en laiton recourbé (fig. 193) dont l'extrémité libre *e* est munie d'un *sabot* ou *frotteur* en bois *f*. Ce ressort peut être mis en action par l'intermédiaire d'une sorte de *came* *d*, emmanchée à l'extrémité d'un levier ou *manette* *l*, lequel peut tourner autour d'un pivot *p* fixé derrière la platine postérieure de l'appareil. Quand cette manette est placée *horizontalement*, la *came* *d* pré-

gerie se met alors en marche et acquiert promptement la limite de la vitesse normale *uniforme*.

Mais *avant* de commencer la transmission, chaque interlocuteur doit procéder au *réglage ordinaire* de son appareil.

Quand les diverses parties de l'instrument ont été montées avec la précision requise (voir ch. XIII) et qu'il n'existe ni dans les *communications*, ni dans le *mécanisme* aucun *dérangement* (voir ch. XIV), le réglage se borne à *deux opérations* bien distinctes, dont l'une s'effectue sur l'*électro-aimant*, l'autre sur le *régulateur* : ces deux opérations préliminaires constituent ce qu'on nomme le *réglage ordinaire*.

Réglage de l'électro-aimant. — L'armature est soumise à la force répulsive de *deux* ressorts d'acier plat, l'un commandé par une *vis à main*, l'autre par une *vis échancrée*, qui ne peut se manœuvrer qu'à l'aide du *tournevis* (voir fig. 489). Ce dernier, devant posséder une *tension constante*, indépendante de l'énergie du courant, est réglé au moment du montage de l'appareil, d'après les procédés que nous étudierons plus loin (voir ch. XIII), nous n'avons donc point à nous en occuper ici. -- Le premier ressort ainsi que la lame mobile de fer doux (voir pag. 72) sont

sente sa partie rectiligne *v* sur la verticale, et le ressort *bc*, pressant vers la gauche sur cette surface, dans le sens de la flèche *f₁*, maintient le sabot *f* à une distance suffisante du périmètre du volant, pour ne point gêner le libre mouvement de rotation de cet organe, et le mécanisme peut dérouler sans obstacle. Si, au contraire, on relève la manette avec la main jusqu'à sa situation *verticale*, la surface courbe *d* de la came comprime le ressort *vers la droite* dans le sens de la fl. *f₂*, et le sabot *f* se rapproche alors du volant qu'il arrête, et, avec lui, tout le mouvement d'horlogerie.

destinés à équilibrer les deux forces attractive et répulsive qui régissent l'armature, de telle sorte que les courants les plus faibles puissent provoquer son éloignement des pôles de l'aimant. Le *réglage ordinaire* de l'organe électromagnétique ne comprend donc que *deux* opérations : 1^o tension du ressort manœuvré par la *vis à main*, appelée aussi *vis variable* ou encore *vis de droite* ; 2^o engagement du *fer doux mobile* le long des pôles de l'aimant permanent (voir pag. 74).

Deux méthodes peuvent être suivies pour obtenir le *maximum de sensibilité* de l'armature.

1^{re} méthode. — Celle-ci s'applique sur l'appareil *en mouvement*. — 1^o visser la *vis à main* jusqu'à la moitié environ de sa longueur ; — 2^o enfoncer *progressivement* et *avec lenteur* le fer doux mobile le long des pôles de l'aimant, en ayant soin, à chaque degré de l'enfoncement, de produire plusieurs fois de suite sur le papier les signaux blanc INT, en appuyant sur les touches correspondantes, à chaque tour de chariot. Dans le début, tant que la *force attractive* reste de beaucoup *supérieure* à la *force répulsive*, l'appareil imprime non point les lettres transmises, mais les lettres dénaturées, IOT ou IOU, ou même des lettres en moins, IO, IU, JT, au lieu de INT. Cela prouve que le courant ayant une intensité de beaucoup *inférieure* à la *différence* des deux forces attractive et répulsive, met trop de temps à *annuler l'excès d'attraction*, ce qui détermine *en retard* le soulèvement de l'armature, qui provoque lui-même l'*élévation tardive* du cylindre imprimeur et celui-ci rencontre alors non pas la lettre transmise N, par exemple, mais la suivante O. Quand les lettres *manquent*, cela prouve que le passage entier de la lèvre mobile du cha-

riot sur le goujon ne constitue pas, vu la faiblesse relative du courant, une émission d'une durée suffisante pour vaincre l'excès de force attractive; la palette reste, malgré l'émission, au contact des pôles de l'aimant, et, l'axe imprimeur ne pouvant abandonner son état d'inertie, la lettre ne s'imprime point. — Quelquefois aussi, dans ces circonstances, il sort sur la bande des combinaisons de lettres comme HMT, HNS; cela indique que le courant, étant forcé d'abord de circuler *trop longtemps* autour des fers doux quand il provoque un soulèvement tardif de la palette, imprimant O au lieu de N, le magnétisme rémanent qui en résulte met trop de temps à disparaître et finit, après plusieurs émissions, par constituer une *aimantation permanente* qui devient bientôt assez énergique pour annuler l'excès d'attraction de l'aimant fixe; en sorte qu'il arrive un moment où la palette, revenant au contact, n'est plus retenue par les pôles et se soulève automatiquement avant l'arrivée au repos de l'axe imprimeur; alors celui-ci, rencontrant l'épaulement de la détente déjà abaissé quand il arrive à sa situation de repos, ne s'arrête point et, se reliant, *sans perdre de temps*, à l'axe du volant, soulève *trop tôt* le cylindre imprimeur, qui rencontre alors un *type précédent*, M et non N. Ces effets irréguliers se produisent toujours quand le courant est trop faible ou trop variable et, par conséquent, le réglage de l'armature inexact ou inconstant. — Continuer de faire mouvoir le fer doux *toujours dans le même sens*, non-seulement jusqu'à ce que les combinaisons des signaux *blanc INT* soient imprimées sur la bande, mais encore jusqu'à ce qu'il sorte des lettres *en trop*. Cette anomalie indique qu'on vient à l'instant même de *dépasser* la limite extrême du maximum de sensibilité de l'armature, c'est-

à-dire que, par une poussée exagérée du fer doux, la force attractive, successivement diminuée, est devenue à ce moment *inférieure* à la force répulsive des ressorts antagonistes, alors *constamment prépondérante*. La palette obéit ensuite à la force répulsive, sans attendre l'émission du courant, et son *élévation automatique* provoque l'impression de *lettres étrangères*. — Pour rétablir l'équilibre ainsi rompu, il suffira donc de *retirer* légèrement le fer doux, afin d'augmenter l'attraction d'une quantité suffisante pour lui donner la prépondérance, ce qu'on reconnaîtra en considérant la bande, sur laquelle, à ce moment, ne devront plus s'imprimer, d'une manière très-exacte, que les lettres INT correspondant aux touches abaissées, sans aucun caractère *en excès*. — Quand on est parvenu à ce point, on ne touche plus ni au fer doux, ni à la vis variable, à moins que, durant le cours des transmissions, le courant, par suite de perturbations sur les lignes, ne varie dans des proportions considérables (voir pag. 73).

2^e méthode. — La méthode précédente entraîne des tâtonnements et ne serait pas praticable dans le cas où l'appareil serait défectueux, soit dans ses communications, soit dans son mécanisme. Or, comme il importe, pour procéder à la recherche des dérangements auxquels le système est sujet, d'avoir préalablement réglé l'électro-aimant au maximum de sensibilité, le soulèvement de l'armature constituant un *criterium* indispensable pour juger avec certitude de l'état de l'appareil, il est bon d'avoir une méthode qui permette d'obtenir ce réglage, sans avoir à se préoccuper du courant. Pour atteindre ce but, M. Hughes recommande le procédé suivant, qui fournit des résultats d'une exactitude constante.

L'appareil étant *maintenu au repos* par l'élévation de la manette du frein d'arrêt du volant (voir pag. 247), — 1° on serre, jusqu'à environ la moitié de sa course, la *vis à main*, pour laisser des deux côtés une *marge* à peu près égale ; — 2° on fait glisser *lentement* le fer doux le long des pôles de l'aimant jusqu'à ce qu'on voie l'armature se soulever ; — 3° à partir de ce point, *retirer* peu à peu le fer doux de la main droite, en ramenant, de la main gauche, à chaque retrait, l'armature au contact des pôles, et répéter ces deux expériences (*retrait du fer doux et rappel de l'armature*) jusqu'à ce que la palette *reste en repos* sur l'aimant. (1). Ce résultat indique le *moment* précis où la force attrac-

(1) On remarque, en opérant ce réglage, qu'il est nécessaire, à partir du point où l'armature s'est brusquement soulevée, de faire faire au fer doux un assez grand écart en arrière, pour que la palette puisse *rester* en contact avec les pôles. Cependant on pourrait croire que le fer doux ayant été enfoncé *lentement*, c'est-à-dire la force attractive diminuée par degrés insensibles, l'équilibre entre l'attraction et la répulsion a été rompu seulement à l'instant où le fer doux a cessé d'être poussé en avant ; qu'à ce moment la force répulsive étant *d'une minime quantité* prépondérante, il suffirait de retirer à soi le fer doux *d'un écart infiniment faible*, c'est-à-dire d'augmenter *tant soit peu* la force attractive, pour que celle-ci l'emportât sur la répulsion et maintînt aussitôt au contact l'armature, ramenée sur les pôles par le doigt de l'opérateur. Il n'en est rien pourtant et voici l'explication de cette anomalie apparente. — Quand une armature en fer doux est appliquée sur les pôles d'un aimant permanent, elle s'aimante par influence, et, réagissant par ses pôles sur les pôles contraires de l'aimant, maintient la séparation des fluides magnétiques et augmente ainsi peu à peu l'énergie attractive de l'aimant, lequel réagit à son tour plus fortement sur l'armature. Si celle-ci est brusquement arrachée, la double attraction des 4 pôles cessant, l'aimant perd une partie de sa force. — Le magnétisme supplémentaire dû à la présence de l'armature est connu sous le nom de *magnétisme de polarisation*. On peut le diminuer comme le *magnétisme rémanent* en intercalant une feuille de papier entre l'aimant et la palette.

tive est redevenue *un peu supérieure* seulement à la force répulsive, c'est-à-dire qu'un courant, même très-faible, pourra déterminer dorénavant son mouvement ascensionnel. — L'électro-aimant serait donc ainsi réglé à son maximum de sensibilité (voir pag. 74) ; mais, comme, en raison de la faible attraction qui retient alors la palette, les trépidations de la table, provoquées par les vibrations du régulateur et le remontage du poids, pourraient, d'une manière *automatique*, la détacher des pôles et déterminer, en dehors de l'action du courant, l'impression de lettres étrangères, on *desserre la vis à main* d'un tour ou deux, pour diminuer la sensibilité. Pour s'assurer ensuite que l'armature n'est pas trop sensible et peut résister aux causes anormales de soulèvement que nous venons de citer, il suffit, après le réglage précédemment effectué, de frapper sur la table avec la paume de la main. Si, malgré ce choc, la palette reste en contact avec l'aimant, c'est que le réglage est parfait ; dans le cas contraire, desserrer la vis à main jusqu'à ce que l'armature ne se déplace plus sous l'influence des secousses imprimées à la table.

La méthode de réglage de l'aimant *au repos de l'appareil* doit être préférée. Elle est, comme on le voit, indépendante de l'intensité du courant qui doit provoquer l'éloignement de la palette, pendant la transmission ; fournit des résultats constants et convient aussi bien pour l'essai en local que pour le travail en ligne.

Réglage du synchronisme. — Dès qu'on a donné à l'électro-aimant son maximum de sensibilité, on remet l'appareil en mouvement et l'on procède *au réglage du synchronisme*, en suivant la marche développée ch. X, (voir pag. 247 et suiv.). Dès que la vitesse est reconnue

égale ou plutôt le synchronisme suffisamment *approximatif* entre les deux mécanismes en relation, la transmission régulière peut être commencée.

Comme nous l'avons admis dans l'exposé du principe de l'appareil, les deux roues des types doivent être préalablement ramenées au repère : on y parvient en abaissant à fond le levier de rappel au blanc (voir p. 430).

Transmission. — La transmission débute toujours par l'abaissement de la première touche à gauche du clavier, celle du *blanc des lettres*. Nous avons énuméré (ch. IV à IX) les nombreux effets qui résultent du déplacement de cette première touche : le chariot passe sur le goujon correspondant, le courant traverse les bobines des appareils transmetteur et récepteur, les deux armatures se détachent, les axes imprimeurs sont dégagés, les cames correctrices mettent en mouvement les deux roues des types, établissant un accord parfait dans les positions respectives de ces deux mobiles et du chariot de départ. Ces trois organes, grâce à l'action constante des *régulateurs* et au travail de la *correction*, occuperont donc toujours dorénavant, en même temps, des positions symétriques; et chaque touche, abaissée ensuite, provoquera une émission qui, agissant du même coup sur les deux appareils en relation, y déterminera l'impression de *la même lettre*.

Espacement des émissions. — *Succession des signaux.* — Deux émissions consécutives doivent toujours être séparées par un intervalle déterminé. On sait, en effet, que l'axe des cames doit faire *un tour* complet sur lui-même avant qu'un second courant puisse être *utilement* transmis; car le fil des bobines reste rompu entre le ressort interrupteur et la came correctrice jusqu'à la fin de la révolution de cet

axe (p. 88 et 232). Or, pendant que celui-ci fait *un* tour, le chariot, tournant 7 fois moins vite, parcourt $\frac{4}{7}$ de sa circonférence, soit $\frac{2^8}{7} = 4$ rainures de la boîte aux goujons. De plus, il y a une certaine perte de temps entre le soulèvement de l'armature sous l'influence du courant et l'embrayage de l'axe imprimeur avec celui du volant, et entre le moment où le premier de ces mobiles abandonne le second et celui de son arrivée à la position de repos, c'est-à-dire pendant l'opération du débrayage. De ces retards il résulte que, à l'instant où la plaque d'échappement, à la suite de la première émission provenant de l'abaissement de la touche *blanc des lettres*, s'arrête contre l'épaulement de la détente, la partie échancrée de la lèvres mobile *affleure* la 5^e rainure après celle du premier goujon soulevé ; ce n'est donc que le 5^e goujon au plus qui pourra être utilement élevé par l'abaissement de la touche correspondante. Donc, après le blanc des lettres, on ne pourra faire imprimer au plus tôt que le caractère E. Si l'on a eu la précaution d'abaisser la 5^e touche avant l'arrivée du chariot sur la 5^e rainure (voir p. 43), en appuyant *simultanément* le petit doigt de la main gauche sur le *blanc* et l'index sur la touche E, le chariot rencontrera, *en temps opportun*, le 5^e goujon saillant ; une deuxième émission aura lieu, qui provoquera le mouvement ascensionnel des deux armatures et l'impression du type E aux deux postes correspondants.

La 3^e touche devant être séparée de celle de l'E *au moins* par 4 autres, la 3^e lettre qu'on pourra faire imprimer ne pourra être que le J ou un type suivant plus éloigné. Si donc, en même temps qu'on plaçait le petit doigt et l'index de la main gauche sur le *blanc* et l'E, on a posé l'in-

dex de la main droite sur la touche J, le chariot trouvera à son passage le goujon J soulevé et déterminera, au moment utile, l'impression du caractère correspondant des deux roues des types en relation.

On pourrait de même imprimer ensuite les caractères O, puis T, puis Y. En sorte qu'en appuyant *en même temps*, par une disposition convenable des doigts, sur les touches *bl.* E, J, O, T, Y, le chariot, passant *successivement* sur ces 6 goujons soulevés, produira 6 émissions normalement espacées, qui imprimeront sur les deux bandes, à la fin du premier tour de ce mobile, le mot EJOTY précédé d'un blanc. Il est évident qu'on ne pourrait reproduire ce mot, précédé du blanc, plusieurs fois de suite, sans laisser passer un tour de chariot entre deux reproductions consécutives; car, après l'Y, la première touche à abaisser ensuite devant être éloignée d'au moins 4 divisions, ne pourrait être au plus tôt que celle du C, en sorte que, pour reproduire le *blanc* après l'Y, il serait nécessaire d'attendre un tour de chariot. Si donc on transmet d'une manière continue, en faisant, à chaque tour de chariot, le maximum de lettres possible, on ne pourra faire imprimer au plus que 5 signaux: EJOT EJOT EJOT, en intercalant un *blanc* entre chaque mot, ou: DINTYDINTYDINTY, en ne séparant cet ensemble de lettres par aucun *blanc*.

Si, après le *blanc*, on voulait abaisser immédiatement l'A, le B, le C, le courant ne produirait aucun effet, car l'axe imprimeur étant encore en mouvement quand ces émissions commenceraient, le fluide s'écoulerait à travers la dérivation; si on appuyait sur la touche D en même temps que sur l'e blanc, ces deux émissions consécutives

imprimeraient dans l'appareil de départ un *blanc* et un E, car l'émission provoquée par le soulèvement hâtif du goujon E, commençant vers la fin de la rotation de l'axe imprimeur, durerait encore quand l'axe arriverait au repos, en sorte que celui-ci tournerait de nouveau en temps opportun; mais ce courant commençant à circuler sur la ligne seulement après le passage au-dessus du goujon d'une partie de la lèvre mobile, n'aurait pas la durée réglementaire et ferait dérailler l'appareil correspondant.

Si l'on n'avait à tenir aucun compte du temps nécessaire au courant pour provoquer le soulèvement de l'armature, ni de la durée de l'embrayage et du débrayage de l'axe des cames, et si cet axe tournait sur lui-même sans s'arrêter, il pourrait, dans un tour de chariot, imprimer des successions de lettres séparées seulement par 3 autres; on peut vérifier ce fait en laissant dérouler le mécanisme imprimeur indéfiniment, après avoir donné à la force répulsive de l'armature une prépondérance permanente, par la tension exagérée des ressorts ou un enfoncement trop considérable du fer doux. L'axe des cames pivote alors sur lui-même sans aucun arrêt et les lettres suivantes : *bl. DHLPTÉ bl. DHLPTÉ*, etc., se reproduisent sans discontinuer.

D'après les motifs exposés précédemment, ce résultat n'est pas possible, quand l'impression doit être déterminée par une émission de courant; car, entre deux émissions, 1° la ligne doit se charger et se décharger; 2° les fers doux des bobines doivent s'aimanter et perdre leur magnétisme rémanent; 3° l'axe imprimeur doit s'embrayer à l'axe volant; 4° faire une révolution complète; 5° se débrayer. Toutes ces opérations nécessitent un temps égal au passage du cha-

riot sur 5 divisions du disque des goujons, y compris celle du goujon qui provoque l'émission.

On devra donc toujours *espacer par 4 touches* au moins celles qui correspondent à des envois consécutifs de courant.

Vitesse de transmission. — Combinaisons.—Si, après avoir abaissé une touche quelconque A, on veut faire imprimer une des 4 lettres suivantes B, C, D, E, on ne pourra le faire qu'après un tour entier de l'axe imprimeur, en sorte que pendant ce premier tour un seul type, A, aura pu être reproduit.

On voit que la vitesse avec laquelle un mot peut se transmettre dépend tout à la fois de la disposition des caractères qui entrent dans sa composition et de la vitesse de rotation du chariot. Certains mots exigent un seul tour de cet organe, parce que les lettres qui les forment sont disposées dans l'ordre exact de l'alphabet et séparées les unes des autres par 4 caractères ou 4 divisions au moins. Ainsi AIR ANS COU EJOT DINTY se transmettent chacun en une seule révolution du chariot, tandis que le mot MARGUERITE, par exemple, en exige 6 :

1 ^{er} tour blanc M.	4 ^e tour ER.
2 ^e — AR.	5 ^e — IT.
3 ^e — GU.	6 ^e — E.

En supposant que le chariot tourne à raison de 100 tours par minute, les mots ANS, BIS, FOU seront transmis chacun dans 1/700 de minute, et le mot MARGUERITE en 6/700.

On nomme *combinaison* l'ensemble des lettres qui, dans chaque mot, peuvent être reproduites dans *un seul tour*

de chariot. Les mots AIR, ANS, etc., forment chacun une seule combinaison, le mot MARGUERITE en contient 6, et CONSTANTINOPLE, 40. Les combinaisons se font en appuyant *simultanément* sur toutes les touches qui en représentent les diverses lettres ; le chariot passant rapidement de proche en proche sur chacun des goujons saillants, l'opérateur sent ses doigts s'abaisser à fond *successivement*, le chariot chassant ces goujons dans l'ordre alphabétique (voir p. 40). L'habileté de l'opérateur consiste donc à *prévoir*, pendant la lecture du texte qu'il doit transmettre, les combinaisons que présentent les divers mots, afin de poser immédiatement ses doigts sur les touches correspondant aux goujons que le chariot peut utilement rencontrer à chaque révolution, et à ne laisser passer aucune combinaison sans en profiter (1).

Toute lettre qui peut se produire en un tour de chariot, et qu'on ne fait imprimer qu'au tour suivant, laisse se former, dans les positions respectives du chariot et de la roue des types, une erreur qui aurait dû être corrigée par l'émission omise (voir p. 476) ; en sorte que la *correction* déterminée par l'émission suivante sera plus considérable qu'elle n'aurait dû être. Tout courant omis augmentant le travail correcteur, impose au jeu des cames une résistance supplémentaire et accroît les chances de déraillements. Donc, en supposant la ligne et l'appareil en bon état, celui-ci fonctionnera d'autant mieux que l'on fera, dans un temps donné, un plus grand nombre de *combinaisons* ; car les erreurs de vitesse, étant corrigées à des intervalles très-rapprochés, restent toujours aussi petites que possible, la came de correction subit moins de frottements, la

(1) Voir à la fin de l'ouvrage le *Dictionnaire des combinaisons*.

tendance au déraillement est réduite au minimum. De là vient qu'un appareil, manœuvré par un employé habile, fonctionne très-régulièrement, tandis que, sous la main d'un opérateur peu exercé à la manipulation, laissant souvent passer 1, 2, 3, etc., tours de chariot sans appuyer sur aucune touche, il déraille au contraire à des intervalles très-fréquents. Pour les mêmes motifs, quand l'employé qui manipule s'arrête brusquement dans le cours d'une transmission, les deux interlocuteurs sont forcés de ramener les roues des types *au blanc*, quand la manipulation est reprise, à moins que le transmetteur ne continue, pendant ce temps, d'appuyer sur la touche *blanc* à chaque tour de chariot.

On pourrait croire qu'en augmentant le nombre de tours que peut faire l'axe imprimeur dans un temps donné, par une modification convenable du rapport des rayons de la roue R et du pignon P (fig. 401), il serait facile d'accroître le rendement de l'appareil, c'est-à-dire la vitesse de transmission. Il n'en est rien pourtant : car, de même qu'il existe une rapidité *minimum* de déroulement, au-delà de laquelle, à cause du rôle que joue la vitesse acquise (voir p. 406), les diverses pièces du mécanisme ne sauraient remplir régulièrement leurs fonctions, il y a aussi une vitesse *maximum* qu'il ne serait pas prudent de dépasser. La limite régulière, dans les conditions actuelles de l'appareil, ne pourrait guère descendre au-dessous de 40 tours de chariot par minute (1). D'un autre côté, si on élevait la limite supérieure au-dessus de 450 tours, le

(1) M. Hughes, en modifiant la disposition du plan incliné d'échappement et le rendant élastique, a pu cependant faire fonctionner son appareil à raison de 3 ou 4 tours par minute!

premier des inconvénients qui en résulterait serait l'usure rapide de toutes les parties sujettes à frottement. En outre l'opérateur chargé de la manipulation serait dans l'impossibilité de profiter de toutes les combinaisons, en présence d'une rapidité exagérée de déroulement du chariot, ce qui entraînerait des pertes de temps nombreuses et inévitables. Enfin l'émission, exigeant une certaine durée pour influencer l'électro-aimant correspondant, pourrait être, dans ce cas, trop rapide, si la ligne était longue, et par conséquent insuffisante, et provoquer à destination de fréquents déraillements.

La vitesse de déroulement du chariot doit être en rapport avec la longueur et l'état de la ligne et l'habileté de l'employé. Sur une ligne très-courte, avec un appareil en parfait état, un opérateur très-exercé peut, sans danger, prendre une vitesse de 135 à 140 tours. Sur les lignes ordinaires (jusqu'à 600 kil.), on ne dépasse guère 120 à 130 tours. A cette vitesse, il faut que l'employé soit très-exercé pour ne laisser passer aucun tour de chariot sans transmettre autant de lettres que le permet la disposition des caractères dans chaque mot. Et, à moins que la ligne ne soit en très-bon état, les appareils réglés avec une précision parfaite et la manipulation pratiquée avec sûreté et précision, il y a un intérêt à ralentir la vitesse et à se contenter de 110 à 120 tours (1).

En effet, on a calculé que la moyenne approximative des combinaisons qui se présentent dans les mots est de

(1) Pour compter le nombre de tours que fait le chariot en une minute, faire *un blanc* à chaque tour, en comptant les blancs produits pendant ce temps.

deux lettres seulement. Si l'on suppose que le chariot déroule à raison de 140 tours par minute, un praticien d'une habileté consommée pourrait transmettre $140 \times 2 = 280$ lettres par minute, c'est-à-dire, en admettant 6 signes pour chaque mot, $\frac{280}{6} = 46$ mots environ ; — à cette vitesse, un opérateur, qui laisserait passer la moitié des combinaisons sans en profiter, et ne transmettrait, en moyenne, qu'une lettre par tour de chariot, ne pourrait reproduire que 140 lettres par minute ou $\frac{140}{6} = 23$ mots. Lorsqu'au contraire l'appareil est animé d'un mouvement plus lent, 100 tours de chariot à la minute par exemple, un employé de force moyenne, chargé de la manipulation, a plus de temps pour prévoir les combinaisons et les saisir au passage, et il pourra arriver à transmettre 2 lettres par tour, soit $100 \times 2 = 200$ lettres ou $\frac{200}{6} = 33$ mots par minute au lieu de 23.

En général donc, on ne doit augmenter la vitesse de rotation du mécanisme d'horlogerie, en modifiant la place occupée par la boule du régulateur (voir ch. X), qu'en se basant sur l'état de la ligne et l'habileté des deux employés correspondants.

Durée du courant (orages, mélanges). — Nous avons vu (page 39) que la durée de l'émission est toujours égale au temps du passage de la lèvre mobile tout entière sur le goujon saillant ; on peut donc l'augmenter ou la diminuer en modifiant la vitesse de translation du chariot.

Connaissant la vitesse de cet axe et la longueur de la lèvre mobile, on pourra facilement calculer le *temps* de l'émission. Jusqu'à présent, la longueur donnée à la lèvre occupe 3 divisions ou rainures de la boîte aux goujons, c'est-à-dire $\frac{3}{28}$ de la circonférence. Si donc le chariot

fait 100 tours par minute, c'est-à-dire parcourt $28 \times 100 = 2800$ divisions en 1' ou 60", pour parcourir 1 division il mettra $\frac{60}{2800}$ " ; pour parcourir 3 divisions, il mettra $\frac{60 \times 3}{2800} = 0",064$.

La durée d'une émission sera donc de 0",064.

Elle serait de $\frac{60 \times 3}{28 \times 120} = 0",053$ pour une vitesse de 120 tours et de $\frac{60 \times 3}{28 \times 140} = 0",045$ pour une vitesse de 140 tours.

« Après l'émission, le fil de ligne se trouve en communication avec la terre au poste de *départ*, et il y a décharge. Le *courant de retour* ne peut traverser l'électro-aimant que s'il dure encore au moment où l'axe imprimeur achève sa révolution.

» Au poste *d'arrivée*, le courant ne fait marcher le récepteur que lorsqu'il a atteint une limite d'intensité déterminée, variable suivant la tension du ressort de rappel.

» La *durée du contact* doit être suffisante pour que l'intensité puisse atteindre cette limite ; il faut, en outre, que pendant la durée de la révolution de l'axe imprimeur qui est de 0",07 pour une vitesse de 120 tours par minute, le fluide ait le temps de s'écouler à peu près complètement.

« Sur les lignes très-courtes, la charge et la décharge du fil conducteur sont à peu près instantanées ; mais il n'en est pas de même sur les longues lignes, et il doit exister un certain rapport entre la longueur de la *lèvre mobile* et la vitesse de l'axe du chariot. Si le contact durerait trop longtemps, la décharge ne serait pas suffisante

» et le courant traverserait encore l'électro-aimant au moment du retour de l'armature sur les fers doux; s'il » était trop court, le courant n'atteindrait pas la limite » nécessaire pour faire marcher l'appareil. » (Blavier, *Traité de télégraphie électrique*, t. II.)

M. Hughes, qui avait d'abord donné à sa lèvre mobile la longueur indiquée plus haut (page 262), a reconnu que cette longueur était largement suffisante pour les lignes d'une grande étendue, et pouvait être avec avantage remplacée par une plus courte sur les conducteurs qui ne dépassent pas 4 à 500 kilom. Dans ce cas, la lèvre mobile, retombant après chaque émission plus rapidement sur la lèvre inférieure, relie plus tôt la ligne à la terre et facilite la décharge en lui donnant plus de temps pour s'effectuer.

« La vitesse de l'électricité éprouve sur les lignes » aériennes des variations qui sont dues à des changements dans l'état atmosphérique aux divers points de la » ligne, à l'augmentation ou à la diminution des dérivations, etc. Ces changements ne nuisent pas, en général, » à la transmission, car ils sont assez lents. Quand le synchronisme entre deux appareils a été bien réglé, la marche de l'armature qui reçoit peut être avancée ou reculée, pourvu que l'avance ou le retard ne dépasse pas le » temps nécessaire au chariot pour parcourir la moitié de » l'espace qui sépare deux divisions consécutives, c'est-à-dire 0",009 pour une vitesse de 420 tours par minute. »

« Quant aux orages, ils peuvent produire l'introduction » de quelques signaux étrangers sur la bande; mais ils » n'interrompent pas la transmission. » (Blavier, t. II.)

Les courants de mélange apportent seuls une réelle perturbation dans le fonctionnement de l'appareil. Car si le

courant est positif, il fait déclancher l'armature de l'appareil monté en négatif et au contraire maintient au repos l'armature de celui-ci qui est monté en positif (voir p. 65). Si le mélange est très-accentué, la transmission est entravée d'une manière absolue; si, au contraire, il est faible, on peut faire quand même fonctionner l'appareil régulièrement, en diminuant la vitesse de déroulement, prenant une pile plus énergique, tendant les ressorts antagonistes de la palette de l'appareil installé en positif et détendant convenablement ceux de l'appareil installé en négatif.

CHAPITRE XIII.

MONOGRAPHIE PRATIQUE DES DIVERSES PARTIES DE L'APPAREIL.

PARTIE ÉLECTRIQUE. — Fils extérieurs (*Fils de pile*, — *Essai de la pile*, — *Fil de terre*, — *Fils de ligne*). — Bornes. — Fils intérieurs. — Commutateur suisse ou bavarois. — Commutateur à manette. — Ressort interrupteur. — Dérivation par l'armature et la détente. — Dérivation par le levier de rappel au blanc. — Organe électromagnétique (*Support de l'armature*, — *Armature*, — *Réglage du ressort variable*, — *Réglage du ressort fixe*, — *Plaques polaires*, — *Noyau de fer doux*, — *Aimant permanent*, — *Bobines*). — Chariot (*Ressort de contact supérieur*, — *Roue d'angle*, — *Ressort de pression de la lèvre mobile*, — *Vis-charnière de la lèvre mobile*, — *Vis de contact*, — *Lèvre inférieure*, — *Pièce isolée*, — *Axe du chariot*, — *Goujons*, — *Leviers et touches*.

PARTIE MÉCANIQUE. — Levier d'échappement (*Vis de contact*, — *Ressort du levier*). — Cliquet d'échappement (*Ressort du cliquet*). — Roue de rochet d'échappement. — Volant. — Plan incliné. — Axe imprimeur. — Cames (*Came de dégagement*, — *de correction*, — *d'entraînement*, — *d'impression*). — Levier de rappel au blanc. — Axe de la roue des types. — Roue de frottement et cliquet. — Roue correctrice (*Lever inverseur*). — Roue des types. — Tampon encreur. — Levier d'entraînement (*Cliquet à ressaut*). — Levier d'impression (*Cylindre imprimeur*, — *Presse-papier*, — *Anneau de gutta-percha*, — *Hauteur du cylindre d'impression*, — *Vis d'arrêt du levier imprimeur*, — *Guide papier*, — *Fourchette du levier*). — Tige vibrante (*Immobilité de la tige*, — *Centrage*, — *Boule*). — Frein (*Pression du ressort du frotteur*, — *Amplitude des vibrations*). — Axes du mouvement d'horlogerie. — Chaîne sans fin. — Remontoir. — Démontage de l'appareil tout entier.

Dans le chapitre XII, nous avons vu que, lorsque toutes les pièces de l'appareil avaient été construites et montées

avec la précision nécessaire, les seuls points à *régler* étaient l'*électro-aimant* (ressort variable et fer doux) et la *tige vibrante* (déplacement de la sphère).

Ces deux opérations suffisent alors, mais elles supposent un *réglage général*, effectué préalablement sur chacune des parties qui entrent dans la composition de l'instrument, soit par le constructeur, soit par le mécanicien ou l'opérateur chargé de son entretien. Or l'appareil, en raison de la rotation rapide de certains axes et de la multiplicité de ses fonctions, est susceptible de perdre progressivement ce réglage primitif et d'occasionner ainsi des dérangements, dont chaque pièce peut devenir la cause. La recherche de ces dérangements et leur réparation ne peuvent se faire avec sûreté, si l'on ne connaît exactement les conditions que chaque partie doit remplir pour exécuter son travail avec une régularité parfaite.

Avant donc d'exposer les méthodes d'investigation suivies pour arriver à découvrir les causes réelles qui troublent le fonctionnement de l'appareil, il importe de faire une étude de chaque pièce, au point de vue *pratique*. Dans ce but, nous placerons ici une sorte de *monographie*, où chaque partie sera examinée sous le rapport de la forme, du réglage spécial qu'on doit lui appliquer quand on la met en place ou lorsqu'on vérifie son état, des dérangements dont elle peut être le siège, de la marche à suivre pour la démonter, la réparer et la remonter. Nous profiterons de cette revue pratique pour indiquer, à propos de certaines pièces, leur mode de construction et les modifications et perfectionnements qu'elles ont pu subir, depuis l'introduction en France du système Hughes.

Cette étude se partagera en deux grandes divisions : la

première ou *Partie électrique* comprendra toutes les pièces qui intéressent directement la propagation des courants ; dans la deuxième ou *Partie mécanique* seront examinées toutes les parties du mécanisme qui n'entrent pas dans la première catégorie.

PARTIE ÉLECTRIQUE.

Fils extérieurs. — Ils sont au nombre de 3, fils de *Pile*, *Terre* et *Ligne*. Leur extrémité libre doit être soigneusement *décapée*, à de fréquents intervalles, à l'aide du couteau, pour enlever la couche d'oxyde et de poussière, qui offrirait à l'écoulement du fluide électrique une certaine résistance. — Chaque fil doit être relié exactement à la *borne* de l'appareil destinée à le retenir.

Fil de pile. — Dans les anciens appareils, les *deux* pôles de la *pile* étaient amenés à la salle de manipulation, et la table portait à cet effet *deux* bornes, l'une avec l'indication « *Pile cuivre*, » l'autre « *Pile zinc* ». Cette organisation entraînait la dépense d'une *source électrique* spéciale pour chaque ligne desservie par un Hughes. Nous savons (voir ch. XI), qu'avec les communications actuelles, un seul des pôles, celui dont le fluide doit circuler sur la *ligne*, aboutit à la table de l'instrument, tandis que l'autre reste attaché directement au fil de *terre*, dans la salle des piles. Cet arrangement permet, à l'instar du Morse, d'utiliser une même pile pour 2 ou plusieurs Hughes *qui transmettent tous à la ligne un courant de même nom*, et dont les conducteurs offrent sensiblement une résistance égale. — Mais dans les bureaux où les Hughes sont peu nombreux et où un même appareil doit être *alternativement* employé sur des *directions différentes*, sur lesquelles le courant transmis n'est pas toujours de même nom, il est préférable d'affecter, autant que possible, une pile particulière pour chaque fil. Le changement de sens du courant peut alors s'opérer, le cas échéant,

avec plus de rapidité. Lorsqu'on adopte cette disposition, on relie à la borne *pile* le pôle qui aboutit au *goujon*, et à la borne *terre* celui dont le fluide doit se perdre au poste de départ.

Essai de la pile. — Lorsqu'on veut se rendre compte de l'état de la *source électrique*, on peut, pour une pile d'un grand nombre d'éléments, comme celles des longs conducteurs, après avoir détaché le fil extérieur de la *borne pile*, le fixer à l'une des bornes d'un *galvanomètre*, puis enlever le *fil de terre* retenu à la borne de ce nom et le serrer dans l'autre borne de cet instrument; la déviation qui en résultera sur l'aiguille aimantée indiquera l'énergie approximative du courant. — Quand on fait usage d'une *pile locale* ou d'une pile de ligne d'un petit nombre d'éléments, on peut se contenter d'appliquer en même temps sur les deux côtés de la langue les deux pôles convenablement dénudés et décapés; le picotement plus ou moins vif qu'on ressentira montrera le degré d'intensité du fluide. — On peut aussi faire cette expérience en touchant les deux pôles ou, le cas échéant, le fil de pile et celui de terre avec le *pouce* et l'*index*, préalablement *humectés de salive*. — Si ces essais ne font point dévier l'aiguille de la boussole ou ne donnent à la langue ou aux doigts aucune sensation, on en conclut que la pile est trop affaiblie ou que le courant se *perd* entre la source électrique et l'appareil; on procède alors à l'examen de la pile et des fils conducteurs, sur tout leur parcours. Dans les postes à communications multiples, le fil venant de la pile traverse, avant d'arriver au récepteur, un *commutateur suisse*, dont les contacts sont quelquefois défectueux, et qu'il est indispensable, dans le cas qui nous occupe, de vérifier avec attention.

Fil de terre. — Le jeu du récepteur étant toujours irrégulier quand l'installation du fil de terre laisse à désirer, il est essentiel, au moment où l'appareil est établi, de pratiquer une bonne soudure entre le fil qui aboutit à la *borne terre* et le fil de ce nom qui fait le tour du poste.

Fil de ligne. — Quand on veut vérifier sûrement l'état d'un appareil, on commence toujours par isoler entièrement ce fil, en le détachant de sa borne. — Si l'on veut se rendre compte de sa *continuité* et de son *isolement*, on doit le suivre jus-

qu'au commutateur suisse du poste et, de là, jusqu'à sa sortie.

Bornes. — Les bornes qui servent de point d'attache aux fils extérieurs sont au nombre de 3 sur les appareils nouveau modèle, et de 4 sur les anciens. Dans ceux où les 4 bornes ont été conservées avec les communications actuelles, la terre est représentée par 2 bornes, reliées entre elles métalliquement, sous la table; on peut donc les faire servir l'une ou l'autre indifféremment au même but.

Quand on vérifie l'état d'un appareil, on doit s'assurer que les fils extérieurs sont *bien serrés* et *non intervertis*, en exerçant sur eux une légère traction en dehors des bornes, et serrant à nouveau ceux qui, par suite des trépidations de la table, ne seraient plus retenus avec une suffisante pression.

Les bornes actuelles sont constituées par un cylindre de cuivre *abc* (fig. 203) dont la partie inférieure *bc* est taraudée extérieurement et forme une *vis à bois* qu'on fait pénétrer verticalement dans la table. En *c*, elles reçoivent une vis *v*, munie d'une rondelle ou collier de cuivre *d*, au-dessus duquel s'emmanche le fil *f* qui va de la borne vers l'intérieur de l'appareil. La vis *v* doit être complètement enfoncée, pour éviter toute solution de continuité ou défaut de contact entre le fil *f* et la borne.

Pour démonter une borne : 1° dévisser *v*, enlever *d*, détacher *f*; 2° dévisser la borne de la table, en enfilant une tige métallique dans l'orifice *t* qui reçoit habituellement le fil extérieur, afin d'avoir une prise suffisante pour extraire cet organe avec le seul secours de la main. — Pour la remonter : 1° visser de nouveau la partie *bc*, en s'aidant du moyen indiqué ci-dessus; 2° remettre le collier *d* à la vis *v*, introduire le fil *f* par-dessus *d*, et visser fortement *v*.

Dans les bornes ancien modèle, la partie *bc*, étant lisse, pénétrait dans la table par simple frottement. Cette disposition les forçait de tourner sur elles-mêmes quand on serrait le fil extérieur avec la vis à main, ou le fil intérieur avec *v*; cette dernière opération ne pouvait s'effectuer qu'en tenant fermement serrée avec une pince la partie extérieure *ab*.

Fils intérieurs. — Les communications sont presque toutes formées au moyen de fils installés sous la table de l'appareil.

rail. Comme ces fils sont à découvert et se croisent dans tous les sens, on emploie du gros *fil de cuivre* recouvert de *matière isolante*. — Quand on les établit ou les remplace, on doit les *dénuder* à leurs extrémités et aviver le métal au couteau, puis serrer à fond chaque bout convenablement contourné en forme d'*œillet*, au point de l'appareil auquel il doit rester attaché (voir ch. XI). — Quand on fait *accidentellement* usage de *fil de cuivre nu*, on a soin de l'écarter sur tout son parcours, de telle sorte qu'il ne touche qu'aux seules pièces qu'il a pour fonction de réunir.

Les fils sont susceptibles d'être brisés, dénudés et mêlés. Dans ce cas on pourrait, pour découvrir le point défectueux, visiter une à une *à la main* chacune des communications; mais comme cette opération exigerait de longs tâtonnements et présenterait de sérieuses difficultés, en raison de la disposition des fils sous la table, on a recours, de préférence, à une méthode (voir ch. XIV) prompte et sûre, où l'action du courant sur l'armature sert de criterium infallible.

Commutateur suisse ou bavarois. — Les vis qui rattachent les fils aboutissant aux 4 branches doivent être serrées à fond, pour que la communication soit assurée. Quand on vérifie sommairement l'état de cet organe, essayer, en touchant les vis, si elles ne ballottent pas et si les branches, 1, 2, 4 retiennent un seul fil, et la branche 3, trois (fig. 164 et 169). — Pour que les fiches métalliques donnent un bon contact, il faut les visser *à refus*; elles demandent un nettoyage fréquent. — En outre comme ces fiches déterminent le sens dans lequel le courant doit traverser les bobines, elles doivent toujours être placées exactement sur la *diagonale* concordant avec le pôle de la pile relié aux goujons, sur *cc'* ou *++* avec un pôle *positif* (le courant entrant alors par la bobine antérieure et sortant par la postérieure), et sur *zz'* ou *--* avec un pôle *néгатif* (le fluide traversant dans ce cas d'abord la bobine postérieure, puis l'antérieure).

Les commutateurs peuvent présenter intérieurement des défauts qu'on ne peut découvrir qu'en les démontant. Il peut, par ex., exister une communication permanente accidentelle entre

les deux branches inférieures du commutateur suisse, provoquée par un liquide, de l'encre, je suppose, qui aurait glissé entre la table et cet organe; le même dérangement peut se produire sur le commutateur bavarois par de la limaille de cuivre ou un liquide intercalé entre deux branches en regard, non reliées par des fiches.

Pour démonter le commutateur suisse : 1° détacher les 4 vis qui relient aux branches les fils de communication ; 2° enlever les 2 vis à bois qui retiennent l'instrument à la table ; 3° détacher à tour de rôle chaque branche, après avoir dévissé les 2 vis à bois qui assurent son encastrement. — Examiner de près, nettoyer, puis remonter en procédant dans l'ordre inverse.

Pour démonter le commutateur bavarois : 1° détacher les 4 vis d'arrêt des fils ; 2° les 2 vis à bois qui fixent l'instrument à la table ; 3° nettoyer les pas de vis séparant 2 branches consécutives. Puis remettre en place, en procédant inversement.

Dans le commutateur bavarois, la branche 1 porte l'indication « bobine n° 1, » la branche 2 « bobine n° 2, » la branche 3 « borne ligne, » la branche 4 « ressort de la came correctrice. » — Quand on installe un de ces commutateurs à la place du « suisse, » avoir soin de l'établir de façon que la branche 2 soit immédiatement derrière la bobine postérieure, pour que les diagonales formées par les fiches métalliques occupent les mêmes positions que précédemment.

Commutateur à manette. — Pour qu'il donne des contacts assurés il faut : 1° que le fil f du massif qui aboutit à la partie inférieure de son pivot soit solidement assujéti au moyen de la vis v ; 2° que le ressort bombé circulaire interposé entre la tête de vis v et la manette M presse assez fortement, quand on place la manette sur L_1 ou T_1 . Si la pression est insuffisante, on peut l'augmenter en mettant la manette sur bois, intercalant la pointe d'un tournevis entre elle et la table, le plus près possible du pivot, et appuyant fortement avec la main sur le bouton B ; on tord ainsi légèrement la manette (voir fig. 465).

Ressort interrupteur. — Le fil qui vient de la branche 4 du commutateur suisse doit être soudé à la vis v qui le relie au ressort interrupteur (voir fig. 467). Pour que le contact entre lui et la

came correctrice soit bien assuré, on doit le régler comme il suit : 1^o amener l'axe imprimeur exactement au 4^{er} quart de sa révolution (1) et le maintenir dans cette situation, en relevant le frein d'arrêt du volant ; 2^o dévisser légèrement la vis V qui tient à la platine antérieure de l'appareil l'équerre isolante du ressort, faire tourner l'équerre autour de la vis en faisant monter la partie libre du ressort jusque *tout près* (1 mm. environ) de la came correctrice ainsi éloignée, et fixer la vis V, quand le ressort a atteint cette position. Ramenant ensuite l'axe imprimeur au repos, on doit voir la came faire un peu *fléchir le ressort*, au moment où le taquet d'échappement bute contre l'épaulement de la détente. — Si ce ressort accompagnait la came au-delà de 1/4 de tour, sa pression serait trop considérable et pourrait nuire au libre retour de l'axe d'impression vers sa position de repos ; en outre l'interruption entre la came et le ressort n'étant pas effectuée encore au moment où commence le retour de l'armature à l'aide du *colimaçon*, le courant induit de rapprochement pourrait se manifester et provoquer le soulèvement automatique de la palette (voir. p. 87). — Après l'avoir réglé, voir si *aucun de ses points*, après 1/4 de tour de l'axe des cames ne touche au *massif de l'appareil*.

Le contact entre le ressort et la came est susceptible de devenir défectueux, soit à cause de l'huile et de la poussière qui s'y interposent, soit par suite de l'affaiblissement progressif du ressort, soit par suite du ballottement de la came correctrice dans sa boîte. On ne doit donc pas omettre de le visiter, en cas d'interruption ou de trouble dans les communications.

Dérivation par l'armature et la détente. — Le pied de la vis de réglage de la détente, ainsi que le dessus de l'armature, doivent être tenus dans un bon état de propreté, pour que leur contact soit assuré. Pour les nettoyer, mettre un morceau de papier-bande entre la vis et l'armature, laisser retomber le

(1) Pour mettre l'axe imprimeur à 1/4, 1/2, 3/4 de tour, se guider sur la position de la pointe de la came d'impression qui, *au repos*, est sur la verticale sous l'axe, au 1/4 à droite sur l'horizontale, à 1/2 sur la verticale sur l'axe, aux 3/4 sur l'horizontale à gauche.

levier en embrayant l'axe imprimeur, et, maintenant la vis de contact légèrement comprimée avec le doigt, tirer à soi ce papier à plusieurs reprises. — La dérivation ne devant exister qu'au moment où la palette se soulève, celle-ci doit être entièrement isolée du levier d'échappement au repos de l'axe imprimeur. Pour vérifier cet isolement, mettre l'axe d'impression au repos et voir si, dans cet état, la vis de contact laisse un intervalle entre elle et l'armature. Si la vis touche, la régler conformément à la méthode indiquée plus loin (voir PARTIE PRATIQUE).

On remarquera qu'un petit ressort d'acier est placé sur l'armature, au-dessous de la vis de contact de la détente; il est destiné à protéger la palette contre une rapide usure et à donner aux frottements une certaine élasticité quand le colimaçon ramène l'armature à la position horizontale. On doit le remplacer, quand un travail trop prolongé l'a tarabudé. Avoir soin de le visser fortement, pour empêcher tout déplacement.

Dérivation par le levier de rappel au blanc. — Tant qu'on n'appuie pas sur le bouton du levier K (fig. 468), le pied p de son pivot doit rester suspendu, grâce au ressort à boudin m, à une petite distance (1 mm. au moins) du ressort de dérivation r₁. Ce dernier ne doit communiquer alors qu'avec le fil f₁ venant du commutateur suisse, dont il est le prolongement (branche 3) et ne toucher par aucun autre point au *massif* de l'appareil. — Quand, au contraire, on presse sur le bouton pour ramener la roue des types au blanc, la tige doit s'abaisser jusqu'au ressort et établir un bon contact (fig. 470). — Le ressort à boudin en laiton m, enroulé autour du pivot, et dont le but est de maintenir la tige métallique du bouton suspendue à une distance convenable hors de la portée du ressort de dérivation, est susceptible de s'affaiblir par l'usage et il peut s'aplatir jusqu'à laisser la dérivation s'établir en permanence. Aussi doit-on vérifier son état en cas d'interruption du courant. — Si le ressort à boudin est reconnu trop faible, il suffit pour lui rendre sa force primitive d'enlever la goupille g (fig. 468), de sortir la tige métallique Kp et d'étirer le ressort, puis de remettre le tout en place.

Organe électro-magnétique. — Cet organe comprend

le support de l'armature, l'armature et ses ressorts, les plaques polaires, les noyaux de fer doux, l'aimant permanent et le fil formant les bobines. Pour que l'électro-aimant fonctionne avec régularité, ses diverses parties doivent occuper certaines positions et subir un réglage spécial que nous allons énumérer.

Support de l'armature. — Ce support, formé par 2 montants de cuivre verticaux, réunis inférieurement par une plaque horizontale de même métal, est maintenu dans une situation invariable sur la table par 2 vis engagées dans des trous allongés qui permettent de donner à la pièce un certain déplacement (fig. 169). Pour la fixer dans son état normal, on se guide sur le levier d'échappement : la vis de contact de ce levier doit être symétriquement placée à égale distance des deux pôles de l'armature.

A la base d'un des montants du *support* ou massif de la palette est une vis qui sert de point d'attache à un fil relié à la branche 3 du commutateur suisse (voir pag. 227). En cas de dérangement et de vérification *sommaire* des communications, ne pas négliger de voir si cette vis tient son fil solidement assujéti. Si ce contact était mauvais ou interrompu, la dérivation à travers le levier de détente et l'armature ne pourrait s'établir, le courant du chariot serait arrêté au 4^e quart de tour de l'axe imprimeur, et l'émission serait trop courte pour agir sur l'appareil correspondant (voir pag. 262).

Armature. — Elle est retenue à son massif au moyen de 2 vis-pivotes (fig. 60 *ter*). Celles-ci doivent être serrées assez pour que la palette puisse se mouvoir *librement* dans le sens *vertical*, sans se déplacer *latéralement*. Car les pôles vrais de l'armature devant toujours reposer exactement sur les pôles vrais de l'aimant (voir fig. 65, cette condition ne pourrait être remplie, si la palette pouvait se mouvoir horizontalement pendant qu'elle s'élève ou s'abaisse. — Ses pôles seraient tantôt à gauche, tantôt à droite de ceux de l'aimant, et la force attractive exercée sur l'armature se modifiant suivant ces positions variées, rendrait le réglage des ressorts antagonistes ou de la force répulsive très-inconstant. Pour vérifier le réglage des vis-pivot, prendre l'armature à la main et essayer de la faire avancer ou reculer dans

le sens de la longueur des vis; elle doit avoir un peu d'élasticité, mais pas de jeu.

L'armature doit : 1° reposer à plat sur l'aimant de façon à recouvrir par tous ses points les deux surfaces métalliques des prolongements polaires sur lesquelles elle s'appuie; 2° recouvrir de chaque côté une égale part des plaques polaires.

Si ces deux conditions n'étaient pas remplies, l'attraction pourrait devenir insuffisante, au repos, et le réglage ne pourrait se faire au maximum de sensibilité.

Pour que l'armature soit placée d'une façon *égale*, symétriquement sur les plaques polaires, il suffit d'avoir réglé la position de son support comme nous l'avons dit plus haut.

Pour qu'elle tombe bien à *plat*, il faut que la hauteur des plaques polaires soit convenablement déterminée; or, on ne peut les faire monter ou descendre qu'en déplaçant toute la masse qui comprend l'aimant permanent, les noyaux de fer doux et les bobines. Pour cela, on desserre *très-légèrement* les 2 vis de droite qui retiennent l'aimant sous la table à une équerre en cuivre (fig. 57), puis on pousse l'aimant dans le sens voulu, pour que la palette étant *parallèle à la table et aux plaques polaires*, celles-ci se maintiennent à égale distance du levier d'échappement, sans pencher d'un côté plus que de l'autre. Quand on a obtenu ce parallélisme à vue d'œil, on serre les 2 vis qui retiennent l'aimant, puis on vérifie ce parallélisme de la manière suivante : 1° enlever le papier collé sur les pôles; 2° prendre un morceau de papier-bande bien propre et sans rugosités saillantes, le placer entre la palette et les plaques, et ramener l'armature au contact, après avoir retiré le fer doux et desserré les vis de réglage des ressorts antagonistes; 3° la palette restant au contact, tirer le papier en avant, en arrière, à droite, à gauche. — Si l'armature est bien à *plat*, la résistance que le papier offre à la traction dans ces divers essais doit être *constante*. Dès qu'en un endroit la résistance faiblit, c'est une preuve que là la palette reste un peu relevée et ne touche pas la plaque. Il peut alors se présenter deux cas : 1° ou elle est oblique dans le sens de sa *longueur* et ne touche qu'au rebord de gauche *p* (fig. 485) ou à celui de droite *p'* des deux plaques

(fig. 485 bis); 2° ou elle est oblique dans le sens de sa *largeur* et n'appuie que sur la plaque de la bobine postérieure *pp* (fig. 486) ou sur celle de la bobine antérieure *pa* (fig. 486 bis). On détermine exactement le point défectueux en intercalant la bande de papier entre *c* et *p*₁ (fig. 485), *b* et *p* (fig. 485 bis), *b*₂ et *pa* (fig. 486), *b*₁ et *pp* (fig. 486 bis). Si le défaut existe comme dans la fig. 485, pour rendre l'armature entièrement parallèle, il faudra *abaisser* un peu l'aimant; s'il existe comme fig. 485 bis, *l'élever*. — Quand aux défauts des fig. 486 et 486 bis, on peut y remédier de plusieurs manières : 1° intercaler la pointe d'un tournevis (fig. 486 ter) sous le côté de l'armature qui appuie le plus, entre *b*¹ et *pp* (fig. 486) et entre *b*² et *pa* (fig. 486 bis) et presser fortement du doigt sur le côté opposé, pour *tordre* légèrement l'armature et l'amener par tâtonnements à un parallélisme parfait (fig. 60 et 60 bis); — ou 2° tordre l'armature dans le sens voulu avec une pince; — ou 3° placer des cales de papier sous le côté du support de la palette correspondant au bras qui presse le plus sur la plaque polaire. — Après chaque opération, renouveler l'expérience de la traction du papier, et tâtonner jusqu'à ce que cette traction soit parfaitement égale dans toutes les positions et dans tous les sens.

Ressorts de l'armature. — Les ressorts primitifs étaient formés par du fil de laiton enroulé en hélice, ou par de simples lames de caoutchouc; dans les appareils actuels, ils sont en acier plat. — Nous avons vu (pag. 248) qu'ils sont au nombre de deux; chacun est muni d'une vis *Vu*, *Vf*, destinée à lui donner la tension voulue, et d'une *contre vis* *Cu*, *Cv* qu'on doit *serrer à fond*, une fois le réglage obtenu, afin d'éviter que les vis se déplacent d'elles-mêmes par suite des trépidations de la table (voir fig. 489).

Réglage du ressort variable. — La tension de ce ressort entre dans les opérations du *réglage ordinaire*, déjà exposées pag. 249; il nous reste à parler du *ressort fixe*.

Réglage du ressort fixe. — La force d'impulsion nécessaire à l'armature, aussitôt après son soulèvement, est une *force constante*, indépendante de l'énergie variable du fluide électrique; elle lui est donnée par la tension du *ressort fixe*, et doit être au moins un peu supérieure au poids du levier de détente que la pa-

lette doit faire basculer, augmenté de la pression du ressort du levier (voir fig. 98 et 99 *bis*). Le ressort fixe doit avoir à lui seul assez de force pour faire déclancher facilement, sans hésitation, la détente, quand, avec la main, on amène doucement l'armature contre le pied de la vis de contact au repos. — Pour le régler : 1° après avoir arrêté l'appareil, desserrer entièrement la vis de droite Vr et celle de gauche Vf (fig. 489), afin d'annuler la tension du ressort variable et du ressort fixe ; 2° amener l'axe d'impression au repos, en appliquant le taquet d'échappement contre l'épaulement de la détente (fig. 406 et 403) ; 3° appuyer *de haut en bas* avec la main sur la vis de contact V du levier pour empêcher la chute du cliquet (fig. 492) ; 4° laissant un doigt D dans cette situation, soulever de l'autre main D₁, avec *légèreté*, l'armature, jusqu'à ce qu'elle vienne toucher le pied de la vis de contact V ; 5° enfoncer *lentement* le fer doux jusqu'à ce que l'attraction magnétique soit assez diminuée pour que l'armature ne retombe pas sur les plaques polaires ; 6° retirer *d'abord* le doigt D₁ qui maintenait la palette soulevée, *puis* ce ui D qui pressait la vis de contact V ; 7° laisser l'armature ainsi suspendue (fig. 98) et serrer progressivement, au moyen du tourne-vis, la vis de gauche Vf, jusqu'à ce que le levier d'échappement bascule tout à fait, ce dont on s'aperçoit en entendant la *chute* du cliquet sur les dents du rochet d'échappement (fig. 407). — Arrivé à ce point, pour éviter un réglage ultérieur trop fréquent par suite de l'affaiblissement progressif du ressort, on donne à la vis Vf 1 ou 2 tours de plus. Ce réglage normal obtenu ne subit plus de modification, dans le cours des transmissions, qu'en cas de dérangement. Pour l'empêcher de varier, on serre à fond la contre-vis Ce, qui doit maintenir la vis Vf et le ressort dans la situation qu'on leur a donnée. — Si la vis Vf, poussée aussi loin que possible, n'a pas tendu assez le ressort pour provoquer la chute du cliquet, ce ressort doit être mal trempé ou affaibli outre mesure. On peut le renforcer, en détachant l'armature après l'enlèvement de ses deux vi-pivot VV (fig. 60 *ter*), puis le pliant *avec précaution*, dans le sens voulu, ou bien, sans détacher l'armature, en intercalant, entre son extrémité libre et la pointe p de la vis Vf, un fragment de papier-bande plié en 8

ou 10 ou de carton de l'épaisseur nécessaire. Il peut cependant arriver que le *ressort du levier d'échappement* (R^1 fig. 405), qui contrebalance l'action de ceux de l'armature, soit tendu d'une manière exagérée, et s'oppose à l'action du *ressort fixe*, même entièrement bandé; aussi doit-on, avant de tordre ce dernier, comme il vient d'être dit, s'assurer toujours si la pression du ressort de détente n'est pas anormale.

Quand, vérifiant l'état d'un appareil, on veut se rendre compte du réglage actuel du ressort fixe, on laisse l'appareil en mouvement, puis 1° l'axe imprimeur étant au repos, on appuie un doigt de la main droite sur la vis de contact V de la détente (fig. 489), et desserrant entièrement la vis variable Vv (fig. 492), on amène de la main gauche l'armature contre le levier d'échappement (fig. 492); 2° on enlève rapidement le doigt inférieur D_1 , puis le supérieur D , et l'on voit si l'axe imprimeur s'embraye sans hésitation. Si l'effet n'est point satisfaisant, procéder à un nouveau réglage, d'après la méthode indiquée ci-dessus.

Plaques polaires. — Elles sont assujetties sur les *noyaux de fer doux*, au moyen de vis verticales (fig. 58). — Pour les détacher, il suffit d'enlever ces vis. — Remarquer, en rétablissant ces plaques, si elles sont bien exactement dans le prolongement l'une de l'autre et *dans le même plan horizontal*. — Comme elles font saillie d'une certaine longueur en dehors des fers doux qui lui servent de support, elles sont sujettes à s'obliquer à la longue en s'abaissant vers l'intérieur de l'aimant, sous l'influence des chocs répétés de l'armature, ramenée vivement au contact par le jeu du colimaçon (page 104). On évite aujourd'hui ce défaut, en adaptant sur les joues supérieures jj des bobines une bande de *cuivre* cc' , qui soutient dans toute leur longueur les plaques polaires (fig. 493) et s'oppose à tout affaissement.

Le dessus des plaques, ainsi que la face inférieure de l'armature, doivent être tenus *très-propres*, tout corps étranger, interposé entre ces deux surfaces, pouvant faire varier la position normale de l'armature au repos. On doit donc les nettoyer souvent, en détachant d'abord le papier qui recouvre habituellement les plaques, puis faisant courir entre elles et la palette

maintenue pressée avec le doigt, un fragment sec et immaculé de papier-bande.

Le papier étendu à l'état ordinaire sur les plaques doit être : 1° très-propre et très-sec ; parfaitement tendu ; 3° ne présenter aucun pli, rugosité ou déchirure. On l'assujettit au moyen de colle, de cire ou de pains à cacheter qu'on étale *en très-petite quantité* aux *extrémités postérieures* des plaques, ou bien encore à l'aide de *cavaliers compresseurs* en cuivre. Ce papier a pour but de diminuer l'action du *magnétisme rémanent* (voir note, p. 57) et aussi celle du *magnétisme de polarisation* (voir note, p. 232) qui tendraient à altérer la constance de l'énergie attractive de l'aimant. L'huile et la poussière, qui s'accumulent à la longue sur ce papier, forment une sorte d'enduit gluant qui empêche l'armature d'abandonner les pôles en temps opportun, avec toute la rapidité nécessaire, et tend, par conséquent, à retarder l'effet du courant. De plus, l'humidité, répandue inégalement à sa surface, le rend plus compressible d'un côté que de l'autre, et tendrait à altérer le parallélisme de l'armature sur les plaques. Il faut donc avoir soin de le changer toutes les fois qu'il est maculé.

Noyaux de fer doux. — On nomme ainsi les cylindres de fer doux *cc'* superposés aux pôles NS de l'aimant permanent (fig. 57). Leur forme, leur diamètre, leur longueur, ont été déterminés à la suite de nombreuses expériences, afin d'obtenir le maximum d'attraction au repos, et l'effet du courant le plus prompt sur l'armature. — M. Hughes a trouvé que toutes les espèces de fer ne *conduisent* pas les fluides magnétiques avec la même facilité, qu'à égalité de diamètre et de longueur, un barreau de *fer doux* disposé sur un aimant naturel ou artificiel, supporte un poids huit fois plus considérable qu'un barreau d'*acier* placé dans des conditions identiques ; de sorte qu'un barreau d'acier, introduit dans la bobine, à la place du cylindre de fer doux, nécessiterait l'emploi d'un courant *huit fois plus fort*, pour développer à son extrémité libre la quantité de magnétisme qui peut provoquer le soulèvement de l'armature. — Il est donc important de choisir pour les âmes des bobines le fer le plus doux possible. On obtient ce résultat, en le fai-

sant recuire et refroidir *lentement* à plusieurs reprises. — Les fibres du fer doivent être *longitudinales* et non transversales, un tube de fer, étiré à la filière, s'aimantant et se désaimantant avec le plus de rapidité. — Etant donné un aimant naturel ou artificiel d'une puissance déterminée, la *masse de fer doux* qu'on peut lui superposer, pour obtenir à l'extrémité de cet appendice le *maximum* possible de force attractive, présente une *limite invariable*, qu'on ne saurait dépasser sans *affaiblir* l'énergie d'attraction exercée sur l'armature ; au-delà de cette *limite*, toute quantité de fer ajoutée aux noyaux de fer doux absorbe à son profit et réduit en quelque sorte à l'état *latent* une partie du magnétisme provenant de l'aimant permanent, et diminue d'autant le fluide magnétique qui aurait dû s'accumuler aux pôles des fers doux, et la palette est, par suite, moins fortement attirée au repos et moins rapidement détachée sous l'action du magnétisme développé par le courant. D'après l'opinion de M. Hughes, le *maximum* d'effet est obtenu avec des noyaux de fer doux formés par des tubes de 4 centimètre de *diamètre*, 6 centimètres de *longueur* et 4 millimètre 1/2 d'*épaisseur*, et d'un *poids* de 80 grammes.

La liaison entre les noyaux de fer doux et l'aimant fixe s'opère au moyen d'une équerre de même substance KK', sur laquelle chaque cylindre CC' est rivé, et qui s'emboîte exactement sur chaque pôle de l'aimant NS à l'aide de deux vis VV (fig. 487 et 487 bis).

Aimant permanent. — Il est constitué par 4 plaques d'acier, superposées par leurs pôles de même nom et serrées fortement par des vis les unes contre les autres (fig. 487). Quand, après avoir séparé les diverses plaques, on veut les rétablir, avoir soin de les réunir dans leur ordre normal. On peut se guider, dans cette opération, sur des *points* de repère incrustés sur chaque fer ; en les examinant, on trouvera sur leur surface successivement 1, 2, 3, 4 points (fig. 487 bis). — Si l'aimant est *affaibli*, on peut atténuer ce défaut en collant sur les pôles *n'* s' (fig. 487) un papier *très-mince*. Si au contraire, il est *trop énergétique*, ce qu'on reconnaît à la nécessité de tendre les ressorts ou d'enforcer le fer doux mobile d'une quantité exagérée, on fait

usage d'un papier plus fort ou de deux papiers ordinaires superposés. On peut aussi, dans ce cas, intercaler une feuille mince de carton entre les équerres KK' (fig. 487 *bis*) et les pôles de l'aimant permanent. Mais on ne peut procéder à cette modification qu'en démontant en entier l'organe électro-magnétique. Pour y parvenir : 1° détacher l'armature, en dévissant ses vis-pivot VV (fig. 60 *ter*) ; 2° enlever les deux vis horizontales de droite qui retiennent l'aimant N sous la table ab (fig. 57), sans toucher aux vis de gauche, qui retiennent à la table l'équerre en cuivre servant de support aux vis de serrage de l'aimant ; 3° enlever la boîte qui recouvre les extrémités des fils des bobines, après avoir desserré la vis qui la fixe à la table ; 4° dévisser *avec précaution* les trois vis à bois qui assujettissent les quatre extrémités des fils des bobines (voir fig. 481 et *bis*) ; 5° tirer à soi l'aimant de bas en haut en le penchant légèrement du côté du massif de l'armature. — Après avoir intercalé le morceau de carton, et fortement serré les vis VV (fig. 487 *bis*) reliant les noyaux de fer doux sur les pôles respectifs de l'aimant, remettre l'organe électro-magnétique à sa place normale, en procédant dans l'ordre inverse. — Avoir soin, pendant cette opération, de ne tordre, briser ni intervenir les fils extrêmes des bobines : la rupture d'un fil entraînerait la reconstruction complète de la bobine, opération longue et minutieuse, et l'intervention changerait le sens du courant (voir p. 63) et son effet sur l'armature.

Lorsque l'aimant est tellement *affaibli* que son attraction est devenue inférieure à la tension *minimum* du ressort *fixe*, on peut lui restituer son énergie primitive par la méthode suivante : 1° mettre un des pôles, le positif par exemple, à la borne *Pile* et le négatif, ou s'il y a lieu (voir p. 269 et fig. 469) le fil de *Terre* à la borne *Ligne* ; 2° installer les fiches du commutateur suisse en *négatif*, sur — — ou 25 ; 3° faire tourner le chariot *à la main* jusqu'à ce que la lèvre mobile reste assise sur un goujon, et laisser les choses en cet état pendant *une minute* environ (fig. 494). Avoir soin, durant cet essai, de maintenir l'armature soulevée, en intercalant entre elle et la vis de contact de la détente une bande de papier, *pour*

éviter toute dérivation. Le courant de la pile circule ainsi en permanence dans les bobines, en donnant aux fers doux une *polarisation de même sens que celle que possède l'aimant permanent*, et celui-ci, grâce à cette influence, recouvre sa force perdue (voir fig. 69).

Bobines. — En général, pour qu'un électro-aimant produise son maximum d'effet, quand il fonctionne sur une ligne, la résistance offerte au courant par le fil des bobines doit être sensiblement égale à la résistance du conducteur total, y compris la pile elle-même. — Les bobines du système Hughes offrent chacune une résistance uniforme de 60 kilom. de fil de fer de 4 mm de diamètre, soit, pour 2 bobines ou un appareil, de 120 kilom. — Leurs dimensions, déterminées pour le maximum de puissance, sont : diamètre intérieur, 4 centim.; longueur, 6 centim., c'est-à-dire 6 fois le diamètre des âmes; épaisseur de la couche de fil, 42 mm. — Les bobines construites dans ces conditions donnent les meilleurs résultats sur les lignes de 5 à 600 kilom. et au-delà; mais sur des conducteurs plus courts, il peut y avoir intérêt à diminuer la résistance, ce qu'on peut obtenir facilement en bifurquant le courant et le faisant passer *simultanément* dans les deux bobines. Dans ce but, on installe les extrémités des fils des bobines comme l'indique la fig. 190, où le fil d'entrée 4 de la bobine antérieure A est relié par une vis V au fil d'entrée 3 de la bobine postérieure, et les fils de sortie 2 et 4 réunis à la vis V1. La résistance totale des bobines de chaque appareil est ainsi réduite au quart, c'est-à-dire à 30 k. au lieu de 120 (voir note, page 244).

La fig. 481 montre l'enroulement du fil et la liaison, à l'état ordinaire, d'une bobine avec l'autre. Pour plus de clarté, nous indiquons seulement la 4^{re} spire intérieure et la dernière spire extérieure de chaque bobine; mais on sait que l'intervalle entre ces deux spires est rempli d'un très-grand nombre de tours de fil. On voit que la communication d'une bobine à l'autre s'établit par les fils intérieurs et que le courant entre dans l'électro-aimant ou en sort par les fils extérieurs. Ces extrémités sont rejointes entre elles ou avec les fils venant des branches 4 et 2 du commutateur suisse par 3 vis à bois encastrées dans la table.

Elles sont recouvertes d'une petite boîte, intercalée entre les bobines et le support de l'armature, destinée à les préserver des érosions et des ruptures accidentelles.

On sait que, dans les électro-aimants ordinaires, le fil s'enroule, non point sur le fer doux, mais sur une carcasse ou bobine en cuivre, en bois ou en ébonite, dans le centre de laquelle est placée l'âme ; quand la bobine est en métal, elle doit être fendue dans toute sa longueur, car si elle formait un *cylindre fermé*, un courant d'induction, de sens contraire à celui de la pile, s'y développerait au moment de l'émission et, par conséquent, retarderait l'effet du courant de la pile. La fente longitudinale, en ouvrant le circuit, évite cet inconvénient. Dans l'appareil Hughes, l'enroulement se fait directement sur les noyaux de fer doux, en ayant soin de laisser ressortir une certaine longueur du fil de la première spire extérieure, qui devra se relier à la bobine suivante (voir fig. 481) ; on ne peut donc séparer la bobine de son âme sans *dérrouler entièrement* le fil, opération rendue nécessaire toutes les fois que le fil de la 1^{re} spire intérieure est cassé au niveau de la dernière spire extérieure.

Chariot. — Cet organe, pour remplir régulièrement son rôle de distributeur des courants, doit répondre à certaines conditions :

1^o *Ressort de contact supérieur.* — Ce ressort d'acier *r* (fig. 6 *bis* et 7, pl. VI) doit être assez fort pour bien presser contre l'axe du chariot et en écarter l'huile et la poussière ; car c'est entre ces 2 points que passe tout le courant *transmis à la ligne*. On doit le nettoyer fréquemment et s'assurer qu'il n'est pas affaibli. S'il était trop énergique, il s'opposerait à la libre évolution du chariot et pourrait devenir ainsi une *cause de ralentissement*. En outre, cette pression latérale, qui ne s'exerce que d'un côté du chariot, tend sans cesse à *dévoier* cet axe, le force d'user inégalement ses supports et finit par le faire tourner obliquement.

2^o *Roue d'angle.* — Cette roue R (fig. 7) doit engrener à fond avec la roue R1 pour que le chariot soit régulièrement entraîné. On sait que cet engrenage doit être assuré par la

pression de *bas en haut* qu'exerce, sur toute la masse du chariot, le ressort à boudin r_1 placé sous la capsule g (fig. 6). — Pour le *vérifier*, appuyer d'abord avec le doigt sur la roue R ; elle doit céder à cette pression d'une certaine quantité ; — puis essayer de soulever la même roue ; on ne doit trouver alors aucun jeu de *bas en haut* ; si ce jeu existe, c'est une preuve que l'embrayage entre les 2 roues d'angle a perdu sa précision, par suite de l'affaissement du ressort r_1 . Dans ce cas, après avoir démonté l'axe du chariot (voir pag. 290), étirer légèrement le ressort r_1 , pour lui donner la force qu'il a perdue. Avoir soin de ne pas exagérer sa tension, sous peine d'introduire un frottement anormal du pivot supérieur A du chariot contre son support PP' (fig. 6 bis), *cause de ralentissement*. — Si le jeu de haut en bas n'est pas suffisant ou est complètement nul, cela prouve que l'axe du chariot est trop serré sur ses supports, et il faut lui donner un peu de jeu, sinon le mouvement de l'appareil se ralentirait ; on y parvient en abaissant la boîte aux goujons (voir pag. 291).

3^e Ressort de pression de la lèvre mobile. — Ce ressort r_2 (fig. 6) doit être assez fort pour assurer un bon contact entre le pied de la vis de contact V_1 et la goutte de platine n de la lèvre inférieure (pour offrir un libre passage au courant venant de la ligne (voir page 235), et entre la surface de frottement d du tablier et le goujon soulevé (pour établir un bon contact entre ces deux points, au moment de l'émission (voir fig. 44). Si ce ressort est trop faible, l'appareil reçoit mal, le courant rencontrant trop de résistance pour s'écouler à la terre ; au moment de la transmission, il y a d'abord contact très-brusque entre la lèvre mobile et le goujon soulevé, contact produisant une émission très-brève, suffisante pour faire détacher l'armature du poste de départ, mais trop courte pour parvenir à l'appareil extrême ; aussitôt après, par suite du choc entre le chariot, dont la rotation est très-rapide, et le goujon immobile, la lèvre supérieure, tout en avançant, quitte momentanément le goujon, en s'élevant légèrement au-dessus de sa surface ; pendant cette ascension anormale, l'émission est forcément interrompue et le correspondant ne reçoit rien, puis aussitôt

après, l'effet du choc épuisé, la lèvre mobile retombe et glisse alors exactement sur le même goujon ; de là une 2^e émission qui pourra être d'une longueur suffisante pour influencer l'électro-aimant *récepteur*, mais qui, commençant *en retard*, fera soulever le cylindre d'impression contre une lettre *postérieure* à celle qui devait se reproduire, et cet appareil déraillera *en avance*, tandis qu'au poste de *départ*, la première émission très-brève, ayant agi en temps opportun, aura fait, comme à l'ordinaire, imprimer le caractère transmis (voir p. 42 et suiv.).

— La *faiblesse* du ressort peut encore déterminer un *ralentissement* dans le mouvement d'horlogerie, par le retard que met le courant, à cause de ce mauvais contact, à provoquer l'ascension de l'armature, hésitation qui cause le départ tardif de toutes les pièces du mécanisme imprimeur et augmente outre mesure le travail de la correction. Si le ressort est *trop énergique*, il peut aussi amener un dérangement semblable (ralentissement), le passage de la lèvre mobile, sur les divers goujons successivement soulevés, se faisant avec trop de dureté et absorbant une trop grande part de force motrice. — Pour vérifier le ressort *r2* (fig. 6), soulever avec la main et laisser retomber brusquement la lèvre mobile ; si le ressort est assez fort, on entendra un bruit *sec*. Si on n'apprécie pas assez sûrement le réglage par cet essai, enlever entièrement le chariot (voir pag. 290), puis le secouer violemment ; si on entend un bruit quelconque, cela prouve que la lèvre mobile ne tient pas bien à la lèvre inférieure et que le ressort est trop faible. Dans ce cas, détacher le ressort, le forcer légèrement, puis le remettre, en ayant soin de serrer à fond la vis qui le retient.

4^e *Vis-charnière de la lèvre mobile*. — Ces vis *vv* (fig. 9) doivent être serrées à fond. Dans cet état, elles doivent permettre à la lèvre de se mouvoir en liberté *verticalement*. Des serrées ou usées, elles laisseraient la lèvre s'écarter à droite ou à gauche, dans le sens *horizontal*, dérangement qui nuirait à la régularité de l'émission, en *allongeant* le contact entre le goujon et la lèvre et modifiant le moment du départ du courant (voir pag. 42). — Pour vérifier cette partie, arrêter le chariot d'une main, et de l'autre chercher à déplacer la lèvre

mobile *horizontalement* ; on doit trouver un peu d'élasticité, mais pas de jeu.

5° *Vis de contact*. — Cette vis v_1 sert à la fois à établir le contact entre les 2 lèvres et à régler la *hauteur* de la surface de frottement d du tablier (voir fig. 6). En la serrant, on relève cette surface ; en la dévissant, on l'abaisse. Nous savons que le bas du tablier d doit arriver au niveau de la moitié de l'épaisseur de la pièce isolée (voir pag. 44) ; on règle donc la vis en conséquence. *Trop abaissée*, elle laisserait descendre la surface d au-dessous de la pièce isolée, empêchant celle-ci de remplir efficacement son rôle d'arrêt vis-à-vis du goujon tardivement soulevé (voir pag. 45 et fig. 32 et 488), ou même elle traînerait, à l'état habituel, sur la boîte aux goujons, qu'elle mettrait ainsi en communication permanente avec la ligne, et la palette se soulèverait indéfiniment. — *Trop élevée*, elle pourrait n'être pas atteinte par le goujon saillant et aucun courant ne saurait être transmis, ou bien le contact serait insuffisant, ce qui provoquerait des déraillements. — Quand le pas de la vis est usé, celle-ci se dévisse automatiquement, pendant la rotation du chariot, et modifie ainsi le réglage. Pendant la vérification, s'assurer si ce défaut existe, et, le cas échéant, enlever la vis, et serrer le pas de vis légèrement avec la pince ; la vis doit entrer à frottement très-dur. — Pour vérifier la *hauteur* de la lèvre mobile, abaisser une touche et faire tourner lentement le chariot, en tenant à la main le volant, jusqu'à ce que le milieu de la lèvre soit assis sur le goujon ; abandonner la touche dans cette situation, en arrêtant l'appareil ; la vis de contact doit rester séparée entièrement de la lèvre inférieure, et à une distance de 4 mm environ. — Pour s'assurer que la lèvre mobile ne descend pas *trop bas*, faire tourner à la main le chariot, de façon à l'amener devant le clavier, l'y maintenir et appuyer sur une touche dont le goujon soit à ce moment sous la pièce isolée et la lèvre mobile ; le goujon ne doit pas atteindre la lèvre (fig. 32 c).

6° *Lèvre inférieure*. — Elle pourrait, par un de ses points, autre que le point n (fig. 6), toucher à la lèvre supérieure. Ce dérangement, en établissant une communication permanente de

la ligne avec la terre, même au moment de l'émission, forcerait tout le courant de se perdre à la terre au poste de départ, et le correspondant ne recevrait rien. On peut le découvrir sûrement par la méthode que nous donnons ch. XIV. — Quant au contact n , ainsi qu'au pied de la vis V_1 (fig. 6), ils doivent être fréquemment nettoyés, à l'aide d'une bande de papier bien propre, passée sur leur surface à plusieurs reprises.

7° *Pièce isolée*. — Cette pièce doit être entièrement isolée de toutes les parties de l'appareil. Nous donnons plus loin un moyen sûr de s'en convaincre (ch. XIV). Avoir soin, lorsqu'on la met en place, de la fixer solidement au moyen de ses 2 vis, et de mettre sa surface médiane $x'y$ (fig. 24) bien parallèle au tablier ab de la lèvre mobile. — Sa pointe x doit toujours, dans son parcours, être de niveau avec le bord des rainures le plus voisin du centre de rotation du chariot. — Si elle avançait tant soit peu *au-dessus* des rainures, elle buterait violemment contre le goujon, au lieu de glisser, et arrêterait brusquement tout le mécanisme, à chaque touche abaissée. — Elle doit raser de très-près, 4^{mm} au plus, le disque supérieur de la boîte aux goujons. *Trop élevée*, elle pourrait passer au-dessus du goujon saillant sans l'écarter, et l'émission n'aurait pas lieu; *trop basse*, elle frotterait sur le disque et ralentirait le mouvement de l'appareil. Sa hauteur dépendant de la boîte aux goujons, qu'on peut élever ou abaisser, nous parlerons de son réglage à propos de ces organes (voir pag. 290).

Axe du chariot. — Il doit pivoter bien verticalement, ou plutôt être tout à fait perpendiculaire à la surface supérieure de la boîte à goujons. Pour le vérifier, le faire tourner lentement et regarder si la pièce isolée se trouve, à tous les points de sa révolution, à la même distance du disque. S'il y a *inégalité*, redresser la boîte aux goujons du côté le plus éloigné jusqu'à ce qu'on arrive à un parallélisme parfait. — Si le chariot pivote *obliquement*, la lèvre mobile presse plus sur les goujons placés du côté le plus haut de la boîte que sur ceux du côté opposé, et, par suite, le frottement, trop considérable dans le premier cas, pourrait être insuffisant dans le second. De là des variations dans l'effet du courant et tendance à déraillements.

Lorsqu'on veut réparer une des pièces du chariot, il est nécessaire de *démonter* cet organe. Pour y parvenir : 1° détacher la vis V (fig. 6 bis et 7, pl. VI) ; 2° enlever l'équerre en cuivre PP', en appuyant de *haut en bas* sur la roue d'angle du chariot R ; 3° retenir la crapaudine gg' (fig. 6), en plaçant sur son rebord la pointe d'un tournevis ; 4° dégager le chariot tout entier en prenant avec la main libre la roue d'angle R et la tirant verticalement de bas en haut ; 5° sortir la crapaudine gg' et le ressort à boudin r_1 soudé à sa base ; 6° détacher les 2 grosses vis, noyées dans des cylindres isolants d'ivoire ou d'ébonite, qui retiennent unies les 2 lèvres, et séparer ces deux lèvres ; 7° détacher la plaque isolante I (fig. 6) ; 8° dévisser la vis qui retient le ressort de pression r_2 ; 9° détacher les 2 vis, noyées dans des cylindres isolants qui retiennent la *pièce isolée* p à la lèvre inférieure ; 10° enlever la plaque isolante I'.

Après avoir nettoyé et réparé les diverses parties, les remonter en suivant l'ordre suivant : 1° relier la plaque isolante I' et la *pièce isolée* à la lèvre inférieure ; 2° replacer le ressort r_2 ; 3° appliquer la plaque I sur la lèvre supérieure, puis la lèvre inférieure L, sur cette plaque, et remettre les 2 vis qui relient cet ensemble ; 4° réintégrer dans le tube T le ressort r_1 et la crapaudine gg' ; 5° appuyer de haut en bas, avec la pointe d'un tournevis, sur le rebord de la crapaudine, et, en même temps, avec la main libre, replacer le chariot, en introduisant d'abord le pivot inférieur A' dans la capsule gg' ; 6° exercer une pression de haut en bas sur la roue d'angle R pour la faire engrener avec la roue R₁ (fig. 7, pl. VI) ; 7° replacer l'équerre PP', en maintenant le doigt appuyé sur la roue R ; 8° remettre la vis V.

Goujons. — Pour qu'un goujon fonctionne régulièrement, il faut : 1° qu'il s'engage à frottement doux dans ses rainures ; 2° que ses angles soient soigneusement arrondis et toutes les parties légèrement imbibées d'huile ; 3° que son ressort à boudin soit suffisamment fort. — Pour vérifier si tous remplissent bien leur rôle, c'est-à-dire montent et descendent rapidement en temps opportun : abaisser successivement les 28 touches, tirer le goujon en arrière avec le doigt, de façon à le maintenir

dans la position de la fig. 37, puis lâcher d'abord la touche, ensuite le goujon. Si, une fois la touche revenue à sa situation horizontale, le goujon reste en l'air, c'est qu'il est trop serré dans ses rainures, ou que son ressort est affaibli, ou encore que l'huile et la poussière, accumulées dans l'intérieur de la boîte, forment une pâte gluante qui le retient. Quand ce défaut est reconnu, il faut *démonter la boîte*, pour pouvoir extraire et réparer le goujon défectueux. Car tout goujon, qui ne rentre pas exactement dans sa boîte après le redressement de la touche, peut provoquer une émission de courant *intempestive*, qui intercale dans la transmission des lettres étrangères. On peut facilement reconnaître ce dérangement, parce que le ou les caractères en excès, intercalés dans ces circonstances, sont toujours les mêmes. — Essayer d'abord, pour réparer ce dérangement, *s'il ne provient que du goujon* (voir touches et leviers, pag. 292) de mettre un peu d'huile dans la rainure correspondante. Si le dérangement persiste, *démonter la boîte*. — Cette opération est assez longue et difficile, car elle nécessite l'enlèvement de toute la masse du clavier. 1° enlever le chariot (voir pag. 290); 2° dévisser, *en soutenant le clavier de bas en haut*, les 5 vis à bois qui retiennent les massifs en fonte à la surface inférieure de la table. Avoir soin, dans ce travail, de ne point dévisser les 5 vis à métaux que porte la même plaque, et dont le but est de *régler la hauteur de la masse de fonte*, et par conséquent, *de la boîte aux goujons*. Ces vis luttent par leur extrémité libre contre des *cales de fer*, encastrées à demeure vis-à-vis d'elles, dans le bois de la table; 3° enlever le clavier, le massif en fonte et la boîte à goujons d'un seul coup, en dirigeant cet ensemble, avec les deux mains, *obliquement* vers la partie *postérieure* de la table; 4° dévisser les 3 vis qui retiennent la boîte au massif, et extraire celle-ci, en l'enlevant avec précaution par tâtonnements, en ayant soin de ne pas la faire *tourner*, pour ne pas tordre les extrémités des leviers en fer qui pénètrent dans les rainures du pourtour inférieur; 5° enlever les 3 vis qui rattachent le couvercle à la boîte; 6° extraire le goujon défectueux, l'examiner, tendre davantage son ressort à boudin, nettoyer le goujon et

huiler légèrement son pied, puis rétablir toutes ces pièces dans l'ordre suivant : 1° remettre le couvercle ; pour réussir dans cette opération, il faut préalablement ramener tous les goujons dans le cercle des rainures supérieures ; dans ce but, on se sert ordinairement d'une *couronne métallique* qu'on place extérieurement autour des pieds de tous les goujons, et dont on rapproche successivement les 2 extrémités au moyen d'une vis de serrage. — Le cercle de la couronne se rétrécit peu à peu, forçant les têtes de goujons de se rapprocher progressivement du cercle qu'elles occupent au repos. Arrivé à ce point, on peut facilement replacer le couvercle. Avoir soin de prendre sur lui des points de repère pour le rétablir exactement dans sa situation primitive. — Ensuite, 2° enfoncer la boîte dans la plaque de fonte avec précision ; la moindre déviation suffit pour empêcher le jeu libre des leviers qui frottent alors contre les rainures de la boîte ; 3° rétablir le clavier tout entier, en le passant sous la table et l'élevant un peu obliquement d'arrière en avant ; 4° replacer les 5 vis à bois. *Avant de les visser complètement*, s'assurer : 1° si le chariot tourne bien verticalement (voir page 289), et s'il a un jeu suffisant, c'est-à-dire si la lèvre mobile rase les rainures à une distance convenable ; 2° desserrer les vis de réglage V du côté *trop élevé*, les serrer davantage du côté le *plus bas*, et lorsque la surface supérieure du couvercle de la boîte est dans une situation normale par rapport au chariot, serrer à fond les vis à bois V1 (voir fig. 204).

Leviers et touches. — Les leviers en fer BB' doivent, pour jouer librement, ne frotter ni à droite ni à gauche, dans les rainures du pourtour de la boîte qui doivent les guider, n'être pas trop serrés sur le pivot M (fig. 47), et pénétrer à frottement doux dans les rainures des têtes de vis V des touches. Quand un goujon *hésite* dans ses mouvements, après avoir vérifié cet organe, examiner le levier correspondant, ainsi que la touche. Si le levier frotte contre la rainure de la boîte, le tordre légèrement en sens inverse, à la pince, ou, si le clavier est démonté, déplacer dans le sens voulu le plot M, en desserrant un peu la vis qui le retient au massif en fonte. — S'il est trop serré en M, écarter un peu les deux bras du support ou

huiler les points de contact. S'il est gêné en V, corriger la position de la vis, en plaçant sa rainure exactement dans le prolongement du levier; huiler légèrement la rainure. — Pour que les touches s'abaissent et s'élèvent sans difficulté, il suffit qu'elles ne soient pas trop serrées les unes contre les autres. Il arrive fréquemment que le bois qui les constitue se déforme, sous l'influence des variations de température, et qu'elles se pressent alors, de manière à se gêner réciproquement. Quand on s'aperçoit de ce défaut sur une touche, passer entre elle et la suivante une lame de couteau ou une pointe de tournevis, pour l'écartier et lui donner du jeu. Au besoin, graisser un peu la surface latérale.

PARTIE MÉCANIQUE.

Levier d'échappement. — Il doit pivoter librement sur son axe AA' (fig. 99 *bis*). Cet axe (mod. de 1869) étant encastré entre les 2 platines, comme tous les autres arbres du mécanisme, il est nécessaire, pour le sortir, de démonter entièrement l'appareil (voir page 326) (1). Pour essayer s'il n'est pas trop serré, chercher à le faire mouvoir dans le sens de sa longueur; on doit lui trouver un peu d'élasticité, mais presque pas de jeu. Si, par suite d'usure, il subissait un écartement latéral trop considérable, il pourrait, se rapprochant outre mesure de la plaque d'échappement, empêcher celle-ci de passer ou la gêner dans ses mouvements, ce qui pourrait ralentir la

(1) Dans les appareils du précédent modèle, ce levier pivote sur 2 pointes de vis, placées l'une derrière l'équerre en cuivre SS (fig. 102), l'autre entre le volant et la platine postérieure. — Dans ce cas, pour démonter le levier, enlever le pont SS qui soutient le volant (fig. 101) et l'équerre SS (fig. 102).

chute du cliquet et causer des déraillements en avance (4). On peut remédier à ce défaut, en plaçant une rondelle d'une épaisseur suffisante à l'une de ses extrémités.

Vis de contact. — Pour qu'elle ramène exactement la palette sur les pôles (pag. 91 et 404, fig. 440 et 441), on doit la régler de la manière suivante : 1° Faire tourner à la main l'axe imprimeur, jusqu'à ce que le colimaçon *g* communique au bras postérieur B'C son maximum d'élévation (fig. 444 — $3/4$ de tour de l'axe imprimeur), et arrêter l'appareil à ce point, en relevant le bras AB qui commande le frein d'arrêt du volant (fig. 495); — 2° Desserrer l'écrou E, ainsi que la vis V (fig. 99); — 3° Essayer de faire jouer l'armature dans le sens vertical, pour vérifier le jeu qu'elle possède alors; — 4° Serrer lentement la vis V, jusqu'à ce qu'on ne trouve plus à la palette aucun jeu dans ce sens, mais *seulement un peu d'élasticité*, quand on veut la soulever; — 5° Ce résultat étant obtenu avec la plus grande exactitude possible, appuyer fortement un doigt sur la tête de la vis, pour l'arrêter à ce point, et, en même temps, *visser à fond* le contre-écrou E, qui doit l'empêcher de se dévisser, sous l'influence ultérieure des chocs répétés de l'armature. — Le réglage de cette vis est de la plus haute importance, et doit être exécuté avec une extrême précision, pour permettre d'amener le réglage ordinaire de l'électro-aimant (pag. 248) à son maximum de sensibilité. En effet, quand, au lieu d'appliquer exactement la palette sur les plaques polaires, la vis de contact l'abandonne à une distance *minime*, si petite soit-elle, on est forcé, pour compenser l'insuffisance de ce moyen mécanique de rappel, d'augmenter

(4) Il importe de bien fixer les idées sur ce qu'on nomme déraillement *en avance* et *en retard*. Le résultat du déraillement en avance est l'impression d'une lettre *suivante*, B pour A; et en retard, d'une lettre précédente, A pour B. — La cause du 1^{er} est le *soulèvement tardif* du cylindre d'impression ou une *trop grande accélération* dans la marche de la roue des types; la cause du 2^e est ou un *soulèvement trop hâtif* du cylindre, ou un *ralentissement* dans le mouvement de la roue des types.

l'attraction de l'aimant permanent ou de diminuer la tension du ressort variable, et, par suite, d'utiliser un courant, plus fort qu'il ne serait nécessaire à l'état normal, pour déterminer le soulèvement de l'armature. — Desserrée d'une manière exagérée, la vis de contact laisse la palette, à chaque tour de l'axe imprimeur, trop loin des pôles, pour qu'une augmentation de la force magnétique puisse suppléer à ce *rappel mécanique incomplet*; l'armature ne peut donc reprendre sa position de repos et reste constamment soulevée, provoquant un embrayage continu des 2 axes d'impression et du volant. — Quand, au contraire, la vis de contact est trop descendue, le frottement du colimaçon devient trop considérable, celui-ci étant forcé alors, pour terminer sa course, d'opérer une certaine torsion sur le levier de détente, qui s'oppose à sa révolution; de là un ralentissement dans la vitesse de l'appareil. Pour s'assurer que cet effet ne se produira pas, après le réglage normal spécifié plus haut, abaisser la manette d'arrêt du volant, puis faire partir l'axe imprimeur du 4^{er} quart de tour; le colimaçon doit passer sans hésitation et l'axe imprimeur achever sa révolution. Si celui-ci s'arrête en chemin, au moment du contact entre le colimaçon et la courbe inférieure de la détente, c'est une preuve que la vis est trop basse, et il faut la desserrer légèrement.

Il arrive quelquefois que la vis de contact, réglée ainsi qu'il est dit plus haut, et l'axe imprimeur remis au repos, le pied *p* de la vis (pag. 99) touche l'armature. Quand ce défaut ne provient pas d'une élévation exagérée de l'organe électro-magnétique (voir pag. 277 et fig. 483), il a pour cause l'usure de la courbe inférieure *mn'* (fig. 99), provoquée par l'action incessante du colimaçon. Pour remédier à cette usure, il faut river à la courbe *mn'* un talon suffisamment épais, pour diminuer sa distance du colimaçon au repos.

Ressort du levier (pag. 93), fig. 99 bis et 400. — De ses deux vis *v* *v*₁, l'une *v*₁ doit être serrée à fond, pour empêcher tout jeu horizontal; l'autre, *v* sert à donner au ressort la tension voulue. Pour qu'il remplisse son rôle (pag. 408), le régler ainsi : 4° desserrer la vis de gauche *v* (fig. 400), après avoir mis l'appareil

en mouvement; le levier bascule alors indéfiniment, et l'axe imprimeur tourne sans s'arrêter; 2° serrer peu à peu cette vis, non-seulement jusqu'à ce qu'on voie l'axe imprimeur revenir de lui-même *au repos*, et ensuite ne faire qu'un tour à chaque déclanchement, mais encore que le levier reprenne très-vite sa situation d'arrêt, à l'instant même où le taquet de la plaque d'échappement rencontre l'épaule *e* (fig. 403). — On peut s'assurer si cet effet se produit avec régularité, en *pressant de haut en bas*, sur la vis de contact, *immédiatement après* chaque arrêt de l'axe d'impression. Si le ressort est assez tendu, on ne trouvera aucun jeu au levier, c'est-à-dire que la pression du doigt ainsi dirigée n'abaissera pas davantage la vis de contact. Dans le cas contraire, *augmenter* sa force. — En général, on peut vérifier l'énergie du ressort, en arrêtant l'appareil à $1/4$ de tour de l'axe imprimeur, puis soulevant et laissant brusquement retomber le bras antérieur CB (fig. 99); on doit trouver une assez grande résistance dans le soulèvement et observer une *chute rapide*. — Lorsque, après avoir serré à fond la vis *v* (fig. 400), on n'est pas parvenu à une tension suffisante, détacher le ressort, et le tordre légèrement, ou, si l'on est pressé, intercaler entre la goupille *g* et l'appendice *p*, un petit fragment de carton ou un papier-bande plié en 8 ou 40. — *Trop tendu*, il ajoute au poids du levier une résistance anormale que doit vaincre le ressort fixe de l'armature, auquel on est, dans ce cas, forcé de donner une tension exagérée; or, cette tension anormale devant être à son tour vaincue par le jeu du colimaçon, (voir pag. 404), augmente les frottements de ce dernier et devient une cause de ralentissement. — Aussi, après avoir réglé exactement le ressort de la détente, doit-on toujours *vérifier de nouveau* le réglage du ressort fixe, *effectué préalablement* (voir pag. 278).

Cliquet d'échappement. — Son pivot *p* doit être solidement fixé et bien perpendiculaire à la face postérieure de la plaque d'échappement (fig. 403 *ter*). Ordinairement ce pivot est constitué par un cylindre, *rivé* à la plaque, sur lequel s'emboîte le manchon qui porte à sa droite le cliquet CC'; la vis d'arrêt pénètre alors dans le cylindre-pivot. — Le manchon

doit avoir le moins de jeu possible *dans le sens horizontal*, pour ne point vaciller sur les dents du rochet d'échappement, au moment de sa chute (pag. 98 et 403), ou de son élévation le long du plan incliné (pag. 405). — Si ce jeu était exagéré, ses dents ne se présentant pas toujours *parallèlement* à celles du rochet, pourraient glisser sur elles et retarder l'embrayage; et le doigt D (fig. 404 et 403 *ter*), passant *obliquement* sur le sommet *y* et sur les faces *z x* du plan incliné, s'userait et userait cette pièce d'une façon inégale et avec une grande rapidité. — Ses dents (fig. 403 *bis*) doivent avoir des arêtes très-vives, pour qu'il puisse se cramponner aux 4^{res} dents du rochet qu'il rencontre dans sa chute, et empêcher tout glissement d'une dent à l'autre de cette roue, pendant la rotation commune. Si elles sont trop usées, le cliquet peut, au moment de sa chute, laisser passer un certain nombre de dents du rochet, sans être entraîné, cause de retard dans l'embrayage et de déraillement en *avance*. Aussi il peut, pendant que les deux axes tournent solidairement, glisser de quelques dents et *hésiter* ainsi à suivre le mouvement continu de son arbre moteur. — Ce dernier effet est susceptible de se produire fréquemment, au moment où l'axe imprimeur doit opérer son travail de correction; en effet, quand la came de correction pénètre entre 2 dents de la roue de ce nom, soit pour corriger la position trop retardée ou trop avancée du type, soit pour provoquer le déplacement du levier inverseur, la résistance qu'elle rencontre doit être toujours *inférieure* à la force qui maintient la liaison des 2 axes, liaison qui constitue son seul point d'appui. Si cette résistance est *supérieure* à la cohésion du cliquet et du rochet, ces 2 organes se séparent l'un de l'autre, la came de correction ne peut communiquer sa vitesse propre à la roue correctrice, qui la *remorque* au contraire, au moyen de ses deux dents limitant le creux où elle doit s'engager; mais ce travail supplémentaire, imposé à la roue correctrice, *retarde* celle-ci sur son axe, en sorte qu'au tour suivant de l'axe imprimeur, il pourra y avoir impression d'une lettre *précédente*, c'est-à-dire déraillement en *retard*. — On voit que le même défaut peut être cause de 2 effets différents, puisqu'il peut faire dérailer soit

en *avance*, soit en *retard*. — Il est évident que la roue de rochet doit aussi avoir très-aigues toutes les dents taillées à sa circonférence, et qu'une usure exagérée de cette partie déterminerait exactement les mêmes dérangements qu'un cliquet en mauvais état. — Pour vérifier si les *dents du cliquet et du rochet* remplissent bien les conditions voulues : 1° mettre l'appareil au repos, puis faire déclancher le levier d'échappement (fig. 407); 2° appliquer le pouce de la main gauche contre la plaque P, pour l'empêcher de tourner dans le sens de la fl. *f*; 3° prendre le volant de la main droite et le pinçant fortement, essayer de le faire tourner suivant *f*, autour de son axe, retenu ainsi au repos. — Si le volant se déplace régulièrement, avec une certaine résistance, et que la roue de rochet et le cliquet ne changent pas leur position mutuelle, c'est-à-dire s'il n'y a pas de *glissement*, cela prouve que les dents du cliquet et celles du rochet que l'on essaie actuellement, sont en bon état. On répète la même expérience sur toutes les *dents du rochet*, en maintenant les doigts, comme il vient d'être dit, et faisant mouvoir le volant alternativement *en arrière*, pour présenter d'autres dents au cliquet, puis *en avant* pour en faire l'essai. — Quand, à un point quelconque, il y a glissement, cela indique que les dents essayées alors sont brisées ou trop usées. Il faut, dans ce cas, *changer* la pièce défectueuse (cliquet ou rochet) par une neuve préalablement ajustée et trempée. — Les cliquets, en raison de la rapidité de leur jeu, s'usent promptement; un travail de 3 mois sur un appareil qui dessert une ligne chargée, les met hors d'état de servir.

Ressort du cliquet. — Il doit être assez fort pour pousser rapidement le cliquet, au moment de sa chute, sur le rochet, et le maintenir contre les 4^{res} dents qu'il rencontre, afin que l'embrayage soit instantané et invariable (fig. 409). — Quand il est *trop faible*, le cliquet descend avec lenteur et l'embrayage a lieu *en retard*; de plus, le cliquet, n'étant pas solidement retenu sur le rochet, peut *échapper* de quelques dents, au moment de la chute ou pendant la révolution, surtout alors que s'opère le travail de la came correctrice; ce défaut peut provoquer des déraillements analogues à ceux qui ont pour cause l'usure

des dents du cliquet et du rochet (voir art. précéd.) — Si le ressort est *trop fort*, le cliquet sera bien régulièrement entraîné par le rochet, mais sera plus ou moins empêché, en approchant de sa situation de repos, de remonter le long du plan incliné *zy* (fig. 412); usant plus tôt alors sa vitesse acquise, il pourrait s'arrêter en chemin, avant d'avoir dépassé le sommet du plan, et retomberait alors *inerte* au bas de la montée *z*, où il rencontrerait de nouveau les dents du rochet, effet qui se traduirait par un *grincement* bien connu. On peut, il est vrai, remédier à l'exagération de pression du ressort, soit en donnant à l'appareil une plus grande vitesse, soit en augmentant la tension du ressort en U (fig. 427 *ter* et pag. 406-407), 2 causes communiquant au cliquet une *impulsion plus vive*, lui permettant de contre-balancer l'excès de résistance à vaincre. Mais l'accroissement de la vitesse de déroulement du mécanisme n'est pas toujours possible, à cause de l'état de la ligne (voir pag. 264), et une tension exagérée du ressort en U peut, en déterminant un frottement trop considérable du levier d'entraînement *ll* (fig. 408 et 438 contre sa came, *ralentir* le mouvement de l'axe imprimeur. Il est donc préférable de donner au ressort du cliquet une tension strictement suffisante, sans exagération.

Pour s'assurer s'il est assez fort : 1° faire tourner l'axe imprimeur de $\frac{1}{8}$ de tour, puis le retenir dans cette position, en pinçant de la main gauche la plaque d'échappement; 2° faire, de la main droite, tourner le volant et son axe, *en sens inverse de leur mouvement habituel* (voir fig. 457). Les dents du cliquet glissent alors sur celles du rochet et doivent produire, en retombant, un *bruit sec* d'encliquetage. — Si ce bruit est peu sensible, le ressort est *trop faible*. Dans ce cas, le tordre un peu, *avec précaution*, après avoir dégagé l'axe imprimeur tout entier (voir p. 302), ou, provisoirement, intercaler, entre son extrémité libre et le dos du cliquet, un fragment de carton ou de papier plié. — Si le ressort est reconnu *trop fort*, on peut l'affaiblir, sans démonter l'axe d'impression, en écartant à plusieurs reprises, mais avec beaucoup de soin, son extrémité libre, dans le sens de la *fl. f'* (fig. 403 *bis*).

Roue de rochet d'échappement. — Cette roue R^1 (fig. 401-404 bis) doit être invariablement calée à son axe B : elle y est soudée et rivée. Si elle pouvait se déplacer par rapport à lui, l'axe d'impression ne serait pas régulièrement entraîné et il y aurait toujours *retard* dans le soulèvement du papier, par suite *déraillement en avance*. On peut, en faisant l'essai de l'acuité des dents du cliquet et de la roue, vérifier si elle n'a aucun jeu (voir ci-dessus, pag. 298).

Volant. — Il doit être retenu à l'axe AB (fig. 404) à frottement *dur*. On le vérifie, en répétant l'essai des dents du cliquet et du rochet. La force employée pour faire tourner le volant autour de son arbre doit être assez énergique. — *Serré trop fortement*, il ne pourrait se mouvoir au moment d'un arrêt brusque et ne saurait prévenir la rupture des pièces faibles (voir p. 95); — *trop libre*, il ne serait pas entraîné régulièrement par son axe, constituerait pour lui une charge trop lourde qui en ralentirait le mouvement, s'opposerait à la rotation rapide de l'axe imprimeur et provoquerait des *déraillements en avance*; en outre il ne remplirait plus son rôle de *modérateur* de la vitesse (p. 7). — Si le frottement qui le retient est *insuffisant* ou *exagéré*, le modifier, en augmentant ou diminuant convenablement la pression de son ressort rr , en enfonçant plus ou moins ses 3 vis de serrage v . — Dans ce but, 1° laisser retomber le poids jusqu'à terre; 2° enlever le frein de la tige vibrante (fig. 460); 3° dévisser les 2 vis V qui retiennent son pont à la platine postérieure (fig. 404); — serrer ou desserrer au point voulu les 3 vis v . Lorsqu'on veut *enlever entièrement le volant*, sans toutefois déplacer son axe : 4° laisser tomber le poids et sortir la chaîne des dents de la roue motrice A (fig. 464) (cette opération est indispensable, car le frein de la tige vibrante et le volant étant détachés, si le poids était encore en l'air, le mécanisme d'horlogerie prendrait une vitesse exagérée, à laquelle il serait impossible de faire obstacle, et certaines pièces de l'appareil seraient sans doute brisées); 2° enlever le frein (voir p. 324); 3° le pont V (fig. 404); 4° la plaque superposée au ressort bombé rr ; 5° le ressort rr ; 6° le volant PP. Re-

monter en suivant l'ordre inverse. — Lorsqu'après avoir enlevé le volant, on veut démonter entièrement son axe AB : détacher 1° les 2 vis v_1 qui retiennent le coussinet, près de la roue de rochet R_1 à gauche de B (fig. 401 ; 2° la vis V_1 et la pièce KK qui soutient le plan incliné d'échappement. Avoir soin, avant d'ôter le coussinet v_1 , de marquer sur sa partie supérieure un signe de repère avec la pointe d'un tournevis, pour le remonter dans sa situation normale, l'ajustement en sens inverse pouvant ne pas s'accorder avec la courbure de l'axe et gêner celui-ci dans ses mouvements. En remontant, ne pas serrer outre mesure les vis v_1 du coussinet, car la moindre exagération fait obstacle à la libre évolution de l'axe AB du volant et ralentit le mouvement de l'appareil.

Plan incliné d'échappement. — Les trous oblongs dans lesquels s'engagent les 2 vis $v v$ (fig. 404) qui retiennent ce plan incliné dans une position fixe, permettent de faire mouvoir ce plan, soit vers la gauche pour relever le cliquet au-dessus des dents du rochet, soit vers la droite pour les en rapprocher davantage, afin de le placer dans une position convenable. — Il est bien réglé, lorsque, l'axe imprimeur étant au repos, le doigt D du cliquet reste suspendu sur la descente du plan, le plus loin possible du sommet y , laissant les dents du cliquet le plus près possible des dents du rochet, sans toutefois les toucher. — Si, au repos de l'axe, les dents du cliquet touchaient avec exagération celles du rochet (fig. 409), celui-ci s'arrêterait contre le cliquet et le mécanisme d'horlogerie cesserait de dérouler. — Si le frottement contre le rochet est très-léger, ce dernier continue son mouvement ordinaire, mais en produisant un grincement persistant qui use avec rapidité les dents des 2 organes. — Dans ces 2 cas, il suffit de pousser le plan incliné un peu plus vers la gauche, de z vers x (fig. 404), jusqu'à ce que, l'axe imprimeur étant au repos, aucun grincement ne se fasse entendre, lorsque, faisant tourner lentement d'une main l'axe du volant, on appuie avec une certaine force sur l'extrémité libre du cliquet C'D (fig. 403 *ter*), de haut en bas (1).

(1) Avoir soin, pendant cette opération, de ne pas abandonner le

Si le grincement persiste et que les trous ne soient pas assez allongés pour permettre de déplacer un peu plus le plan incliné vers la gauche, ou si, par suite d'usure, le plan étant porté tout à fait à gauche, le cliquet touche encore les dents du rochet, tout en reposant trop près du sommet, on peut y suppléer en relevant le plan tout entier, au moyen d'une cale mince de cuivre ou de carton.

En tout cas, il ne faut pas que le cliquet au repos reste trop près du sommet du plan; car s'il en était ainsi, au moment où la plaque d'échappement viendrait s'arrêter (fig. 443) à la fin de la révolution de l'axe imprimeur, le choc de son taquet *t* contre l'épaule *e* de la détente amènerait une réaction, qui projetterait le cliquet en arrière et ferait revenir le doigt *D* (fig. 443) sur la pente de montée *yz* du plan, où il resterait, et le soulèvement ultérieur de la palette ne pourrait plus provoquer l'embrayage des 2 axes.

On reconnaît qu'il repose à une distance suffisante *au-dessus* du sommet du plan, lorsque, l'appareil étant *arrêté* et l'axe imprimeur ramené à sa situation de repos, on éprouve une assez grande résistance, en essayant de pousser en arrière le taquet de la plaque d'échappement, pour rejeter le cliquet sur la droite du plan. — En général, la ligne du doigt du cliquet qui repose sur le plan doit être, quand l'axe d'impression est à l'état d'inertie, dans une position exactement parallèle à l'arête du plan et à environ $4/2$ millimètre de cette arête.

Si le cliquet est reconnu *trop près* du sommet, on corrige ce défaut en déplaçant le plan incliné vers la *droite*. Avoir soin de ne pas forcer les vis *v v* en les vissant; car lorsqu'elles sont cassées, leur rétablissement nécessite l'enlèvement de l'axe du volant et demande un temps très-long.

Axe imprimeur. — Quand on veut démonter l'*axe imprimeur seul* : 4° l'appareil étant au repos, enlever les roues des types et de correction et les leviers d'impression et d'entraî-

volant à lui-même, car si le levier de détente s'abaissait à ce moment, le cliquet, tournant rapidement, pourrait à son retour, blesser le doigt de l'opérateur.

nement du papier, en suivant la méthode indiquée p. 307 ; 2° enlever les 2 vis V V (fig. 402 bis) qui soutiennent le coussinet *W* de l'axe d'impression N, logé sous la platine antérieure ; 3° faire tourner à la main cet axe jusqu'aux $3/4$ de sa révolution (fig. 444) ; 4° tirer à soi l'axe imprimeur, tout en pressant un peu de haut en bas sur le cliquet d'échappement avec la pointe d'un tournevis. — Les vis V V (fig. 402 bis) sont assez difficiles à manœuvrer, à cause de leur situation sous la platine ; on peut les visser ou dévisser à l'aide d'un fragment de ressort. Dans les appareils nouveau modèle, elles sont remplacées par des vis à main. Avoir soin, en replaçant le coussinet *W*, de remettre la face antérieure du même côté ; on la marque, dans ce but, avec un trait de repère. Ne pas serrer d'une façon exagérée les vis V V, pour ne point gêner le libre mouvement de l'axe, car tout frottement anormal ralentit la vitesse du mécanisme.

Cames. — Elles doivent être solidement retenues à leur axe et ne pouvoir se déplacer par rapport à lui, pendant que l'appareil fonctionne, afin que chacune puisse remplir exactement ses fonctions, au moment opportun.

Came de dégagement. — Elle est rivée et peu susceptible de dérangement. Elle fait corps avec le manchon de la came correctrice. Au moment de la construction ou après réparation, la replacer exactement dans la situation indiquée pag. 439, et ne pas la pousser trop vers la platine antérieure, qu'elle doit raser de près, mais ne point la toucher pendant sa rotation (voir fig. 425).

Came correctrice. — Son manchon MM (fig. 426) est rivé à l'axe. Pour qu'elle puisse fonctionner avec régularité dans tous les rôles qu'elle est appelée à jouer (voir pag. 444), elle doit : 1° être invariablement calée dans sa boîte ; 2° être assez large pour combler en entier l'intervalle de 2 dents de la roue de correction, au moment précis où l'axe d'impression a fait $1/2$ tour. Quand elle oscille, elle s'engage mal entre les dents de la roue de correction, provoque des chocs qui ralentissent le mouvement et peuvent même brusquement l'arrêter, ne forme pas un point d'appui assez solide pour les roues de correction et des types au moment de l'impression ; par suite le caractère,

qui subit le choc du cylindre imprimeur, vacille sur le papier et y dépose une empreinte brouillée. Ce défaut empêche aussi l'enfoncement normal du levier inverseur, lequel peut se produire d'une façon incomplète et déplacer la roue des types non plus de $1/56$, mais d'un arc plus petit; dans ce cas, chaque émission provoquerait l'impression d'une partie de chiffre et d'une partie de lettre. Enfin il altère le contact avec le ressort interrupteur (fig. 467), qui ne serait pas toujours assuré. — Trop *étroite*, elle rend la correction incomplète, le déplacement du levier d'inversion insuffisant, l'impression irrégulière. — Trop *large*, elle éprouve des difficultés à pénétrer entre les dents sur lesquelles elle doit agir (de là des frottements qui ralentissent le déroulement du mécanisme), peut même en rencontrant la roue correctrice, provoquer des chocs accompagnés d'arrêt subit. — Pour vérifier son *immobilité* dans sa boîte : 1° amener l'axe imprimeur aux $3/4$ de sa révolution (fig. 440), afin de relever la came et la rendre visible; 2° dans cet état, essayer de la faire mouvoir, en la poussant dans tous les sens, avec la pointe d'un tournevis. Si elle bouge, serrer à fond les 2 vis *v v* (fig. 426), en ayant soin de retenir la *plaque d'échappement* pour l'empêcher de basculer sous cette pression. Si, après avoir serré à refus, la came a encore du jeu, on l'entoure d'un cercle de fil de cuivre mince. — Pour s'assurer qu'elle est *assez large*, sans exagération : 1° placer l'axe imprimeur à $1/2$ tour (fig. 435), et l'arrêter dans cette situation, en tenant solidement le volant de la main gauche; 2° saisir avec la main droite la roue correctrice et essayer de la faire mouvoir dans un sens ou dans l'autre. Si la came est bien ajustée, la roue ne doit avoir qu'un jeu insignifiant, qui ne doit jamais aller jusqu'à $1/2$ millimètre, par ex. Quand elle est usée à ce point, ce qui peut arriver au bout de 3 ou 4 mois de service, on la retourne dans sa boîte, pour qu'elle présente aux dents de la roue une portion intacte ou, au besoin, on la remplace par une neuve, préalablement ajustée et trempée. — Pour la *démonter*, 1° enlever la vis *V* et l'équerre *SS* (fig. 402); 2° dévisser les vis *v v* (fig. 426); 3° avec une pince, extraire la came en la tirant à soi, parallèlement à l'axe.

Came d'entraînement. — Elle doit, au moment de sa mise en place, être disposée selon les indications données pag. 442, et, pendant qu'elle tourne, ne toucher qu'au bec D (fig. 427) de son levier. Étant rivée à l'axe, elle n'est pas susceptible de se déplacer; elle est peu sujette à dérangements, mais elle s'use à la longue, par suite des frottements contre son levier; quand l'usure est assez grande et empêche de provoquer une élévation et un abaissement de son levier, suffisants pour que le cliquet *c* (fig. 427) entraîne une dent du rochet d'impression à chaque tour, on doit la changer.

Came d'impression. — Elle est encastrée dans la masse d'acier qui constitue la came d'entraînement. Son bec *u* (fig. 428) doit toujours être *très-aigu*, pour que le contact entre le papier et le type soit le plus court possible. Quand sa pointe est *émoussée*, le cylindre imprimeur est tenu relevé trop longtemps, et le type, en traînant sur lui, y laisse une empreinte brouillée. Ne point oublier de vérifier ce point, en cas d'impression mauvaise. Si l'usure est trop accentuée, changer la came.

Levier de rappel au blanc (fig. 420). — Pour qu'il fonctionne bien quand on l'*abaisse*, il faut : 1° que le ressort-lame se rapproche le plus possible de la roue de rochet de frottement, sans la toucher (fig. 422, 423 *C*), afin de se placer sous le passage exact de la goupille *g* du cliquet *C'C*; 2° que cette goupille grimpe facilement sur le plan incliné (fig. 423) et s'arrête dans l'entaille *s'* de ce plan, à l'instant même où la dent *F* de la branche antérieure du levier s'enfonce dans la coche *e* (fig. 423 *B*); 3° que, dans cette situation, le cliquet *CC'* reste assez relevé, pour que ses dents soient complètement dégagées de celles de la roue de frottement (fig. 423 *E*). — Pour que le *redressement* du levier soit fait dans de bonnes conditions, par le 4^{er} courant transmis (voir pag. 432), il faut, après le 4^{er} tour de l'axe imprimeur : 1° que le cliquet soit retombé sur le rochet (fig. 449); 2° que le plan incliné du ressort-lame ait repris sa situation de repos contre la platine antérieure à $4/2$ millimètre au moins de la goupille du cliquet (fig. 424); 3° que la branche *D* (fig. 420) ait été rejetée et reste dorénavant hors de

la circonférence suivie par la goupille *g* de la came de dégagement.

Pour *vérifier* le fonctionnement du levier : 1° mettre l'appareil en mouvement; 2° appuyer *modérément* sur le bouton *M* (fig. 420) et voir si l'arrêt des roues des types et de correction se fait *sans hésitation*. — Si le cliquet n'est pas assez relevé, on entendra un *grincement*. Il peut alors se présenter 2 cas : 1° ou la goupille *g* du cliquet est restée le long de la montée du plan *ss'*; 2° ou elle est logée dans l'entaille *s'* (fig. 423). — Le premier cas peut avoir pour causes : 1° une vitesse acquise insuffisante, provenant d'un mouvement *trop lent* de l'appareil; 2° une pression exagérée du ressort *r* (fig. 449); 3° une hauteur trop grande du ressort-lame et de son plan incliné; 4° une distance trop petite ménagée entre le ressort-lame au repos et la roue de frottement. Le second cas peut provenir seulement de l'abaissement trop grand du plan incliné du ressort-lame. — Examiner d'abord auquel des deux cas se rapporte le dérangement qu'on étudie, puis, — pour le 1^{er} : ou augmenter, s'il est possible, la vitesse de l'appareil; — ou détendre le ressort *r* (fig. 449); ou faire reculer un peu la roue de rochet *R6* (fig. 483) ainsi que son support *MzzM*, en desserrant la vis *V3*, ou, si la roue correctrice *R5* ne permet pas ce recul, limer la saillie cylindrique *MM*, jusqu'à ce que le plan incliné puisse avancer de la quantité voulue sans toucher à cette saillie ou à la roue de rochet; ou relever convenablement le ressort-lame *SS* (fig. 420), en desserrant la vis *V4*, puis poussant, de *bas en haut*, la partie libre *L*. Comme, au moment de la construction, ce ressort doit être assujéti dans sa position normale par 2 *tourillons intérieurs* pénétrant, vers *V1*, dans la platine antérieure, il peut se faire qu'on ne puisse faire subir au ressort-lame aucun redressement. On peut tourner la difficulté en amincissant les tourillons. — Pour le 2^e cas, abaisser le ressort-lame, par le même moyen.

Si, le bouton *M* (fig. 420) entièrement abaissé, les roues des types et de correction ne sont point arrêtées, cela prouve que le plan incliné n'est pas assez rapproché de la goupille du cliquet pour la recevoir à son passage. Dans ce cas, ou rapprocher

de la platine P_1 , s'il est possible, la roue de rochet et son support, ou faire avancer un peu du côté du clavier l'appendice P de la branche D (fig. 420) en vissant la vis pivot V (fig. 420 *bis*), ou, au besoin, tordre avec précaution le ressort-lame dans le sens voulu.

Si l'on veut s'assurer que le levier fonctionne bien *en se redressant* : 1° faire déclancher la détente, et voir si les 2 roues des types et de correction sont aussitôt embrayées et si ultérieurement la goupille du cliquet n'est point gênée dans son mouvement de rotation. Si la goupille frotte, le plan incliné ne s'est pas assez reculé, soit que les trois branches du levier de rappel n'aient pas repris leur position de repos ou soient retombées après l'action de la came de dégagement (ce qui prouve que la branche postérieure ne frotte pas suffisamment contre la platine antérieure, pour maintenir tout le levier suspendu au repos), soit que le ressort-lame ne soit pas assez élastique (on le force alors un peu pour qu'il se rapproche plus vite de la platine antérieure). — Quelquefois, après un premier embrayage, les roues des types et de correction font un tour, puis s'arrêtent, et on entend un grincement, c'est que le ressort-lame est resté trop près de la roue de rochet, par suite d'un défaut d'élasticité ou à cause d'une chute rapide automatique du levier de rappel au blanc. On peut corriger ce défaut, en desserrant un peu la vis postérieure V (fig. 420 *bis*), jusqu'à ce que la branche postérieure D frotte légèrement contre la platine P_1 (fig. 420).

Pour démonter le levier de rappel, enlever 1° la vis antérieure V (fig. 420 *bis*), 2° la vis postérieure V .

Axe de la roue des types. — Pour démonter toutes les pièces comprises entre la platine antérieure et la roue des types (fig. 483), enlever : 1° le tampon encreur M (fig. 4); 2° l'équerre en cuivre SS (fig. 402); 3° la vis v et la rondelle r (fig. 428 *ter*); 4° la vis V_2 et sa rondelle (fig. 445); 5° faire tourner la roue des types, jusqu'à ce qu'un de ses blancs soit sur la verticale (fig. 447); 6° retirer le levier imprimeur l_1 de la main droite (fig. 428 *ter*), en écartant de la main gauche, en sens inverse de la flèche f (fig. 427), le cliquet C , qui for-

merait obstacle à la sortie; 7° retirer le levier d'entraînement II ; 8° relever le levier de rappel au blanc, dont les branches empêcheraient la sortie de la roue correctrice; 9° faire tourner l'axe imprimeur jusqu'à $3/4$ de tour, pour que les cames ne gênent pas l'extraction de la même roue; 10° retirer d'un seul coup les roues des types et de correction, sans toucher aux vis $V V_1$ (fig. 445); 11° dévisser la vis V_3 et extraire la roue R_6 , son ressort rr et son support cylindrique MM en bloc, en pressant d'arrière en avant avec la pointe d'un tournevis entre P_1 et z' (fig. 483).

Remonter en suivant l'ordre inverse. Quand on remet la roue correctrice, avoir soin de replacer l'axe imprimeur à $3/4$ de tour, d'introduire la roue, le cliquet CC' en bas appuyé sur le ressort r (fig. 419), et, tout en poussant, de presser avec la pointe du tournevis sur les dents du cliquet, pour les faire pénétrer sur le rochet. — Quand on remet le levier imprimeur, tenir écarté, comme il est dit ci-dessus, le cliquet à ressort C (fig. 427).

Roue de frottement et cliquet de correction. — Leurs dents doivent avoir des arêtes très-vives. — Pour le vérifier : 1° saisir avec la main la roue correctrice et la faire mouvoir en sens inverse de son mouvement, c'est-à-dire suivant f_2 (fig. 450); la roue de rochet doit être entraînée régulièrement suivant f_2 , sans que le cliquet échappe; 2° essayer de proche en proche toutes les parties de la circonférence de la roue de rochet, en ramenant en arrière la roue de correction, puis la faisant tourner de nouveau suivant f_2 . Si le cliquet glisse, au lieu d'entraîner la roue de frottement, on peut en conclure ou que les dents du cliquet ou celles du rochet sont usées, ou que le ressort de pression r (fig. 450) est trop faible. Celui-ci doit être assez fort pour assurer, à l'état ordinaire, un embrayage parfait entre les roues de correction et des types et le rochet R_6 . *Trop faible*, il permettrait au cliquet de se séparer, à la moindre secousse, de la roue de rochet; les 2 roues des types et de correction n'étant pas exactement entraînées, pourraient être retardées dans leur marche, et occasionner des déraillements *en retard*. — *Trop fort*, il oppose à la came correctrice, opérant sur une dent inférieure (voir pag. 474, fig. 450), une résistance anormale, qui

tend à ralentir le mouvement. Pour *vérifier* son degré d'énergie : l'appareil étant au repos, faire tourner la roue de correction, suivant *f* (fig. 449) ; — le cliquet doit produire un bruit sec d'encliquetage, en glissant et retombant sur les diverses dents. Si le ressort est *trop fort* (le frottement de la roue de rochet étant réglé au point voulu), le rochet sera entraîné par le cliquet, la pression du ressort *r* (fig. 449) étant supérieure alors à celle du ressort bombé circulaire *rr* (fig. 483), ce qui ne doit point être. Dans ce cas, l'affaiblir un peu, en l'écartant avec précaution. — S'il est *trop faible*, le bruit d'encliquetage sera à peine perceptible ; dans ce cas, le renforcer, en le tordant un peu. Pour y parvenir, *démonter* préalablement la roue de correction (voir pag. 307). Quand on courbe le ressort pour augmenter son énergie, avoir soin de ne pas lui donner une courbure *trop prononcée*, qui gênerait le passage de la boîte à cames, au moment de l'impression de la lettre H.

Le *frottement qui retient la roue de rochet*, au moyen du ressort bombé *rr* (fig. 483), doit être moins *dur* que celui du volant. *Trop dur*, il constitue, pour la came de correction agissant sur la roue correctrice *en avance* (fig. 450), un travail exagéré, cause de ralentissement *insuffisant*, il laisse la roue se retarder sur l'axe et, avec elle, celle des types, et provoque des déraillements *en retard*.

L'opérateur, qui a une certaine habitude de l'appareil, peut vérifier le degré de ce frottement et juger s'il est normal, en répétant simplement l'expérience de l'acuité des dents du cliquet et du rochet (voir page 308). Mais on peut aussi s'assurer d'une manière très-exacte qu'il n'est pas trop faible, par la méthode suivante : 1^o mettre l'appareil en mouvement ; 2^o après avoir ramené la roue des types au repère, faire 2 ou 3 blancs ; 3^o laisser ensuite dérouler le mécanisme, sans appuyer sur aucune touche, pendant 30 ou 40 tours de chariot ; 4^o abaisser de nouveau, plusieurs fois de suite, la même touche *blanc* des lettres. Si alors le *blanc* se reproduit sur la bande, le frottement est convenable. Si, au contraire, il sort des *lettres en retard*, comme Z, Y, etc., c'est une preuve que, par suite d'un frottement insuffisant de la roue de rochet, les deux roues

R_4 , R^5 (fig. 449) n'ont pu suivre exactement le mouvement de l'axe commun A, se sont retardées sur lui, et se trouvent maintenant en arrière d'une ou deux lettres. Quand cet effet est constaté, *augmenter le frottement*, en serrant davantage les 3 vis v_4 (fig. 448). Pour procéder à cette opération, il faut d'abord enlever les roues des types et de correction et les leviers d'impression et d'entraînement (voir page 307). Si le frottement est encore reconnu trop faible après l'enfoncement entier des 3 vis de serrage v_4 , détacher le ressort bombé CC, le tordre un peu, puis serrer les vis jusqu'au degré de pression voulu. Avoir soin, quand on remet en place le rochet, de le disposer sur l'axe de façon que les dents, à la partie supérieure soient tournées *vers la droite* de l'opérateur. — L'assiette MM qui sert de support au rochet R_6 (fig. 483), n'est pas toujours bien maintenue à l'axe et se déplace, ce qui entraîne le même dérangement qu'une insuffisance de pression du ressort circulaire r . S'assurer si la vis V_3 est *serrée à refus*.

Roue correctrice. — Cette roue doit être fortement calée à son manchon et avoir des dents très-aiguës. Comme celles-ci sont susceptibles de s'user, par suite des frottements de la came de correction, la roue doit être bien *trempée*. Quand les dents s'émoussent, avoir soin de les affûter avec précision, car autrement la came buterait souvent contre leurs extrémités aplaties, n'opérerait pas la correction et produirait des chocs fréquents, suivis d'arrêts brusques du mécanisme tout entier (voir p. 76, fig. 454).

Levier inverseur (fig. 446, 447). — Ce levier doit être bien ajusté, c'est-à-dire ressortir tour à tour entre les deux dents 4 et 6 d'une quantité strictement suffisante pour que l'engagement de la came fasse déplacer la roue des types exactement de $1/36$ de circonférence, ni plus, ni moins. — Pour en *ajuster* un neuf, se guider sur la position du levier H' dans les 2 coches nn' du ressort R, fixer le levier SS' au moyen de la vis-pivot V, et loger l'extrémité I' dans la coche n' , par exemple. Dans cette situation, faire engager la came de correction dans le creux 6, à $1/2$ tour de son axe : le bord S' doit simplement effleurer la came, mais ne subir de sa part

aucun refoulement. Quand ce côté est ainsi disposé, mettre l'extrémité l' dans la coche n (fig. 447) et voir la saillie S ; elle doit, pour être bien ajustée, rester éloignée des pointes des dents $d d'$ d'une distance égale à celle que conservait tout à l'heure la saillie S' par rapport aux dents $d' d'$. — Après avoir ajusté, tremper le levier, pour éviter une trop rapide usure. — L'évidement E ne doit pas laisser de jeu au bec l , mais un peu d'élasticité. Toutefois l'élargissement modéré des deux bords $e e'$, ne nuit pas en général ; il tend à diminuer un peu l'écartement que le recul des extrémités $S S'$ peut donner au levier ll' , mais ce défaut est corrigé par la pression constante du ressort R , qui, grâce à la courbure s (fig. 446), achève de faire glisser le levier, pour le loger au fond de la coche, et complète ainsi le déplacement à $4/56$. — Dans les anciens appareils, le ressort R était muni d'un bec qui pénétrait alternativement dans 2 coches, pratiquées sur un des côtés du levier inverseur lui-même, en sorte que le ressort retenait dans une position fixe le levier inverseur SS' , mais non la roue des types ; par suite de cette disposition, le creux E en s'élargissant permettait à la pièce ll' et à la roue des types de balloter sur la roue correctrice, ce qui brouillait le système d'impression. — Comme on le voit fig. 446, dans le système adopté aujourd'hui, le ressort R agit *directement* sur une pièce ll' faisant partie de la roue des types, ce qui empêche tout déplacement de celle-ci en dehors des cas d'engagement de la came dans les creux 4 et 6 (fig. 446). — La vis-pivot V doit être assez serrée pour ne permettre au levier aucun ballotement horizontal. Pour s'en assurer, faire tourner la roue correctrice, jusqu'à ce que la vis soit bien visible et voir si elle est vissée à fond. — Le ressort R doit être assez fort, pour remplir son rôle. *Trop faible*, il laisserait balloter la roue des types au moment de l'impression, et celle-ci manquerait de netteté, le type ne tombant jamais d'aplomb sur la verticale ; — *trop fort*, il nécessiterait un effort exagéré de la came correctrice pour le passage des chiffres aux lettres et vice versa, d'où perte de force motrice et ralentissement. — Pour vérifier son degré d'énergie : 4° faire

tourner la roue de correction, de manière à placer en haut les deux bras $S S'$; 2° la retenant de la main gauche, essayer, avec la main droite, de faire mouvoir la roue des types dans les deux sens; on doit trouver dans cette opération une assez grande résistance. Si elle est jugée *insuffisante*, enlever la roue correctrice, s'assurer que la vis v du ressort R est serrée à fond, et, s'il en est besoin, tordre un peu cet organe, dans le sens de la fl. f (fig. 446). — Un autre moyen de vérification du ressort R consiste à comprimer à tour de rôle, avec la pointe d'un tourne vis, les 2 saillies $S S'$; on doit chaque fois, rencontrer une résistance égale et assez prononcée. — On doit, en même temps, s'assurer que le levier ll' n'est pas dessoudé et ne se déplace pas sur le manchon de la roue des types. Pour le vérifier: 1° retenir avec force d'une main, pour l'empêcher de sortir, une saillie S' (fig. 446); 2° prendre, de l'autre main, la roue des types, et voir si elle a du jeu, en essayant de la faire tourner à droite et à gauche; si le levier ll' est tout à fait dessoudé, la roue des types tournera sans obstacle. — Les coches $n n'$ doivent être exactement distantes de $1/36$. Pour les tailler: placer le ressort R , les leviers ll' et SS' à leur situation normale de repos; puis, du centre A , faire un angle dont un côté passerait par la pointe l' , et la coche projetée n' , l'autre par la coche projetée n , à une distance de $1/36$ de circonférence. — La ligne s de séparation des coches doit toujours présenter une certaine *pente*. Quand, par suite d'usure, cette courbe s'est transformée en surface *plane*, si la came ou les saillies SS' sont usées, le déplacement s'opère d'une façon incomplète, l'extrémité l' s'arrêtant au point exact où la came correctrice l'oblige d'avancer. De là, chaque fois que le papier se soulève, impression d'une partie de lettre et d'une partie de chiffre. — Dans ce cas, changer le ressort R ou l'affûter à nouveau.

Roue des types. — Les 2 vis VV_1 (fig. 445 et 483) qui retiennent cette roue à son manchon $abcd$, s'engagent dans des trous oblongs, circulaires, qui permettent de la déplacer un peu afin de lui donner la position normale qu'elle doit avoir, pour que chaque type tombe bien d'aplomb sur le pa-

pier, au moment de l'impression, et laisse de lui une empreinte *entière*.

Pour la *régler* : 1° arrêter la roue des types au blanc, *après avoir appuyé sur la touche blanc des lettres* ; 2° relever la manette du frein d'arrêt du volant ; 3° pincer avec force de la main gauche la roue correctrice et le levier inverseur, pour empêcher tout déplacement de ces organes, pendant qu'on opère sur la roue des types, comme il est dit ci-après ; 4° desserrer de la main droite, d'une *très-petite quantité*, les deux vis V V₁ (fig. 445) ; 5° tournant la roue sur son manchon, amener la lettre Z sur une ligne droite, qui traverserait le centre de rotation de la roue des types et celui du cylindre imprimeur ; 6° retenant de la main gauche en même temps le levier inverseur et la roue des types ainsi placée, serrer à fond les vis V V₁ ; 7° après avoir tracé un point de repère à l'encre sur le segment d'ivoire, au-dessous du Z, mettre l'appareil en mouvement, appuyer sur le blanc des lettres, puis sur un certain nombre de touches, celle de l'O, du T, de l'M, qui correspondent à des types larges et symétriques, et voir si les lettres s'impriment en entier des deux côtés. — Si l'impression est incomplète, par exemple manque du côté *droit*, cela indique que le type est encore trop à droite de la verticale, au moment où le papier le touche ; déplacer alors la roue des types, *un peu*, dans le sens de la flèche *f* (fig. 450). Lorsqu'au contraire l'impression fait défaut sur le côté *gauche* de la lettre, tourner un peu la roue en sens inverse, suivant *f*₂ (fig. 450). Quand on est sûr que l'impression est très-nette sur toutes les lettres, vérifier l'impression des chiffres en les reproduisant l'un après l'autre.

Par suite de la pression constante du cliquet de correction, qui pousse la roue des types et son manchon toujours d'un seul côté, ce manchon finit par s'user inégalement et devenir un peu *ovale* ; la roue alors ne tourne pas dans un plan perpendiculaire à l'axe et *voile*. On peut reconnaître ce défaut, en dirigeant l'œil dans le plan de rotation de la roue ; sur la bande, il produit une impression *ondulée*, et

certaines lettres s'impriment plus fortement ou à la partie supérieure ou à la partie inférieure. On peut corriger cette défectuosité de la façon suivante : 1° imprimer, à chaque tour de chariot, 2 lettres qui soient toujours aux 2 extrémités d'un diamètre de la roue des types, comme *bl. N, AO, BE*, etc; jusqu'à ce que l'alphabet tout entier soit reproduit sur la bande ; 2° à l'examen de l'impression, en reconnaître quel est le côté de la roue qui s'écarte le plus du plan vertical ; mettre alors une cale convenable de papier *entre la roue et son manchon bc* (fig. 183) pour la redresser ; tâtonner, jusqu'à ce qu'on voie que la roue cesse de *voiler* en tournant.

Les divers caractères doivent être tenus dans un état constant de *propreté* et nettoyés avec une brosse, dès que les interstices qui séparent leurs traits sont engorgés par les débris provenant de l'usure du tampon encreur.

Tampon encreur. — Ce tampon doit exercer une certaine pression sur le pourtour de la roue, pour éviter les ressauts produits par la rencontre des *blancs*, et humecter régulièrement tous les caractères. Cette pression s'exerce par un ressort à boudin, enroulé autour de son pivot, dont une extrémité s'appuie sur le bras supportant le tampon, et l'autre sur le manchon du levier de rappel au blanc. Pour la *vérifier* : soulever un peu avec la main le tampon encreur. Si le ressort est reconnu *trop faible*, le renforcer en tirant à gauche l'extrémité qui s'appuie sur le levier de rappel. Éviter une tension exagérée, qui augmenterait outre mesure la pression sur la roue des types, contribuerait à ralentir le mouvement et userait trop vite le drap du tampon. Quand le ressort est *trop faible*, on s'en aperçoit à l'impression des types avoisinant les espaces *blancs*, dont les traits sont peu marqués, tandis que ceux des autres types sont très-accentués. — Avoir soin d'imbiber le drap d'encre oléique de temps à autre, mais par petites quantités, quand on voit que l'impression pâlit, et déplacer quelquefois la surface qui frotte sur les types, pour éviter l'usure inégale et trop prompte du drap.

Levier d'entraînement du papier (fig. 127). — Le

manchon *m* du levier doit pénétrer sur son axe à *frottement très-doux*, pour n'être en rien gêné dans son mouvement rapide. Aussi doit-on toujours, lorsqu'on a démonté cette pièce (voir pag. 307), huiler le pourtour de l'axe A. — L'extrémité libre *l'* doit presser avec une certaine énergie contre la came d'entraînement *abcd*, au moyen de son bec D, qui doit, au repos de l'axe imprimeur, occuper la situation de la fig. 427. — Le ressort en U *r*, qui est chargé de le maintenir ainsi, doit être assez fort pour permettre au levier *l'* non-seulement de suivre tous les mouvements que la came doit lui communiquer, mais aussi de réagir sur elle en temps opportun, pour suppléer à l'insuffisance de vitesse acquise de l'axe d'impression (voir fig. 427, 444 et pag. 403, 407). — Si ce ressort était *trop faible*, le bec D pourrait ne point accompagner la came dans toutes les positions ; le papier ne serait pas entraîné avec régularité, et le cliquet d'échappement pourrait quelquefois rester inerte au bas de la montée du plan incliné ; *trop fort*, il deviendrait un obstacle à la rotation de la came et ralentirait le mouvement. — Pour le *vérifier* : 1° faire tourner avec lenteur l'axe d'impression, en le guidant au moyen du volant tenu d'une main, et voir si, pendant *une* révolution, la pointe D du levier *touche toujours* à la came ; 2° ramener l'axe au repos, prendre de la main gauche la pointe D et l'abaisser, puis la lâcher brusquement ; la rapidité de son retour et le bruit qu'elle occasionne en frappant sur la came indiqueront le degré d'énergie du ressort en U. — Si ce dernier est reconnu *trop fort* ou *trop faible*, on peut l'abaisser ou l'élever pour diminuer ou augmenter sa puissance. Dans ce but : 1° détacher les roues des types et de correction, le levier imprimeur (voir pag. 307), puis dévisser la vis *v* (fig. 427, 427 *ter*), engagée dans une rainure allongée du ressort *r*, et placer celui-ci au degré voulu. Au cas où, élevé au maximum possible, il serait encore trop faible, on pourrait le tordre, mais procéder à cette opération avec circonspection, à cause de l'épaisseur et de la trempe du ressort ou placer entre lui et la goupille du levier une cale de carton ou papier.

Cliquet à ressaut. — Ce cliquet C (fig. 427) doit être *très-*

libre sur son pivot n' . Le ressort à boudin enroulé autour de n' doit avoir une tension suffisante pour que le bec D_1 , dans toutes les positions que lui fait prendre le mouvement du levier, n'abandonne jamais les dents du rochet r_1 . — Pour *vérifier* son action : 1° écarter avec le doigt la dent D_1 , vers la gauche ; 2° abandonner le cliquet à lui-même. Il doit revenir *rapidement* à sa situation de repos (fig. 427). Une goupille horizontale, implantée en C, bute alors contre le bras vertical qui supporte le cliquet et l'empêche de presser outre mesure sur les dents du rochet r_1 . — Si, dans l'expérience précédente, le cliquet hésite à revenir ou s'arrête en route, on peut conclure : ou 1° que le ressort n'est point assez fort (dans ce cas, l'étirer un peu pour diminuer sa longueur et par conséquent augmenter son énergie), ou 2° que le manchon n' est trop serré sur son pivot ou gêné par quelque obstacle (démonter alors la vis et le manchon n' et examiner de près l'ajustement). — Pour s'assurer que la dent D_1 entraîne le rochet r_1 avec la précision nécessaire, faire tourner lentement à la main l'axe imprimeur, et voir si *une* dent du rochet est abaissée à chaque tour.

Levier d'impression (fig. 428 et *ter*). — Son manchon m_1 doit s'emboîter à *frottement très-doux* sur l'axe A_1 . Rien ne doit gêner son mouvement rapide d'élévation, provoqué par la came d'impression (fig. 436, 437), et de chute, déterminé par la seule action de son propre poids (fig. 441). — Pour le *vérifier* : 1° amener l'axe imprimeur au 1^{er} quart de sa révolution (fig. 431) ; 2° plaçant le doigt sous le cylindre imprimeur, l'élever à fond, puis laisser brusquement retomber le levier ; celui-ci doit revenir sans hésiter, à sa situation de repos, la pointe i sur l'axe (fig. 428). — S'il reste en l'air ou descend avec lenteur, cela prouve : ou que le manchon m_1 m' (fig. 428 *ter*) est trop serré sur son axe A_1 (voir alors si la vis v ne comprime pas trop la rondelle r ; le manchon doit avoir un peu d'élasticité dans le sens horizontal ; au besoin, enlever la vis V_1 , la rondelle r , et huiler le pourtour de l'axe A_1) ; ou qu'il frotte accidentellement de l' en l' , contre une pièce quelconque, étrangère à son action (dans ce cas examiner avec attention tous ses points).

Cylindre imprimeur. — Il doit être bien fixé à son levier, au moyen du pivot A^2 terminé par 2 vis (fig. 428 *ter*). — Pour s'en assurer : 1° arrêter l'appareil ; 2° chercher à faire mouvoir le tambour T dans tous les sens : il ne doit avoir aucun jeu vertical, car il ne doit point s'affaisser sous la pression du type rencontrant le papier, mais seulement un peu d'élasticité dans le sens horizontal. — Les dents des roues d'entraînement r_2 r_2 doivent être très-aiguës, sans exagération cependant, pour mordre sur le papier et le faire avancer ; trop aiguës et comprimées trop fortement par le presse-papier, elles n'abandonneraient pas la bande au moment opportun, et au lieu de la laisser se dérouler vers la gauche, l'enrouleraient au contraire autour du cylindre. Quand ce défaut se produit : 1° soulever de la main droite le presse-papier ; 2° tirer en même temps la bande vers la gauche, suivant $o o'$ (fig. 428 *ter*) ; 3° diminuer un peu la tension du ressort du presse-papier ; 4° huiler légèrement le dessus de la bande, pour faciliter le glissement. — Quand les dents sont usées ou que le presse-papier ne comprime pas assez la bande, le cylindre tourne, mais le papier reste au repos, et les lettres imprimées se superposent. On peut corriger ces effets, en augmentant la tension du ressort du presse-papier.

Presse-papier. — Dans les appareils primitifs, cet organe était constitué par une fourchette de cuivre, pressée par un ressort plat d'acier. — On le remplace aujourd'hui par un segment d'ivoire, évidé à sa partie médiane (fig. 429). — Ses deux branches b_1 b_2 doivent appuyer d'une manière égale sur les roues r_2 r_2 (fig. 428 *ter*). Si la pression est inégale, le papier avance en zigzag. Quand ce défaut existe, on peut le supprimer, en déplaçant convenablement l'axe p_2 du support du segment, d'ivoire. Dans ce but, 1° détacher le levier imprimeur (voir page 307) ; 2° desserrer un peu la vis qui retient m_2 à h (fig. 429) ; 3° intercaler entre m^2 et h un fragment de papier ou de carton mince, au-dessus du pivot p_2 , pour augmenter la pression sur b_1 , au-dessous pour accroître celle de b_2 .

Le ressort de pression est en acier, enroulé en boudin autour de m_2 ; une extrémité pénètre antérieurement dans le

fig.

pont en cuivre qui soutient l'ivoire S, l'autre s'appuie sur le manchon m_1m_4 (fig. 428 *ter*) du levier d'impression. Pour *vérifier* s'il est assez *fort*, faire mouvoir le cylindre d'impression, en traînant un doigt dans le sens horizontal sous les petites roues de rochet $r_2 r_2$: le papier doit avancer d'un mouvement régulier. — Si la résistance qu'on éprouve dans cette opération était exagérée, on en conclurait que le ressort est *trop énergique* ; dans ce cas, outre les inconvénients qui peuvent en résulter pour l'entraînement du papier (voir ci-dessus), la rotation du cylindre nécessite un travail anormal de la came (fig. 442), *cause de ralentissement*. — Si le papier s'arrête, pendant l'opération précédente, la résistance éprouvée par le doigt étant minime, augmenter la pression du segment d'ivoire, en étirant un peu l'extrémité libre du ressort à boudin, qui s'appuie sur le manchon m_1m_4 (fig. 428 *ter*).

Les deux branches $b^1 b^2$ (fig. 429) doivent se trouver à *égale distance de la roue des types*, afin de ne la toucher ni l'une ni l'autre, au moment de l'impression (fig. 437). Pour le *vérifier* : 4° faire tourner l'axe imprimeur lentement, en faisant imprimer la lettre É ; son accent, dépassant la surface postérieure de la roue des types, ne doit point toucher à la branche b_2 , sinon le cylindre ne pourrait monter assez haut, et l'impression n'aurait plus lieu.

Anneau de gutta-percha. — Cet anneau doit être tout à fait cylindrique, sans dépressions ni renflements, afin que la pression exercée par les divers types sur le papier soit toujours égale et que l'impression soit nette. La gutta-percha ne doit pas non plus déborder les petites dents d'entraînement, ni s'élever à une hauteur supérieure au cercle qui relie toutes leurs pointes. Ce dernier défaut aurait pour inconvénient de gaufrer le papier, au lieu de le laisser parfaitement plat, et de nuire à la fois à la netteté de l'impression et à la régularité de l'entraînement. — Pour voir s'il existe des dépressions, ce qui se produit à la longue, faire imprimer toutes les lettres ; si l'impression est *inégalement forte*, la surface du cylindre n'est plus ronde ; on y remédie, en changeant l'anneau de gutta-percha. Dans ce but : 1° enlever au couteau la couche à remplacer ;

2° chauffer jusqu'à consistance molle une lame de gutta-percha d'épaisseur et de longueur convenables, et la coller autour du cylindre ; 3° avant le refroidissement complet, rouler le cylindre sur une surface de bois ou de métal très-lisse, jusqu'à ce que la couche de gutta-percha soit unie et arrive au niveau des petites dents *r r* (fig. 428 bis) ; 4° tailler au couteau les bavures qui ont pu pénétrer sur ces dents, en formant de chaque côté de l'anneau une pente.

Hauteur du cylindre d'impression. — Pour que l'impression soit *bonne*, il faut que le cylindre imprimeur vienne toucher les types d'une manière exacte et complète, mais *sans excès*. Il faut donc qu'il ait une distance déterminée à parcourir, de son point de repos à la circonférence de la roue des types. Sa hauteur se règle au moyen de la vis V (fig. 427) qui s'engage dans l'extrémité postérieure de l'axe A¹, lequel pénètre dans un évidement allongé pratiqué dans la platine P¹. Pour *vérifier* si la hauteur est à son degré normal : 1° faire mouvoir l'axe imprimeur *très-lentement* et imprimer une lettre ; celle-ci doit laisser une trace très-déliée, à peine visible, sur le papier, et l'on doit, pour faire passer l'axe imprimeur de la position (fig. 436) à celle de la fig. 441, éprouver une *résistance insignifiante* ; si la trace n'est pas visible du tout, la hauteur est insuffisante ; — *trop accusée* au contraire, elle indique une élévation exagérée, qui se traduit par une *résistance* anormale, pendant l'entraînement à la main de l'axe imprimeur, entre le 4^{or} et le 3^e quart de sa révolution, et, pendant la marche ordinaire de l'appareil, par un bruit semblable à des coups de marteau répétés, accompagnés de bavures, qui brouillent l'impression, et par le ralentissement du mouvement d'horlogerie. — Pour *régler la force de l'impression*, quand elle laisse à désirer : 1° desserrer la vis V (fig. 427), et laisser remonter jusqu'au haut de sa course l'axe A₁ poussé par le ressort en U du levier d'entraînement ; 2° à ce point, serrer la vis V, mais *modérément* ; 3° appuyer la pointe d'un tournevis sur l'axe A₁, ou plutôt sur son épanouissement, retenu dans deux glissières, plaquées contre la platine P¹, et destinées à empêcher tout déplacement horizontal du levier. — Frapper sur lui par petits coups secs, de façon à faire peu à

peu abaisser l'axe A_1 et le tambour; — après chaque coup vérifier la force de l'impression obtenue, par la méthode indiquée tout à l'heure, et procéder par tâtonnements, jusqu'à ce que celle-ci soit suffisante, sans exagération. Arrivé au degré voulu, on serre à fond la vis V , pour empêcher tout changement ultérieur de position.

Vis d'arrêt du levier d'impression. — Bien que la hauteur du levier ait été réglée avec précision, il arrive souvent que l'impression n'est pas nette, surtout pour certains caractères offrant peu de surface, comme l'I, le J, le chiffre 1, le point, etc. Dans ce cas, en raison de la rapidité d'élévation du tambour, la gutta-percha a une tendance à s'affaisser sous le type; le papier monte ainsi trop haut, et rencontre non-seulement le caractère à reproduire, mais encore une fraction du suivant ou du précédent; de là des bavochures ou *points* qui brouillent l'impression. Cet inconvénient est évité par le réglage de la vis V limitant exactement le mouvement de montée du levier l, l' (fig. 437). — Pour l'effectuer, 1° amener l'axe imprimeur à $1/2$ tour (fig. 437) et le maintenir dans cette situation; 2° examiner la distance qui sépare alors le pied o de la vis V , de la fourchette d ; elle doit être égale au moins à l'épaisseur de 1 ou 2 feuilles de papier bande. *Trop abaissée*, la vis V empêcherait de passer la came u , qui, tournant avec une extrême rapidité, se briserait infailliblement devant cet obstacle. *Trop élevée*, elle laisserait des bavochures se produire sur la bande, au moment de l'impression des *blancs*. Dans les appareils anciens, la branche bl' était chargée du même rôle que la vis V , mais l'usure finissait par la rendre incapable de remplir cette fonction, et, pour la rétablir dans son état normal, on était forcé de l'aplatir au marteau. Quand M. Hughes a imaginé l'action de la vis oV , il avait d'abord supprimé la branche inférieure; mais elle a été depuis rétablie, soit pour remplir le rôle indiqué fig. 445, soit pour hâter, par une augmentation de poids, la chute du levier d'impression.

Guide-papier. — Le guide-papier, recouvert de drap, que porte le levier d'impression, doit être quelquefois humecté d'huile; il sert ainsi à amollir un peu le papier, nettoie le

dessous du segment d'ivoire, facilite l'entraînement et donne à l'impression une plus grande netteté. Quand on veut nettoyer à fond le dessous du presse-papier, on étend avec le pinceau 2 ou 3 couches d'huile sur la bande, et on la tire rapidement vers la gauche, mais bien en droite ligne.

Le papier est disposé, comme on sait, sur un *rouet*, à la droite de l'opérateur. Quand il n'est pas régulièrement entraîné, avoir soin de vérifier si le rouet ne le serre pas trop et ne l'empêche pas d'avancer.

Fourchette du levier. — Quand on construit ou qu'on ajuste un levier d'impression, il faut avoir soin de limer avec précision la courbe *d* de la fourchette supérieure (fig. 428). Peu courbée, elle ne permet pas un soulèvement assez rapide du levier, constitue pour la came un frottement trop considérable, peut faire commencer le contact du papier et du type avant la rencontre des 2 becs *i* et *u* (fig. 437), et, prolongeant trop longtemps ce contact, fait traîner le type, qui dépose une empreinte non plus nette, mais *ombrée*. Un dérangement semblable est provoqué par l'aplatissement que l'usage pratique sur les becs *i* et *u*. Dans ce cas, remplacer la came ou le levier.

Tige vibrante. — Pour que la tige donne des vibrations régulières, elle doit, ainsi que son frein, remplir certaines conditions.

Son immobilité. — 1° Son pied B (fig. 459) ne doit subir aucun déplacement; si elle pouvait se déplacer à sa partie la plus épaisse, les vibrations de sa partie libre seraient contrariées, et elle ne pourrait régulariser le mouvement. — On la vérifie, d'abord en cherchant à ébranler la console de bois qui la relie à la table, puis, si celle-ci est solidement fixée, en prenant avec la main la partie en spirale et en essayant de la déplacer dans tous les sens. Si la console a du jeu, serrer les vis qui servent à la maintenir; — si c'est le pied B, enfoncer à refus, d'abord les 4 vis de la mâchoire inférieure M₂, puis celles de la supérieure M₁.

Centrage. — 2° Les vibrations de la tige devant avoir pour centre le centre même de l'axe du volant, elle doit être, au repos, dans une situation déterminée, telle qu'elle presse cet axe, dans tous les points d'une révolution, d'une manière

égale, c'est-à-dire que, si l'axe du volant ne s'y opposait, elle elle pût se placer sur le prolongement de cet arbre. Dans la pratique, on s'assure que la tige n'est pas centrée, en mettant l'appareil en mouvement et examinant avec attention le parcours effectué par l'extrémité libre ; elle vibre visiblement en dehors du centre du volant et produit d'ailleurs, dans ce cas, soit au moment où elle entre en vibrations, soit d'une manière permanente, un bruit caractéristique facile à reconnaître. Pour *la centrer* : 1° enlever le frein, en procédant comme il est dit ci-dessous ; 2° *la manette du frein d'arrêt du volant étant relevée*, pour éviter un déroulement trop rapide du mécanisme, en l'absence du frein de la tige, faire mouvoir à la main avec lenteur le volant ; la partie libre B' de la tige doit, sans hésiter en aucun point, suivre cet axe dans toutes ses évolutions. Si la tige s'arrête à un certain moment, elle n'est pas bien centrée ; 3° dévisser un peu les 4 vis de la mâchoire supérieure M₁ ; 4° les serrer tour à tour et par tâtonnements, passant de l'une à l'autre, jusqu'à ce qu'on voie que l'axe du volant l'entraîne bien ; si, en serrant une vis, on s'aperçoit que la tige B' s'éloigne de l'axe, la desserrer, et essayer d'en visser une autre. Quelquefois il est impossible, en procédant ainsi, d'arriver à un centrage absolument parfait ; mais on doit toujours obtenir au moins que la partie libre B' *touche* l'axe en un point, au repos. Puis 5° on achève l'opération, en prenant des deux mains la tige, *le plus près possible de son pied*, et l'écartant avec force à plusieurs reprises, en sens inverse du point de contact avec l'axe, jusqu'à ce que celui-ci, mû lentement, l'entraîne avec régularité.

Sphère. — 3° La sphère P ne doit pas ballotter sur la tige ; car ses ballottements contrarieraient et rendraient irrégulières les vibrations. Pour corriger ce défaut, s'il existe, 1° démonter la lame (voir plus loin) ; 2° détacher la vis v ; 3° enlever la boule ; 4° extraire le ressort intérieur r, en le saisissant avec la pince et lui faisant faire 1/2 de tour, à partir de sa situation de repos ; 5° le courber davantage pour augmenter la pression ; 6° le replacer, en s'aidant de la pince ; 7° rattacher la

tige t à la boule avec la vis v ; 8° replacer la tige (voir plus bas). — La tringle t doit toujours être solidement fixée à la sphère et à la crémaillère, pour éviter tout déplacement automatique, qui ferait varier la vitesse. Avoir soin, quand on fixe son extrémité t' en $v_2 v_2$, de voir si la boule, rapprochée des spires $x' z'$ aussi près que possible, celles-ci ne sont pas comprimées par la traction de la tringle de t en B. Si ce défaut existait, il générerait les vibrations, décentrerait la tige, et la vitesse cesserait d'être uniforme ; de là déraillements continuels.

Pour démonter entièrement la tige et ses accessoires : 1° enlever le frein (voir plus bas) ; 2° détacher la vis v ; 3° les vis $v_2 v_2$ qui retiennent la tige t' à la crémaillère CC' ; 4° les 4 vis de la mâchoire supérieure ; 5° sortir la tige, avec sa boule et sa tringle t , puis la boule P ; 6° ôter la tige t en la dirigeant vers la partie libre B' ; 7° desserrer les 4 vis à bois qui retiennent à la console la mâchoire inférieure M2 ; 8° enlever cette mâchoire, le pignon et sa poignée X, la crémaillère CC' ; 9° détacher le ressort $r_1 r_1$ sous-jacent. — Pour la remonter : 1° replacer le ressort $r_1 r_1$, en le courbant davantage, si besoin est (trop faible, il permettrait à la crémaillère de se déplacer sous la traction de la boule soumise à l'action de la force centrifuge, la boule se rapprocherait progressivement de l'extrémité libre B', pendant le mouvement, et la vitesse de l'appareil se ralentirait par degrés insensibles, mais d'une manière continue. On s'aperçoit de la faiblesse de ce ressort, quand la rotation de ce pignon s'opère d'une façon trop libre) ; 2° asseoir dessus la crémaillère ; 3° replacer le pignon uni à la mâchoire inférieure, et serrer à fond les 4 vis à bois, en ayant soin de s'assurer qu'aucun obstacle ne s'opposera à leur complet enfoncement ; 4° enfiler la tringle à spirale t sur la tige, puis la boule ; 5° placer le bout de la tringle t' dans l'appendice c de la crémaillère, et l'engager dans le fond de la rainure de la mâchoire inférieure et au-dessous du pied B de la tige ; 6° maintenant la tige dans cette situation, faire avancer son extrémité B' sur l'axe du volant d'un centimètre environ, en ayant soin que la spire postérieure x' ne touche point à la console et en soit éloignée de 2 à 3 mil-

limètres ; 7° replacer sur le pied B' la mâchoire supérieure M¹, et les 4 vis, que l'on serre pour centrer la tige, comme il est dit plus haut ; 8° le centrage obtenu, serrer les vis v2 v2, après avoir fait avancer à fond la crémaillère et amené la boule le plus près possible du volant ; 9° visser la vis v ; 10° remettre le frein.

Frein. — Il doit 1° empêcher le jeu trop libre de la tige, pour éviter les ballottements (pression du ressort R (fig. 460) ; 2° limiter l'amplitude des vibrations (distance du frotteur T par rapport au cylindre N).

Pour le régler, il est nécessaire de le sortir de son cylindre creux. Pour y parvenir : 1° tenir fermement d'une main la partie Rp (fig. 460), et dévisser de l'autre la vis qui l'assujettit à l'axe A ; 2° tirer ensemble le bras op et le bras KK', en les faisant courir sur la tige vibrante, du côté de la boule ; 3° éloigner le bras KK' du bras po, et, tout en écartant la partie libre B' de la tige, de la main gauche ramener à soi le bras KK' jusqu'à ce que l'anneau o soit sorti.

Son réglage comprend deux parties :

1° *Pression du ressort R sur la came excentrique C* ; elle doit être aussi légère que possible et commencer seulement lorsque le bras po, abandonnant son état de repos sur le KK', commence à s'éloigner, en se dirigeant vers le frotteur T. Si elle est *trop grande*, le bras po sera poussé à gauche de la ligne pk' ; on peut la diminuer en écartant le ressort par tâtonnement avec le doigt placé sous le tampon T, jusqu'à ce qu'on voie le bras op se placer et rester dans la situation qu'il possède au repos de la tige. — Si elle est *trop faible*, on verra du jour entre la came et le ressort, quand le bras po sera maintenu le long de KK' ; pour la *renforcer* : sortir la vis V¹, tordre le ressort suivant sa courbure, en exagérant un peu ; le replacer, puis l'écarter en sens inverse par tâtonnement, comme on a fait pour le cas précédent, jusqu'à ce qu'on arrive à la pression normale.

2° *Distance du frotteur par rapport au cylindre creux N, ou réglage de l'amplitude des vibrations.* — Pour régler cette distance (elle doit être d'environ 2 ou 3 millimètres, au repos de la tige)

il faut *replacer* le frein. Pour cette opération : tenir de la main droite le bras *po* amené au niveau de T ; de la main gauche, écarter la tige et y introduire l'anneau *o* ; le faire glisser le plus possible vers la boule ; ramener *kk'* contre la tige ; faire avancer le frein du volant ; introduire *k'* dans l'axe A, en ayant soin de ne pas le mettre trop près du pont qui soutient l'axe du volant, ni trop loin ; se guider, à cet égard, sur le tampon T qui doit regarder le milieu de la largeur du cylindre N ; enfin, tenant solidement le frein dans cette position, en le prenant de la main gauche vers Rp, serrer de la main droite la vis d'arrêt placée sous A. — Ensuite, mettre l'appareil en mouvement et examiner l'amplitude ou largeur des cercles de vibrations, vers l'extrémité libre B' ; si la distance donnée au frotteur T est normale, les diamètres de ces cercles devront avoir environ 3 centimètres ; s'ils sont *plus grands*, cela prouve que le frotteur T a trop de chemin à parcourir pour commencer son frottement, et il faut le rapprocher davantage de la surface NN, en tordant le ressort en sens inverse de sa courbure RT ; s'ils sont *plus courts*, le frotteur T rencontre trop tôt le cylindre N, et s'oppose à l'écartement voulu du bras *po* et de la tige ; dans ce cas, tordre le ressort dans le sens de T à k'. — En général, pour régler la distance du frotteur ou l'amplitude des tiges, avant de remonter le frein, on tord le ressort R, dans le sens K'T, en plaçant la pince entre T et C', le plus près possible de C', et ayant soin de ne point modifier la pression déjà réglée (voir page 324) du ressort R sur la came C. On exagère un peu à dessein cette torsion. Puis on rétablit le frein sur l'axe A du volant, et on examine les cercles de vibrations qui, vu l'exagération préalable du rapprochement du frotteur T, doivent être *trop petits* ; alors, sans enlever le frein, arrêter seulement l'appareil, et, avec la pince ou la pointe d'un tournevis, rapprocher *avec douceur*, très-peu, T de k'. Vérifier encore le cercle de vibrations, et tâtonner, en répétant la même opération, jusqu'à ce que l'amplitude ait acquis son degré normal (3 centim.). — Quand le frein est ainsi réglé, écarter avec la main l'extrémité B', jusqu'à ce qu'elle vienne toucher le cylindre N ; jusqu'à ce point, elle ne doit frotter à rien, qu'à

l'anneau o , et ne point rencontrer sur sa route le tampon T , ni une autre partie quelconque du frein; sinon les vibrations seraient gênées et irrégulières, et le synchronisme altéré. — Cette liberté de mouvements, que doit posséder l'extrémité B' , doit cependant être contrariée, *aussi peu que possible* il est vrai, par la pression que le ressort R exerce sur la came C' . Si cette pression était *trop faible*, la tige serait trop sensible aux variations brusques de force motrice, provoquées par les alternances d'action et de repos de l'axe des cames, et, forcée alors de faire varier trop rapidement le cercle de ses vibrations, elle *ballotterait*, ses vibrations deviendraient irrégulières, et la vitesse changerait, provoquant des déraillements fréquents. — Si la pression était *exagérée*, la tige ne pourrait s'écarter avec assez de promptitude pour absorber toute la force motrice que laisse libre le repos de l'axe imprimeur, et une partie de cette force disponible, se rejetant sur les divers axes du mécanisme, activerait leur vitesse, qui s'accroîtrait ainsi peu à peu, jusqu'à ce que la tige, finissant par vaincre l'obstacle que lui oppose la pression trop énergique du ressort R , eût repris l'amplitude normale de ses vibrations, et la vitesse redeviendrait alors *uniforme* (fig. 204-204 bis). Quand le frein est dans cet état défectueux, l'appareil correspondant déraille *en retard*, si, pendant l'hésitation de la tige à reprendre son écartement habituel, un courant est transmis à la ligne; car le chariot, comme tous les rouages, allant, à ce moment, plus vite qu'à l'ordinaire, cette émission commencerait trop tôt (voir p. 43).

Pour compléter le réglage des parties intéressant le synchronisme : 4° huiler un peu l'axe pp' (fig. 460), la came C , l'anneau o , l'intérieur du cylindre N , les ouvertures de la sphère, pour faciliter le glissement du ressort r , et les spires t , pour adoucir les frottements de la tringle t , au moment du réglage du synchronisme, et gêner le moins possible les vibrations de la tige (voir fig. 459).

On peut, pour vérifier l'état du frein et de la tige, outre les procédés décrits précédemment, utiliser un moyen *acoustique*. Si, retenant solidement un morceau de carton mince ou de papier fort sur la platine postérieure P_2 (fig. 444), on l'ap-

proche des dents de la roue R, motrice de l'axe du volant, le frottement rapide des dents de cette roue contre le carton le fera vibrer, et celui-ci produira un son correspondant au nombre de ses vibrations. Si le mouvement de la roue est *uniforme*, le nombre de vibrations du carton et le ton musical entendu ne varieront pas. Au contraire, un changement de ton indiquera une modification semblable dans le nombre des vibrations du carton et, par conséquent, dans la vitesse de rotation de la roue R et du mécanisme tout entier. Quand la tige et le frein sont en parfait état, on doit, pendant que la roue R tourne contre le morceau de carton, si l'on frappe un petit coup sec avec le doigt sur le volant, ce qui ralentit un peu sa vitesse, entendre d'abord le ton baisser, preuve de ralentissement, puis devenir de plus en plus aigu, par degrés réguliers, ce qui indique augmentation progressive de vitesse, ensuite arriver à sa hauteur normale sans la dépasser, ce qui montre que le mouvement parvient à sa vitesse uniforme et y persiste. Ces effets divers sont rendus visibles par la disposition graphique de la fig. 200, et les notes musicales de la fig. 200 bis.

Si, en faisant cette expérience, on s'aperçoit que le temps, mis par la vitesse pour arriver à l'*uniformité*, est plus long, et que, même, cette limite est un moment *dépassée*, défaut que dévoile la production d'un ton plus aigu que celui de la vitesse uniforme, c'est une preuve que la tige *n'est pas parfaitement libre dans ses mouvements* (ressort du frotteur trop fort ou autre obstacle quelconque). — Les fig. 201 et 201 bis relatent exactement ce deuxième résultat.

Si, après avoir frappé un peu le volant en marche, on entend d'abord le ton augmenter graduellement d'acuité, puis dépasser la limite normale, y revenir, la dépasser encore, pour y revenir de nouveau, etc., cela prouve que la tige *ballotte* (ressort R trop faible ou défaut de centrage) ce qui amène des variations continuelles dans la vitesse. — On peut s'en rendre compte à l'inspection des fig. 202 et 202 bis.

Corriger ces défauts en suivant les méthodes développées plus haut. (voir page 324 et suiv.).

Axes du mouvement d'horlogerie. — Ils doivent tous glisser à frottement doux dans leurs coussinets; dans ce but avoir soin de les huiler fréquemment. — Ils ne doivent pas être trop serrés entre les platines; pour s'en assurer, saisir une roue de chaque axe et essayer de la faire mouvoir horizontalement, dans le sens de la longueur de l'arbre; on doit trouver un peu de jeu. Faire cet essai quand le poids est à terre.

Chaîne sans fin. — Pour la démonter, 1° laisser retomber le poids jusqu'à terre; 2° enlever le contre-poids p (fig. 454.); 3° élever un peu la chaîne, en la faisant courir dans le sens de la flèche f entre h et a , au-dessus de la roue A, pour pouvoir détacher de la tringle t la poulie C; 4° sortant la chaîne de la roue A, la faire tourner des deux mains, suivant les flèches (fig. 454), jusqu'à ce qu'on aperçoive la *goupille à vis* qui rejoint le premier et le dernier maillon; 5° dévisser cette vis puis dégager la chaîne en la tirant par un bout. — Pour la remonter : 1° l'engager sur la roue A, en passant un bout en a et l'autre en h , et en laisser pendre de chaque côté une égale longueur; 2° prendre le bout h et l'encaster sur les dents de la roue 3, en allant de d vers e ; 3° le maintenant de la main gauche sur cette roue, abaisser la pédale L (fig. 456), comme si on remontait le poids; on fait ainsi ressortir la chaîne du côté droit de la roue 3; 4° prendre ce bout et l'engager sur la poulie 5; tombant de 5 à 4, il forcera la chaîne de s'engager sous la poulie 6, en abandonnant la roue 3 (fig. 454); 5° laissant ce bout ainsi suspendu, prendre le bout ab , le passer sous la poulie C dégagée de la tringle t ; 6° passer le bout $c d$ sur les dents de la roue 3 en d ; 7° abaisser la pédale, comme pour remonter le poids; on fait ainsi descendre la chaîne du côté e ; 8° introduire le bout e sous la poulie 4, et là, rejoindre les deux bouts au moyen de la *goupille à vis*; 9° faire courir la chaîne sur la roue A, de droite à gauche, jusqu'à ce que la chape C soit à la hauteur de la tringle t , et l'y accrocher; 10° suspendre le contre-poids p à la poulie C.

Quand on voit la vitesse de l'appareil se ralentir pendant la manipulation, il faut avoir soin de suivre la chaîne sur tout son parcours, de voir si elle n'est pas entortillée, si rien ne la gêne dans son mouvement, et si les poulies 5 et 6 sont bien libres sur

leurs pivots. — Si l'on omet d'huiler l'axe de ces poulies de temps à autre, l'huile, mêlée à la poussière, se dessèche à la longue et finit par former un cambouis tellement épais et gluant, que les poulies ne peuvent plus tourner; la chaîne, étant alors forcée, pour avancer, de frotter dans leur gorge *immobile*, use une partie trop grande de la force motrice, et les rouages ont une plus grande tendance à ralentir leur mouvement, quand l'axe imprimeur fonctionne. On doit donc graisser ces poulies et leur axe, et même les maillons de la chaîne, de loin en loin, pour faciliter le glissement. Il est bon aussi de nettoyer à fond les poulies, tous les 3 ou 4 mois. Dans ce but, il est nécessaire de *démonter* le massifentier du remontoir, en procédant comme il est dit ci-dessous.

Remontoir. — Quand on veut enlever cet organe : 1° détacher le bout de chaîne *q* du crochet du ressort R (fig. 456); 2° enlever la chaîne *qvx* des dents de la roue 3b; 3° ôter la tringle T; 4° dévisser successivement les 6 vis à bois qui retiennent le remontoir à la table, en ayant soin de soutenir énergiquement d'une main toute cette masse qui est fort lourde, quand on desserre les deux dernières vis; 5° sortir les 2 poulies 5 et 6 (fig. 454); 6° repousser au marteau et extraire à la pince la goupille *z*, qui relie le manchon des roues 3, 3a à l'axe AA' (fig. 456); 7° enlever les 3 vis qui retiennent une rondelle dans laquelle s'emboîte l'extrémité antérieure A' de l'axe AA'; 8° extraire cet axe, en le repoussant au besoin avec le marteau; 9° enlever les deux cliquets C et C1. — Après avoir nettoyé à l'essence et replacé, en les *huilant*, toutes ces pièces, s'assurer que les *ressorts des cliquets* sont suffisamment forts, puis remonter tout cet ensemble, dans l'ordre inverse du démontage.

Démontage de tout l'appareil. — Il est utile, outre l'entretien journalier qu'exige l'appareil (voir NOTES à la fin du vol.) de procéder de temps à autre, tous les 6 mois au moins, à un nettoyage complet. Dans ce but on doit *démonter l'appareil tout entier* dans l'ordre suivant : Enlever 1° le poids; 2° la chaîne; 3° les pièces placées à la partie antérieure de l'axe de la roue des types (voir page 307) et les leviers d'impression et d'entraî-

nement; 4° le chariot (voir page 290); 5° les 3 vis des piliers qui tiennent l'appareil à la table; 6° le frein; 7° soulever l'appareil, le coucher obliquement sur la table puis détacher; 8° l'axe du volant; 9° l'axe imprimeur. Arrivé à ce point : 10° enlever les trois vis qui fixent aux montants la platine antérieure; 11° séparer les deux platines avec précaution, et 12° détacher les autres axes. Nettoyer, huiler, puis remonter en procédant dans l'ordre inverse, en ayant soin de régler, en la replaçant, chaque pièce, suivant les indications développées dans le cours de ce chapitre.

En remontant le levier d'échappement, avoir soin de replacer l'arrêt K, maintenu au montant M, sous le levier (fig. 499) de sorte que, lorsque le levier déclanche à fond, la courbe inférieure (fig. 407), s'approche de très-près, mais sans le toucher, de l'axe B. Si cet arrêt n'existait pas, au moment du soulèvement de l'armature, la courbe inférieure du levier buterait trop fortement contre l'axe imprimeur dont il ralentirait la marche. S'il était placé trop haut, le taquet d'échappement ne pourrait descendre et l'axe imprimeur ne serait pas embrayé par le soulèvement de la palette.

CHAPITRE XIV

RECHERCHE DES DÉRANGEMENTS.

Méthode de *Vérification générale*, applicable à tous les cas de dérangements (ordre à suivre dans l'examen des pièces : *partie électrique*, — *partie mécanique*). — *Vérification spéciale* (24 cas de dérangements spéciaux les plus fréquents. — Points à examiner, *par ordre méthodique*, dans chacun de ces cas.)

Avant d'exposer les méthodes de recherche applicables aux *dérangements*, il importe de définir le sens précis que nous devons attribuer à ce mot. Quand on prend en main un appareil et qu'on désire le faire fonctionner soit en local, soit en ligne, on doit toujours le supposer en bon état, et, cette hypothèse admise, procéder à 2 opérations seulement : 1° réglage *ordinaire* de l'électro-aimant ; 2° réglage *ordinaire* du synchronisme (voir ch. XII, pages 248 et suiv.). L'absence ou le manque de précision de ce travail préliminaire peut seul empêcher le jeu régulier d'un appareil, qui serait d'ailleurs en parfait état sous tous les rapports, et provoquer sur la bande de *fréquents déraillements*. Quand donc on constate cet effet, la première recherche consiste à *vérifier* si le *réglage ordinaire* n'a pas été oublié, ou s'il a conservé la précision requise. Après cette vérification, 2 cas pourront se présenter : 1° ou l'instrument fonctionnera bien : on pourra dire alors que précédemment il avait été *mal réglé* ; 2° ou il continuera de *dérailer* : en présence de cette

deuxième constatation, on pourra affirmer avec certitude qu'il existe *un ou plusieurs dérangements*.

Le *déraillement*, c'est-à-dire la production sur la bande de lettres ne concordant pas avec celles incrustées sur les touches abaissées, n'est pas le seul signe extérieur qui trahisse l'existence d'un dérangement, et il ne faudrait pas se hâter d'affirmer, qu'il n'existe aucune cause de trouble dans un appareil où l'impression des lettres et des mots se fait avec régularité. Ainsi un appareil essayé *seul*, en local, soit avec la pile de ligne (fig. 474, 474 *bis*), soit avec une pile locale (fig. 473, 473 *bis*), peut donner, en apparence, de très-bons résultats, c'est-à-dire *ne dérailler jamais*, et cependant ne pouvoir être utilisé en ligne, même avec un bon conducteur et un appareil correspondant, dont la constitution serait irréprochable. Cela vient de ce que l'*uniformité* à peu près absolue de vitesse, que doit donner le régulateur pour l'établissement et le maintien du synchronisme entre les deux mécanismes en relation, peut être soumise à des altérations plus ou moins grandes, dont il est impossible de constater l'existence par la manipulation *locale*, à moins toutefois d'employer le procédé musical exposé pag. 326, ou d'expérimenter 2 appareils ensemble, reliés *en local*, d'après les indications des fig. 476 et 477.

Chacune des pièces qui entrent dans la composition de l'appareil peut, soit par suite d'un défaut de construction, soit par un vice d'installation, soit par usure, devenir le siège d'un ou de plusieurs dérangements; plusieurs parties de l'appareil peuvent être, au même moment, défectueuses; enfin les dérangements de parties différentes se traduisent par des résultats identiques. Il serait donc im-

possible de donner le catalogue exact des divers genres de dérangements, et on ne pourrait le plus souvent, si ce n'est dans un certain nombre de cas que nous spécifierons plus loin, remonter directement de l'effet constaté à la cause réelle qui le produit. Pour éviter des tâtonnements inutiles, il est donc nécessaire, quand on s'aperçoit que l'appareil fonctionne mal, sans motif apparent, de soumettre toutes ses parties à une *vérification générale, d'après une méthode invariable*, et de s'assurer que chaque pièce répond aux conditions qu'elle doit remplir, et que nous avons exposées dans la MONOGRAPHIE PRATIQUE (voir chap. XIII.)

VÉRIFICATION GÉNÉRALE.

Cette *vérification générale*, à laquelle on peut, de temps à autre, soumettre un appareil installé en ligne, pour faciliter son entretien, et laquelle on doit toujours procéder, aussitôt que son fonctionnement laisse à désirer, comprend 3 opérations successives :

I. VÉRIFICATION DU *réglage ordinaire*.

A. Électro-aimant.

(Voir page 251.)

- 1^o Tendre le ressort variable.
- 2^o Enfoncer, puis retirer le fer doux.
- 3^o Dévisser de 1 ou 2 tours la vis variable.

B. Synchronisme.

(Voir page 247.)

- 1^o Déplacer la boule dans le sens voulu, jusqu'à ce qu'on reçoive la même lettre à chaque tour de chariot.
- 2^o Perfectionner ce 1^{er} réglage, en faisant obstacle à la correction pendant 10 tours de chariot au moins.

Lorsqu'après ce travail, l'appareil fonctionne encore mal, on continue par :

34

II. VÉRIFICATION DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE (*examen sommaire*).

A. Pile. — Voir si elle est en bon état (*constitution des éléments, leur liaison; fil des électrodes, leur isolement, leur continuité*) (voir pages 269, 270).

B. Bornes extérieures (ligne, terre, pile). — Voir si leurs fils extérieurs sont solidement serrés et non intervertis (voir page 271).

C. Commutateur suisse ou bavarois. — Voir : 1° si le nombre de fils, aboutissant à chaque branche, est normal ; 2° si ces fils sont bien serrés par les vis qui les retiennent ; 3° si les bouchons à vis sont propres et enfoncés à refus, et placés sur la diagonale conforme au pôle attaché à la borne pile (voir page 272).

D. Commutateur à manette. — Voir : 1° si, pendant la transmission, il est sur bois ; 2° si, en le plaçant sur les plaques de contact L₁ ou T₁ (fig. 466), il presse d'une manière convenable (voir page 273).

E. Electro-aimant. — Voir : 1° position de l'armature sur les pôles ; 2° solidité et propreté du papier ; 3° réglage du ressort fixe (voir page 276).

F. Vis de contact du levier d'échappement. — Voir si, à l'état de repos de l'axe imprimeur, il n'existe aucune dérivation permanente entre la palette et cette vis (voir page 274).

G. Ressort interrupteur. — Voir : 1° si, à l'état de repos de l'axe imprimeur, la came correctrice s'appuie sur le ressort, en le faisant légèrement fléchir ; 2° si, mettant l'axe imprimeur à $1/4$ de tour, tout contact a cessé entre ces deux pièces ; 3° si le ressort, à ce moment,

ne touche à aucune autre partie du massif de l'appareil (voir page 273).

H. Ressort du levier de rappel au blanc.

— Voir : 1° si, à l'état ordinaire, le ressort reste bien isolé de toutes les parties métalliques du levier, 2° si la dérivation est bien assurée entre le pied *p* (fig. 168) et le ressort *rt*, quand on appuie sur le bouton K (voir pag. 275).

I. Chariot. — Voir : 1° si le ressort de contact supérieur est suffisamment fort ; 2° si l'axe a un jeu suffisant de haut en bas et aucun de bas en haut ; 3° si le ressort de la lèvre mobile est assez énergique ; 4° si les vis-charnières sont bien réglées ; 5° si la vis de contact touche la lèvre inférieure, au repos, et en est bien séparée quand un goujon la soulève ; 6° si la surface de contact du tablier arrive au milieu de l'épaisseur de la pièce isolée ; 7° si la pièce isolée est bien assujettie à la lèvre intérieure ; 8° si l'axe du chariot pivote bien perpendiculairement à la boîte aux goujons (voir pag. 285 et suiv.).

J. Goujons, touches et leviers. — Voir, en soulevant chaque goujon (l'appareil au repos), puis le rejetant en arrière avec le doigt, et ensuite abandonnant la touche, si le goujon, le levier et la touche *reviennent rapidement* à leur position d'inertie (voir pages 290 et suiv.).

Si, après cette vérification, le dérangement constaté persiste, continuer par :

III. VÉRIFICATION DE LA PARTIE MÉCANIQUE (examen sommaire).

A. Levier d'échappement. — Voir : 1° réglage de la vis de contact ; 2° jeu de l'axe du levier ; 3° réglage de son ressort (voir page 293).

B. Cliquet d'échappement. — Voir : 1° force du ressort ; 2° acuité des dents du cliquet et du rochet ; 3° frottement du volant sur son axe (voir pages 296 et 300).

C. Plan incliné d'échappement. — Voir : 1° si, à l'état de repos de l'axe imprimeur, le cliquet reste sur la descente du plan, assez loin du sommet ; 2° si, dans cette situation, les dents du cliquet sont assez loin des dents de la roue du rochet (voir page 301).

D. Came de correction. — Voir : 1° son immobilité dans sa boîte ; 2° son action sur la roue correctrice, à $4/2$ tour de l'axe imprimeur (voir page 303).

E. Levier de rappel au blanc. — Voir : 1° son action quand on l'abaisse ; 2° la position de ses divers points, après le premier tour de l'axe imprimeur (voir page 305).

F. Roue de frottement et cliquet de correction. — Voir : 1° force du ressort du cliquet ; 2° acuité des dents du cliquet et du rochet ; 3° frottement de la roue sur son axe (voir page 308).

G. Levier inverseur des lettres et chiffres. — Voir la force du ressort à *coches* R (voir page 340 et fig. 446).

H. Levier d'entraînement du papier. — Voir : 1° force du ressort en U ; 2° action du ressort du cliquet à ressaut ; 3° liberté des mouvements du levier (voir page 344).

I. Levier d'impression. — Voir : 1° liberté de ses mouvements ; 2° entraînement régulier du papier par la rotation du cylindre imprimeur ; 3° réglage de la vis d'arrêt du levier (voir page 346).

J. Tige vibrante. — Voir : 1° solidité du pied de la tige et de sa console ; 2° centrage de la tige (voir pag 324).

K. Frein. — Voir : 1° pression du ressort du frotteur sur la came excentrique ; 2° distance du frotteur de la surface interne du cylindre de frottement ou diamètre des vibrations de la tige ; 3° liberté des mouvements de l'extrémité libre de la tige, quelque amplitude qu'on lui donne (voir pag. 324).

VÉRIFICATION SPÉCIALE.

Si, après cette *vérification générale*, l'appareil ne fonctionne pas d'une manière régulière, on passe à un examen plus approfondi de certains points qui peuvent donner lieu à des dérangements bien caractérisés, affectant seulement une région spéciale ou un certain nombre de pièces déterminées. Avant de procéder à ces nouvelles recherches, il est nécessaire de se rendre un compte exact de l'effet produit. On conçoit que ces déficiences *locales* puissent se manifester de mille manières, et qu'il serait impossible d'en donner une liste exacte et complète. Nous nous contenterons d'énumérer ici ceux de ces défauts qui se présentent le plus fréquemment :

1° La manette du frein d'arrêt du volant étant abaissée, le mécanisme d'horlogerie ne déroule pas ;

2° Quand on abaisse les touches, la palette n'est pas soulevée ;

3° Pour une touche abaissée, l'armature déclanche plusieurs fois de suite ou même indéfiniment ;

,

4° Une fois l'armature soulevée, l'axe imprimeur n'abandonne pas sa position d'inertie ;

5° Quand on n'appuie sur aucune touche, un grincement *continu* se fait entendre du côté de l'échappement ;

6° Ce grincement ne se produit que d'une manière intermittente, à la fin de chaque rotation de l'axe imprimeur, après chaque émission, ou de temps à autre seulement ;

7° L'abaissement du levier de rappel au blanc n'arrête pas la roue des types ;

8° La roue des types s'arrête sous l'action du levier de rappel au blanc, mais fait aussitôt entendre un grincement ;

9° L'abaissement du levier de rappel au blanc arrête la roue des types, mais la vitesse diminue immédiatement ; elle reprend son degré normal, quand le levier est relevé ;

10° Le premier courant, après l'arrêt au blanc, fait partir la roue des types, mais celle-ci s'arrête vers la fin de sa première révolution ;

11° L'impression est mauvaise ;

12° Le papier n'avance pas régulièrement ;

13° La vitesse de l'appareil est ralentie par les combinaisons de lettres, comme bl. INT, bl. EJOT.

14° La tige vibrante ballotte et ne vibre pas régulièrement ;

15° Elle tourne, mais ne peut vibrer, et l'appareil déroule lentement ;

16° L'abaissement de la pédale ne fait pas remonter le poids ;

17° La pédale s'abaisse et ne remonte pas ;

18° L'appareil, installé en local ou sur un court circuit, déraille facilement ;

19° L'appareil, installé en ligne, reçoit mal du correspondant qui reçoit bien ;

20° L'appareil, installé en ligne, reçoit bien du correspondant qui reçoit mal ;

21° Les deux appareils en relation reçoivent mal.

I. — La manette du frein d'arrêt du volant étant abaissée, le mécanisme d'horlogerie ne déroule pas.

Ce dérangement peut provenir des causes suivantes :

1° *Ressort du frein* (fig. 195) faussé, laisse encore le sabot *f* frotter sur le volant, quand la manette *l* est horizontale (le démonter, l'examiner de près, le rétablir) ;

2° *Manque d'huile* aux points de frottement des divers axes, surtout de celui du volant (en mettre sur tous les points sujets à frottements, excepté sur les dents des roues et pignons) ;

3° *Axe du volant trop serré* sur son coussinet, près de la roue de rochet d'échappement (desserrer un peu les vis *vi* (fig. 401) et, au besoin, enlever le coussinet pour voir si aucun obstacle n'est intercalé entre lui et l'axe *AB*) ;

4° *Le frein de la tige vibrante* laisse son frotteur appuyer au repos contre la surface du cylindre creux (le sortir, l'examiner, le régler comme il est dit page 324) ;

5° *La chaîne est arrêtée* sur un point quelconque de son parcours et empêche le poids d'agir sur les rouages (suivre la chaîne sur toute sa longueur, voir si elle n'est pas entortillée ou si un obstacle quelconque ne s'oppose pas à son entraînement) ;

6° *Le chariot n'a aucun jeu*, et ne peut tourner (voir si

la boîte aux goujons n'a pas été élevée d'une manière exagérée, pages 289 et 292.).

II. — Quand on abaisse les touches, la palette n'est pas soulevée.

Ce dérangement provient ou de la rupture d'une communication, ou d'une dérivation anormale, qui ne permet pas au courant de traverser les bobines.

Pour découvrir le siège de ce défaut : 1° on refait une *vérification sommaire* de toutes les parties visibles *des communications*, en suivant l'ordre et la méthode indiqués page 234.

2° Si, après ce premier examen, le dérangement persiste, on procède à une *vérification complète de toutes les communications*, qui permet d'arriver infailliblement au point défectueux, en formant une série de circuits, qui s'allongent de proche en proche, et dans lesquels les bobines sont toujours placées. Le soulèvement ou le repos de l'armature indiquent chaque fois si la portion de circuit ajoutée est bonne ou mauvaise.

Si l'appareil est installé en ligne, détacher les 3 fils de *pile, terre et ligne*, pour l'isoler entièrement des communications extérieures, et se servir pour les expériences de 2 *fils conducteurs* suffisamment longs, reliés l'un au fil du pôle de la pile qui aboutissait à la borne *pile* (+ ou —), l'autre au fil de *terre*, qui servira à fermer le circuit et représentera le deuxième pôle. Si l'appareil est en local (fig. 473), attacher aux deux pôles de la pile locale des fils conducteurs de la longueur voulue.

Avant de commencer les expériences : 1° mettre sur bois le commutateur à manette ; 2° enlever les fiches du com-

mutateur suisse ou bavarois ; 3° détacher momentanément les 3 fils aboutissant à la branche 3 ; 4° isoler du massif de l'appareil le ressort interrupteur *r* ; 5° procéder au *réglage ordinaire* de l'électro-aimant *au maximum de sensibilité* ; 6° faire l'essai de la pile (page 270) ; puis, tenant en main le pôle + et le pôle —, que l'on distingue par une marque (fig. 206) :

1° Toucher 1 avec + et 2 avec — (*essai du fil des bobines et de ceux qui réunissent la bobine A à la plaque 1 et la bobine P à la plaque 2*). La palette doit se soulever (1).

N. B. Après chaque expérience, ramener avec le doigt l'armature au contact.

(1) Si la palette ne se soulève pas, on en conclut ou qu'il existe entre les deux branches 1, 2 une dérivation anormale invisible, ou que l'un des 2 fils aboutissant à ces branches est rompu, ou que le fil des bobines offre une solution de continuité ou est interverti. — Pour s'en assurer : 1° détacher les fils reliés à 1 et 2, pour isoler le commutateur, et répéter l'expérience n° 1, en touchant les fils en dehors des plaques 1, 2. — *Si la palette se soulève*, la dérivation entre 1 et 2 existe (*démonter le commutateur*, v. page 273, sortir les 4 branches et les examiner avec soin). — *Si la palette reste au repos*, le dérangement n'est pas dans le commutateur. Alors faire les essais suivants : Sortir la boîte qui recouvre les fils des bobines, puis : 1° toucher 1 avec + et le fil de sortie de la bobine P avec —, supprimant ainsi la portion de circuit 2 P, qui peut être rompue. *Si la palette reste au repos* : 2° toucher 2 avec — et le fil d'entrée de la bobine A avec +. *Si la palette ne se soulève pas* : 3° mettre + sur le fil en A, — sur le fil en P, puis inversement + en P et — en A. *Si l'armature ne se soulève pas* : 4° essayer chaque bobine à part, en mettant les 2 pôles de la pile directement à l'entrée et à la sortie de chaque bobine, et faisant passer le courant alternativement dans les 2 sens. — Quand aucune de ces expériences ne fait soulever l'armature, le fil des bobines est cassé. Dans ce cas, les démonter (voir page 283).

2° Après avoir introduit une fiche en Z, mettre $+$ sur 4 et $-$ sur 4 (*essai de la communication entre les branches 2 et 4, à travers la fiche, au point Z*). La palette doit se soulever (4).

3° Après avoir vissé un bouchon en Z', mettre $+$ sur 3 et $-$ sur 4 (*essai de la communication entre les branches 1 et 3, à travers le bouchon au point Z'*). La palette doit se soulever.

4° Enlever les deux fiches Z et Z', en mettre une en C'. Placer $+$ sur 4 et $-$ sur 3 (*essai de la communication entre les branches 2 et 3, à travers la fiche C'*). La palette doit se soulever.

5° Laisant définitivement la fiche en C', mettre $+$ sur 4 et $-$ à la borne *ligne*, après avoir relié à la branche 3 un des 3 fils précédemment détachés (*essai du fil qui relie la branche 3 à la borne extérieure ligne*). La palette doit se soulever.

6° Mettre $+$ sur 4 et $-$ sur L¹, en laissant la manette M sur bois (*essai du fil qui joint à la borne ligne la plaque de contact L¹ du commutateur à manette M*). La palette doit se soulever.

7° Visser une fiche en C, et, laissant définitivement attaché le pôle négatif à la borne L, mettre $+$ sur 4 (*essai de la communication entre les branches 4 et 4, à travers la fiche au point C*). La palette doit se soulever.

8° Le ressort interrupteur restant détaché, le toucher avec $+$ (*essai du fil qui va de la branche 4 au ressort interrupteur*). La palette doit se soulever.

(1) Aussitôt que, pour une expérience, la palette ne prend pas la situation qu'elle doit prendre, s'arrêter et examiner attentivement la dernière portion de circuit essayée.

9° Replacer le ressort interrupteur, puis amener l'axe imprimeur à la position de repos, et toucher avec + un point quelconque du massif de l'appareil (*essai de la communication entre la came correctrice et le ressort interrupteur, quand l'axe imprimeur occupe sa position d'arrêt*). La palette doit se soulever.

10° Faire tourner l'axe imprimeur de $\frac{1}{4}$ de tour, tenir soulevée la vis de contact de la détente, et toucher avec + un point quelconque du massif (*essai de l'isolement entre la came correctrice et le ressort interrupteur, après $\frac{1}{4}$ de tour*). L'armature doit rester au repos.

11° Remettre l'axe imprimeur au repos, relier par un fil volant le massif de la palette au massif de l'appareil, toucher ensuite avec + un point quelconque du massif de l'appareil, en reliant alternativement à la branche 3 l'un des deux fils restants, isolés au début (*essai du fil qui va de la branche 3 au massif de l'armature et de la dérivation du courant que doit provoquer la palette, en touchant la vis de contact de la détente*). La palette doit rester au repos (1).

12° Toucher avec + le massif de l'appareil, après avoir enlevé le fil volant (*essai de l'isolement qui doit exister, au repos de l'appareil, entre le massif de la palette et la détente*). La palette doit se soulever (2).

13° Toucher le massif de l'appareil avec +, en tenant abaissé avec le doigt le bouton K du levier de rappel au

(1) Si elle se soulève, le fil qui va de 3 à Y est rompu.

(2) Si elle restait au repos, une dérivation, autre que par le fil 3 Y existerait à l'état permanent entre le massif de l'armature et celui de l'appareil.

blanc, après avoir relié à 3 le dernier fil précédemment isolé (*essai de la dérivation du courant reçu de la ligne à travers le ressort r1 et la tige métallique du bouton K*). La palette doit rester au contact.

44° Toucher avec $+$ le massif de l'appareil, après avoir abandonné à lui-même le bouton du levier de rappel. (*essai de l'isolement qui doit exister, à l'état ordinaire, entre la tige métallique du bouton et le ressort sous-jacent r1*). La palette doit se soulever.

45° Mettre $+$ sur la lèvre inférieure du chariot l' , en tenant relevée avec la main la lèvre inférieure l (*essai de l'isolement entre les 2 lèvres l et l' du chariot pendant la transmission*). L'armature doit rester au repos (1).

46° Laisser retomber la lèvre mobile l , et appuyer $+$ sur le même point que précédemment (art. 45) (*essai du contact entre les lèvres supérieure et inférieure du chariot pendant la réception*). L'armature doit se soulever.

47° Toucher avec $+$ la pièce isolée (*essai de l'isolement permanent de la pièce isolée*). La palette ne doit pas bouger (2).

48° Toucher avec $+$ la vis $v2$, fixée à la partie inférieure du tube de cuivre sur lequel pivote le chariot (*essai de la communication entre la lèvre inférieure l' , la capsule, le ressort à boudin, le tube de cuivre et la vis $v2$*). L'armature doit se soulever.

49° Toucher la borne terre avec $+$ (*essai du fil qui*

(1) Si elle se soulève, cela prouve qu'il existe une communication permanente entre les 2 lèvres. Dans ce cas, démonter le chariot (voir page 290).

(2) Si elle est détachée, il existe une communication entre le chariot et la pièce isolée. — Le cas échéant, démonter le chariot.

relie la base du chariot à la borne terre). L'armature doit se détacher.

20° *Relever avec la main la lèvre mobile L*, mettre la manette M sur T₁, et toucher avec $\perp$ la borne terre (*essai de la communication entre le massif et la terre, pendant la réception, à travers le commutateur M et la plaque T₁*). La palette doit se soulever (le courant passe alors par la borne T, la vis v_2 , la plaque T₁, la manette M, le fil de M au massif, la came c , le ressort r , les branches 4 et 1, les bob. ant. et post., les branches 2 et 3, la borne ligne).

21° Laisser retomber la lèvre mobile, placer la manette M sur L₁, et toucher avec $\perp$ la borne terre (*essai de la dérivation du courant « en cas de mélange, réglage du synchronisme, coupure » à travers le massif, la manette M et la plaque L₁*). La palette doit rester au repos.

22° Replacer sur bois la manette M, toucher avec $\perp$ un point quelconque de la boîte aux goujons, sans appuyer sur le clavier (*essai de l'ISOLEMENT de la boîte aux goujons, par rapport à l'ensemble des pièces du chariot et du massif de l'appareil*). La palette doit rester au contact.

23° Abaisser une touche quelconque, l'appareil étant mis en mouvement, et appuyer avec $\perp$ sur un point quelconque de la boîte aux goujons (*essai de la communication entre les goujons et la lèvre supérieure du chariot, pendant la transmission*). L'armature doit se soulever.

24° Attacher $\perp$ à la borne pile, ne pas toucher au clavier; laisser seulement dérouler le mécanisme d'horlogerie. *Essai de l'ISOLEMENT, par rapport au chariot et au massif de l'appareil, du fil qui va de la boîte aux goujons*

à la borne pile). La palette ne doit pas se soulever.

25° Laissant $+$ à la borne pile, faire dérouler l'appareil et transmettre (*essai de la communication entre la borne pile et la boîte aux goujons*). L'armature doit se soulever régulièrement.

Toutes les parties métalliques de l'appareil, utilisées pour le passage des courants, étant ainsi méthodiquement soumises à l'examen, tout dérangement dans les communications doit être inévitablement circonscrit et promptement découvert. Mais il est indispensable de suivre l'ordre et la méthode indiqués ci-dessus, afin de n'oublier l'essai d'aucune partie et d'arriver à un résultat concluant.

III. — Pour une seule touche abaissée, la palette déclanche plusieurs fois de suite ou même indéfiniment.

Ce dérangement peut provenir de la défectuosité des pièces suivantes, qu'il faut vérifier dans l'ordre que nous indiquons :

Voir : 1° si le *réglage ordinaire* de l'électro aimant n'est pas *trop sensible* (*le vérifier*, voir page 251);

2° Si l'armature repose bien *à plat* sur les plaques polaires (voir page 277) ;

3° Si le papier placé sur les pôles n'est pas *détaché* (voir page 281).

4° Si le ressort *fixé* n'est pas *trop tendu* (*revoir son réglage*, page 278) ;

5° Si la vis de contact de la détente n'est pas *trop haute* (*revoir son réglage*, page 294);

6° Si le ressort de la détente n'est pas *trop faible* (*revoir son réglage*, page 295) ;

7° Si le ressort interrupteur ne touche pas à la came correctrice, ni à aucun autre point du massif, au moment où le *colimaçon* commence à ramener l'armature ($1/2$ tour de l'axe imprimeur). Le courant d'induction de rapprochement — voir page 88 — se produirait sans obstacle (*vérifier le réglage du ressort*, voir page 273) ;

8° S'il ne circule pas dans les bobines un courant de mélange (voir page 237-264) venant de la ligne, ou des courants atmosphériques (*on s'en assure, en mettant momentanément la manette M sur L₁ ; si le dérangement persiste, il ne vient pas de la ligne*).

9° Si les goujons soulevés n'hésitent pas à rentrer dans leur rainure, sans quoi le chariot pourrait les toucher involontairement plusieurs fois de suite (*les vérifier*, voir page 290).

IV. — Une fois l'armature soulevée, l'axe imprimeur n'abandonne pas sa position d'inertie.

Vérifier, dans ce cas, les points suivants :

Voir : 1° si le ressort fixe de l'armature n'est pas *trop faible* (voir page 278) ;

2° Si le ressort du levier d'échappement n'est pas *trop fort* (voir page 295).

3° Si le plan incliné n'est pas *trop vers la gauche*, de telle sorte que le doigt du cliquet s'arrête ou sur le sommet ou sur le plan de droite (voir page 301) ;

4° Si le ressort du cliquet n'est pas *trop fort*, ou le ressort en U du levier d'entraînement du papier *trop faible* ; ces 2 anomalies empêcheraient le doigt du cliquet d'achever son mouvement de rotation, et il resterait inerte sur la montée du plan. (voir pages 298 et 345).

V. Quand on n'appuie sur aucune touche, un grincement *continu* se fait entendre du côté de l'échappement.

Ce dérangement est produit par un contact léger entre les dents du cliquet et celles de la roue de rochet d'échappement, qui persiste à l'état ordinaire.

Cette fausse position du cliquet peut provenir des causes suivantes :

1° Le plan incliné est trop porté à droite, et le cliquet descend sur le plan de gauche, trop loin du sommet (*dans ce cas, le pousser vers la gauche, voir page 304*);

2° Le cliquet reste sur le plan de droite, le plan incliné étant trop à gauche (*le pousser vers la droite, voir page 304*).

3° Le plan incliné ou le doigt du cliquet sont usés (*dans ce cas, relever le plan incliné avec une cale ou changer le cliquet et le plan incliné, voir page 302*).

VI. — Ce grincement ne se produit que d'une manière intermittente, quand l'axe imprimeur achève sa révolution.

Il peut provenir des causes suivantes :

1° Le cliquet s'arrête *trop près du sommet* du plan. Par suite du choc du taquet contre l'épaule de la détente, la réaction rejette en arrière le cliquet au de là du sommet et le laisse inerte sur le plan de droite, (*dans ce cas, pousser le plan vers la droite, voir page 304*).

2° Le ressort du cliquet est *trop fort*. La vitesse acquise manque quelquefois et le cliquet n'a plus la force de remonter la pente de droite du plan incliné (voir page 298).

3° Le ressort en U, qui agit sur la came d'entraînement du papier, est *trop faible* (voir page 345).

VII. — L'abaissement du levier de rappel au blanc n'arrête pas les roues des types et de correction.

Ce dérangement réside dans le levier de rappel et le ressort-lame. Il peut provenir des causes suivantes :

1° La dent de la branche F ne pénètre pas suffisamment dans la coche *e* du manchon de la roue correctrice (voir fig. 420 et page 305).

2° Le plan incliné du ressort-lame ne se rapproche pas assez de la roue de rochet R6, et la goupille *g* ne peut le rencontrer (fig. 422). Il peut être arrêté par la roue de rochet remontée, par erreur, trop près de la platine P1 (voir page 308).

3° Par suite de construction ou installation vicieuse, le plan incliné *ss's''* (fig. 423) est situé trop bas, à l'état ordinaire, et la goupille du cliquet passe au-dessus de lui, sans le toucher (voir page 305).

VIII. — La roue des types s'arrête sous l'action du levier de rappel, mais on entend aussitôt après un grincement.

Ce grincement vient du frôlement des dents du rochet contre celles du cliquet de correction insuffisamment élevées. Il peut provenir des défauts suivants :

1° L'appareil déroule trop lentement, la vitesse acquise du cliquet est *trop faible*, et il s'arrête en montant le long de la pente de droite du plan *ss's''* (fig. 423). Dans cette situation, il touche encore le rochet (voir page 305).

2° Par suite d'un vice de construction et de pose, le plan *ss'* est situé *trop haut* et la goupille ne peut le franchir pour arriver jusqu'à l'entaille *s'* (fig. 423 et page 305).

IX. — L'abaissement du levier de rappel arrête la roue des types, mais la vitesse de l'appareil diminue aussitôt; elle reprend son degré normal, dès que le levier revient au repos.

Ce dérangement se produit :

1^o Lorsque la rondelle r (fig. 483) étant serrée à fond par la vis v^2 , frotte par ses bords contre la surface antérieure de la roue des types. (Ce défaut vient d'une pose irrégulière de l'assiette métallique MM, qu'on a trop éloignée de la platine P_1 ; par suite, la roue des types et la roue correctrice n'ont pu pénétrer assez avant sur l'axe plein AA, et la rondelle r , au lieu de s'arrêter contre l'axe A, s'appuie contre la roue R4. Si donc on arrête la roue des types, l'axe A, par suite du frottement anormal de la rondelle r contre la surface de la roue R4 au repos, absorbe trop de force motrice, et le mouvement de l'appareil se ralentit, pendant tout le temps que la roue des types reste ramenée au blanc. Au contraire, dès que les roues de correction et des types recommencent à tourner avec l'axe plein A, ce frottement ne se fait plus sentir, et le mouvement reprend sa vitesse ordinaire). — Voir page 307.

2^e Lorsque l'huile manque complètement dans l'intérieur du manchon de la roue des types, (avoir soin d'huiler le pourtour de l'axe A, toutes les fois qu'on démonte cette partie). Voir page 307.

3^o Lorsque la surface postérieure de la roue de correction est trop près du ressort rr , fig. 483 (vice de construction ou d'installation, provenant des vis v^4 v^4 in-

suffisamment enfoncées, de l'assiette MM posée trop en avant, etc.) Voir page 307.

X. — Le premier courant transmis, après l'arrêt de la roue des types au blanc, fait partir cette roue, qui s'arrête automatiquement à la fin de la première révolution.

Voir dans ce cas :

1° Si, les 3 branches du levier de rappel ayant été empêchées de revenir à leur position de repos, l'appendice *v* reste encore dans la situation de la fig. 424 *bis*, maintenant le plan incliné *k* sous le passage de la goupille *g* (voir page 305).

2° Si le ressort-lame n'a pas une élasticité suffisante, pour reprendre sa situation de repos contre la platine P₁ (fig. 421). Si besoin est, le sortir, en enlevant la vis V₁ (fig. 420 et 421), et le tordre.

XI. — L'impression est mauvaise.

Ce défaut, assez fréquent, peut avoir sa source dans l'une des parties suivantes :

Vérifier : 1° état de propreté de la roue des types (voir page 344).

2° Encre du tampon, son degré d'usure, sa position sur les types, la force de son ressort (voir page 344).

3° Hauteur du cylindre imprimeur (voir page 349).

4° Position de la roue des types sur son manchon (voir page 343).

5° Etat de l'anneau de gutta-percha (voir page 348).

6° Réglage de la vis d'arrêt du levier d'impression (voir page 320).

7° Degré d'usure et solidité de la came correctrice (voir page 303).

8° Position du segment d'ivoire relativement au plan vertical de la roue des types (voir page 317).

9° Liberté des mouvements du levier d'impression (voir page 316).

10° Degré d'usure du bec de la came et du bec du levier d'impression (voir page 305).

11° Etat du ressort R (fig. 416. Voir page 311).

XII. — Le papier n'avance pas régulièrement.

Ce défaut peut provenir des causes suivantes :

Vérifier : 1° si le dessous du presse-papier est propre (voir page 317).

2° Si le presse-papier presse bien également par ses deux branches (voir page 317).

3° Si son ressort n'est pas *trop faible* ni *trop fort* (voir page 317).

4° Si le ressort en U du levier d'entraînement n'est pas *trop faible* (voir page 314).

5° Si le ressort du cliquet à ressaut n'est pas *trop faible* ou si aucun obstacle ne l'empêche d'agir régulièrement (voir page 315).

6° Si le levier d'entraînement est bien *libre* sur son axe (voir page 314).

7° Si le guide-papier est légèrement *huilé* (voir page 320).

8° Si le papier n'est pas *trop serré* sur le rouet (voir page 321).

XIII. — La vitesse de l'appareil est ralentie par les combinaisons de lettres, comme bl. INT, bl. EJOT.

Ce dérangement, très-fréquent, provient d'une exagération dans les frottements, qui absorbent une quantité trop grande de force motrice (voir page 203). Il a sa source, soit dans un mauvais entretien de l'appareil, qui doit être souvent huilé et nettoyé (l'huile mêlée à la poussière formant en séchant une matière gluante qui embarrasse les axes et allourdit leur mouvement), soit dans une trop grande tension des divers ressorts, soit dans le frottement anormal d'une pièce quelconque.

Quand ce dérangement est très-prononcé, on s'en aperçoit bien vite ; car en faisant bl. EJOT, plusieurs fois de suite, on voit les vibrations de la tige diminuer rapidement à moins de 2 centimètre d'amplitude, et la vitesse de l'appareil devenir de plus en plus lente. Mais il peut arriver que la vitesse subisse seulement un léger ralentissement inappréciable à vue d'œil. Pour s'en rendre compte, il faut installer l'appareil en local avec un autre, conformément aux dispositions des fig. 176, 177, ou utiliser le moyen acoustique indiqué page 326. Dans le premier cas, on verra l'appareil voisin dérailler en avance, bien que le synchronisme ait été primitivement bien réglé ; dans le second cas, on s'apercevra que le ton de la pièce de carton, normal au repos des goujons, *baisse* par degrés lorsqu'on manipule.

Pour que l'appareil soit en parfait état, il faut que, lorsqu'on fait bl. EJOT indéfiniment, il n'existe aucun changement *sensible* dans la vitesse.

Pour relever ce dérangement, on doit procéder de la manière suivante :

1° Huiler tous les points sujets à frottements (axes du volant et d'impression, cames, colimaçon, frein, vis-charnières de l'armature, axe de la roue des types, axe des leviers d'impression et d'entraînement, autres axes du mouvement d'horlogerie, etc.

Si ce dérangement persiste ensuite :

2° Enlever 4 rondelles du poids; les 2 rondelles restantes doivent constituer seules une force motrice suffisante pour que la vitesse des axes soit normale et les vibrations de la tige régulières et complètes, quand l'axe imprimeur est au repos, c'est-à-dire quand on ne manipule pas.

Si la vitesse est trop lente et que la tige ne prenne pas son amplitude normale (3 cent. environ) :

3° Voir : si le volant n'est pas gêné dans son mouvement, par exemple, par le sabot du frein d'arrêt, ou par un serrage exagéré de son coussinet antérieur (voir page 304); si l'axe imprimeur n'est arrêté par aucun obstacle dans le premier quart de sa révolution (dans ce but, le faire tourner à la main *très-lentement* et voir si, dans ce premier quart de tour, on ne sent pas *une résistance quelconque* (voir page 300).

Lorsqu'on a vérifié ces points, si le ralentissement ne cesse pas :

4° Visiter la chaîne sur tout son parcours; voir si elle n'est pas entortillée, si elle ne frotte nulle part outre mesure, si les poulies 5 et 6 (fig. 434) sont bien libres et tournent régulièrement (si elles ne tournent pas, les huiler d'abord; si ensuite elles persistent à ne pas tourner,

les enlever, en détachant le massif du remontoir (voir page 319).

Après ces vérifications préliminaires, remettre au poids les 4 rondelles enlevées, voir si le ralentissement persiste encore, et, le cas échéant, visiter les pièces suivantes, pour voir si elles n'absorbent pas trop de force motrice, par suite d'un réglage défectueux, et diminuer leurs frottements ou leur pression jusqu'au *minimum possible*. Voir :

5° Si le *ressort fixe* de l'armature n'est pas *trop fort* (voir page 278) ;

6° Si la vis de contact du levier d'échappement ne descend pas *trop bas* (voir page 291) ;

7° Si la came correctrice n'est pas *trop large*, défaut d'ajustage (voir page 303) ;

8° Si la roue de rochet de correction n'est pas retenue sur son axe à frottement *trop dur* (voir page 309) ;

9° Si l'axe des leviers d'impression et d'entraînement n'est pas *trop haut* (impression trop forte, voir page 319) ;

10° Si les manchons de ces deux leviers ne sont pas *gênés* dans leurs mouvements (voir pages 314-316) ;

11° Si le ressort en U du levier d'entraînement n'est pas *trop fort* (voir page 315) ;

12° Si la vis d'arrêt du levier imprimeur n'est pas *trop basse* (voir page 320) ;

13° Si le ressort du presse-papier d'ivoire ne donne pas une *pression exagérée* (voir page 317) ;

14° Si le ressort à boudin du tampon encreur n'est pas *trop fort* (voir page 314) ;

15° Si le ressort latéral supérieur *r* du chariot (fig. 7 Pl. VI) n'est pas *trop fort* (voir page 285) ;

46° Si le ressort de la lèvre mobile du chariot n'est ni *trop fort* ni trop faible (voir page 286) ;

47° Si l'axe du chariot est bien perpendiculaire au couvercle de la boîte aux goujons et a un peu de jeu de haut en bas (voir page 289) ;

48° Si les axes du mouvement d'horlogerie ne sont pas *trop serrés* par les platines (voir page 328) ;

49° Si le ressort interrupteur n'est pas *trop fort* (voir page 273).

XIV. — La tige vibrante ballotte et ne vibre pas régulièrement.

Ces ballottements, en altérant d'une manière *continue* l'isochronisme des vibrations, modifient le synchronisme des deux appareils en relation, et provoquent des déraillements fréquents. Ce dérangement se traduit par divers symptômes : 1° quand on abaisse le frein d'arrêt du volant, la tige, à son extrémité libre, au lieu de produire des vibrations concentriques à l'axe du volant, semble tourner alternativement autour de deux centres différents et s'arrêter à trois points de chaque révolution, faisant entendre un bruit irrégulier, caractéristique ; 2° quand l'appareil est en mouvement, mais l'axe imprimeur au repos, le cercle des vibrations change de diamètre, au lieu de rester toujours égal ; 3° quand on manipule, le diamètre des vibrations varie *brusquement*, et non par degrés insensibles ; 4° lorsque, pendant que l'appareil déroule sans transmettre, on frappe vivement avec le doigt un petit coup sec sur le volant, on voit les vibrations devenir irrégulières et ne recouvrir que par secousses leur écartement normal, et, pour ainsi dire, en

papillonnant, au lieu de reprendre sans hésitation leur première amplitude.

Quand on a reconnu ces défauts, en se servant, au besoin, du moyen acoustique exposé page 326, voir :

1° Si le pied de la tige est *immobile* (voir page 324);

2° Si son extrémité libre est bien *centrée* (voir page 324);

3° Si toutes les parties du *frein* sont convenablement réglées (voir page 324);

4° Si le ressort intérieur de la boule n'est pas *trop faible* (voir page 322);

5° Si le volant n'est pas *entièrement libre* sur son axe, au lieu d'y tenir à frottement très-dur (voir page 300);

6° Si les spires de la tige sont absolument libres et ne touchent à la console *par aucun point* (voir page 325);

7° Si la tringle *tt'* (fig. 459) est bien fixée à la boule et *ne comprime pas* les spires de la tige vibrante (*cet effet se manifeste souvent quand la crémaillère est arrivée à son maximum d'écartement postérieur*, voir page 323);

8° Si l'extrémité libre de la tige ne touche à aucune autre partie du frein qu'à l'anneau du bras *po* (fig. 460). (voir page 325).

XV. — La tige vibrante tourne, mais ne peut vibrer, et l'appareil déroule très-lentement.

Quand ce dérangement se présente : voir d'abord si le frotteur du frein de la tige ne touche pas au cylindre de frottement, au repos de l'appareil (voir page 325).

Si, après cette vérification, le dérangement persiste, il peut tenir aux causes énumérées à l'art. XIII. Répéter l'examen développé dans cet article (voir page 353).

XVI. — L'appareil, installé en local ou sur un court circuit, déraille facilement.

Ce dérangement peut avoir sa source dans l'une des parties suivantes, que l'on doit vérifier méthodiquement et avec soin, après avoir toutefois procédé à une *vérification générale*, d'après le procédé indiqué page 333.

A. PARTIE ÉLECTRIQUE.

1° La pile est en mauvais état (voir page 270) ;

2° Les fiches du commutateur suisse ou bavarois ne sont pas serrées à fond, ou sont placées sur une *diagonale* qui ne correspond pas au pôle de la pile aboutissant à la borne *pile* de l'appareil (voir page 272) ;

3° L'armature repose inégalement sur les plaques polaires, ou le papier est humecté d'huile ou mal assujéti (voir pages 276 et suiv.) ;

4° Le *ressort fixe* de l'armature est trop faible (voir page 270) ;

5° Le *ressort variable* et le fer doux mobile ne sont pas réglés pour un courant très-faible (*réglage ordinaire de l'électro-aimant*, voir page 251) ;

6° Le ressort interrupteur n'établit pas un contact suffisant avec la came correctrice, au repos de l'axe imprimeur (voir pag. 273) ;

7° Ce ressort n'est pas isolé du massif de l'appareil, à $1/4$ de tour de l'axe d'impression (voir page 274) ;

8° Le ressort r^2 (fig. 168, 170) du levier de rappel au blanc n'est pas complètement isolé, à l'état ordinaire (voir page 275) ;

9° Le ressort de contact latéral *r* (fig. 6 *bis*, pl. VI) et celui de la lèvre mobile du chariot sont trop faibles (voir page 285 et suiv.);

10° La hauteur du tablier de la lèvre mobile est mal réglée (voir page 288);

11° Le chariot ne tourne pas dans un plan parallèle au couvercle de la boîte aux goujons (voir page 289) :

B. PARTIE MÉCANIQUE.

1° La vis de contact V (fig. 444) du levier d'échappement n'est pas assez serrée (voir page 294);

2° Le ressort R (fig. 400) de ce levier est trop faible (voir page 295);

3° Le doigt D (fig. 403 *ter*) du cliquet d'échappement reste, à l'état de repos de l'axe imprimeur, trop près du sommet du plan incliné (voir page 304);

4° Le plan incliné du ressort-lame du levier de rappel au blanc touche encore la goupille du cliquet de correction, quand les deux roues des types et de correction doivent librement tourner (voir page 305);

5° Le cliquet de la roue correctrice a son ressort trop faible ou ses dents usées (voir page 308);

6° Le frottement qui retient la roue de rochet de correction à son axe est insuffisant, ou ses dents sont usées (voir page 309).

XVII. — Quand l'appareil est installé en ligne, on reçoit mal du correspondant, qui reçoit bien.

Dans ce cas procéder d'abord à une *vérification générale*, (voir page 333), puis, si le dérangement persiste, examiner

avec plus d'attention les points suivants, dont les déficiences peuvent amener l'effet que l'on constate :

A. PARTIE ÉLECTRIQUE.

1° Le fil de terre est en mauvais état (voir page 270);

2° L'armature repose inégalement sur les plaques polaires (*d'où impossibilité de régler au maximum de sensibilité et, par conséquent, de recevoir tous les courants, quand leur énergie faiblit au-delà d'un certain degré*), ou bien le papier est taché d'huile ou mal fixé (voir page 276);

3° Après $1/4$ de tour de l'axe imprimeur, le ressort interrupteur reste *imparfaitement isolé* de la came correctrice et du massif de l'appareil (le courant induit de retour pourrait se produire, voir page 87);

4° Le ressort de dérivation du levier de rappel au blanc est *imparfaitement isolé*, à l'état ordinaire : (*Ce ressort, par suite d'un vice de construction, ou par l'affaiblissement du ressort à boudin m, enroulé autour de la tige du bouton K, fig. 468, peut reposer si près du point p, que par suite de l'ébranlement provoqué sur l'appareil par les vibrations de la tige régulatrice, une dérivation imparfaite s'établisse d'une manière intermittente. Quand on transmet, cette légère dérivation n'est pas, en général, suffisante pour empêcher l'armature de se soulever au départ, et le courant total qu'en reçoit le correspondant n'en est en rien altéré; mais quand on reçoit, le courant arrivant très-affaibli, par suite des déperditions ordinaires le long des poteaux, et se perdant encore en partie à travers la dérivation incomplète du levier de rappel, peut faire tardivement soulever l'armature et dérailler l'appareil en avance. Voir page 275*).

5° Les divers contacts du chariot sont mal nettoyés (1) (voir pag. 235 et 285).

B. PARTIE MÉCANIQUE.

1° La vis de contact du levier d'échappement est mal réglée, ou le contre-écrou, qui doit la maintenir dans une position invariable, s'est desserré (voir page 294);

2° Le ressort du levier d'échappement est trop faible (voir page 295);

3° Le ressort du cliquet d'échappement est trop faible, ou ses dents et celles du rochet sont usées (voir page 296);

4° La came correctrice est mal fixée ou usée (voir page 303);

5° Le ressort du cliquet de correction est trop faible, ou bien ses dents ou celles de la roue de frottement sont usées (voir page 308);

6° Le frottement, qui retient cette roue à l'axe de la roue des types, est insuffisant (voir page 309);

XVIII. — Quand l'appareil est installé en ligne, on reçoit bien du correspondant, qui reçoit mal.

Si ce dérangement persiste, après la *vérification générale*, il peut provenir des défauts suivants dans l'appareil qui reçoit bien :

(1) Cette cause de dérangement est supprimée, si l'on met la manette M sur T₁ ou si, la manette restant sur bois, on se sert du chariot nouveau modèle (voir ch. XV, page 285).

- 4° Pile trop faible (voir page 270) ;
- 2° Fils des bornes *pile* et *ligne* mal attachés (voir page 274) ;
- 3° Lèvre inférieure du chariot mal réglée (page 288) ou goujons sales (1) ;
- 4° Ressort latéral du pivot supérieur du chariot et celui de la lèvre mobile, encombrés d'huile et de poussière (voir pag. 285 et 286) (2) ;
- 5° Exagération de tension de ces deux ressorts produisant, par un excès de frottement, une perte de vitesse (voir page 287) ;
- 6° Défaut de parallélisme entre le plan horizontal de rotation du chariot et celui du couvercle de la boîte aux goujons (voir pag. 289 et 292).

XIX. — Quand l'appareil est installé en ligne, les deux correspondants reçoivent mal.

Dans ce cas, on doit d'abord, *sur chaque appareil*, procéder à une *vérification générale*, puis, si la communication n'est pas améliorée, revoir avec plus de soin s'il n'existe pas une des défectuosités suivantes :

- 4° Fil de ligne mal assujetti à la borne de ce nom (voir page 274) ;
- 2° Fiches du commutateur suisse ou bavarois insuffisamment enfoncées (voir page 272) ;
- 3° Mauvais contact entre la came correctrice et le ressort interrupteur (voir page 273) ;

(1-2) Le nouveau chariot annihile cette cause de dérangement.

4° Ressort de contact du pivot supérieur du chariot malpropre (voir page 285 et note, page 385);

5° Ressort de la lèvre mobile trop faible (voir page 286);

6° Ballottement du volant sur son axe (voir page 300);

7° Frottement insuffisant de la roue de rochet de correction (*d'où chocs fréquents produits par la came correctrice, causes de ralentissement* (voir pag. 309);

8° Mauvais état ou réglage incomplet de la tige vibrante ou du frein (voir pag. 324 et suiv.).

Les causes de trouble énumérées art. XVII et XVIII n'influencent que l'un des deux instruments en relation; celles de l'art. XIX altèrent la régularité de marche des deux correspondants.

XX. — L'abaissement de la pédale ne fait pas remonter le poids.

Ce dérangement a pour cause un affaiblissement des ressorts des cliquets du remontoir ou un mauvais état de sa chaîne.

Quand le ressort *r* du cliquet *c* (fig. 456) est trop faible, celui-ci ne mord pas sur les dents du rochet *3a*, et s'abaisse sans entraîner les roues *3* et *3a*. Lorsque ce défaut se rencontre sur le ressort *r* du cliquet *C*, les roues *3* et *3a* sont bien entraînées par le cliquet *C*, au moment de l'abaissement de la pédale, et le côté *cd* de la chaîne s'élève momentanément; mais quand la pédale remonte, le cliquet *C*, ne retenant pas bien les dents de la roue *3a*, les roues *3* et *3a* reviennent en arrière, et le poids redescend aussitôt. Pour corriger ce défaut, démonter le massif du remontoir (page 329) et donner plus de force aux ressorts des cliquets.

Quelquefois aussi, le bout de chaîne *qvx* (fig. 456) qui s'engage sur les dents de la roue 3 n'a pas ses maillons suffisamment écartés, par suite d'un défaut de construction, et glisse sur sa roue au lieu de l'entraîner. Dans ce cas, changer la chaîne.

XXI. — La pédale s'abaisse et ne remonte pas.

Ce défaut provient généralement de la faiblesse du ressort R (fig. 456). Le raccourcir, ou plutôt attacher son extrémité *q* à un certain nombre de maillons plus loin que le bout libre de la chaîne. Avoir soin, en le plaçant, de tenir la goupille *g* d'arrêt du bras B (fig. 456) contre le massif du remontoir à droite, pendant qu'on attache le ressort R à la chaîne. Quand ce réglage est opéré, le point L de la pédale doit reposer à environ 2 décimètres du sol. Pour l'élever ou l'abaisser, il suffit de faire avancer la chaîne *qvx* sur la roue 3*b*, en la relevant au-dessus des dents de cette roue, et la dirigeant soit dans le sens de la flèche *f*₂, soit en sens contraire.

En résumé, quelle que soit l'installation d'un appareil (en local ou en ligne), 1^o la 4^{re} opération consiste dans le *réglage ordinaire* (électro-aimant — synchronisme voir pag. 248 et 253); 2^o si l'appareil ne donne pas un fonctionnement régulier, on procède à une *vérification générale* (partie électrique, partie mécanique, voir page 333); 3^o si les dérangements persistent, voir à quel cas spécial il faut les attribuer et vérifier les points divers qui peuvent en être le siège (art. I à XXI, pag. 237 à 264).

CHAPITRE XV.

NOTES DIVERSES.

Règlement officiel sur le service de l'appareil Hughes à l'intérieur.
— Conseils pour le service en ligne. — Exercices de manipulation.
Recueil de combinaisons. — Chariot inverseur pour lignes sous-marines. — Chariot pour lignes aériennes (*nouveau modèle*). — Appareil Hughes translateur. — Appareil Hughes utilisé en Russie. — Diverses formes de goujons. — Modification du frein de la tige vibrante. — Application de l'appareil Hughes à la mesure du temps. — Propagation de l'électricité (*extraits*).

Règlement officiel sur le service de l'appareil Hughes à l'intérieur.

ART. 4. La transmission des dépêches échangées par l'appareil Hughes s'effectue par séries, dans un ordre alternatif.

La série est limitée à dix dépêches, de quelque nature qu'elles soient, officielles, privées ou de service, lorsque la ligne est desservie par deux employés à chaque extrémité (1).

Ces dix dépêches sont considérées comme formant une seule transmission, qui ne doit être interrompue que dans le cas d'urgence exceptionnelle, ou pour garder des bureaux aux approches de la clôture.

(1) Dans le service des fils internationaux, la série reste fixée, jusqu'à nouvel ordre, à cinq dépêches.

Toute dépêche de deux cents mots et au-dessus est considérée comme formant une seule série.

Toutes les dépêches se référant à un type commun au moyen des mots *même texte* sont transmises sans interruption, quelle que soit la longueur du texte.

Toutefois, entre les bureaux où le mouvement des correspondances comporte l'emploi simultané de deux fils, chacun des conducteurs peut être affecté à la transmission exclusive des dépêches dans un sens, et, dans ce cas, comme dans le précédent, la série reste limitée à dix dépêches.

ART. 2. Le préambule des dépêches privées est composé dans la forme suivante : *Lyon de Paris 680 20 7 8,30 m ou s*, et, s'il y a lieu : *Voie., Exprès, Recommandée*, etc., ou autres indications éventuelles.

Le premier nombre représente le numéro d'ordre inscrit sur la dépêche au départ;

Le second, le nombre des mots;

Le troisième et les suivants, la date et l'heure du dépôt.

Un double trait = est placé entre le préambule et l'adresse, entre l'adresse et le texte, et entre le texte et la signature.

Immédiatement après chaque dépêche, l'employé qui l'a transmise donne la répétition des nombres qu'elle contient, et, le cas échéant, des mots dont le sens ou l'orthographe lui sembleraient de nature à provoquer une demande d'explication de la part du correspondant.

ART. 3. Les signaux conventionnels sont les suivants :

1° *Pour indiquer une erreur* : deux ou trois *N* consécutifs, sans aucun signe de ponctuation ;

2° *Pour interrompre la transmission du bureau corres-*

pendant : deux ou trois lettres quelconques convenablement espacées.

Le poste interrompu reprend les derniers mots qui précèdent l'interruption. En cas de désaccord, le poste qui reçoit indique le point précis où il y a lieu de recommencer la transmission ;

3° *Pour appeler le poste avec lequel on est en communication ou pour lui répondre* : le blanc et l'*N* répétés alternativement ;

4° *Pour régler le synchronisme et demander dans ce but la répétition prolongée du même signe* : une combinaison composée du blanc, de l'*I* et du *T*, reproduite autant de fois qu'il est nécessaire ;

5° *Pour demander ou faciliter le réglage de l'électro-aimant* : une combinaison formée des quatre signaux suivants : le blanc, l'*I*, l'*N* et le *T*, répétée autant de fois qu'il est nécessaire ;

6° *Pour indiquer qu'on a compris* : la combinaison *B I N* ;

7° Enfin *pour donner attente* : la combinaison *A T T* suivie de la durée probable de l'attente, lorsqu'elle doit dépasser cinq minutes. Dans ce cas, elle sera motivée.

Dans le service international, les *E* accentués sont remplacés par des *E* muets, pendant la transmission ; mais, dans le collationnement, le mot est rétabli tel qu'il est dans le texte. L'employé colleur reporte à la plume l'accent des *E* qui doivent être accentués.

ART. 4. Au bureau d'arrivée, la bande portant les dépêches reçues est collée sur les imprimés destinés à cet usage.

Le préambule, l'adresse, le texte et la signature se suivent

d'une manière continue, sur une ou plusieurs lignes.

Les bandes composant une dépêche sont disposées de manière à se superposer par leurs bords.

Chacune d'elles doit occuper toute la largeur de l'imprimé; toutefois les chiffres ou les mots qui ne trouveraient pas intégralement place à la fin d'une ligne seraient reportés à la suivante, sans pouvoir être scindés dans aucun cas.

Ainsi disposée, la dépêche présenterait, par exemple, la forme suivante :

Préambule.	==	Adresse.	==	Texte.
.		Texte.		Texte.
Texte.		==		Signature

Les passages erronés, les groupes de lettres sans signification sont éliminés avant le collage, et les deux parties de la bande qui a été coupée, rapprochées et superposées par leur extrémité.

Si, après le collage, il reste à faire quelque correction, soit qu'elle porte sur une fraction de bande trop restreinte pour avoir pu être enlevée, soit qu'elle provienne d'une rectification postérieure, l'employé biffe à l'encre le passage à modifier et rétablit, au bas de la feuille, le texte exact.

Aucune rectification ne peut être faite en superposant la bande rectificative sur la bande erronée, ni en surchargeant à l'encre le texte imprimé; il ne peut non plus être intercalé dans le texte d'autres lettres complémentaires que celles dont l'omission ne modifierait en rien le sens du

mot auquel elles appartiennent, comme dans *Stasbourg* pour *Strasbourg*, *aministration* pour *administration*.

ART. 5. Après la transmission de la série, le bureau d'arrivée accuse réception du nombre des dépêches reçues, en distinguant les dépêches officielles, ou de service, des dépêches privées.

Cet accusé de réception prend la forme suivante :

De P. (Paris, indicatif de la station qui a transmis) *reçu cinq* — ou : *de L.* (Lyon) *reçu cinq dont deux officielles*.

Il est transmis d'après le procès-verbal que tient l'employé chargé de la manipulation, mais l'employé contrôleur est seul responsable de toute différence entre le nombre accusé par son collègue et celui des dépêches réellement reçues.

L'accusé de réception reçu est détaché de la bande et collé sur le procès-verbal, à la suite des dépêches auxquelles il se rapporte.

ART. 6. L'échange des rectifications s'effectue suivant la formule : *En n^o, lire etc.*

Les rectifications peuvent être données entre deux dépêches par l'employé transmetteur, mais elles ne peuvent être demandées qu'après la série par le bureau qui reçoit, à moins toutefois qu'il ne s'agisse d'une urgence.

Les rectifications relatives à des dépêches d'une série précédemment transmise sont faites par avis de service adressés aux bureaux de destination. Ces avis rappellent le nom et l'adresse des destinataires.

Les demandes de renseignements qui se produisent dans les mêmes conditions font également l'objet d'un avis de service.

ART. 7. Si l'appareil est desservi par deux employés, chacun d'eux prend à son tour, pendant la moitié de la séance, la manipulation ou le contrôle.

Toutefois, le chef du bureau a la faculté, lorsque l'intérêt du service l'exige, de modifier momentanément les règles de cet alternat.

Il est tenu deux procès-verbaux distincts, l'un pour les dépêches transmises et l'autre pour les dépêches reçues.

ART. 8. L'employé préposé à la manipulation est chargé du réglage des diverses pièces, de la recherche des dérangements et généralement de tous les soins que réclame l'appareil.

Il effectue toutes les transmissions, donne et demande les rectifications ou renseignements qui lui sont indiqués par son collègue, et se conforme à ses invitations sur tout ce qui peut garantir l'exactitude des transmissions.

Pendant la réception, il surveille, en lisant la bande, le fonctionnement régulier de l'appareil; il tient le procès-verbal des dépêches reçues et y mentionne tous les incidents relatifs à l'état des communications.

Il est responsable, pour les dépêches à transmettre, de leur perte ou du retard apporté à leur transmission.

ART. 9. L'employé chargé du contrôle vérifie les dépêches transmises par la comparaison de la bande avec les originaux ou les copies; signale à son collègue, au fur et à mesure qu'il les relève, toutes les erreurs ou omissions commises; inscrit sur la minute ou la copie, avec sa signature, les heures de transmission et tient le procès-verbal affecté à ces dépêches, sur lequel il mentionne tous les renseignements relatifs aux transmissions.

Il découpe et colle sur les feuilles destinées à cet usage

les bandes portant les dépêches reçues, *inscrit dans la case spéciale les indications non sujettes à la taxe* : Exprès, Poste, Réponse payée, etc. ; il vérifie le nombre des mots, *compare le texte avec le collationnement*, fait rectifier les passages erronés ou douteux et revêt la feuille de sa signature.

Il enroule ensuite les bandes sur le rouet après en avoir rapproché et collé les extrémités séparées.

Il est responsable de la perte de toute dépêche reçue et non collée, ainsi que de toutes les erreurs ou omissions qu'il a négligé de faire rectifier.

ART. 40. Lorsque l'un des deux employés se trouve, pour un motif quelconque, distrait momentanément de son poste, l'employé demeuré seul pourvoit, pendant la durée de l'absence, à tous les détails du service commun, ou, s'il devait en résulter un retard dans l'échange des dépêches, informe le chef du bureau qui prend les mesures nécessaires.

Il en est également référé à ce dernier toutes les fois que les dérangements de l'appareil ou de la ligne nécessitent une réparation ou un changement d'appareil.

ART. 41. Lorsque l'appareil Hughes est desservi par un seul employé à l'une et l'autre des extrémités, la série est limitée à cinq dépêches; les opérations de manipulation, de réception, de contrôle sont les mêmes que lorsque le fil est desservi par quatre agents.

ART. 44. Le présent règlement sera mis en vigueur à partir du 16 nov. 1874.

Conseils pour le service.

Avant de commencer le service sur un appareil installé en ligne, il faut : 1° mettre un peu d'huile sur toutes les pièces sujettes à frottement (voir page 354) ; 2° soumettre la partie électrique et la partie mécanique à une *vérification générale*, en suivant l'ordre indiqué chap. XIV, page 333. art. I, II, III, pour s'assurer que toutes les pièces pourront fonctionner régulièrement, et qu'aucun dérangement n'entravera le travail ultérieur ; 3° effectuer le *règlage ordinaire* de l'électro-aimant (voir page 251) ; 4° mettre l'appareil en mouvement, et, avant d'appeler le correspondant, faire quelques bl. INT et bl. EJOT, pour voir s'il n'y a pas de perte de vitesse (voir page 353). — S'il sort des lettres *en trop*, dévisser légèrement la *vis variable*, jusqu'à ce que les lettres étrangères disparaissent. — Voir si l'impression est bonne et si le papier avance bien. Au besoin, étendre un peu d'encre sur le tampon, pendant qu'il tourne.

Quand on s'est assuré que tout est à l'état normal : 4° appeler le correspondant par quelques bl. N bl. N..... et régler le synchronisme, suivant la méthode développée pag. 247 et suiv. Une fois le synchronisme réglé avec la précision requise, les deux correspondants ramènent leur roue des types *au blanc*, en appuyant *modérément* sur le levier de rappel, puis échangent quelques bl. INT, pour s'assurer que, de part et d'autre, l'électro-aimant a acquis son maximum de sensibilité.

Quand ce travail préparatoire est terminé, on peut commencer la transmission des dépêches, en se confor-

mant aux ordres relatés dans le *règlement officiel* (voir pag. 265 et suiv.).

Pour couper la transmission du correspondant, en cas de déraillement ou pour une cause urgente, on appuie simplement sur *deux* touches convenablement espacées. Si l'on pressait avec la main un plus grand nombre de touches à la fois, on provoquerait à destination l'impression de lettres fausses, un travail anormal de la correction, des chocs de la came correctrice contre les dents de la roue de ce nom, l'arrêt brusque de l'appareil et la rupture probable de quelque pièce délicate.

La fin d'une transmission est indiquée par le ? immédiatement suivi d'un blanc de chiffres et d'un blanc de lettres faits dans un même tour de chariot. Aussitôt après, les deux correspondants ramènent la roue des types au blanc, et la transmission change de sens, s'il y a lieu.

Pendant la réception, le courant, venant de la ligne, est susceptible de varier dans des limites assez étendues et peut nécessiter des modifications dans le réglage de l'électro-aimant. 1° Si on reçoit des *lettres en moins* ou *dénaturées*, cela indique faiblesse de courant; dans ce cas serrer un peu plus la *vis variable*, jusqu'à ce qu'on reçoive bien et *n'enfoncer davantage le fer doux* que si le réglage parfait n'a pu être obtenu par l'épuisement de la *vis variable*. 2° Si l'on reçoit des *lettres en trop* intercalées parmi les lettres normales, cela indique augmentation dans l'intensité du courant; dans ce cas, *desserrer* peu à peu la *vis variable*, jusqu'à ce que tous les mots se reproduisent bien, puis si, cette vis étant complètement dévissée, il *saute* encore des lettres, *mais alors seu-*

lement, retirer un peu le fer doux, avec beaucoup de précaution et de lenteur.

Si, durant la transmission, un dérangement se manifeste, examiner d'abord avec attention les effets produits, ensuite procéder aux recherches, suivant le cas, en adoptant les méthodes développées ch. XIV.

Nous avons vu (pag. 237 et 265) les effets divers produits par un courant de mélange sur les électro-aimants des deux instruments en relation. L'un reçoit des lettres *en trop*, l'autre des lettres *en moins* ou dénaturées. Rectifier alors le réglage en conséquence, comme il a été dit précédemment.

Quand le mélange provient d'un appareil Hughes, on peut, sans le secours du Morse, en reconnaître la provenance. Il suffit de régler par tâtonnement la vitesse sur celle du correspondant accidentel, ce à quoi on peut arriver sans trop de difficulté avec un peu d'habitude.

Quand le mélange est peu accentué, il n'entrave pas les transmissions, à la condition de modifier le réglage comme il vient d'être dit. Si, au contraire, il est très-prononcé, ou que, étant faible, il soit accompagné de pertes sur la ligne, l'appareil, quoique en bon état, déraile fréquemment. Ces déraillements sont, quelquefois, à tort, attribués aux variations du synchronisme; ils ne proviennent que des retards apportés dans l'action du courant sur l'armature, retards qui sont dus aux changements dans l'état des conducteurs extérieurs. Certainement le régulateur ne donne jamais un synchronisme absolument parfait, mais, une fois réglé, il fournit une approximation suffisante, qui peut persister une journée ou même une semaine entière. Ses variations ne sont

dues en général qu'à l'usure des pièces qui le composent ou aux variations de la température.

Quand on attend l'*accusé de réception* de dépêches transmises au correspondant, il est bon, au cas où la réponse se ferait attendre, d'arrêter l'appareil ; car, en le laissant dérouler après avoir arrêté la roue des types au blanc, l'axe de cette roue, obligé de tourner dans son manchon qui n'est pas toujours parfaitement ajusté, s'use inégalement et fait *voiler* les roues des types et de correction.

Si au bout de 5 minutes le correspondant n'a pas répondu, il est prudent de régler de nouveau l'électro-aimant au maximum de sensibilité ; car une perturbation arrivée inopinément sur la ligne aurait pu rendre le courant très-faible, et imperceptible avec le réglage actuel.

Quand l'ordre de transmission change, celui qui prend la manipulation doit faire un certain nombre de blancs avant de commencer à transmettre. Cette précaution est surtout nécessaire sur les longues lignes où le courant de retour, produit par le dernier courant transmis, augmente outre mesure l'attraction de l'aimant dans l'appareil qui cesse de transmettre.

Exercices de manipulation. Recueil de combinaisons.

Nous compléterons ici par quelques conseils les renseignements donnés pag. 251 et suiv., sur la manipulation. Le but à atteindre, quand on apprend à manipuler, est celui-ci : *arriver, avec n'importe quelle vitesse de déroulement du chariot, à ne laisser passer aucune combinaison sans en profiter*. Cet idéal est difficile à obtenir,

parce qu'il demande un certain nombre de qualités, qu'on ne trouve pas toujours réunies chez un opérateur, l'agilité des doigts; une vue longue et prompte, l'oreille musicale, etc. Mais on peut acquérir une rapidité de transmission moyenne, par une série d'exercices méthodiques fréquemment répétés. On doit de préférence s'exercer sur un appareil qui déroule avec lenteur, 400 tours au plus de chariot par minute : cette méthode facilite la recherche des lettres et donne une plus grande sûreté à la manipulation.

Le 4^{er} exercice consiste à *faire des blancs (de lettres)* à chaque tour de chariot, tout en remontant le poids, pour s'habituer à faire mouvoir le pied sur la pédale en même temps que les mains sur le clavier. Dans ce but, on appuie le petit doigt gauche sur la touche blanc, tout en tenant rapprochés autant que possible des touches avoisinantes les autres doigts, l'annulaire, le majeur et l'index, au-dessus de A, B, C, D, E, le pouce au-dessus du *blanc des chiffres*.

L'étude de la manipulation comprenant surtout la connaissance des *combinaisons*, nous en donnons ci-après un certain nombre applicables à toutes les langues; l'élève pourra les transcrire sur des cartons pour faciliter son travail. Chaque groupe est d'abord étudié à part, jusqu'à ce qu'on puisse le reproduire sans faute, sans passer de tour de chariot, au moins sur une longueur de bande de 0^m,25. Quand 2 ou 3 combinaisons ont été bien apprises, rien n'empêche de les accoupler, pour en former de plus complexes.

En manipulant, tenir les doigts déployés, espacés autant que possible, sans raideur, au-dessus des touches,

chaque main recouvrant une moitié du clavier, les pouces se rejoignant presque au-dessus du blanc des chiffres et les 4 autres doigts reposant immédiatement au-dessus des touches noires. — Appuyer sur chaque touche avec le doigt le plus rapproché d'elle, et déplacer le moins possible les doigts de leur position normale.

Chaque groupe ou combinaison doit toujours être précédé et suivi d'un *blanc*.

Combinaisons de 1 et 2 lettres précédées d'un blanc.

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t
u v é x y z — af ag ah ai aj ak al am an ao
ap aq ar as at au av aé ax ay az — bg bh
bi bj bk bl bm bn bo bp bq br bs bt bu bv
bé bx by bz — ch ci cj ck cl cm cn co cp
cq cr cs ct cu cv cé cy cz — di dj dk dl
dm dn do dp dq dr ds dt du dv dé dy
dz — ej ek el em en eo ep eq er es et eu
ev eé ex ey ez — fl fm fn fo fr fs ft fu fé
fy fz — gl gm gn go gr gs gt gu gv gé gx
gy gz — hm hn ho hp hr hs ht hu hy hz
— in io ip iq ir is it iu iv ié ix iz — jo ju
jé jy — kp kr ks kt ku kv ké ky kz — lq
lr ls lt lu lv lé ly lz — mr ms mt mu mv
mé my — ns nt nu nv né nx ny nz — ot
ou ov oé ox oy oz — pu pv pé py pz — ré
ry rz — sé sy sz — ty tz — uy uz.

Dans les exercices suivants, abaisser d'abord le blanc des lettres avec le petit doigt gauche, puis le blanc des chiffres avec l'un ou l'autre pouce, et enfin les chiffres ou signes usuels avec les autres doigts libres les plus voisins des touches à faire mouvoir.

Combinaisons de chiffres.

4 2 3 4 5 6 7 8 9 0 . , ? / =)
 (——— 16 17 18 19 20 1. 1? 1/ 1= 1)
 1(——— 27 28 29 30 2. 2? 2/ 2= 2(2)
 ——— 38 39 30 3. 3, 3? 3/ 3= 3(3)
 ——— 49 40 4. 4, 4? 4/ 4= 4(4) ——— 50
 5. 5, 5? 5/ 5= 5) 5) ——— 6. 6, 6? 6/
 6= 6) 6(——— 7, 7? 7/ 7= 7) 7(———
 8? 8/ 8= 8) 8(——— 8? 8/ 8= 8) 8)
 ——— 9? 9/ 9= 9(9) ——— 0/ .

Combinaisons de 3 lettres précédées d'un blanc.

afl afo afr afu afé afy afz — agl agn ago
 agr ags agt agu agé agy agz — ahm ahn
 aho ahp ahr ahs aht ahv ahé ahx ahy
 ahz — ain aio aip aiq air ais ait aiu aiv aié
 aix aiz — ajoaju ajé ajy — akr aks akt aku
 aky akz — alr als alt alu alv alé alx aly alz
 amr ams amt amu amv amé amy amz — ans
 ant anu anv ané anx any anz — aot aou aov
 aox aoz — apu apé apy apz — aré arx ary
 arz — asé asy asz — aty atz — bin bio bip
 biq bir bis bit biu biv bié bix biz — blu blé

bly — bot bou bov boé box boy boz — bré
 bry — bsé bsy — bty — buy buz — chm
 chn cho chp chr chs cht chu chv ché chy
 chz — cin cio cip ciq cir cis cit ciu civ cié
 cix ciz — ckr eks ekt eku ekv eké eky ekz
 — clu clé cly — cmu emy — enu eny —
 cot cou cov coé cox coy coz — cré cry
 — esé esy — ety — cuy euz — din dio
 dip diq dir dis dit diu div dié dix diz — djo
 dju djé dji — dmu dmy — dnu dny — dot
 dou dov doé dox doy doz — dré dry — dsé
 dsy — dty — duy duz — ejo eju ejé ejy —
 ekp ekr eks ekt eku ekv eké ekx eky ekz —
 elq elr els elt elu elv elé elx ely elz — emr
 ems emt emu emv emé emx emy emz —
 ens ent enu env ené enx eny enz — eot eou
 eov eox coy eoz — epu epv epé epx epy epz
 eré erx cry erz — esé esy esz — ety etz —
 euy euz — flu flé fly — fot fou fov foé fox
 foy foz — fré fry — fuy fuz — glu glé gly
 — gmu gmé gmy — gnu gné gny — got
 gou gov goé gox goy goz — gré gry — gsé
 gsy — gty — guy guz — hms hmt hnu
 hmv hmé hmy — hns hnt hnu huv hné huy
 huz — hot hou hov hoé hox hoy hoz — hré
 hrx hry hrz — hsé hsy — hty htz — huy

huz — ins int inu inv iné inx iny inz — iot
 iou iov iox ioz — ipu ipé ipy ipz —
 iré iry irz — isé isy isz — ity itz — iuz —
 jot jou jov joé jox joy joz — juy juz — kré
 kry — ksé ksy — kty — kuy kuz — lré lry
 — lsé lsy — lty — luy luz — mré mry —
 msé msy — mty mtz — muy muz — nsé nsy
 — nty ntz — nuy nuz — oty otz — ouy ouz
 — puy puz.

Exercices sur des combinaisons de chiffres.

10 10 10 — 10 20 30 40 50 40 30 20
 10 — 10 19 18 17 16 17 18 19 10 — 16
 27 38 49 50 38 27 16 — 1010 1010
 4/5 3/4 4.20 3.40 2.50 0/0 20? 10 — etc.

Combinaisons de 4 lettres précédées d'un blanc.

aflu aflé afly — aglu aglé agly — ahmr
 ahms ahmt ahmu ahmv ahmy ahmz — ahns
 ahnt ahnu ahnv ahny ahnz — ahot ahou
 ahov ahox ahoy ahoy — ahpu ahpy ahpz —
 ahré ahrx ahry ahrz — ahsy ahty ahtz —
 ahuy ahuz — ains aint ainu ainu ainé ainx
 ainy ainz — aiot aiou aiov aiox aioy aioz
 — aipu aipé aipy — airé airx airy airz —
 ajot ajou ajov ajoé ajox ajoy ajoz ajuy ajuz
 — akre akry aksé aksy akty akuy akuz

— alré alry — alsé alsy — alty — aluy
 aluz — amsé amsy amty amuy amuz — ansé
 ansy anty anuy anz — aoty aotz — aouy
 aouz — apuy apuz — bins bint binu binv
 biné binx biny binz — biot biou biov bioé
 biox bioy bioz — bipu bipé bipy bipz — biré
 biry birz — bisé bisy bisz bity bitz — biuz
 — bluy bluz — bmuy bmuz — bnuy bnuz
 — boty botz — chmu chmé chmy — chnu
 chné chny — chot chou chov choé chox
 choy choz — chpu chpé chpy — chré chry
 — chsé chsy — chty — chuy chuz — cins
 cint cinu cinv ciné cinx ciny cinz — ciot
 ciou ciov cioé ciox cioy cioz — cipu cipé
 cipy cipz — ciré ciry cirz — cisé cisy cisz
 — city citz — ciuz — ckré ckry — eksé eksy
 ekty ektz — ekuy ekuz — cluy cluz — cmuy
 cmuz — cnuy cnuz — coty cotz — couy
 couz — dins dint dinu dinv diné dinx diny
 dinz — diot diou diov diox dioy dioz — dipu
 dipé dipy dipz — diré diry dirx dirz — disé
 disy — dity ditz — diuz — djot djou djov
 djoé djox djoy djoz — djuy djuz — dmuy
 dmuz dnuy dnuz — doty dotz douy douz ejot
 ejou ejov ejoé ejox ejoy ejoz — ejuy ejuz
 ekré ekry — eksé eksy ekty — ekuy ekuz

— elré elry — elsé elsy — elty eltz — eluy
 eluz — emré emry — emsé emsy — emty
 emtz — emuy emuz — ensé ensy — enty
 entz — enuy enuz — eoty eotz — eouz
 — epuy epuz — fluy fluz — foty fotz — fouy
 fouz — gluy gluz — gmuy gmuz — gnuy
 gnuz — goty gotz — gouy gouz — hmsé
 hmsy — hnty hntz — hmuy hmuz — hnsé
 hnsy hnty hntz hnuy hnuz — hoty hotz houy
 houz — insé insy — inty intz — inuy inuz
 — ioty iotz iouz — joty jotz — jouy jouz.

Ces combinaisons élémentaires peuvent être accouplées de mille façons et former autant de combinaisons complexes qu'on le désire, comme nous en donnons ci-après quelques exemples.

NANAN — NANNAN — INSAINS — INTAINT — DINTY —
 MAMA — PAPA — BIEN — CITY — MAINT — MAINTEN
 — MAINTENANT — INSEN — INSENSÉ — SÉANT — PARIS
 — AIS — MAIS — INTENT — INTENTION — SAINT —
 ADIOU — MR — HOTEL — INVENT — INVENTAIRE —
 PRINTING — MR ? — EJOTY — EJOTYD — EJOTYDINTYC —
 EJOTYDINTYCHOU — PARFAITEMENT BIEN MR — GOVAINT —
 MR FLUCHOT — MR ODIOT — MR FOUCHOU — ETC., ETC.

Quand on a étudié une à une toutes ces combinaisons, on doit s'exercer à transmettre soit sur un livre, soit sur un manuscrit, en lisant à la fois le plus de mots possible,

et s'appliquer à ne jeter qu'un *coup d'œil rapide* sur le clavier, sans abandonner pour ainsi dire la lecture du texte. Faire le plus possible de combinaisons et un seul blanc entre chaque mot, sans s'arrêter jamais pour déchiffrer le texte. Si l'on a besoin d'examiner de plus près un mot peu lisible, continuer de faire un blanc à chaque tour de chariot.

Chariot inverseur pour les lignes sous-marines.

On sait que, sur les câbles sous-marins, l'électricité se propage avec moins de rapidité que sur les fils aériens. Pour ce motif, une ligne, établie dans ces conditions, met un temps assez long à *se décharger*, et, comme on ne peut transmettre un second courant utile avant la disparition complète du 1^{er}, il serait nécessaire de ménager de longs intervalles entre deux émissions successives. On emploie, dans ce cas, un artifice particulier pour ramener plus promptement la ligne à l'état *neutre* : il consiste à transmettre, après chaque émission *utile*, un courant de non contraire. M. Hughes a appliqué ce moyen avec son appareil, dans les premiers essais faits entre Londres et Paris (1872).

Dans ce but, le chariot se compose d'une double lèvre mobile *a* et *b* (fig. 491). La 1^{re} *a* est reliée, comme l'ordinaire, métalliquement à l'axe du chariot et au massif de l'appareil ; la 2^e *b*, plus basse que la 1^{re}, reste isolée *en permanence* par une plaque d'ébonite *i*. Quand la partie *a* passe sur un goujon saillant *g*, elle élève l'ensemble *a b* d'une certaine quantité ; quand le même goujon est ren-

contré par la pièce *b*, il provoque sur les deux lèvres une élévation plus grande.

Les goujons sont en relation avec un des pôles de la pile ordinaire de ligne, le $+$ par exemple (fig. 496 *bis*). — L'axe du chariot est entouré d'un manchon métallique *k* isolé par un anneau d'ébonite; ce manchon porte latéralement une vis v_1 , dont la pointe repose en face d'un petit ressort vertical r_2 , retenu à la lèvre mobile *a* et solidaire de son mouvement. Un autre ressort horizontal *r*, fixé en dehors du chariot sur une équerre en cuivre par deux vis *v v*, frotte constamment contre le manchon *k* et communique avec un pôle, d'une pile spéciale, contraire à celui qui est relié aux goujons, le $-$ par exemple, comme l'indique la fig. 496 *bis*.

1° Quand la lèvre *a* passe sur le goujon (fig. 496), le courant $+$ s'écoule sur la ligne à travers le goujon, la lèvre *a*, l'axe du chariot, le massif etc. (voir page 229); pendant ce temps le ressort r_2 s'est rapproché un peu de la vis v_1 , mais sans la toucher encore. 2° Lorsque ce même goujon est rencontré par la 2^e lèvre *b* (fig. 496 *ter*), le ressort r_2 s'abaisse d'avantage et vient toucher la vis v_1 , contre laquelle il reste appuyé pendant tout le passage de *b* sur le goujon. La pile de ligne reste alors isolée, tandis que la pile de décharge (courant $-$) est mise en communication (fig. 496 *ter*) avec le ressort *r*, le manchon *k*, la vis v_1 , le ressort *r*, la lèvre mobile *a*, l'axe du chariot, le massif de l'appareil, etc., et la ligne.

L'ensemble des deux lèvres présente une longueur totale à peu près égale à la lèvre du chariot ordinaire. La durée de l'envoi des deux courants est donc terminée avant la fin de la révolution de l'axe imprimeur (voir page 234); par

conséquent, avant le commencement de l'émission suivante, la ligne est encore mise un moment en contact avec la terre, par surcroît de précaution.

L'expérience ayant prouvé que, sur un câble reliant deux points peu éloignés, il suffisait, pour faciliter la décharge de la ligne, de rendre l'émission moins longue, M. Hughes a remplacé le chariot, précédemment décrit, par un chariot ordinaire dont la lèvre mobile est plus courte. Celle-ci, après l'émission, s'abaisse donc plus vite sur la lèvre inférieure, la ligne reste plus longtemps en contact avec la terre, et la décharge est complète quand l'axe imprimeur achève sa révolution.

Chariot pour lignes aériennes

(nouveau modèle).

Nous avons vu (page 235) qu'en mettant la manette *m* sur la plaque *T*₁, on pouvait éviter au courant reçu l'écoulement à la terre à travers le chariot. Mais, pour la transmission, le courant devait traverser certaines parties de cet organe. En outre les goujons n'offraient pas tous avec la pile une communication assurée, à cause de l'huile et de la poussière qui les enveloppaient. M. Hughes vient d'améliorer cette partie de l'appareil, par une disposition nouvelle qui fait du chariot un organe purement mécanique, toujours en dehors des communications.

Le chariot ne présente plus que 2 parties (fig. 482) : 1° une lèvre mobile *zmm*, pivotant comme auparavant, autour de 2 points de vis ; 2° une partie inférieure, formée d'une seule masse métallique dans laquelle est taillée

antérieurement la pièce connue jusqu'ici sous le nom de *pièce isolée* (1).

La lèvre mobile porte un bras zm , dirigé du côté de l'axe du chariot, horizontalement.

Un anneau métallique, muni de deux rebords lk , $k'k'$, entoure l'axe à frottement très-doux, immédiatement au-dessus du chariot.

Un levier lP' , horizontal, retenu à un support S fixé par la vis V à la platine antérieure de l'appareil, se prolonge à droite jusqu'à l'axe du chariot, où il se loge *sous* le rebord supérieur $k'k'$ de l'anneau; à gauche, il est terminé par un ressort plat r_1 qui s'appuie, à l'état ordinaire, contre une vis v_1 , à laquelle vient se relier le fil de *terre*. Une autre vis v_2 est disposée à une petite distance au-dessus d'elle et communique en permanence avec la borne *pile*. Ces deux vis v_1 v_2 sont fixées sur deux montants de cuivre, encastrés dans une équerre isolante d'ébonite, assujettie à la table par une vis V_3 , en avant des bobines. Un ressort courbe r_2 presse sans cesse de haut en bas sur l , forçant le ressort r , (fl. f) de se tenir au contact de V_1 , (*Terre*); par suite de cette pression, le bras de levier $P' l$ tend à s'élever suivant l^1 , pressant dans le même sens le rebord $k'k'$ de l'anneau; cédant à cette traction, le rebord inférieur lk , contre lequel repose le bras z de la lèvre mobile, élève ce bras qui, pivotant autour des vis charnière, fait abaisser le tablier nm , comme il doit l'être au repos, en dépit de la pression contraire d'un petit ressort r dont l'extrémité libre s'appuie sous l'appendice n de la lèvre.

(1) Ce nom étant devenu impropre, par suite de la modification dont nous nous occupons ici, nous appellerons dorénavant cette pièce le *propulseur*, pour caractériser son rôle à l'égard des goujons.

Les choses restent en cet état, tant que les goujons ne sont pas soulevés, et la ligne, par l'intermédiaire de la plaque S, rattachée au massif, communique à la *terre* à travers S, P, r_2 , L, r_4 , V¹.

Si la lèvre mobile rencontre un goujon *g* soulevé (voir fig. 484), la partie antérieure s'élève suivant /1, en tournant autour de ses charnières *o* ; le bras *m* s'abaisse en même temps suivant /2, entraînant le rebord inférieur *k'* de l'anneau ; celui-ci descendant, son rebord supérieur *k* fait abaisser le bras *l'* du levier, lequel pivotant autour de son support S élève le bras *l* suivant /3. Ces diverses situations se maintiennent tant que le goujon tient soulevée la lèvre mobile. — Le massif de l'appareil reste séparé de la *terre*, et le courant est transmis à la ligne à travers la vis de contact P', le ressort r_2 , le levier L, son support S, le massif, la came correctrice, etc.

Les vis-butoir P' et T' peuvent se régler comme celles d'un récepteur morse ordinaire. Il suffit pour cela 1° de laisser le chariot au repos et de visser T' jusqu'à ce que le ressort r_2 fléchisse légèrement ; 2° de tenir soulevée la lèvre mobile avec un goujon et, dans cette situation, de serrer P' jusqu'à ce qu'elle fasse fléchir de même le ressort r_2 .

On voit que le chariot ne joue plus qu'un rôle mécanique et que, pour la transmission, il n'existe plus qu'un seul contact au lieu de 28. En outre cette communication peut être facilement vérifiée, réglée et tenue propre, tandis que le chariot peut recevoir sans inconvénient toute l'huile qui lui est nécessaire pour faciliter son mouvement de rotation.

La fig. 484 montre que l'installation de ce nouveau

chariot ne change point les communications établies. Pour le monter, il suffit (fig. 482) de détacher la vis V qui soutient la platine antérieure à gauche ; de remplacer la virole de cette vis par la pièce S qui retient le levier de contact ll' , et de visser dans la table avec V_3 la pièce d'ébonite qui porte les vis $V_2 V_4$, dans une position telle que ces 2 vis enveloppent l'extrémité libre de r^1 .

Appareil Hughes translateur.

Le contrôle des transmissions échangées par le système Hughes ne peut se faire à travers les relais ordinaires. Pour combler cette lacune, M. Hughes a modifié son appareil de façon à le faire servir de *translateur*.

Dans ce but l'appareil est muni de 2 électro-aimants, dont les palettes PP^1 (fig. 497) peuvent agir à tour de rôle sur le même levier d'échappement, pourvu à cet effet de 2 bras antérieurs. La fig. 497 montre la disposition théorique des communications. Chaque armature porte, outre les ressorts antagonistes ordinaires, un petit ressort de contact r, r^1 , fixé sur elle par un *isolant*, et relié à l'une des lignes en relation. Au repos de l'appareil, les ressorts r, r^1 restent appliqués contre les vis v, v^2 . Si un courant arrive de la ligne B, il passe par r, v , traverse l'électro-aimant E_1 et se perd à la *terre*; aussitôt la palette P^1 se soulève, le ressort r^1 abandonne la vis de contact v^2 , vient s'appuyer sur v^3 , et un courant $+$, partant de la pile du translateur, passe par v^3, r^1 , et se rend à la ligne A. Le jeu est identique, quand A transmet à B.

Quand le translateur est destiné à mettre une ligne aérienne en communication avec un cable-sous-marin,

une combinaison spéciale permet de faire succéder à l'émission de chaque courant utile un *courant de décharge* de nom contraire. Pour remplir ce rôle, l'axe imprimeur porte 2 cames supplémentaires, lesquelles agissent successivement sur deux ressorts, isolés l'un de l'autre, l'une entre le 2^e et le 3^e quart, l'autre entre le 3^e et le 4^e quart de révolution de cet axe. Quand le 4^{er} est mis en action par le frottement de la came correspondante, le courant de décharge est transmis du translateur sur le câble; quand le second est rencontré, le câble est mis en contact direct avec la *terre*.

Appareil Hughes utilisé en Russie.

Il porte deux roues des types avec le nombre ordinaire de divisions (56); l'une contient les caractères français, l'autre les caractères russes. Quand on veut se servir de l'une ou de l'autre, on l'amène à la main dans le plan vertical de l'anneau de gutta-percha du cylindre imprimeur. — En outre, l'alphabet russe comprenant plus de lettres que le français, il a fallu en insérer un certain nombre dans la série des chiffres, où elles ont remplacé certains signes d'un usage peu fréquent; mais cette disposition aurait eu un inconvénient grave, à cause de la nécessité de séparer, dans le corps des mots, certaines lettres par un *blanc*, lorsque deux lettres consécutives auraient appartenu à deux séries différentes. M. Hughes a éludé cette difficulté par le procédé suivant.

Sur la roue de correction, en face des deux saillies SS' du levier inverseur (fig. 446), sont pratiquées 2 ouvertures oblongues *ab*, *a'b'* (fig. 203), livrant passage chacune à

une goupille horizontale a et b' implantée dans le levier et solidaire de ses mouvements. Ces goupilles dépassent d'une certaine longueur la face antérieure de la roue correctrice. Quand le levier inverseur est sur la position des *lettres* (fig. 416), les 2 goupilles sont en a et b' ; quand il est sur celle des *chiffres*, elles prennent la position $a'b$. Quand ce levier ne subit aucun déplacement, elles décrivent toujours, entraînées par la roue de correction, 2 circonférences concentriques, l'une passant par a , l'autre par b' .

A l'équerre S, qui soutient antérieurement l'axe imprimeur (fig. 203), est retenu, au moyen de la vis V, un bras recourbé K qui porte à son extrémité libre O un levier à 2 bras, mu , uu' , pouvant pivoter autour de O et dans un plan vertical. Ce levier est placé dans le plan de rotation des goupilles saillantes a et b' ; mais habituellement, quand les goupilles arrivent à la hauteur du bras supérieur mu , a passe à gauche et b' à droite de ce bras sans le toucher. Si maintenant la came correctrice enfonce la saillie du levier inverseur correspondant au *blanc des chiffres*, la goupille a , subissant le déplacement du levier, ira prendre la situation b , tandis que b' viendra en a' ; a en allant vers b , rencontrera le bras supérieur mu , qu'elle fera dévier vers la droite, forçant le bras inférieur uu' de se déplacer vers la gauche de la même quantité. Or, l'extrémité u' s'appuie au repos contre le tourillon g , implanté dans le cliquet à ressaut D. Le recul de uu' éloignera donc D des dents du rochet r du cylindre d'impression, et, pour cette fois, le papier ne sera pas entraîné. Mais cet écart n'est que momentané; car b , continuant de tourner avec la roue correctrice, abandonne bientôt le bras supé-

rieur *mu*; le cliquet D. cédant alors à l'action constante de son ressort, revient se fixer contre les dents du rochet *r*, ramenant le levier *muu'* à son état normal.

Si on appuie une seconde fois sur la touche *blanc des chiffres*, le levier inverseur et les goupilles *b a'* ne subiront pas de déplacement, et le levier *mu'* restera à égale distance des deux sans être entraîné par aucune d'elles. Le cliquet D gardera donc sa position et le papier sera régulièrement entraîné.

Les mêmes effets se reproduiraient si, ensuite, on abaissait 2 fois de suite le *blanc des lettres*.

Au 4^{er} abaissement, le levier *muu'* écarterait le cliquet D, et le papier resterait au repos; au 2^e, ce levier ne subissant aucun écart, le papier avancerait.

Donc, pour placer à côté d'un type de lettres, sans aucun blanc, comme A1 K2 un type de la série des chiffres, il faut 1^o abaisser le blanc des chiffres, pour faire dévier la roue des types de 4/36 et empêcher le cliquet D d'agir; 2^o abaisser la touche représentant le type de la série des chiffres à reproduire.

Pour séparer un nombre ou un groupe finissant par un chiffre d'un mot ou groupe commençant par une lettre, on doit 1^o appuyer sur le blanc des lettres pour changer de série; 2^o abaisser une 2^e fois la même touche pour produire un espace *blanc*, puis appuyer sur la touche qui représente la 1^{re} lettre du groupe suivant.

Diverses formes de goujons.

Nous avons vu ch. IV la forme des goujons primitifs et de ceux du dernier modèle. Entre ces deux extrêmes,

M. Hughes en a expérimenté de deux genres différents. Le 1^{er}, représenté fig. 478, est échancré horizontalement en *e*. Au moment où commence l'émission, la pièce isolée *p* s'engage dans cette échancrure et y circule librement, tout en avançant avec le chariot; le goujon ne peut donc, pendant tout le temps que passe la pièce isolée, céder à la traction de son ressort de rappel, et le courant a toujours la durée voulue. Ce système a été rejeté à cause des frottements exagérés qu'il occasionnait et de l'usure rapide de l'échancrure *e*. — Les fig. 479, 480 montrent le goujon transformé du 2^e genre. Il est muni d'une goupille horizontale *gg*, qui, au repos des touches, se maintient à la base d'un plan incliné *kk'*, *kk'*, disposé à droite et à gauche de la goupille. Quand le biseau antérieur de la pièce isolée vient raser un goujon soulevé, elle le force de se rejeter en arrière le long de *kk'* et de venir s'asseoir sur un plan horizontal *k'l* faisant suite au plan incliné *kk'*. Tant que passe la pièce isolée, par conséquent pendant tout le temps de l'émission, la goupille *g*, ainsi maintenue, empêche le goujon de rentrer dans sa boîte.

Modification du frein de la tige vibrante.

Le frein que nous avons décrit pag. 205 et suiv., ne laisse pas que de présenter un certain nombre d'inconvénients : 4^o pour régler la pression du ressort R sur la came C (fig. 460), il est nécessaire de le courber à la main ou à la pince, et, par tâtonnements quelquefois assez longs, la torsion pratiquée ainsi exagérant presque toujours en plus ou en moins le degré de pression qu'on veut at-

teindre; 2° le diamètre normal des vibrations de la tige ne peut être obtenu qu'en tordant l'extrémité libre du ressort, dans un sens ou dans l'autre (voir page 324); de là, nouveaux tâtonnements et difficulté de trouver la torsion exacte; cette 2° opération a de plus le défaut de modifier fréquemment la pression qui s'exerce sur la came, pression pour laquelle il faut, dans ce cas, procéder à un nouveau réglage; 3° ces torsions répétées en sens inverse finissent par détériorer le ressort du frotteur; 4° ce ressort n'étant pas trempé s'affaisse promptement et les vibrations prennent bientôt une amplitude exagérée; 5° l'emploi d'un cylindre creux pour surface de frottement gêne beaucoup la pose et l'enlèvement du frein, ainsi que sa vérification, quand il est placé.

L'auteur de cet ouvrage a imaginé une disposition nouvelle qui, appliquée pendant plusieurs mois sur des lignes très-occupées (Lyon, Marseille), a donné les meilleurs résultats. Il est représenté fig. 498, 498 *bis* et 498 *ter*. Il comprend : 1° un support d'une seule pièce $K'K$ *vv* coudée, qui se fixe en A sur l'axe du volant, au moyen de la vis V^1 (fig. 498); 2° un levier $gmbb'$, pivotant autour de m , portant d'un côté la tige vibrante en b' , de l'autre en g un galet mobile; 3° un ressort d'acier plat rr , retenu au support KK' par 2 vis vv , et portant en f un frotteur horizontal en cuir rigide, et, vers sa partie médiane, un plan incliné en acier kk' , qui va en s'élevant progressivement de k' vers k ; 4° une vis verticale V^2 (fig. 498 *ter*), servant à régler la pression du plan incliné sur le galet g , et maintenue dans une situation fixe par une contre-vis V (fig. 498); 5° un disque plat vertical de fonte, acier ou laiton, appliqué contre le support extérieur de l'axe du

volant, et légèrement creusé sur le parcours du frotteur f , pour éviter la projection de l'huile.

Quand la tige introduite en b' est au repos, elle s'appuie sur le pourtour de K' et le galet g reste adossé contre la partie la plus basse du plan incliné kk' (fig. 498). Dans cette situation, le frotteur f reste à une certaine distance de la plaque de frottement PP' (fig. 498 *bis*). Si l'appareil déroule, l'axe du volant et la pièce K' tournent dans le sens $f1$ (fig. 498), entraînant dans ce même mouvement le bras b' , le frotteur f (flèche $f4$), mais en même temps b' s'écarte de plus en plus de K' (fl. $f3$) forçant le galet g de monter le long du plan incliné $kk1$ (fl. $f2$), et il arrive un moment où le frotteur f , poussé horizontalement (fl. $f2$, fig. 498 *ter*) par la montée du galet sur le plan incliné, s'appuie contre la plaque de frottement. A partir de ce moment l'amplitude des vibrations est limitée.

Ce frein présente les avantages suivants : 1° la pression du ressort contre le galet se règle, avec une grande précision, à l'aide de la vis V_2 (fig. 498 *ter*). Il suffit de serrer cette vis jusqu'à ce que, le bras b' (fig. 498) étant au repos, le galet g soit touché par le plan incliné, *sans aucune pression*. Ce réglage s'obtient donc sans déformer le ressort rr . 2° L'amplitude des vibrations se règle en fixant la masse K' sur l'axe du volant au point voulu, au moyen de la vis $V1$ (fig. 498). Pour l'augmenter, on éloigne la pièce K' du volant ; pour la diminuer, on la rapproche. On voit que ce second réglage n'altère encore en rien l'élasticité du ressort du frotteur. 3° La suppression du cylindre de frottement permet de placer, déplacer et vérifier le frein avec la plus grande facilité.

Emploi de l'appareil Hughes à la mesure du temps.

Si l'on supprime la came correctrice, et que la roue des types soit calée d'une façon invariable à son axe, son mouvement restant continu et uniforme, la position des types ne sera jamais rectifiée avant l'impression, en sorte qu'on pourra juger, d'après la manière dont s'imprimera chaque caractère, du retard plus ou moins grand mis par le courant pour déterminer le soulèvement de l'armature, cause première de l'ascension du cylindre imprimeur. Supposons qu'on appuie toujours sur la même touche, A, par ex. : si l'électro-aimant est réglé au maximum de sensibilité et si aucune résistance n'est interposée entre la pile et l'organe électro-magnétique, la lettre A sera chaque fois reproduite. Mais si on force le courant de traverser des conducteurs *de plus en plus longs*, le retard qu'il mettra à provoquer le départ de la palette deviendra de plus en plus accentué et sera indiqué avec exactitude par l'impression. On verra la lettre A laisser sur la bande une trace *de plus en plus incomplète*; le jambage gauche disparaîtra d'abord, puis celui de droite s'imprimera avec la partie gauche du type suivant 2; ensuite l'A disparaîtra, tandis que le chiffre 2 sera reproduit en entier, et ainsi de suite. Connaissant la durée d'une révolution de la roue des types et le nombre de divisions de son périmètre, on pourra évaluer le temps exact mis par le courant pour produire son effet utile sur l'électro-aimant dans les divers cas examinés; il sera représenté par celui qu'a mis la roue des types à parcourir l'arc de cercle qui sépare la lettre A, correspondant à la touche abaissée, de

celle ou de la portion de celle qui dépose sa trace sur la bande. — M. Hughes a utilisé son appareil, ainsi modifié, dans quelques recherches scientifiques, telle que la vitesse de propagation du fluide électrique à travers des câbles sous-marins de différentes longueurs, la sensibilité d'électro-aimants de formes diverses, etc.

Propagation de l'électricité (extraits).

Nous donnons ci-dessous, relativement au mode de propagation du fluide électrique à travers les fils aériens et sous-marins, quelques renseignements qui intéressent d'une manière spéciale le jeu du système Hughes, et qui compléteront notre *étude* sur cet appareil. Ils sont extraits du *Nouveau traité de télégraphie électrique* de M. Blavier.

Lorsqu'on met un fil conducteur d'une certaine longueur en communication avec le pôle d'une pile, dont l'autre pôle est relié à la terre, le fluide se précipite dans le fil, et le courant, d'abord très-intense auprès de la pile, diminue peu à peu jusqu'à ce que l'intensité soit égale à celle qui résulte des conditions du circuit.

A l'extrémité de la ligne, le courant apparaît d'abord faible, puis augmente rapidement et atteint une intensité fixe, qu'il conserve tant que le contact avec la pile subsiste à l'autre bout du fil; cet état constitue ce qu'on nomme l'état *stable*.

Dans les points intermédiaires, le courant s'établit différemment, suivant leur position.

Dans la première partie de la ligne, il augmente rapidement, dépasse la valeur finale, puis décroît; dans la seconde partie, il augmente d'une manière continue.

Le courant n'arrive qu'insensiblement à l'état stable; on ne peut donc déterminer exactement l'instant précis où il atteint sa valeur maximum; mais seulement celui où la différence est assez faible pour être négligeable, et il varie suivant la sensibilité des instruments employés.

L'intervalle qui s'écoule entre cet instant et le moment de l'émission du courant, ou la durée de l'état *variable*, dépend de la lon-

gueur de la ligne et de sa situation. Cette durée, qui est infiniment faible pour les lignes aériennes d'une faible étendue, est d'environ 20 millièmes de seconde pour une ligne aérienne de 500 kilom.; sur les lignes sous-marines, elle peut atteindre une minute et même davantage.

Au point de vue télégraphique, il suffit de considérer la variation du courant à l'extrémité de la ligne opposée à la pile.

Le temps employé à la production d'un signal se compose de deux parties, l'une qui est le temps nécessaire au fluide pour parvenir à l'extrémité, et l'autre celui qu'emploie le courant à atteindre une intensité déterminée.

La durée de l'état variable dépend de la résistance de la communication avec la terre à l'extrémité de la ligne. — Cette résistance retarde l'établissement de l'état stable.

Si le courant traverse un récepteur, ce dernier ne marche pas seulement quand l'état permanent est établi, mais dès que le courant atteint une intensité suffisante pour que l'armature soit mise en action; cette intensité dépend du récepteur lui-même.

Le temps qui s'écoule entre le moment où le contact est établi avec la pile et la production d'un signal, varie avec l'appareil employé, la longueur et la situation du fil conducteur, et avec les pertes de courant sur la ligne.

L'électro-aimant adopté par M. Hughes est celui qui donne la plus grande sensibilité.

Sur une ligne aérienne formée d'un fil de fer de 4^{mm} de diamètre et de 500 kilom. de longueur, dans de bonnes conditions d'isolement, le temps qui s'écoule entre le contact avec la pile à une extrémité de la ligne et le mouvement de l'armature à l'autre extrémité est d'environ 2 à 3 millièmes de seconde, et ce temps varie à peu près proportionnellement à la longueur de la ligne. Il peut être d'environ 0^o,006 à 0^o,007 sur une ligne de 1000 kilom.

Avec les électro-aimants ordinaires, le temps est toujours plus long.

Sur les lignes souterraines et sous-marines, le temps est beaucoup plus considérable. Avec un câble de dimension ordinaire.., on aurait,... 0^o,09, sur une ligne de 500 kilom. avec l'électro-aimant Hughes, et 0^o,45, avec les relais ordinaires.

Voici du reste, quelques nombres obtenus directement sur divers câbles.

M. Hughes a trouvé, pour le temps nécessaire à la production d'un signal, sur un câble sous-marin formé d'un fil conducteur de 1^{mm},6

de diamètre, et une enveloppe de gutta-percha de 2mm, 4 d'épaisseur :

Pour une longueur de 421 kilom.	0'',025
— — — 242 —	0'',043
— — — 363 —	0'',080
— — — 484 —	0'',115
— — — 603 —	0'',140
— — — 726 —	0'',160

On n'a pas fait d'expérience sur les lignes aériennes pour déterminer la durée du contact nécessaire pour les divers appareils.

Ce temps est, dans tous les cas, inférieur à celui qui s'écoule entre le moment de l'émission d'un courant et celui de la production d'un signal, temps qu'on peut évaluer, pour une ligne de 500 kilom. à 0'',003 environ avec l'électro-aimant Hughes, et à 0'',01 avec un électro-aimant ordinaire.

Sur les lignes sous-marines, la durée du contact nécessaire à la production d'un signal peut être notablement inférieure au temps employé par le courant pour parvenir à l'extrémité de la ligne. Ainsi, M. Hughes a trouvé que sur une ligne sous-marine de 726 kilom., la durée de l'émission, qui produit un signal avec son électro-aimant, est de 0'',021, tandis que le courant ne fait marcher l'appareil qu'à 0'',160 après le moment de l'émission.

FIN

TABLE DES CHAPITRES.

	PAGES.
I.	
CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.	4
II.	
COUP D'ŒIL SUR L'ENSEMBLE DU SYSTÈME HUGHES.	5
III.	
PRINCIPE FONDAMENTAL. — SYNCHRONISME	47
IV.	
MANIPULATEUR.. . . .	27
V.	
MÉCANISME RÉCEPTEUR. — ORGANE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.	53
VI.	
ECHAPPEMENT.	94
VII.	
AXE DE LA ROUE DES TYPES.. . . .	144
VIII.	
CAMES DE L'AXE IMPRIMEUR.	137
IX.	
CORRECTION.	163
X.	
RÉGULATEUR.	189
XI.	
MARCHE DES COURANTS.	223
XII.	
FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL.. . . .	247
XIII.	
MONOGRAPHIE PRATIQUE DES DIVERSES PARTIES DE L'AP- PAREIL	267
XIV.	
RECHERCHE DES DÉRANGEMENTS.	331
XV.	
NOTES DIVERSES.	365

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

NOTA. Les chiffres indiquent les pages.

A.

Aimant fixe, 12, 60, 282.
 Aimants naturels, 54.
 — artificiels permanents, 55.
 — instables, 55, 56.
 Amplitude des vibrations (réglage de l'), 324.
 Anneau de gutta-percha, 146, 318.
 Armature, 12, 61, 276.
 — (réglage du ressort fixe de l'), 278.
 — (réglage du ressort variable de l'), 249.
 — (retour de l'), 104.
 — (support de l'), 276.
 Axe d'impression, 12, 97, 137, 302.
 — de la roue des types, 111, 307.
 — du chariot, 27, 289.
 — du volant, 7, 94, 301.
 Axes du mouvement horlogerie, 196, 328.

B.

Ballotement de la tige vibrante, 356.
 Blanc (levier de rappel au), 127, 130, 226, 305.
 Bobines (enroulement du fil des), 61, 284.
 — (étude pratique), 284.
 Bornes, 226, 271.

C.

Came de correction, 132, 139, 148, 169, 303.
 — de dégagement, 128, 134, 138, 148, 160, 303.

Came d'entraînement, 103, 107, 142, 148, 305.
 — d'impression, 12, 144, 148, 305.
 Cames, 12, 137, 303.
 — (jeu des), 148.
 Centrage de la tige vibr., 321.
 Chaîne, 190, 328.
 Chariot, 10, 22, 27, 285.
 — (inverseur pour lignes sous-marines), 383.
 — (pour lignes aériennes, nouveau modèle), 385.
 Chiffres (impression des), 14, 114, 120, 122, 182.
 Clavier, 11, 34, 292.
 Cliquet à ressaut, 144, 315.
 — de correction, 121, 127, 308.
 — d'échappement, 98, 296.
 Colimaçon, 99, 104, 294.
 Combinaisons, 258.
 — (recueil de), 375.
 Communications, 226.
 — (vérification sommaire des), 334.
 — vérification complète des), 340.
 Commutateur à manette, 225, 235, 273.
 — bavarois, 224, 272.
 — suisse, 224, 272.
 Correction (roue de), 13, 117, 124, 137, 163, 310.
 — (came de), 14, 88, 132, 139, 148, 163, 225, 303.
 — (motifs de la), 163.
 — (jeu de la), 169.
 Courant (rôle du), 54.
 — (sens du), 58, 67.
 — (variations du), 75, 373.
 — (dérivation du), 76, 230, 274.
 — (durée du), 46, 262.

- Courants (actions réciproques des), 80.
 — — (des aimants sur les), 82.
 — (marche des), 223.
 Courant induit d'éloignement, 86, 246.
 — — de rapprochement, 87, 245.
 Crapaudine, 28.
 Cylindre imprimeur, 146, 317.
 — — (hauteur du), 319.
- D.**
- Débrayage de l'axe d'impression, 103.
 — — de la roue des types, 131.
 Démontage des diverses pièces, 269 à 330.
 — de tout l'appareil, 329.
 Dérangements (recherche des), 331.
 Dérivation du courant, 76, 230, 233, 274, 275.
- E.**
- Echappement, 91.
 — (cliquet d'), 98, 296.
 — (jeu de l'), 102.
 — (levier d'), 12, 91, 108, 293.
 — (plan incliné d'), 99, 301.
 — (plaque d'), 97.
 — (rochet d'), 96, 300.
 Electricité (propagation de l'), 396.
 Electro-aimants (généralités sur les), 55.
 Electro-aimant, 12, 53, 60.
 — — (réglage ordinaire de l'), 248.
 — (réglage extraordinaire de l'), 275.
 — (théorie du réglage de l'), 67.
 Embrayage de l'axe imprimeur, 103.
 — de la roue des types, 132.
 Emissions (espacement des), 254.
 — (durée des), 262.
 Enroulement du fil des bobines, 61, 284.
- Entraînement (came d'), 128, 134, 142, 148, 160, 305.
 — (levier d'), 142, 314.
- F.**
- Fer doux (noyaux de), 60, 281.
 — mobile, 73, 249, 251.
 Fil de ligne, 270.
 — pile, 269.
 — terre, 270.
 Fils extérieurs, 269.
 — intérieurs, 271.
 Frein d'arrêt du volant, 247, 339.
 — de la tige vibrante, 9, 205, 324.
 — — (modification du), 392.
 Frottement (roue de rochet de), 125, 308.
- G.**
- Goujons, 11, 32, 46, 290.
 — (dernier modèle des), 49.
 — (modèles divers de), 391.
 Goupille du cliquet de correction, 121.
 Guide-papier, 320.
 Gutta-percha (anneau de), 146, 318.
- H.**
- Hauteur du cylindre d'impression, 319.
- I.**
- Impression (axe d'), 12, 97, 137, 302.
 — (came d'), 12, 144, 148, 305.
 — des chiffres, 14, 114, 120, 122, 182.
 — des lettres, 14, 114, 120, 122, 179.
 — défectueuse, 351.
 — (levier d'), 145, 316.
 — (vis d'arrêt du levier d'), 320.
 Imprimeurs (télégraphes), 1.
 Induction, 80, 83, 245.

- Interrupteur (ressort), 88, 225, 273.
 — (commutateur), 225, 235, 273.
 Inverseur (levier), 15, 120, 122, 178, 310.
 Isolée (pièce), 31, 44, 289, 386.
- L.**
- Lettres (impression des), 14, 144, 120, 122, 179.
 Levier d'échappement, 12, 91, 108, 293.
 — d'entraînement, 142, 314.
 — d'impression, 145, 316, 320.
 — de rappel au blanc, 127, 130, 226, 305.
 — inverseur, 15, 120, 122, 178, 310.
 Leviers des touches, 35, 292.
 Lèvre inférieure, 30, 288.
 — supérieure, 29, 286.
- M.**
- Magnétisme (notions de), 54.
 — rémanent, 57, 78.
 — de polarisation, 252.
 Manipulateur, 10, 21, 27, 37, 285.
 Manipulation, 254, 375.
 Mélanges (effets des), 236, 264, 374.
 Monographie pratique, 267.
 Moteur, 5, 190.
 Mouvement continu, 5, 189.
 — uniforme, 6, 199.
 — (transmission du), 196.
- N.**
- Noyaux de fer doux, 60, 281.
- O.**
- Orages (effets des), 264.
- P.**
- Papier (came d'entraînement du), 103, 107, 142, 148, 305.
 — (levier d'entraînement du), 142, 314.
- Papier (entraînement défectueux du), 352.
 — (guide-), 320.
 — (presse-), 147, 317.
 Pédale, 5, 193, 363.
 Pièce isolée, 31, 44, 289, 386.
 Pile (essai de la), 270.
 — (fil de), 269.
 Plan incliné d'échappement, 99, 301.
 — — du ressort-lame, 128, 305.
 Plaque d'échappement, 97.
 Plaques polaires, 61, 280.
 Poids, 5, 190.
 Pratique (monographie), 267.
 Presse-papier, 147, 317.
 Principe fondamental (synchronisme), 17.
 — du récepteur, 21.
 — du manipulateur, 21.
 — du régulateur, 201.
- R.**
- Ralentissement, 353.
 Rappel au blanc (levier de), 127, 130, 226, 305.
 Récepteur, 53.
 — (principe du), 21.
 Réglage de toutes les pièces, 267.
 — ordinaire (électro-aimant), 248.
 — (synchronisme), 217, 253.
 Règlement officiel sur le service de l'appareil, 365.
 Régulateur, 7, 189, 321.
 Remontoir, 192, 329, 363.
 Ressort à coches, 120, 311.
 — de contact supérieur du chariot, 28, 285.
 — de la crapaudine, 28, 286.
 — de la lèvre mobile, 30, 286.
 — du levier d'échappement, 93, 108, 295.
 — du levier de rappel au blanc, 226, 233, 275.
 — interrupteur, 88, 225, 273.
 — lame, 128, 305.
 Roue correctrice, 13, 117, 124, 137, 143, 310.
 — d'angle du chariot, 22, 28, 285.

Roue de rochet d'échappement, 96, 310.
 — de rochet de frottement, 125, 308.
 — des types, 13, 21, 113, 312.
 Russe (appareil utilisé en), 389.

S.

Sens du courant, 58, 67.
 Service (conseils pour le), 372.
 — (réglement du), 365.
 Signaux (succession des), 254.
 — réglementaires, 366.
 Solénoïdes, 82.
 Sphère de la tige vib., 207, 322.
 Synchronisme, 17, 214.
 — (réglage du), 217, 253.

T.

Tampon encrreur, 113, 314.
 Temps (emploi de l'appareil Hughes à la mesure du), 391.
 Terre (fil de), 270.

Tige vibrante, 8, 204, 321.
 — — (centrage de la), 321.
 Touches, 34, 292.
 — (leviers des), 35, 292.
 Translateur Hughes, 388.
 Transmetteur (principe du), 21.
 Transmission, 254.
 — (vitesse de), 258.
 — du mouvement, 196.
 Types (roue des), 13, 21, 113, 312.

V.

Vérification générale, 333.
 — spéciale, 337.
 Vibrante (lame), 200.
 — (tige), 8, 204, 321.
 Vis d'arrêt du levier d'impression, 320.
 — de contact de la lèvre mobile, 29, 288.
 — de contact du levier d'échappement, 92, 294.
 Vitesse de transmission, 258.
 Volant, 7, 95, 300.
 — axe du, 94, 301.

ERRATA.

- Page 30, lig. 18, *lire* Li *au lieu de* L.
Page 30, lig. 20, *lire* ébonite I *au lieu de* ébonite.
Page 31, lig. 22, *lire* intérieure *au lieu de* inférieure.
Page 35, lig. 25, *lire* TL *au lieu de* T.
Page 43, lig. 6, *lire* qui doit *au lieu de* que.
Page 61, lig. 2, *lire* n's' *au lieu de* N'S'.
Page 81, lig. 12, *lire* ba' *au lieu de* b'a.
Page 81, lig. 18, *lire* sous *au lieu de* sur.
Page 81, lig. 24, *lire* d e *au lieu de* d c.
Page 84, lig. 25, *lire* page 82 *au lieu de* 88.
Pag. 114, lig. 6, *lire* espaces vides ou blancs *au lieu de* espaces ou blancs.
Page 117, lig. 3, *lire* (fig. 183) *au lieu de* (fig. 114).
Page 120, lig. 17, *lire* chiffres et des lettres *au lieu de* chiffres des et lettres.
Page 140, lig. 17, *lire* pointes *au lieu de* points.
Page 146, lig. 15, *lire* (Voir fig. 102 et 128), *au lieu de* fig. 182.
Page 152, lig. 21, *lire* (fig. 133) *au lieu de* fig. 132.
Page 154, lig. 14, *lire* forme pour *au lieu de* par.
Page 158, lig. 15, *lire* la droite *au lieu de* la gauche.
Page 161, lig. 31, *lire* de dégagement *au lieu de* entraînement.
Page 172, lig. 24, *lire* inférieur à la distance d'un chiffre et d'une lettre ou à la moitié de l'espace d'une dent à l'autre de la roue.
Page 174, lig. 23, *lire* creux 22 *au lieu de* 26.
Page 175, lig. 1, *lire* creux 22 *au lieu de* 26.
Page 175, lig. 10, *lire* creux 22 *au lieu de* 26.
Page 177, lig. 6, *lire* (position m_3 *au lieu de* m_5).
Page 180, lig. 2, *lire* bouchera *au lieu de* touchera.
Page 180, lig. 9 et 19, *lire* R_5 *au lieu de* R^6 .
Page 204, lig. 11, *lire* elle ne *au lieu de* il.
Page 216, lig. 14, *lire* diminuant *au lieu de* augmentant.
Page 216, lig. 15, *lire* plus *au lieu de* moins.
Page 225, lig. 11, *lire* trous *au lieu de* trois.
Page 229, lig. 4, *lire* poste *au lieu de* porte.

PARIS. — Imprimerie de E. DONNAUD, rue Cassette, 9.

