

# MÉMENTO PRATIQUE D'HORLOGERIE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE

PAR

PIERRE TOUCHET

avec la collaboration de  
Roger Miot et Jean Renaud

42241

PREFACES DE

PAUL NICOLAS

4<sup>e</sup> ÉDITION FRANÇAISE

6500

La Générale Horlogère  
64 bis, rue La Boétie - Paris (8<sup>e</sup>)  
France

# MÉMENTO PRATIQUE D'HORLOGERIE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE

PAR

PIERRE TOUCHET

avec la collaboration de

ROGER MIOT, Chef de la Vérification Générale de JAZ s.a.  
JEAN RENAUD, Chef du Département Recherches et Etudes de JAZ s.a.

*Préfaces de  
Paul Nicolas*

---

4<sup>e</sup> ÉDITION  
revue et augmentée

La Générale Horlogère  
64 bis, rue La Boétie - Paris (8<sup>e</sup>)

© JAZ 1962  
1962 1<sup>ere</sup> et 2<sup>e</sup> éditions  
1963 3<sup>e</sup> édition  
1965 4<sup>e</sup> édition

Cet ouvrage a été traduit en Anglais et en Allemand

## Préface de la 1<sup>re</sup> édition

Notre époque est fertile en surprises de cette sorte : la technique horlogère qui depuis tant d'années avait si peu bougé qu'on en arrivait tout naturellement à la considérer comme définitivement fixée, a connu en quelques mois des mutations profondes ; le meilleur horloger du monde, sorti des écoles il y a cinq années, se frotterait les yeux devant un mouvement d'aujourd'hui s'il n'avait pas suivi, au moins de loin, l'évolution qui nous a amenés où nous sommes. Les découvertes faites dans le domaine des piles, dans celui des aimants et surtout dans le domaine de ces semi-conducteurs qui ont envahi notre vie quotidienne sous le nom de transistors, sont à l'origine de ces progrès accélérés.

Il est bien clair que nous ne sommes pas au bout des conséquences de cette évolution : il s'écoulera encore nombre d'années avant que nous retrouvions, en ce domaine, une certaine stabilité. Mais les pas les plus décisifs viennent sans doute d'être faits.

La Générale Horlogère a estimé que l'heure est venue de marquer une étape en mettant à la disposition des spécialistes le petit ouvrage pratique que voici. Ce qui est certain, c'est qu'il était réclamé de toute part par ceux qui, connaissant l'horlogerie traditionnelle, sont décidés à faire l'effort nécessaire pour se mettre au courant et qui réclament avec insistance qu'on veuille bien les initier à ces nouvelles techniques.

J'ai pensé que nul n'était plus désigné que le « clusien » Pierre Touchet pour élaborer cet ouvrage. Je ne connais pas un horloger plus horloger que lui : il est né dans le « sérail », il a suivi les cours d'une des deux ou trois plus grandes écoles de la profession, il a vécu toute sa vie dans le métier et pour lui. Et puis, ce qui est capital, il a vécu tous les progrès dont je viens de parler jour par jour.

Pour ne rien vous cacher, il a vécu aussi tous les ennuis qu'ont rencontrés tous ceux qui se sont aventurés dans ces voies nouvelles. S'il ne connaît pas la question, personne ne la connaît. Par surcroît de précautions, il a eu la bonne idée de se faire aider par un autre grand horloger, un « bisontin », lui, Jean Renaud qui est chef du bureau d'études horlogères chez Jaz.

J'ai choisi Pierre Touchet pour une autre raison. Une autre qualité qui est assez rare était encore indispensable. Il ne suffit pas de savoir quelque chose, il faut savoir aussi comment transmettre son savoir aux autres. Or, sans qu'il s'en doute lui-même, je sais depuis longtemps que Pierre Touchet a tous les dons qui auraient pu faire de lui un excellent professeur.

Je lui ai demandé expressément de faire comme si ses futurs lecteurs ne connaissaient rien à la question. C'est pourquoi il a commencé par rappeler très rapidement les données théoriques dont il est nécessaire d'avoir une idée pour comprendre l'horlogerie électrique. Je lui ai encore demandé de toujours rester accessible à tous. Il y aura peut-être des horlogers érudits qui trouveront que Pierre Touchet a trop schématisé les choses. Mais ce n'est pas pour eux qu'il a écrit ce livre. Et nous l'avons voulu exactement comme il est : simple, pratique et concret, certains que c'est cela que la masse des horlogers attend de nous.

Il nous reste à espérer que l'expérience maintenant nous donne raison et que tous ceux qui ouvriront cet ouvrage avec le désir de savoir plus, y trouveront tout ce qu'ils y cherchent.

Paul NICOLAS

— I —

(janvier 1962)

## Préface de la 4<sup>e</sup> édition

*Les éditeurs de ce Mémento ne se doutaient certes pas du succès qu'il allait immédiatement obtenir. La raison en est probablement que l'horlogerie électrique a connu quasi instantanément un immense succès, dans le monde entier, et qu'à notre connaissance, c'est le seul ouvrage qui existe sur ce sujet.*

*Toujours est-il qu'au bout de deux ans, nous en voici à la 4<sup>e</sup> édition française. Plus de 6 000 exemplaires ont été vendus, à quoi il conviendrait d'ajouter pour être complet les 1 000 de l'édition anglaise et les 2 000 de l'édition allemande.*

*Ainsi que nous l'avions prévu dès l'origine, la matière traitée est extrêmement mouvante : à chaque instant il y a du nouveau. Deux fois déjà avant la présente édition, nous avons dû publier une série d'addenda, lesquels ont d'ailleurs été envoyés à tous les souscripteurs.*

*Pour cette édition, nous avons décidé de reprendre tout ce qui avait été publié antérieurement sans y rien changer (à l'exception, bien entendu, des coquilles et des observations devenues sans intérêt), mais en datant chaque page de manière que le lecteur puisse suivre les différentes étapes de l'évolution qui s'est produite.*

*S'il y a lieu, chaque fois que cela sera utile, nous continuerons à compléter ce Mémento pour que vous restiez toujours parfaitement au courant de l'état présent des questions ici traitées.*

*En terminant cette préface de la 4<sup>e</sup> édition, je crois bon de saluer comme ils le méritent tous ceux qui ont fait effort avec nous pour diffuser cette technique nouvelle. Et j'entends englober dans cet éloge à la fois l'ensemble des professeurs des différentes écoles horlogères et ceux qui ont répandu la bonne parole, soit comme présidents ou secrétaires de syndicats, soit comme animateurs de réunions de toutes sortes. Il est vraiment réconfortant de voir une profession tout entière animée de la même volonté de s'adapter dans le plus court délai à une situation entièrement nouvelle. Ce sera notre orgueil d'avoir aidé ceux qui s'aident eux-mêmes...*

Paul NICOLAS.

# INTRODUCTION

Les pages qui vont suivre ont peu d'ambition. Notre propos n'est pas de faire de notre lecteur un technicien de l'électronique : nous savons bien que, lecture terminée, il ne saura pas dépanner sa télévision ni son poste à transistors.

Mais, heureusement, l'horlogerie électrique ne fait appelle — pour l'instant — qu'à des notions d'électricité assez élémentaires.

Ce sont ces notions que nous avons jugé utile de rappeler ici. Elles suffisent à tout horloger de métier pour entretenir et réparer la majorité des pendules électriques fonctionnant sur pile et, bien entendu, en particulier les calibres JAZ et JAPY ainsi que SMIPIL et « le Mouvement de Paris ».

Certes dès 1952 JAZ avait créé un mouvement électrique synchrone sur secteur. Ce mouvement n'a eu qu'un succès limité en raison des nombreuses coupures encore constatées sur certains secteurs (et aussi en raison de la servitude provoquée par la nécessité d'installer une prise de courant).

JAZ s'est donc résolument orienté vers la seule solution actuellement valable : la pile.

Nous ne nous occuperons donc pas, dans cette étude, du courant fourni par le secteur, c'est-à-dire du courant alternatif. Nous nous bornerons à étudier le courant électrique fourni par les piles : le courant continu à basse tension.

Mais les pendules électriques et électroniques modernes ne font pas seulement appel à des principes purement électriques ; pour en comprendre le fonctionnement, il nous faudra étudier quelques notions supplémentaires.

Nous diviserons donc notre étude en plusieurs chapitres :

- Chapitre I. — Electricité, rappel de notions élémentaires.
- Chapitre II. — Magnétisme.
- Chapitre III. — Electro-Magnétisme.
- Chapitre IV. — Les contacts.
- Chapitre V. — Les transistors.

Enfin, nous étudierons en particulier les différents mouvements électriques JAZ, JAPY, SMIPIL et « Mouvement de Paris ».



# ÉLECTRICITÉ

Le courant électrique, qui est en réalité un déplacement d'électrons, peut être assimilé à un fluide. Bien que certains enseignants n'aiment pas utiliser cette méthode (car il faut l'abandonner bien vite !) on peut cependant comparer le fluide électrique à un fluide liquide, par exemple l'eau.

## A — INTENSITÉ

Un robinet grand ouvert (fig. 1) laissant passer un courant d'eau intense pourra débiter une grande quantité d'eau en peu de temps. Un robinet presque fermé laissera passer un courant d'eau peu intense et mettra beaucoup plus de temps à fournir la même quantité d'eau.

De cette évidence apparaissent deux notions :

- la quantité qui se mesure pour l'eau en litres ou en mètres cubes,
- le débit qui se mesure par exemple en litres à la seconde ou en mètres-cubes/heure.

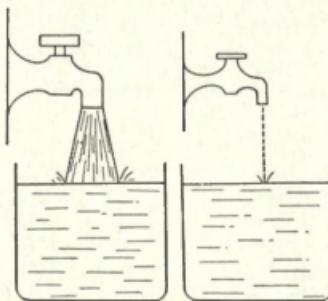


Fig. 1

En électricité l'unité de quantité est le COULOMB. L'unité de débit ou d'intensité est l'AMPÈRE. Un courant de 1 ampère (on écrit 1 A) est un courant qui fournit 1 coulomb en 1 seconde.

## B — RÉSISTANCE

Le robinet grand ouvert laisse passer plus d'eau que l'autre parce que celle-ci rencontre moins de résistance à son écoulement. Si la résistance augmente, le débit diminue.

En électricité, les corps conduisent plus ou moins bien le courant. Les métaux nobles, en général, conduisent bien l'électricité ; on les dit « conducteurs » (or, argent, cuivre, mercure etc...). Certains métaux ou alliages conduisent mal l'électricité, on les dit « résistants » (maillechort, ferro-nickel).

Enfin, certaines matières ne laissent passer aucun courant dans les conditions normales, on les dit « isolantes » (verre, caoutchouc, porce-

laine etc...). D'autre part, la résistance augmente avec la longueur et diminue avec la grosseur du fil.

La résistance est donnée par la formule  $R = \frac{\rho l}{s}$

dans laquelle  $\rho$  est un coefficient de résistivité propre à chaque matière,  $l$  est la longueur et  $s$  la section du fil. L'unité de résistance électrique est l'OHM. Un ohm s'écrit  $1\ \Omega$ .

### C — TENSION ÉLECTRIQUE

Lorsqu'on ferme un robinet on augmente la résistance à l'écoulement de l'eau et on diminue le débit. On pourrait augmenter le débit sans toucher au robinet si l'on pouvait augmenter la pression de l'eau. En électricité, la notion de pression, c'est-à-dire d'énergie potentielle disponible s'appelle la tension. Elle s'exprime en VOLTS. Une tension de 1 volt (on écrit 1 V) est celle qui est capable de faire passer un courant de 1 ampère (1 A) dans une résistance de 1 ohm ( $1\ \Omega$ ).

### D — DIFFÉRENCE DE POTENTIEL

On appelle circuit électrique l'ensemble composé d'un générateur d'électricité et d'un ou plusieurs récepteurs réunis par des conducteurs.

La fig. 2 représente un circuit électrique élémentaire composé d'une pile (générateur), de 2 fils (conducteurs) et d'une ampoule (récepteur).

Examinons le cheminement du courant. Conventionnellement, le courant part de la pile par le pôle +. Il suit le fil dans le sens de la flèche et arrive au récepteur au point A. A ce point, le courant est chargé d'un certain potentiel d'énergie électrique. Puis le courant arrive au point B après avoir traversé le filament de l'ampoule.

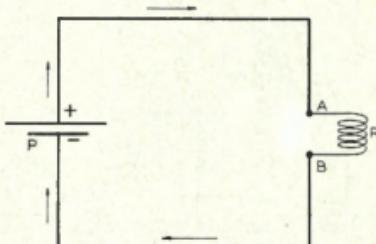


Fig. 2

Au point B toute l'énergie électrique qui a été transformée en chaleur pour rouvrir le filament est perdue et le potentiel d'énergie électrique a diminué par rapport au point A.

On dit qu'il y a entre les points A et B une différence de potentiel. Cette différence de potentiel s'exprime en volts (V).

Mais ce qui est évident pour le filament d'une ampoule est vrai pour tous les conducteurs électriques, ce qui nous amène à exprimer la loi fondamentale suivante :

— Tout courant qui passe dans un conducteur dégage de la chaleur (Effet Joule).

Le dégagement de chaleur est proportionnel à la résistance du conducteur, au temps de passage du courant et au carré de l'intensité. Si on désigne par  $W$  le dégagement de chaleur, c'est-à-dire la puissance perdue par effet Joule, on écrit  $W = RI^2t$ . C'est cette formule connue

sous le nom de loi de Joule, et en particulier le facteur  $I^2$ , qui explique la fusion des « plombs » dans les installations électriques et les incendies que peuvent provoquer certains courts-circuits.

## E — RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTES MESURES

Si on désigne par  $R$  la résistance d'un récepteur exprimée en ohms ( $\Omega$ ), par  $I$  l'intensité de courant qui circule dans ce récepteur, exprimée en ampères (A), par  $U$  la différence de potentiel aux bornes du récepteur, exprimée en volts (V), il existe entre ces trois valeurs une relation simple, connue sous le nom de loi d'Ohm :

$$U \text{ (volts)} = R \text{ (ohms)} \times I \text{ (ampères)}$$

ou

$$R = \frac{U}{I} \text{ et } I = \frac{U}{R}$$

A cette relation il convient d'ajouter la notion de puissance. La puissance ( $P$ ) est le produit de la tension ( $U$ ) par l'intensité ( $I$ ). Elle s'exprime en WATTS (W).

$$P \text{ (watts)} = U \text{ (volts)} \times I \text{ (ampères)}$$

C'est par la puissance nécessaire à son fonctionnement que l'on mesure convenablement la consommation d'un mouvement de pendule électrique.

## F — BRANCHEMENT DES RÉCEPTEURS

On appelle récepteur en général tout appareil inséré dans un circuit électrique. Etant donné qu'aucun récepteur ne peut avoir une résistance nulle, on peut représenter schématiquement un récepteur par une résistance. Il y a deux façons (fig. 3) de brancher des résistances.

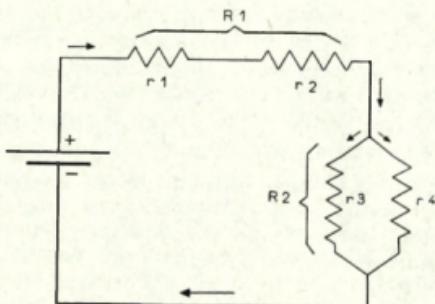


Fig. 3

Les deux résistances  $r_1$  et  $r_2$  branchées à la suite l'une de l'autre sont dites « en série ». Leur résistance totale est égale à la somme des résistances partielles :

$$R_1 = r_1 + r_2$$

Les deux résistances  $r_3$  et  $r_4$  sont dites « en parallèle » ou « en dérivation ». L'inverse de la résistance totale est égale à la somme des inverses des résistances partielles :

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}$$

La résistance totale du circuit de la fig. 3 est donc égale à  $R_1 + R_2$

auxquelles il faudra ajouter éventuellement la résistance des conducteurs si celle-ci n'est pas négligeable.

D'autre part, nous verrons au chapitre suivant que nous devrons tenir compte, en plus, de la résistance intérieure de la pile.

## G — LES PILES ÉLECTRIQUES

Toutes les pendules électriques JAZ sont construites pour fonctionner avec une seule pile sèche d'un seul élément.

Les piles sèches (système LECLANCHÉ) transforment l'énergie développée par une réaction chimique en courant électrique. Elles sont composées d'un récipient en zinc qui constitue l'électrode négative (-) de la pile et contenant l'électrolyte. Le pôle positif (+) est constitué par une barre de charbon de cornue située au centre de la pile. La tension disponible aux bornes d'une pile s'appelle sa « force électromotrice » (f.e.m.). Elle s'exprime en volts.

La force électromotrice d'une pile sèche d'un seul élément est en principe de 1,5 V. Cette f.e.m. peut atteindre 1,6 V lorsque la pile est neuve et *fraîche*, c'est-à-dire de fabrication récente.

Examinons de nouveau le circuit électrique élémentaire de la fig. 2.

Le courant électrique sort de la pile par le pôle +, parcourt le conducteur, traverse la résistance R, parcourt l'autre conducteur et arrive au pôle — de la pile. Mais pour poursuivre son circuit, le courant doit traverser la pile pour ressortir par le pôle +. Or, la pile a une résistance intérieure qui est loin d'être négligeable et qui produit le même effet que la résistance R.

Il en résulte que lorsqu'une pile est insérée dans un circuit électrique et qu'elle débite du courant, il y a aux bornes de la pile une différence de potentiel différente de sa force électromotrice. Il faut donc tenir compte de cette particularité importante lorsque l'on veut mesurer la tension d'une pile branchée sur un mouvement d'horlogerie.

Ceci est d'autant plus important que la résistance intérieure d'une pile va en augmentant au fur et à mesure qu'elle vieillit.

L'autre caractéristique d'une pile est sa capacité. C'est la quantité d'électricité qu'elle peut fournir durant toute sa vie.

Nous avons vu que l'unité de quantité est le coulomb, quantité fournie par un courant de 1 A pendant une seconde. Cette unité étant très petite, on lui préfère un multiple, l'ampère-heure (Ah). C'est la quantité d'électricité fournie par un courant de 1A pendant 1 heure.

Donc 1 ampère-heure = 3.600 coulombs. La capacité d'une pile se mesurera donc en ampères-heures.

Encore faut-il s'entendre sur le terme « capacité ». En effet, si l'on dit qu'une pile a une capacité totale de x Ah, cela veut dire que si nous prenons une pile neuve et fraîche faisant 1,6 V nous disposons de x Ah jusqu'à ce que la pile soit complètement vidée, c'est-à-dire qu'elle arrive à 0 volt.

Mais nous savons bien que n'importe quel mouvement d'horlogerie s'arrêtera bien avant que la pile soit arrivée à 0 volt.

La capacité utile de la pile dépendra donc essentiellement de deux facteurs : l'intensité du courant demandé par le mouvement de pendule et la tension minimale nécessaire à son fonctionnement.

Il est évident que la capacité utile de la pile sera plus grande sur

un mouvement qui marchera jusqu'à 0,9 V que sur un autre qui s'arrêtera à 1,1 V.

Disons que la capacité utile des piles actuellement fournies par JAZ est de 4 Ah entre 1,6 V et 1 V dans les conditions normales d'utilisation, pour le modèle grosse torche et 2 Ah pour le modèle torche moyenne.

## H — MESURE DES VALEURS ÉLECTRIQUES

Nous avons vu que dans un circuit électrique nous avons trois valeurs à mesurer : les volts, les ampères, les ohms.

### 1<sup>o</sup> Les volts :

Les volts se mesurent avec un voltmètre. Nous ne nous occuperons pas ici des sous-multiples du volt, les millivolts (1/1.000 de volt) que nous ne rencontrerons pas dans les pendules électriques.

Soit à mesurer (fig. 4) la différence de potentiel aux bornes A et B de la résistance R. Le voltmètre se branche en parallèle sur la résis-

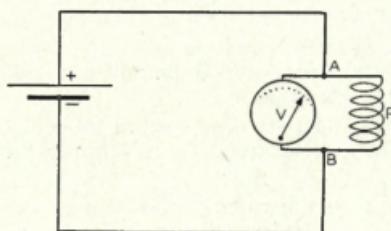


Fig. 4

tance R. On voit que le courant qui arrive au point A trouve deux voies de passage, par la résistance R et par le voltmètre. Il est bien évident que pour ne pas fausser la mesure il faut que le voltmètre ne laisse passer qu'un minimum de courant. Nous dirons qu'un voltmètre de bonne qualité devra donc avoir une résistance intérieure très grande.

### 2<sup>o</sup> Les ampères :

Les ampères se mesurent avec un ampèremètre. Ici nous devrons nous intéresser aux sous-multiples de l'ampère, les milliampères (1/1.000 d'ampère) qui s'écrivent mA et même aux microampères (1/1.000.000 d'ampère) qui s'écrivent  $\mu$ A. Bien sûr, dans ce cas nous utiliserons un milliampèremètre ou un microampèremètre.

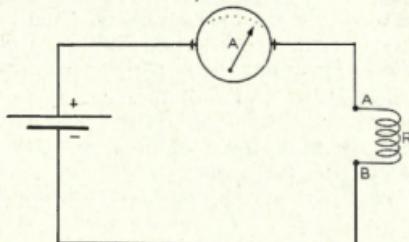


Fig. 5

Soit à mesurer (fig. 5) l'intensité du courant qui passe dans la résistance R. L'ampèremètre se branche en série dans le circuit. On

voit que si le courant qui doit passer dans l'ampèremètre rencontre une résistance, la mesure sera faussée. Nous dirons qu'un ampèremètre de bonne qualité devra avoir une résistance intérieure négligeable.

### 3<sup>e</sup> Les ohms :

Les ohms se mesurent avec un ohmmètre. Là encore nous laisserons de côté les multiples que nous ne rencontrerons pas dans les pendules électriques.

L'ohmmètre est un appareil muni d'une pile intérieure qui fournit un courant bien défini que l'on fait passer dans la résistance à mesurer. Il est évident que ce courant ne devra pas avoir d'autre voie de passage que la résistance à mesurer et qu'on devra avant toute mesure débrancher cette résistance de son circuit.

## I — CONTRÔLEURS UNIVERSEL

(\*)

L'horloger qui voudrait s'équiper pour contrôler sérieusement les mouvements électriques devrait donc acquérir trois appareils : un voltmètre, un milliampèremètre et un ohmmètre.

Ce n'est pas un problème facile à résoudre, les appareils existant dans le commerce ne correspondant pas du tout aux mesures à faire sur les mouvements d'horlogerie.

Il existe bien des appareils groupant en un seul bloc les trois instruments de mesure nécessaires. On les appelle « contrôleurs universels ».

Malheureusement, ces appareils prévus pour la radio, ont de sérieux inconvénients en ce qui nous concerne.

La sensibilité en volts est en général assez bonne. La résistance intérieure qui est de l'ordre de 5.000  $\Omega$  par volt permet le contrôle des piles ainsi que la mesure des chutes de tension avec une précision suffisante.

Par contre, les échelles en ohms et en milliampères ne correspondent pas du tout à nos besoins. Nous verrons plus loin que les intensités à mesurer sur certains mouvements sont très faibles. Or, les résistances intérieures des appareils sont souvent beaucoup plus fortes que celles des mouvements à mesurer. Les lectures peuvent donc être faussées.

Et nous voici bien embarrassés pour donner un conseil à notre lecteur.

Cependant, comme nous le verrons plus loin, l'horloger n'aura pratiquement besoin pour la réparation des pendules JAZ et JAPY que d'un bon voltmètre. Nous lui conseillons donc l'acquisition d'un Contrôleur Universel étant bien entendu qu'il ne devra se servir des sensibilités en ohms et en milliampères qu'avec beaucoup de prudence.

Il existe évidemment un appareil permettant toutes les mesures avec une grande précision. C'est l'OSCILLOGRAPH cathodique. JAZ l'utilise dans ses Laboratoires et dans ses ateliers pour la mise au point et le contrôle des mouvements, mais il ne peut être question, sauf exception, pour l'horloger, de faire l'acquisition d'un appareil de ce prix.

(\*) se reporter à la page 66, paragraphe « Contrôleurs universels »

## MAGNÉTISME

Jusqu'ici le magnétisme était considéré par l'horloger comme l'ennemi public n° 1 des montres. Les aimants étaient rigoureusement prohibés dans les ateliers d'horlogerie.

Mais voici qu'ils s'insinuent traitreusement jusque sur l'établi, au milieu des brucelles et tournevis !

L'aimant est maintenant un allié, mais un allié qu'il va falloir connaître et domestiquer. L'aimant le plus simple (fig. 6) se présente

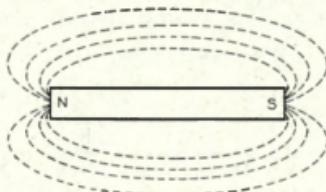


Fig. 6

sous la forme d'un barreau métallique. Il a la propriété d'attirer les métaux ferreux et, à des degrés moindres, certains autres métaux tels que le nickel pur. Toute la partie qui environne un aimant et dans laquelle le phénomène d'attraction se fait sentir s'appelle le champ magnétique. La force d'attraction pour une surface donnée s'appelle le flux magnétique.

Les deux extrémités d'un barreau aimanté sont appelées les pôles de l'aimant. Par assimilation à l'aiguille de la boussole qui n'est pas autre chose qu'un aimant, ces pôles prennent les noms de Pôle Nord et de Pôle Sud. Une pièce de fer non aimantée est attirée indifféremment par les deux pôles de l'aimant. Par contre, si l'on met en présence l'un de l'autre deux aimants, on observe des phénomènes d'attraction et de répulsion. Ceci s'énonce par cette loi fondamentale :

- les pôles de noms contraires s'attirent ;
- les pôles de même nom se repoussent.

Le champ magnétique se situe entre les deux pôles d'un aimant.

La fig. 6 représente donc un aimant dont le champ est très dispersé. Par contre, si l'on rapproche les pôles (fig. 7) on crée un champ magnétique très concentré. Cet aimant est dit « à circuit magnétique fermé ».

La distance qui sépare les deux pôles s'appelle l'entrefer.

Lorsqu'une pièce en acier doux est placée dans un champ magnétique elle devient elle-même magnétique. Mais lorsque l'on retire

cette pièce du champ magnétique toute aimantation disparaît. Par contre, s'il s'agit d'un acier trempé par exemple, il reste une certaine aimantation dans la pièce lorsqu'on la retire du champ magnétique.

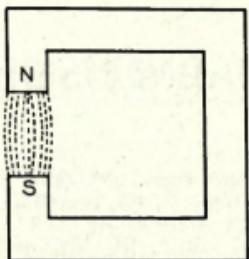
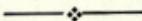


Fig. 7

C'est ce qu'on appelle l'aimantation rémanente ou plus simplement rémanence.

C'est ce qui explique les incidents bien connus des horlogers sur les brucelles et les tournevis. Pas d'autre remède alors que la machine à désaimanter.



# ÉLECTRO-MAGNÉTISME

## A — Champ magnétique produit par un courant

Nous devrons retenir cette loi de base : tout courant électrique qui passe dans un conducteur engendre un champ magnétique.

Nous ne nous occuperons pas ici du champ magnétique produit par un courant dans un simple fil droit. En effet, ce champ est extrêmement faible et pratiquement inutilisable. Par contre, si on enroule (fig. 8) un fil électrique autour d'un tube de carton par exemple et

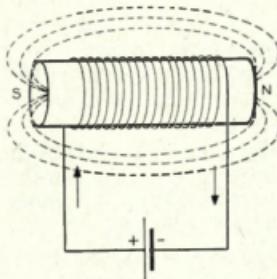


Fig. 8

que l'on fait passer dans la bobine ainsi constituée un courant continu, la bobine devient le siège d'un champ magnétique. Si on remplace le tube par un barreau de fer doux, celui-ci devient un véritable aimant et se comporte comme tel. Nous avons fabriqué ainsi un électro-aimant. Mais cet électro-aimant n'est que provisoire et toute aimantation disparaît dès que l'on coupe le courant.

Le flux magnétique d'un électro-aimant, c'est-à-dire sa puissance d'attraction, est proportionnel au nombre de tours de fil et à l'intensité du courant qui le traverse.

Le sens du champ magnétique, c'est-à-dire la position des pôles Nord et Sud est fonction du sens d'enroulement du fil et du sens du courant.

La production d'un champ magnétique par un courant électrique est importante. Nous en trouverons l'application dans tous les mouvements électriques JAZ, JAPY, SMIPIL et Mouvement de Paris.

## B — Courant produit par un champ magnétique

Nous venons de voir qu'un courant électrique peut produire un champ magnétique. Mais la réciproque est vraie.

Prenons (fig. 9), une bobine creuse et branchons aux extrémités du fil un galvanomètre sensible, c'est-à-dire un appareil capable de déceler un courant électrique très faible. Prenons un aimant et introduisons-le d'un geste rapide dans la bobine. Nous voyons l'aiguille du galvanomètre se déplacer dans un sens. Le passage de l'aimant dans la bobine a provoqué dans celle-ci un courant électrique. Ce courant s'appelle le courant induit. La bobine est l'induit, l'aimant l'inducteur. Ce

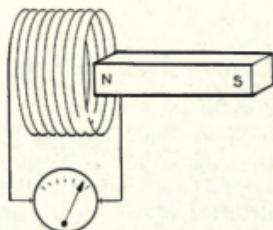
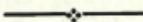


Fig. 9

phénomène s'appelle l'induction. Retirons l'aimant brusquement de la bobine. L'aiguille du galvanomètre se déplace de nouveau mais en sens inverse. Notez que nous venons d'inventer le courant alternatif, mais ceci est une autre histoire.

Lorsque nous arrêtons le mouvement de l'aimant, l'aiguille revient à zéro, ce qui prouve qu'il n'y a production de courant dans l'induit que lorsqu'il y a variation du flux magnétique. Un flux magnétique fixe ne produit aucun courant.

Il nous faut bien comprendre ce phénomène d'induction car nous en trouverons l'application dans les calibres JAZ AN et AT.



## LES CONTACTS

Dans tous les mouvements électriques, qu'il s'agisse de mouvements à remontage électrique ou de mouvements à balancier-moteur, on trouvait jusqu'à maintenant un système de contacts. En effet, dans tous les cas, le courant électrique ne doit être établi que pendant un court instant et doit être coupé dès que la fonction désirée est terminée.

Dans tous les cas également, le courant est envoyé dans un enroulement ou bobine qui produit un champ magnétique.

Or, par un phénomène qui serait trop long à expliquer ici, l'établissement et la rupture du courant dans la bobine sont perturbés par un courant appelé « courant de self-induction ». La self-induction a pour effet de retarder l'établissement du courant dans la bobine et surtout de provoquer à la coupure un « extra-courant de rupture » qui produit une étincelle entre les contacts.

Nous verrons plus loin que l'on peut atténuer cette étincelle mais qu'il est extrêmement difficile de la supprimer intégralement.

Or cette étincelle, si petite soit-elle, a pour effet d'attirer les micro-poussières environnantes par ionisation de l'air. D'autre part, comme cette étincelle est chaude, elle carbonise les poussières et une couche noire et malheureusement isolante se dépose sur les contacts, justement au seul endroit où il ne faudrait pas.

Comment peut-on lutter contre ce phénomène ?

1<sup>o</sup> D'abord en utilisant pour la fabrication des contacts des métaux bien étudiés. Ceux que JAZ utilise sont fabriqués par le meilleur spécialiste mondial, soit dans un alliage d'or, soit dans un alliage d'argent, particulièrement étudiés suivant l'emploi.

2<sup>o</sup> En protégeant le contact par une résistance en parallèle aux bornes de la bobine. C'est la solution adoptée dans les calibres AL, BE et SMIPIL où l'intensité instantanée qui passe dans le contact est assez élevée.

3<sup>o</sup> En disposant les contacts d'une façon telle qu'ils subissent un frottement mécanique provoquant une sorte d'auto-nettoyage. C'est le cas des calibres AL-BE-BN et SMIPIL.

4<sup>o</sup> En créant des mouvements tels que l'intensité qui traverse le contact soit très faible. C'est la solution du calibre BN.

5<sup>o</sup> Enfin, en supprimant le contact, et en le remplaçant par un transistor. C'est de loin la meilleure solution, celle de l'avenir. On la trouvera dans les calibres JAZ AN, AX, AR, AV et AT.

## LES TRANSISTORS

L'apparition du transistor a révolutionné l'industrie radio-électrique et électrique. Dès cette apparition, les techniciens de l'horlogerie électrique et ceux d'ATO et de JAZ en particulier, hantés par les problèmes de contacts, ont tout de suite compris le parti qu'ils pourraient tirer du transistor.

Qu'est-ce qu'un transistor ? Pour le comprendre exactement, il nous faudrait, ici, entreprendre une étude de l'électronique et nous plonger dans la théorie compliquée du comportement des électrons. Ce n'est pas notre propos et nous essaierons de donner du transistor, ou tout au moins de son emploi dans les mouvements JAZ, une explication simple.

La fig. 10 représente la coupe simplifiée d'un transistor. Il est composé d'une plaquette de cristal de germanium (B) appelée « base ».

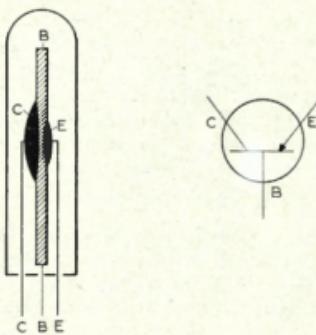


Fig. 10

Sur chaque face de cette base est soudée une pastille d'indium, l'une petite, appelée « émetteur » (E), l'autre plus grande (C) appelée « collecteur ». Le tout est monté à l'intérieur d'une capsule étanche, les 3 électrodes (base, émetteur et collecteur) étant prolongées à l'extérieur par un fil de connexion. L'image de droite de la fig. 10 est la représentation schématique d'un transistor. Quel est le principe qui permet d'utiliser un transistor comme interrupteur ? Si on insère un transistor dans un circuit électrique en le branchant par l'émetteur (E) au + et le collecteur (C) au —, le courant ne passe pas car la base (B) est isolante dans le sens E-C. Par contre, si l'on fait passer un autre courant entre l'émetteur (E) et la base (B), celle-ci devient conductrice et un courant peut passer entre l'émetteur et le collecteur dans le sens E-C. On voit donc que l'on peut à volonté fermer ou ouvrir un circuit électrique passant par E et C.

Il suffit pour cela d'établir ou d'interrompre un courant passant par E et B. Nous avons bien obtenu un interrupteur pouvant remplacer un contact traditionnel.

Il faut noter que le courant E-B appelé signal, peut être d'intensité très faible et qu'il permettra le « déblocage » entre E et C d'une intensité plus importante. Le rapport entre les deux courants s'appelle le « gain » du transistor, et explique son emploi comme amplificateur.

Nous verrons dans la description de chaque calibre JAZ comment l'utilisation du transistor a été réalisée.



## LES MOUVEMENTS ÉLECTRIQUES JAZ, JAPY ET SMIPIL

### GÉNÉRALITÉS

Les mouvements d'horlogerie électriques en général, et les mouvements JAZ, JAPY et SMIPIL en particulier, peuvent être répartis en deux catégories bien distinctes :

A — Les mouvements mécaniques à remontage électrique (calibres AL-BE-AT-SMIPIL) ;

B — Les mouvements électriques à balancier-moteur (calibres AN, BN, AX, AR, AV).

Les premiers sont des mouvements mécaniques classiques comportant un ressort-moteur, un rouage multiplicateur et un échappement traditionnel (à goupilles pour les calibres AL et BE, à ancre empierrée pour les calibres AT et SMIPIL).

Ils sont remontés périodiquement par un dispositif de moteur électrique (à contacts pour les calibres AL, BE et SMIPIL, à transistor pour le calibre AT).

Les seconds sont d'un principe absolument différent. C'est le balancier qui, entretenu directement par des impulsions électro-magnétiques, sert de moteur et transmet le mouvement de rotation aux aiguilles par l'intermédiaire d'un rouage démultiplicateur. Il n'y a plus de ressort-moteur.



## CALIBRES AL-BE

### A — DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

Les calibres AL (JAZ) et BE (JAPY) sont rigoureusement identiques quant au principe. Seuls des détails d'exécution les différencient. Le calibre AL comporte une trotteuse centrale et une commande de raquette démultipliée que l'on ne retrouve pas sur le calibre BE. Nous allons donc donner une description du calibre AL, étant entendu que tout ce que nous dirons sera valable pour le BE.

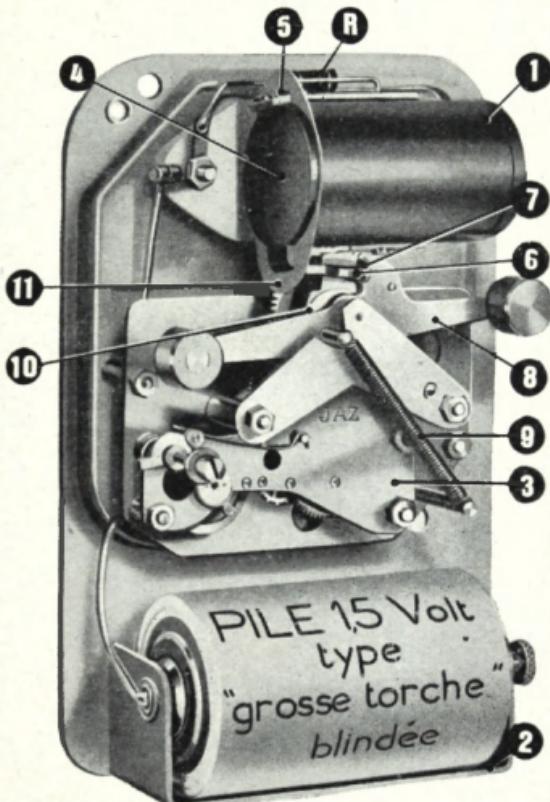


Fig. 11

Le calibre AL (fig. 11) est bâti sur une plaque porte-mouvement robuste à laquelle sont fixés l'électro-aimant 1 et le porte-pile 2. Entre les deux est monté, sur trois piliers, le mouvement proprement

dit 3. Nous ne nous attarderons pas à la description du mouvement qui est absolument classique et n'apporte à l'horloger aucune nouveauté particulière.

Voyons, par contre, le fonctionnement électrique du calibre AL. La fig. 12 représente le schéma électrique. On voit que l'électro-aimant est d'un type particulier dit « blindé ». En effet, pour obtenir une concentration maximale du champ magnétique (voir chapitre II) le noyau de l'électro-aimant et l'ensemble de la bobine sont placés à l'intérieur d'un tube de fer doux fermé à une extrémité. On voit que, par cette disposition, un des pôles de l'électro-aimant est ramené sous une forme circulaire autour de l'autre pôle. On obtient ainsi un champ magnétique très concentré, donc un flux élevé, et un maximum de rendement. Devant les pôles de l'électro-aimant est placée une armature mobile 4, fixée à une lame-ressort 5. L'armature 4 porte un plot de contact 6 qui vient se placer en face d'un autre plot de contact 7 solidaire du levier de lancement 8 sur lequel agit le ressort-moteur 9. Sous l'action du ressort 9, le levier 8 entraîne le rouage qui transmet la force à l'échappement. Lorsque le plot 7 arrive au contact du plot 6, le circuit électrique est fermé. En effet, le courant sortant du pôle + de la pile, passe par la masse du mouvement, arrive au levier 8 par la lame de bronze 10, franchit le contact 6-7, traverse l'armature mobile 4, passe dans la bobine et revient au pôle — de la pile. L'armature mobile 4, exécutée en acier extra-doux, est attirée violemment par l'électro-aimant et vient se plaquer sur ses pôles N et S. Le levier 8 recule, armant le ressort-moteur. Le contact est alors coupé, l'armature 4 reprend sa place initiale et le cycle recommence. Ce cycle dure environ une minute, plus lorsque la pile est neuve, moins lorsqu'elle commence à se fatiguer.

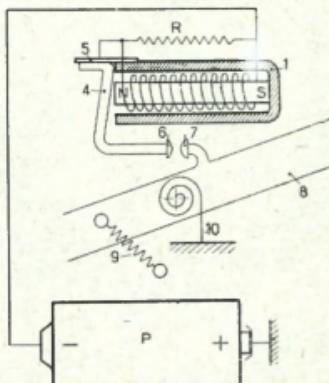


Fig. 12

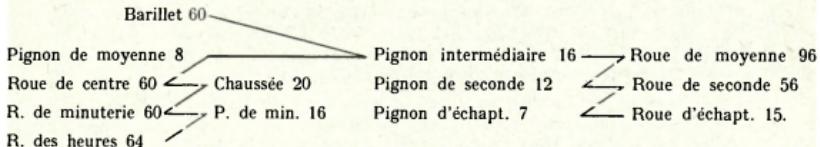
On remarque, sur les fig. 11 et 12, la résistance R qui sert de protection aux contacts (voir chapitre IV). On voit également (fig. 11) une cale en papier 11 située entre l'électro-aimant et l'armature. Elle a pour effet d'empêcher le collage de l'armature lorsque le courant est coupé si, malgré les précautions prises, une certaine rémanence persistait (voir chapitre II).

Voici les caractéristiques principales du calibre AL :

**1 — Moteur :**

nombre de tours : 650 ;  
diamètre du fil : 0, 57 mm ;  
résistance de la bobine :  $1,7 \Omega$  ;  
durée normale du contact : 35 à 40 milli-secondes ;  
I maximale en pointe : 700 mA ;  
I moyenne :  $250 \mu A$  pour une fréquence de remontage de 65 secondes ;  
Résistance de protection :  $47 \Omega$ .

**2 — Mouvement :**



Les chiffres indiquent les nombres de dents.

**B — ENTRETIEN ET RÉPARATION**

Le mouvement mécanique du calibre AL n'attire, au point de vue entretien et réparation, aucune remarque particulière. Démontage, rhabillement, huilage sont classiques. Notons cependant que certains déboires ont été constatés avec le rochet de barellet en matière plastique. Malgré des essais rigoureux et malgré la haute qualité de la matière employée, la qualité de moulage de cette pièce a quelquefois provoqué des incidents de marche. La matière plastique a donc été abandonnée et remplacée par un rochet en acier trempé.

On veillera, après rhabillement, à ce que les points de pivotement des deux cliquets soient très légèrement graissés ainsi que les dents du rochet. Tout excès d'huile ou de graisse risquerait de s'étendre aux contacts et de provoquer l'arrêt du remontage.

Quelles sont les pannes possibles et comment les détecter ?

Si le mouvement s'arrête contacts ouverts, vérifier le mouvement mécanique, le rouage, l'échappement, les aiguilles (attention au frottement de la trottouse sur le verre ou les aiguilles).

Si le mouvement s'arrête contacts fermés, il s'agit d'une panne électrique.

Vérifier d'abord la pile. Mais attention ! (voir chapitre I-G-LES PILES ÉLECTRIQUES) il faut mesurer la pile à vide et en débit.

Pour cela, brancher les deux fils du voltmètre : le + à la masse et le - au fond de la pile.

Le contact étant ouvert, on mesure alors la force électromotrice de la pile. On devra lire 1,5 V à 1,6 V, si la pile est récente. En dessous de 1,2 V, changer la pile.

Ensuite, soulever le cliquet fixé au levier de remontage de façon à provoquer le contact. Maintenir l'armature plaquée à l'électro-aimant tout en maintenant le levier de remontage, de telle sorte que le con-

tact reste bien fermé. On lit alors sur le voltmètre la différence de potentiel aux bornes de la pile. On devra observer, entre les deux mesures, une chute de tension d'environ 0,2 V si tout est normal.

Si la chute de tension est plus importante, changer la pile car sa résistance intérieure est devenue trop forte.

Si la chute de tension est nulle, c'est que le courant ne passe pas dans la bobine. Dans ce cas d'ailleurs, l'armature n'est pas attirée par l'électro-aimant ou l'est trop faiblement. Cette mesure doit-être faite très rapidement pour ne pas décharger la pile.

Procéder d'abord au nettoyage des contacts. Un moyen pratique et efficace consiste à frotter en même temps les deux plots en plaqué-or à l'aide d'une petite feuille de feutre d'environ 2 mm d'épaisseur que l'on aura imbibée de trichloréthylène ou d'alcool. On la glisse entre les deux contacts et on les rapproche sans trop serrer de façon à donner au feutre un mouvement de va et vient. Si ce procédé ne suffisait pas à enlever les traces noires, utiliser le gratté-bosse en fibre de verre mais ne jamais employer de papier abrasif.

Lorsqu'on est assuré que les contacts sont en parfait état, refaire la mesure électrique aux bornes de la pile. Si le résultat souhaité n'est pas obtenu, c'est que le circuit électrique est coupé en un autre endroit et il faut le vérifier entièrement.

Il y a peu de chance pour que la bobine soit elle-même coupée puisqu'elle est absolument protégée et que le fil est relativement gros. Par contre, le circuit peut être coupé en de nombreux points. Vérifier la propreté des contacts aux deux bornes de la pile, les soudures de fils, le ressort spiral en bronze qui amène le courant au levier de remontage et enfin (et surtout) le passage du courant au ressort de l'armature mobile.

Si on est amené à démonter ce ressort, pour le nettoyage par exemple, certaines précautions sont à prendre pour le remonter correctement. Visser d'abord énergiquement le ressort sur l'armature en s'assurant de la parfaite propreté des deux pièces à leur point de contact. Le ressort doit être parfaitement perpendiculaire à l'armature. Glisser ensuite le ressort sous la plaque de connexion. Plaquer l'armature sur la face de l'électro-aimant dans la position où elle doit se trouver lorsqu'elle est attirée en veillant à ce que :

- 1<sup>o</sup> le papier anti-collage soit bien à sa place et non chiffonné,
- 2<sup>o</sup> la butée caoutchouc qui limite le recul de l'armature soit bien au milieu de l'ouverture de la patte de l'armature,
- 3<sup>o</sup> que la partie circulaire de l'armature soit bien concentrique à l'électro-aimant.

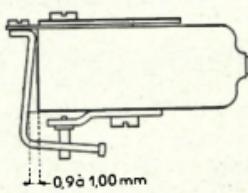


Fig. 13

Visser alors énergiquement la vis de fixation du ressort sur l'électro-aimant. S'assurer que le mouvement de l'armature se fait correctement et vérifier l'entrefer (fig. 13). La distance entre l'armature

et le bord de l'électro-aimant mesurée dans le prolongement de la génératrice extérieure doit être de 0,9 à 1 mm. Mais nous déconseillons vivement tout démontage de l'armature si cela n'est pas absolument nécessaire. En effet, les opérations de réglage de l'entrefer et le contrôle de la durée de contact (35 à 40 milli-secondes) ont été faits dans les ateliers de JAZ sur des appareils électroniques avec une précision que l'horloger n'aura pas les moyens matériels de retrouver.

Lorsque tout est en bon état, contacts propres, circuit électrique correct, le temps qui sépare deux remontages successifs est d'environ 65 secondes avec un pile neuve. Bien entendu, lorsque la tension de la pile diminue, la fréquence des remontages augmente mais cela n'a aucune influence sur le réglage puisque le ressort-moteur assure à l'échappement une force pratiquement constante.

Enfin, un dernier conseil : après rhabillage d'un mouvement AL, remettre en place au plus tôt la calotte de protection en plastique, après s'être assuré de sa parfaite propreté intérieure. Et n'oublions pas que la poussière est l'ennemie principale de l'horlogerie électrique à contacts.



# CALIBRE BN

## A — DESCRIPTION

Le calibre BN est essentiellement composé de trois parties distinctes :

- 1<sup>o</sup> un rouage démultiplicateur classique,
- 2<sup>o</sup> un balancier vertical et son dispositif d'entrainement du rouage que nous appellerons « échappement »,
- 3<sup>o</sup> une plaquette électrique.

**1<sup>o</sup> Rouage** : il est composé de pignons et roues ne présentant rien de particulier, si ce n'est que les profils ont été étudiés spécialement puisque, contrairement aux dispositions habituelles en horlogerie, les pignons sont ici menants et les roues menées. La roue d'échappement est en matière plastique à haute résistance (DELRIN).

**2<sup>o</sup> Balancier et échappement** : le balancier est constitué d'un axe vertical à deux pivots supportant deux canons en fer doux sur lesquels sont rivés deux flasques également en fer doux auxquels sont collés deux aimants. On obtient ainsi (fig. 14) un ensemble

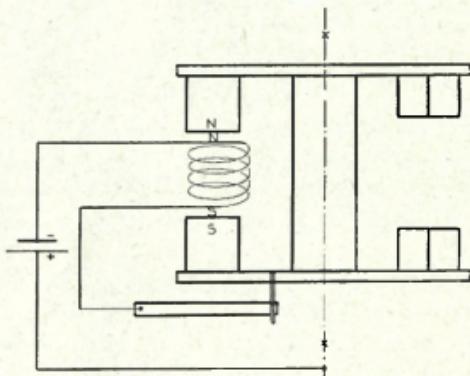


Fig. 14

magnétique à circuit fermé identique à celui que nous avions décrit au chapitre II (fig. 7). À l'opposé des aimants, les flasques supportent deux masses hexagonales non magnétiques qui servent à équilibrer le poids des aimants. Ces masses sont excentrées par rapport à leur point de fixation, ce qui permet un équilibrage précis de l'ensemble

de balancier. L'axe de balancier supporte en outre, à sa partie supérieure le spiral (ELINVAR 1 ou NIVAROX 1) et à sa partie inférieure le double-plateau à plans inclinés servant à entraîner la roue d'échappement.

3<sup>e</sup> **Plaquette électrique** : la plaquette électrique est absolument indépendante de la partie mécanique du mouvement. Elle constitue un ensemble facilement démontable et interchangeable sans aucun démontage du mouvement. Elle supporte la bobine et ses connexions et est exécutée en une matière isolante indéformable.

## B — FONCTIONNEMENT

La bobine (1) est fixée par collage dans un logement de la plaquette électrique (2) (fig. 15). Elle est disposée de telle façon que son centre se trouve exactement entre les deux aimants du balancier lorsque celui-ci est au point mort.

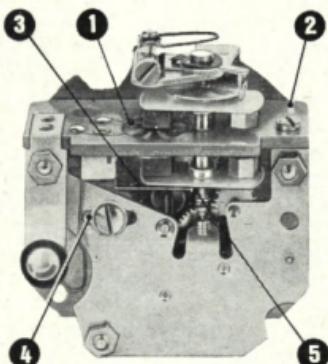


Fig. 15 A  
(Fabriqué jusqu'à fin 1963)

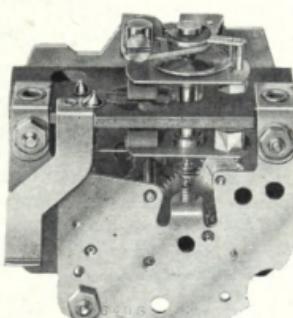


Fig. 15 B  
(Fabrication depuis janvier 1964)

La bobine est reliée d'une part à un pôle de la pile, d'autre part à une lame de contact (3) montée sur un support isolant (4) fixé à la platine arrière. (\*)

Cette lame de contact, exécutée en bronze au beryllium, est placée de telle façon que son extrémité libre soit dans la trajectoire d'une goupille de contact (5) en or fixée à la partie inférieure du balancier.

On voit donc (fig. 14) que lorsque la goupille vient en contact avec la lame, le circuit électrique est fermé. En effet, le courant partant du pôle + de la pile arrive à la goupille en or par la masse du mouvement, le spiral et le balancier, franchit le contact goupille-lame, traverse la bobine et revient au pôle — de la pile.

Lorsque le courant traverse la bobine, celle-ci devient le siège d'un champ magnétique (voir chapitre III - A - Champ magnétique produit par un courant). Le sens du courant et le sens d'enroulement

(\*) Voir chapitre XVI, page 59, paragraphe 1<sup>e</sup>, la description de la nouvelle plaquette BN que l'on retrouve sur la figure 15 B ci-dessus.

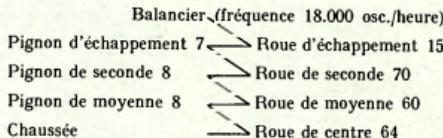
de la bobine ont été choisis de façon à provoquer dans la bobine des pôles de même nom que les pôles correspondants des aimants du balancier. Il y a donc au moment du passage du courant dans la bobine une repulsion des aimants du balancier (voir chapitre II-MAGNETISME). Des que le balancier a parcouru un angle suffisant pour que la goupille quitte le contact de la lame, le courant est coupé. On voit que le balancier reçoit ainsi une impulsion à chaque passage au point mort. Le balancier étant ainsi entretenu dans ses oscillations, il suffit de transformer son mouvement alternatif en mouvement circulaire continu pour entraîner les aiguilles.

Voici les caractéristiques du calibre BN :

### 1 — Partie électrique :

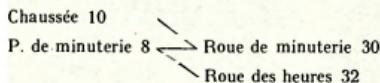
Bobine - Nombre de tours.....	2.800 ;
Diamètre du fil.....	0,05 mm ;
R.....	500 $\Omega$ ;
I instantanée maxi.....	3 mA ;
I moyenne.....	80 à 100 $\mu$ A ;
Durée de contact.....	10 à 12 milli-secondes ;
Angle de contact (sur le balancier).....	35° environ.

### 2 — Mouvement :

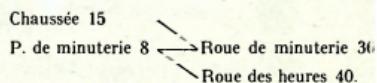


En ce qui concerne la minuterie, il y a 2 variantes:

#### Pendules murales



#### Pendules à poser



### C — ENTRETIEN ET RÉPARATION (1)

Bien que ne transmettant aucune force autre que celle nécessaire à la rotation des aiguilles, le rouage du calibre BN doit être absolument libre. Tout point dur, saleté dans une dent, bavure dans un trou de platine, pivot un peu coincé, provoquera un arrêt des aiguilles sans arrêter le balancier.

La localisation d'une panne est donc facile. Si le balancier marche normalement et que la pendule s'arrête ou accuse une forte variation de réglage, vérifier le rouage, la minuterie, les aiguilles. Si le balancier s'arrête, il peut y avoir plusieurs causes.

a) **Causes mécaniques** : vérifier d'abord ce que nous appellerons l'échappement, c'est-à-dire l'ensemble formé par les doubles plateaux à plans inclinés montés sur le balancier, et la roue d'échappement.

Les fonctions d'échappement sont assez précises et doivent être parfaitement réglées pour n'apporter aucune perturbation aux oscillations.

(1) Se reporter également au chapitre XVII, page 61.

tions du balancier. Examinons l'ensemble des deux plateaux montés sur le balancier (fig. 16). En fonction du sens de rotation de la roue d'échappement nous appellerons « levée d'entrée » le plateau inférieur, « levée de sortie » le plateau supérieur. Régions d'abord la levée de sortie. L'extrémité libre du plan incliné doit se trouver exactement dans l'épaisseur de la partie plate de la levée d'entrée (fig. 16). Une levée de sortie trop haute (fig. 17) ou trop basse (fig. 18) provoquera un choc sur la dent de la roue d'échappement qui perturbera le réglage et pourra même provoquer l'arrêt du balancier.

On voit que le réglage de la levée de sortie peut se faire sans intervention de la roue d'échappement. Par contre, pour régler la levée

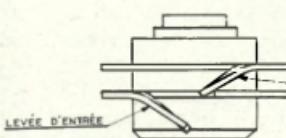


Fig. 16 A

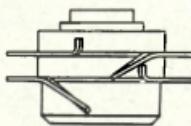


Fig. 16 B

*Depuis fin 1962, adjonction de deux butées pour éviter le renversement.*

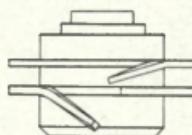


Fig. 17

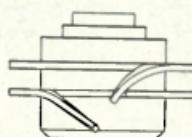


Fig. 18

d'entrée nous examinerons attentivement le cheminement des dents de la roue d'échappement. Faire tourner lentement le balancier, à la main, de façon à faire agir la levée d'entrée sur une dent. Après environ 1/8 de tour du balancier, la dent arrive en haut du plan incliné. Faire alors tourner la roue d'échappement de façon à amener la même dent en contact avec le dessous de la levée de sortie (fig. 19). Faire revenir le balancier au point mort.

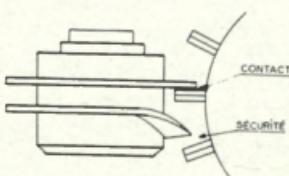


Fig. 19

On doit constater une sécurité d'environ 0,1 mm entre l'extrémité libre de la levée d'entrée et la dent suivante de la roue d'échappement (fig. 19). S'il y avait accrochage de la dent par le bout de la levée, remonter légèrement celle-ci. Les levées bien qu'exécutées en acier dur, sont faciles à régler à la brucelle. Une autre fonction est à contrôler : la sécurité de passage entre la partie circulaire des levées et le diamètre à fond de dents de la roue d'échappement.

On doit avoir entre ces deux points (fig. 20) une sécurité d'au moins 0,1 mm et ceci doit être contrôlé sur un tour complet de la

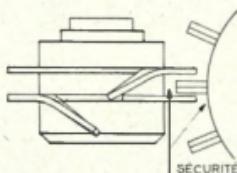


Fig. 20

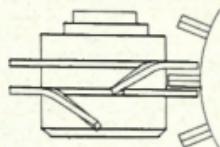


Fig. 21

roue d'échappement. Si la sécurité était insuffisante (fig. 21) on pourrait y remédier en agissant sur la patte cambrée de la platine arrière qui sert de support à la crapaudine inférieure. Bien entendu, toutes ces fonctions ont été réglées avec beaucoup de soin dans les ateliers de JAZ. Mais des dérégagements sont possibles à la suite de chocs (transports, chutes, etc.). D'autre part, les défauts des fig. 17-18-19 peuvent être provoqués par un fort rebattement. Il faut donc toujours éviter de lancer le balancier trop violemment et de transporter une pendule avec la pile en place.

Si l'échappement est bien réglé, comme nous venons de le décrire, vérifier l'état de liberté du balancier. Le passage entre les aimants et la bobine doit être, des deux côtés, d'environ 0,2 mm au minimum. S'assurer qu'aucune poussière ne vient perturber les oscillations, que les fils de sortie des bobines sont bien collés. Vérifier les points de pivotement du balancier, liberté des pivots, état des paliers.

Enfin, régler avec soin la lame de frein de la roue d'échappement. Cette lame, fixée sur la platine arrière doit être armée de 2 mm environ sur l'axe du pignon de la roue d'échappement (1). On veillera à ce que le point de contact entre la lame bronze et le tiguron du pignon soit **légèrement graissé**. Utiliser une graisse fine (Fett-Box). Faire très attention à ce qu'aucune trace de graisse n'ait été mise sur la roue d'échappement. Celle-ci doit être parfaitement sèche. Toute présence de graisse sur la roue provoque un mauvais entraînement du rouage et, par conséquent, un réglage défectueux.

(1) Voir également chapitre XVII, page 62.

Par contre, sur les roues d'échappement fabriquées plus récemment, le point d'appui de la lame bronze — ou maintenant acier inoxydable — se fait sur un canon en delrin solidaire de la roue d'échappement. Celui-ci sera très légèrement lubrifié avec une huile synthétique très fluide (Synt-A-Lube).

Si tous ces points sont bien respectés, il n'y a aucune cause mécanique au mauvais fonctionnement en marche normale.

Il faut cependant attirer l'attention sur un arrêt possible au moment de la mise à l'heure. Bien que la friction sur l'axe de centre soit très faible, la mise à l'heure peut provoquer une rotation de la roue d'échappement. Or il est indispensable que cette rotation se fasse dans le sens normal. Nous recommandons donc aux horlogers de faire toujours la mise à l'heure dans le sens de rotation des aiguilles et non en sens inverse et de faire eux-mêmes cette recommandation à leurs clients.

b) **Causes électriques** : nous ne revenons pas, bien entendu, sur le contrôle préalable de la pile.

Le calibre BN comporte encore des contacts. Tout ce que nous avons dit sur le calibre AL à ce sujet reste valable, bien que l'intensité soit ici très faible. Il convient donc de s'assurer de la propreté parfaite des contacts. Nettoyer avec du trichloréthylène ou, si nécessaire, avec un gratte-bosse en fibre de verre.

Après nettoyage, régler les contacts. La lame bronze est montée sur un support isolant fixé à la platine arrière (1). La lame doit être réglée en deux positions :

- a) en orientation ;
- b) en pénétration

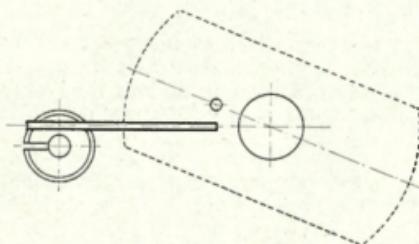


Fig. 22

L'orientation doit être telle que l'axe de la lame vise l'axe du balancier (fig. 22). La pénétration se règle en déplaçant le support isolant sur la platine arrière (1). La pénétration de la lame par rapport

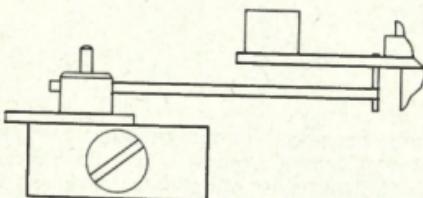


Fig. 23

(1) Voir chapitres XVI et XVII, pages 59 et 61.

à la goupille du balancier doit être égale au diamètre de la goupille (fig. 23). Nous verrons plus loin que ce réglage peut être modifié pour régler l'amplitude du balancier, mais nous conseillons ce réglage de départ qui doit permettre un fonctionnement normal. Attention ! en réglant la **pénétration** de la lame, ne pas modifier **son orientation**.

Si une panne subsiste après réglage et nettoyage des contacts, il ne reste plus qu'à vérifier le circuit électrique.

Contrôler tous les points de passage du courant :

- 1 — contacts aux bornes de la pile;
- 2 — contact entre la calotte et la lame de connexion fixée au mouvement ;
- 3 — contact entre le mouvement et la lame de connexion fixée à la calotte ;
- 4 — soudures de la bobine ;
- 5 — contact entre la lame ressort et le support de lame de contact ;
- 6 — enfin, contrôler la bobine.

On pourra se servir de l'ohmmètre (voir chapitre I-H) ou de l'échelle 1.000  $\Omega$  du contrôleur universel. Brancher les deux touches de l'ohmmètre, l'une sur la tige qui supporte la lame de contact, l'autre sur la lame de connexion fixée au mouvement. On devra lire environ 500  $\Omega$ . Si l'aiguille ne bouge pas, la bobine est coupée. Si l'aiguille revient à zéro, la bobine est court-circuitée. Dans les deux cas, il faut changer l'ensemble de la plaquette électrique.

#### D — AMPLITUDE-RÉGLAGE

Lorsque la panne est réparée, il faut procéder au réglage. L'amplitude est un facteur important du réglage et nous devrons veiller à ce qu'elle soit suffisante mais pas trop forte.

Mais, dans les mouvements BN, la pile est fixée à la calotte et il nous faut faire marcher le mouvement sans la calotte. D'autre part, l'horloger voudra vérifier la marche de son mouvement et le régler sur un appareil à enregistrer la marche des montres (Vibrograf, Chrono-

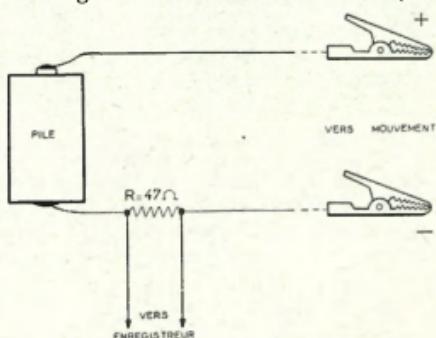


Fig. 24

grafic, etc.). Or tous ces appareils fonctionnent avec un microphone, très imprécis lorsque l'échappement n'a pas de chutes, comme c'est le cas ici. L'horloger, familiarisé maintenant avec les problèmes d'électricité, pourra se faire lui-même un montage simple permettant à la fois d'essayer les mouvements sans calotte et d'en enregistrer la marche.

Prendre une pile neuve et fraîche (f.e.m. = 1,6 V). Souder aux deux pôles de la pile (fig. 24) un fil électrique terminé par une pince « crocodile ». Intercaler dans un des fils (la polarité est sans importance) une résistance au carbone de  $47\ \Omega$  et brancher aux extrémités de cette résistance les deux fils que l'on branche à la prise « micro » de l'appareil enregistreur.

On peut se procurer la résistance chez tous les radio-électriciens ou même chez JAZ sous la référence RT 3.

Il faut, bien entendu, éviter de faire toucher les deux pinces crocodiles ce qui court-circuiterait la pile et la viderait très rapidement.

Pour essayer un mouvement, brancher la pince du pôle + à la masse, par exemple sur une platine, et la pince du pôle — sur le rivet isolé de la patte de connexion. Ce petit montage simple permet de faire marcher le mouvement, d'en régler l'amplitude et de faire le réglage à la raquette avant emboîtement dans la calotte.

L'amplitude doit être de 3/4 de tour de chaque côté du point mort pour une tension de 1,6 V. Si l'amplitude est trop faible, rapprocher la lame de contact du balancier ce qui a pour effet d'augmenter légèrement la durée de passage du courant.

Si l'amplitude est trop forte (risque de rebattement), éloigner la lame du balancier. Ce réglage se fait en dévissant légèrement la vis de fixation du support de lame et en faisant coulisser celui-ci dans le sens convenable (1).

Le réglage du spiral par la raquette est classique. On verra au chapitre IX-E- comment régler l'isochronisme du balancier.



---

1) Voir chapitre XVII, page 61.

## CALIBRE AN

Le calibre AN est un BN sur lequel on a remplacé le contact par un transistor. Seule la plaquette électrique est donc différente et c'est celle-ci que nous allons décrire.

### A — DESCRIPTION

La plaquette électrique (nous devrions dire « électronique ») du calibre AN se monte rigoureusement de la même façon que celle du BN. Elle est indépendante et facilement démontable et interchangeable.

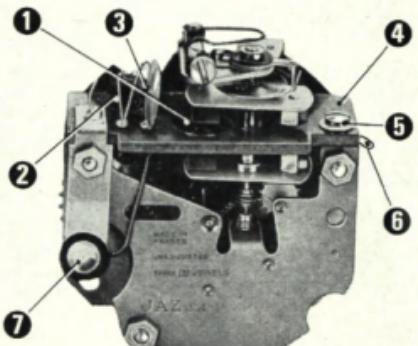


Fig. 25 A  
Fabriqué jusqu'à juin 1964

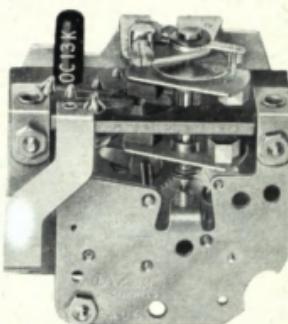


Fig. 25 B  
Fabrication depuis juin 1964

Elle se compose (fig. 25) d'une bobine (1) à double enroulement, d'un transistor (2) et d'un condensateur (3) montés sur une plaquette en matière isolante indéformable (4). Bien entendu, sur la platine arrière, plus de lame de contact et sur le balancier, pas de goupille. L'ensemble de balancier est le même que celui du BN, mêmes aimants, même axe.

### B — FONCTIONNEMENT (\*)

Pour comprendre le fonctionnement électrique du calibre AN, il suffit de comprendre comment on a remplacé le contact par un transistor. La fig. 26 est le schéma électrique. La bobine M est la bobine

(\*) Voir chapitre XVI la description du système à auto-démarrage.

motrice, celle qui, comme dans le BN, est chargée de donner l'impulsion magnétique au balancier. Elle est reliée d'une part au pôle — de la pile, d'autre part au collecteur du transistor.

L'émetteur du transistor est relié au pôle + de la pile. On voit donc que l'on retrouve exactement le schéma du calibre BN sur lequel on a remplacé le contact par un branchement entre émetteur et collecteur du transistor.

Or nous avons dit (voir chapitre V), qu'un courant ne pouvait passer entre émetteur et collecteur que si on faisait passer un courant

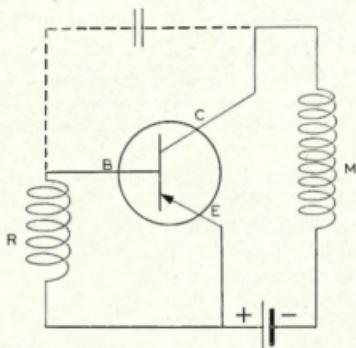


Fig. 26

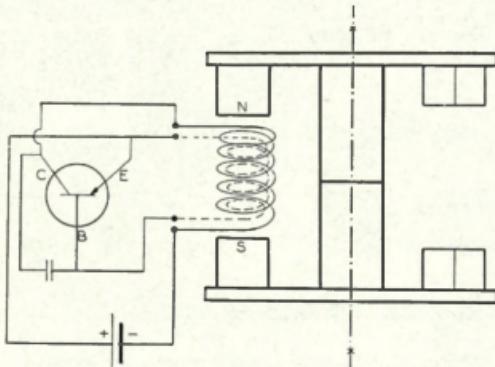


Fig. 27

entre émetteur et base. Le problème était donc de faire passer, au moment voulu, un courant entre E et B. Une bobine R a été branchée entre E et B et placée dans le passage des aimants du balancier. Lorsque les aimants passent devant cette bobine, elle devient le siège d'un courant induit (voir chapitre III-B) qui passe de E à B.

Ce faible courant débloque le transistor qui permet alors au courant de la pile de passer entre E et C et dans la bobine M.

Le balancier reçoit ainsi son impulsion de la même façon que dans le calibre BN. A noter que pour des raisons trop longues à expliquer ici, le courant qui passerait ainsi dans la bobine M serait un courant ondulé. Pour lui donner une forme rectiligne on ajoute entre B et C un condensateur, représenté en pointillé sur le schéma de la fig. 26.

Voyons maintenant comment ceci a été pratiquement réalisé. La fig. 27 montre que les deux bobines M et R sont enroulées ensemble. C'est donc bien au moment du passage au point mort que la bobine R provoque le déblocage du transistor et que la bobine M donne une impulsion magnétique au balancier. Signalons toutefois que contrairement au calibre BN, et pour des raisons d'isochronisme, les impulsions se font dans le calibre AN par attraction des aimants et non par repulsion.

On comprend, d'après la description qui vient d'être faite, que le calibre AN ne peut pas démarrer seul. Il est, en effet, indispensable pour débloquer le transistor qu'un courant induit suffisant prenne naissance dans la bobine R (1).

Pour lancer le calibre AN, il faut donc imprimer au balancier un mouvement de rotation. L'expérience montre qu'il faut que le balancier fasse au moins un demi-tour pour que la mise en marche soit effective (1).

Comme le balancier est vertical, la meilleure méthode pour mettre en marche une pendule AN est de la tenir verticalement et de la faire pivoter d'un geste ample, mais sans brusquerie, autour d'un axe vertical passant par le 12 et le 6 du cadran (1).

Voici les caractéristiques du calibre AN :

#### 1 — Partie électrique :

Bobine M - Nombre de tours.....	2.000 ;
Diamètre du fil.....	0,04 mm ;
R.....	650 $\Omega$ ;
Bobine R - Nombre de tours.....	2.000 ;
Diamètre du fil.....	0,04 mm ;
R.....	650 $\Omega$ ;
I moyenne.....	100 à 120 $\mu$ A ;
Durée de passage du courant dans M.....	12 à 15 milli-secondes ;
Condensateur.....	0,025 micro-farad.

#### 2 — Mouvement :

Identique au calibre BN.

### C — ENTRETIEN ET RÉPARATION

Pour les pannes mécaniques possibles, il convient de se reporter au calibre BN puisque tout est rigoureusement semblable, rouage et échappement.

Notons, cependant, une différence dans les points de pivotement du balancier. Alors que le calibre BN est muni d'un contre-pivot rubis et de deux bouchons en bronze au béryllium, le balancier du calibre AN pivote dans deux rubis olivés et un contre-pivot (2).

Bien entendu, ce qui a été dit au sujet de la mise à l'heure du calibre BN est valable pour le calibre AN. Les risques d'arrêt du balancier sont même ici plus grands puisque tout ralentissement du balancier en-dessous de un demi-tour peut provoquer l'arrêt.

(1) Ceci n'est valable que pour les mouvements qui ne sont pas équipés de la plaquette à auto-démarrage (voir chap. XVI, page 59).

(2) Voir chapitre XVII, page 63 (3-a).

En ce qui concerne les pannes électriques, le problème devient plus compliqué et l'horloger qui ne dispose que d'un contrôleur universel ne pourra pas vérifier grand chose. Le contrôle à l'ohmmètre n'est possible qu'à condition de dessouder les connexions, ce que nous déconseillons vivement.

Mais que peut-il arriver à une plaquette électrique de calibre AN? Ici pas de contacts, pas de mécanique, tout est statique. Un courant de 1,6 V ne peut ni détériorer une bobine ni claquer un condensateur.

Seul un accident, une manipulation malencontreuse, peuvent détériorer le circuit électrique. Le fait d'enlever ou de remettre la plaquette électrique est délicat. Nous conseillons de faire tourner le balancier de 1/4 de tour de façon à placer les aimants du côté de la platine avant. De cette façon, le passage de la bobine se fait entre les masses d'équilibrage du balancier qui sont beaucoup plus écartées que les aimants. Ainsi pas de risque de détérioration de la bobine (ne pas oublier que c'est du fil de 0,04).

Manipuler les plaquettes électriques avec soin. Ne pas tordre les fils de sortie du transistor et du condensateur qui risqueraient de venir établir des contacts aussi malencontreux qu'imprévus. Alors, comment savoir si une plaquette électrique est en bon état sur un mouvement qui se refuse à marcher ? Nous pensons que la solution la plus simple, à la portée de tous, est d'avoir en réserve et toujours bien rangée avec soin, une plaquette électrique en bon état. On remplace la plaquette douteuse par la bonne. Si le mouvement marche, pas de doute, la première était mauvaise. Si le mouvement s'obstine, chercher ailleurs : il y a rupture de circuit en dehors de la plaquette.

## D — AMPLITUDE ET RÉGLAGE

Le réglage sur l'appareil enregistreur est le même que pour le calibre BN. Le même montage avec pile et résistance convient parfaitement. Par contre, pour le réglage de l'amplitude il n'y a pas ici de contact à régler. Mais JAZ a pensé à tout.

Sur la plaquette électrique (4) (fig. 25), sous la vis de fixation (5) se trouve une languette en cuivre (6) qui pivote autour d'un oeillet. C'est un frein électromagnétique permettant de régler l'amplitude du balancier (\*).

Lorsque les aimants passent sur le frein, ils produisent dans la masse de cuivre des courants induits dits courants de Foucault qui s'opposent au déplacement des aimants et freinent par conséquent le balancier. Le freinage est d'autant plus important que la pénétration du frein est grande dans le champ des aimants. On branche donc le mouvement avec une pile neuve et fraîche (voir chapitre VIII-D-CALIBRE BN, Amplitude) puis on écarte ou on rapproche le frein jusqu'à ce que l'amplitude soit de 3/4 de tour. On bloque alors la vis de fixation (5) de la plaquette qui bloque en même temps le frein.

## E — ISOCHRONISME

Contrairement aux mouvements mécaniques à remontage électrique pour lesquels la tension de la pile est sans influence sur l'amplitude du balancier, les mouvements à balancier moteur sont sensibles aux variations de tension.

(\*) La fixation de la nouvelle plaquette à auto-démarrage est différente, mais le réglage du frein électro-magnétique reste le même.

En effet, rappelons-nous la loi d'Ohm (voir chapitre I-E), si  $U$  diminue,  $R$  étant constant,  $I$  diminue. Donc à une baisse de tension correspond une baisse de l'impulsion magnétique produite par la bobine.

Il faut remarquer, à ce sujet, que les deux calibres JAZ à balancier moteur (AN-BN) bénéficient d'une sorte d'auto-régulation de l'isochronisme. En effet, si l'amplitude du balancier diminue, la vitesse de passage au point mort diminue et la durée de passage du courant augmente dans la bobine motrice, soit par augmentation de la durée de contact (cas du BN), soit par augmentation du temps de déblocage du transistor (cas du AN).

Il est donc indispensable que les mouvements à balancier moteur aient un isochronisme aussi parfait que possible pour que les variations de tension de la pile soient sans influence sur le réglage.

JAZ attache une grande importance à ce point qui fait, en fin de compte, la qualité de ses mouvements. Mais, après un rhabillage, lorsque l'horloger a démonté le balancier, il est indispensable de refaire cet isochronisme. Mais pour cela, il faut disposer d'un matériel permettant de faire marcher le mouvement sous des tensions différentes.

On peut d'abord utiliser deux piles, une neuve de 1,6 V et une autre usagée donnant 1,3 V au voltmètre. C'est le procédé le plus simple mais il faut alors pouvoir changer facilement la pile sur le montage que nous avons décrit au chapitre VIII, fig. 24.

Toutefois, pour plus de commodité, nous préconisons une autre méthode.

Un montage relativement simple que tout horloger un peu familiarisé avec l'électricité pourra réaliser lui-même est représenté sur la fig. 28.

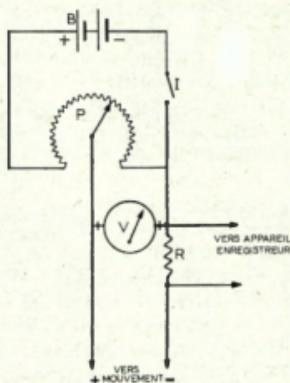


Fig. 28

Sur une batterie (B) de deux piles en série (pour obtenir 3 V) ou un accumulateur de 2 V, brancher conformément au schéma, un potentiomètre (P) de 30 à 50  $\Omega$ , un voltmètre (V), une résistance (R) de 47  $\Omega$ .

Les deux fils marqués « mouvement » sont terminés par des pinces « crocodile » que l'on fixe au mouvement, le + à la masse, le - à l'œillet isolé de la patte de connexion (7) (fig. 25). Les deux cordons

branchés aux bornes de la résistance (R) vont à la prise « micro » de l'appareil enregistreur. On a intérêt à insérer, dans le circuit, un interrupteur (I) qui permet de couper le courant des piles lorsqu'on ne se sert pas du montage. Mais attention, ce montage doit être réservé aux mouvements à balancier moteur (AN-BN). Ne jamais l'utiliser pour les mouvements à électro-aimant. Avant de régler l'isochronisme du mouvement, s'assurer du bon état du spiral, centrage à la virole, plat, ébat bien centré entre les goupilles de raquette dont l'écartement doit être de 0,2 maximum, écartement de la 2<sup>e</sup> spire, etc. Poser le mouvement debout, balancier bien vertical, brancher convenablement les pinces + et —, brancher l'appareil enregistreur et, à l'aide du potentiomètre, amener l'aiguille du voltmètre sur 1,6 V. Laisser le balancier prendre son amplitude, la corriger si nécessaire (voir § amplitude) et amener le réglage au plus près possible du zéro en agissant lentement sur la raquette. Puis, toujours à l'aide du potentiomètre, amener l'aiguille du voltmètre sur 1,3 V. Si l'isochronisme est bon, le réglage ne doit pas changer d'une manière trop importante.

Si le mouvement avance à 1,3 V, donc aux petites amplitudes, écarter les goupilles de raquette. Si le mouvement tarde à 1,3 V, brider le spiral vers la goupille intérieure de la raquette. Bien sûr, à chaque fois que l'on fait une retouche, il faut revenir à 1,6 V et refaire le réglage à zéro.

Un mouvement AN ainsi réglé est assuré de conserver un réglage très bon pendant presque toute la durée de la pile, d'autant plus que l'horloger patient pourra essayer d'obtenir un écart très petit.

Les tensions d'essai de 1,6 V et 1,3 V sont celles choisies par JAZ pour le réglage de ses mouvements en série. Elles ont été retenues pour permettre un bon réglage d'une pendule neuve pendant près de deux ans. Elles assurent, en effet, un réglage correct jusqu'à une tension de pile de 1,2 V, tension qui n'est atteinte, sur un calibre AN, qu'après une marche de 18 à 24 mois.

Nous pensons, en effet, qu'un usager trouvera normal de changer sa pile s'il constate un réglage défectueux après cette période.

Remarquons enfin que la méthode de réglage de l'isochronisme sur le calibre AN est applicable au BN.

# CALIBRE AT

## A — DESCRIPTION

Première pendule mondiale à transistor et à balancier circulaire, le calibre AT est du type « mécanique à remontage électrique ». Il se compose (fig. 29) de deux parties très distinctes : un mouvement mécanique à échappement ancre 15 pierres et un moteur électrique à transistor.

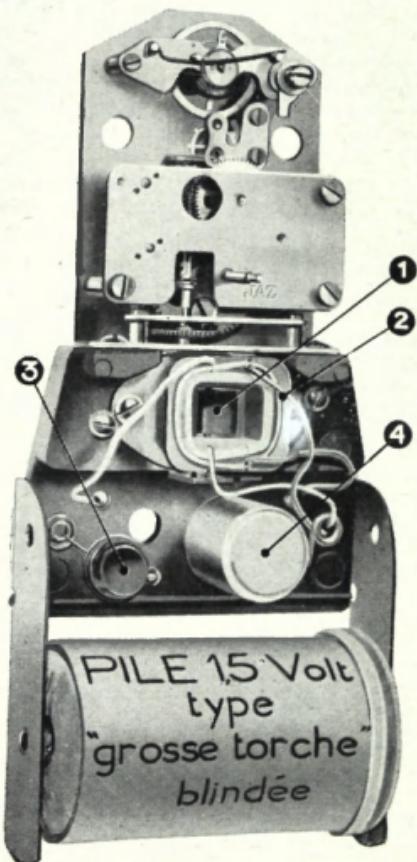


Fig. 29

Le moteur est construit sur une platine en matière moulée très rigide qui, outre le rotor et les bobines, porte également les éléments accessoires du circuit électronique : transistor, condensateur, résistance.

Sur les côtés de cette platine, partent les 2 lames élastiques formant porte-pile.

Le rotor, constitué par un aimant aux propriétés tout à fait spéciales, a son axe qui pivote dans deux coussinets en bronze et l'extrémité inférieure repose sur un contre-pivot rubis.

Le mouvement lui-même est assez classique, à l'exception du dispositif qui transmet la force motrice à l'échappement.

Sur le mobile de seconde, on a disposé une roue supplémentaire qui engrène avec une vis sans fin. Celle-ci, qui peut se déplacer selon son axe vertical, est sollicitée par un ressort qui tire sur un levier en appui à l'extrémité. Le pivot inférieur de la vis sans fin porte un doigt qui s'engage librement dans un étrier placé vis-à-vis sur l'axe de la roue entraînée par le moteur.

On voit alors apparaître le fonctionnement de ce dispositif que l'on peut résumer comme suit : en tournant, l'étrier entraîne le doigt et fait tourner la vis. Prenant appui sur la roue du mobile de seconde, la vis remonte. De ce fait, le doigt se dégage de l'étrier et la vis ne tourne plus, mais comme elle s'appuie sur la roue avec laquelle elle s'engrène, agissant en quelque sorte comme une crémaillère, elle tend à la faire tourner. Une force est ainsi transmise à l'échappement. Peu à peu, la vis descend, le doigt inférieur est alors repris par l'étrier et le processus précédent recommence.

Les avantages de ce système apparaissent maintenant clairement :

— la vitesse du moteur, qui dépend entre autres de la tension de la pile, n'intervient pas directement. Seule la fréquence de remontage est modifiée.

— une force quasi-constante est appliquée à l'échappement, le ressort moteur étant constamment remonté.

En outre, si l'on considère que des soins tout particuliers ont été apportés à l'organe réglant, c'est-à-dire :

— échappement à ancre empierré 15 pierres,

— balancier très soigneusement équilibré,

— spiral judicieusement choisi pour assurer un bon isochronisme par le respect de la règle du point d'attache à la virole (de plus, le spiral est en ELINVAR I assurant une compensation remarquable aux variations de température : moins de 0,5 sec. par degré et par jour),

— système de retouche à la raquette très démultiplié,  
on comprend que la régularité de marche obtenue est vraiment remarquable.

## B — FONCTIONNEMENT

Le principe mécanique du remontage, on le voit, est assez nouveau. Il nous faut maintenant étudier le principe de fonctionnement du moteur à transistor.

Il se compose (fig. 29 et 30) d'un rotor (1) constitué par un aimant dont les pôles sont disposés diamétralement et qui pivote verticalement au milieu d'une double-bobine (2). Pour des raisons de construction, ces deux bobines sont, en réalité, bobinées ensemble (comme celles du calibre AN) mais divisées en deux parties démontables.

Chaque demi-bobine comporte donc un double enroulement représentant chacun la moitié de la bobine motrice M (fig. 30) et la moitié

de la bobine réceptrice R. Si nous regardons attentivement le schéma, nous voyons qu'il est exactement semblable à celui du calibre AN (fig. 26) avec seulement une disposition différente. Là encore, nous trouvons un aimant, deux bobines, un transistor (3) et un condensateur (4).

Faisons tourner l'aimant (1). Sa rotation produit dans la bobine R un courant induit qui, passant par l'émetteur (E) et la base (B) du transistor, débloque celui-ci et permet à la pile de débiter par l'émet-

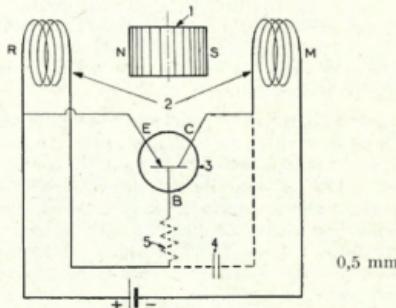


Fig. 30

teur (E) et le collecteur (C) à travers la bobine M. Celle-ci donne une impulsion à l'aimant et le cycle se reproduit à chaque passage d'un pôle de l'aimant devant la bobine R. Il a donc suffi de lancer le rotor pour que celui-ci soit animé d'un mouvement de rotation continu. Le condensateur (4) ainsi qu'une résistance (5) ne sont là que pour améliorer le rendement du moteur.

Voici les caractéristiques du calibre AT :

#### I — Mouvement :

Pignon de rotor 9	
Roue d'échappement 15	Pignon d'échappement 7
Roue de seconde 56	Roue de vis sans fin 60
	Roue de moyenne 60
	Roue de centre 64
	Roue de minuterie 30
	Roue des heures 32
	Roue intermédiaire 47
	Vis sans fin 1 filet
	Pignon de seconde 8
	Pignon de moyenne 8
	Chaussée 10
	Pignon de minuterie 8.

#### 2 — Moteur :

Bobine M - nombre de tours.....	2 × 1.500 ;
diamètre du fil.....	0,08 mm ;
R.....	660 Ω ;
Bobine R - nombre de tours.....	2 × 1.000 ;
diamètre du fil.....	0,07 mm ;
R.....	600 Ω ;
Condensateur.....	0,25 micro-farad ;
Résistance.....	6.800 Ω ;
I moyenne.....	300 μA..

## C — ENTRETIEN ET RÉPARATION

On a remarqué que dans tous ses mouvements électriques JAZ s'attache à séparer nettement la partie électrique du mouvement mécanique. Là encore, le moteur est entièrement indépendant et peut être facilement séparé de l'ensemble.

Le mouvement mécanique ne doit présenter aucune difficulté pour l'horloger. Echappement à ancre et rouage sont classiques. Seul le système de remontage à vis sans fin a un caractère de nouveauté.

Après rhabilage, veiller à huiler soigneusement le contre-pivot rubis qui appuie sur l'extrémité de la vis sans fin.

Le bout de la vis sans fin doit être bien poli et arrondi comme le pivot d'un axe de balancier.

Graisser le filet de la vis sans fin avec une graisse fine (Fett-Box par exemple).

Mettre également un peu de la même graisse au contact de l'étrier de remontage solidaire du moteur et du doigt solidaire de la vis. Le ressort à boudin servant de ressort-moteur est accroché au levier qui appuie sur la vis sans fin dans une ouverture comportant trois crans. Cela permet de régler l'amplitude du balancier. Quant au moteur électrique, c'est un ensemble assez complexe que nous déconseillons de démonter. Seule la partie mécanique, rotor et roue intermédiaire peuvent être démontés pour un nettoyage classique.

Pour démonter le rotor, retirer d'abord le pont supérieur, puis séparer les deux demi-bobines en prenant beaucoup de précautions pour ne pas dessouder les fils de connexion.

Au remontage on s'assurera de la parfaite liberté du rotor. Un moyen simple est de lancer le rotor (sans pile). On doit constater une oscillation du rotor au moment de l'arrêt. En effet, le rotor étant un aimant sur pivots doit se comporter comme une boussole, et s'orienter dans le champ magnétique terrestre. Pivots et contre-pivots doivent être soigneusement huilés, sans excès.

Quant au contrôle électrique, il est pratiquement impossible pour l'horloger. Si la pile est bonne, si le rotor est bien libre, si toutes les soudures semblent correctes, le moteur doit fonctionner normalement. Dans le cas contraire, nous ne pouvons que conseiller le retour à JAZ qui dispose seul des appareils de contrôle indispensables.



## CALIBRE SMIPIL

En même temps que les techniciens de JAZ créaient à Puteaux le calibre AL, les techniciens de SMI mettaient au point à Marseille le calibre SMIPIL.

La ressemblance de ces deux créations prouve que des solutions identiques sont l'aboutissement logique de recherches parallèles faites par des techniciens de même formation qui visent le même but.

Les calibres SMIPIL et JAZ-AL sont donc rigoureusement semblables quant au principe. Seules, la disposition et la réalisation technique sont différentes.

### A — DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

Le calibre SMIPIL est construit sur une plaque porte-mouvement en plastique transparent qui constitue en même temps la moitié de la calotte de protection. Le moteur est constitué par un électro-aimant

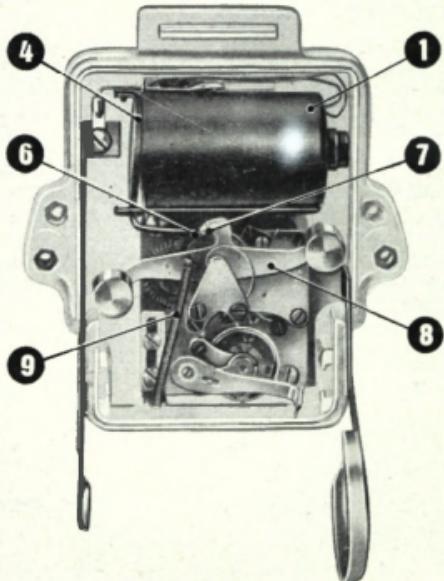


Fig. 31

du type blindé (1) situé à la partie supérieure (fig. 31). On a vu, (chapitre VII-calibre AL) que ce type d'électro-aimant est celui qui donne le maximum de rendement. L'armature (4) de l'électro-aimant

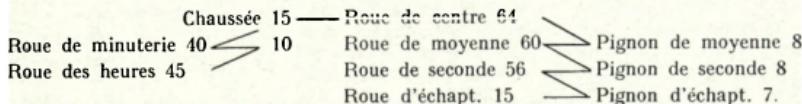
porte un contact (6) qui se trouve en face d'un autre contact (7) solidaire du bras de lancement (8) sur lequel agit le ressort moteur (9). On retrouve donc exactement le principe du calibre AL et le schéma électrique de la fig. 12 convient parfaitement au calibre SMIPIL. Toutefois, la disposition du mouvement est très différente du calibre AL. Ici, le mouvement comporte un échappement à ancre et 15 pierres, mais, comme le calibre BE, n'a pas de trotteuse centrale.

Voici les caractéristiques du calibre SMIPIL :

**1 — Moteur :**

Nombre de tours.....	800 ;
Diamètre du fil.....	0,55 mm ;
Résistance de la bobine.....	3 Ω ;
Résistance de protection.....	22 Ω ;
Durée normale du contact.....	40 à 50 milli-secondes ;
I maximale en pointe.....	520 mA ;
I moyenne 105 µA pour une fréquence de remontage de 150 secondes.	

**2 — Mouvement :**



**B — ENTRETIEN ET RÉPARATION**

Du point de vue mécanique, le calibre SMIPIL n'attire aucune remarque particulière. Ses ponts de balancier et d'ancre démontables en font un mouvement facile à démonter et remonter. Rhabillage et huilage sont classiques. Quant aux pannes électriques possibles, elles sont rigoureusement les mêmes que pour le calibre AL. Propreté des contacts et qualité de la pile restent les deux conditions primordiales du bon fonctionnement.

Mêmes remarques que pour le calibre AL en ce qui concerne l'électro-aimant que nous déconseillons vivement de démonter.

Les mêmes précautions sont également à prendre pour la mesure correcte de la pile à vide et en débit.

Malgré une disposition légèrement différente, le réglage de l'entrefer est semblable à celui du calibre AL. Toutefois, la cote (fig. 13) est ici de 1,3 mm.

Lorsque tout est en bon état, contacts propres, circuit électrique correct, le temps qui sépare deux remontages successifs est d'environ 2,5 à 3 minutes, ce temps diminuant au fur et à mesure que la tension de la pile diminue.

Ajoutons que la fixation réglable du ressort moteur permet de régler l'amplitude du balancier.

## CONCLUSION

*Ces lignes écrites en 1961 servaient de conclusion à la 1<sup>re</sup> édition du Mémento. Les pages qui suivent, et qui ont fait l'objet d'additifs successifs, décrivent les derniers calibres fabriqués et les perfectionnements réalisés depuis 1961.*

Bien sûr, il y aurait encore beaucoup à écrire sur les mouvements électriques mais, volontairement, nous avons voulu nous limiter à l'essentiel et nous espérons que nous n'avons rien oublié.

Une remarque cependant s'impose : le progrès technique va sans cesse s'accélérant ; certaines formules qui donnent pourtant de bons résultats risquent d'être dépassées rapidement. C'est sans doute le cas des mouvements à remontage électrique.

Sauf imprévu, la formule du balancier moteur paraît devoir être, pour de nombreuses années, celle qui va éclipser toutes les autres par sa simplicité, sa robustesse (pas d'effort sur les rouages, donc pas d'usure), sa sécurité (pas de risque de court-circuit de pile même si le mouvement s'arrête contact fermé).

Pour autant que ces prévisions se révèlent exactes, JAZ est, comme toujours, à l'avant-garde de la technique. Avec ses calibres AN et BN, on peut dire qu'il a pris une avance considérable sur le marché mondial.

Mais que sera l'horlogerie de demain ? Ne sera-t-elle pas purement électronique ? Il faut que les horlogers soient conscients de cette évolution. Ils ne doivent pas se laisser distancer par des professions plus spécialisées en électricité.

C'est pour les y aider que nous avons écrit ces lignes.

P. T.

Décembre 1961



## CALIBRE AX

Le Calibre AX est un calibre AN avec trotteuse centrale. C'est donc un mouvement à transistor. La plaquette électrique et le balancier sont ceux du AN. Seule la disposition du rouage a été modifiée ainsi que l'échappement.

### A — DESCRIPTION

La figure 32 représente un calibre AX. On retrouve tous les éléments du calibre AN (figure 25) : une bobine (1) à double enroulement, un transistor (2), un condensateur (3) montés sur la même plaquette isolante (4). Le schéma électrique est rigoureusement identique à celui du AN (\*) (voir figures 26 et 27) et le fonctionnement celui décrit au chapitre IX-B (page 32). Toutefois, l'échappement du calibre AX est assez différent de celui du calibre AN.

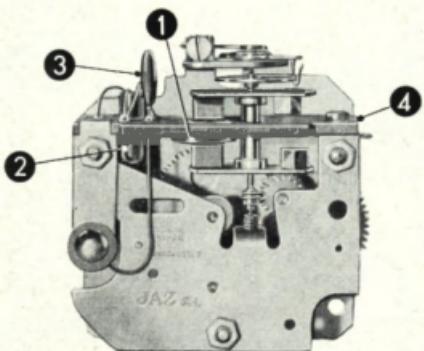


Fig. 32 A  
Fabriqué jusqu'à fin 1963

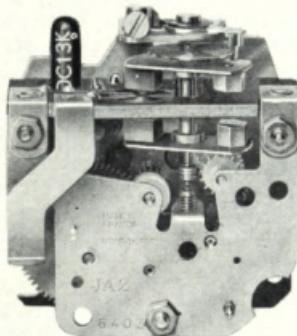


Fig. 32 B  
Fabrication depuis janvier 1964

En effet, l'adjonction d'une trotteuse centrale entraîne un risque de frottement permanent des dents de la roue d'échappement sur les plateaux du balancier ce qui aurait pour conséquence de perturber l'isochronisme du balancier et, par conséquent, le réglage. Pour remédier à cet inconvénient, les levées du balancier ont été réduites aux seuls plans d'impulsion en supprimant la partie circulaire. Il ne peut donc plus y avoir de frottement avec la dent de la roue d'échappement en dehors de l'impulsion proprement dite. Par contre, il était indispensable d'ajouter un dispositif assurant à la roue d'échappement une position rigoureuse au moment de l'impulsion.

(\*) Le calibre AX est également équipé d'une plaquette électronique à auto-démarrage comme le calibre AN. (Voir chap. XVI, page 59.)

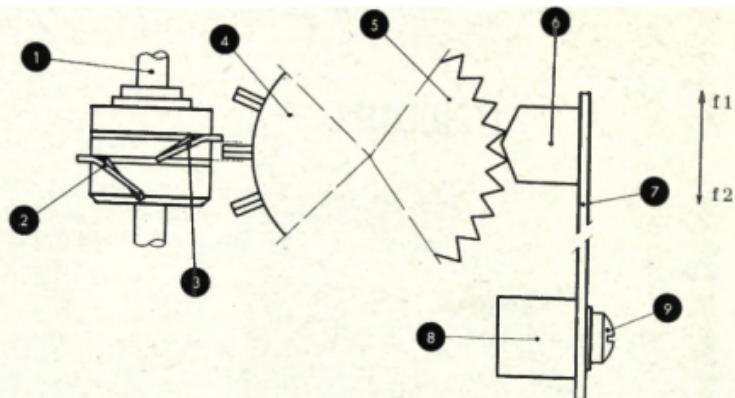
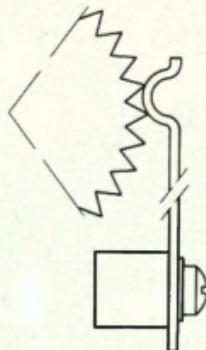


Fig. 33 A



Nouveau sautoir  
Fig. 33 B

La figure 33 représente l'échappement du calibre AX. L'axe de balancier (1) supporte, comme sur les autres calibres, une levée d'entrée (2) et une levée de sortie (3) en forme de plans inclinés. Ces levées agissent alternativement sur les dents de la roue d'échappement (4). Sur l'axe de cette roue, et solidaire avec elle, est monté un rochet (5) dans les dents duquel agit un sautoir (6) monté sur une lame de ressort (7) fixée à un pilier carré (8) par une vis (9).

Le but de ce dispositif est de maintenir la roue d'échappement dans une position rigoureuse au moment où les levées (2) ou (3) viennent donner une impulsion à la roue d'échappement.

Le réglage est correct lorsqu'une dent de la roue d'échappement se trouve exactement dans l'axe de l'intervalle qui sépare les deux levées, après avoir donné une impulsion par la levée d'entrée (2) (figure 33).

Voici les caractéristiques du calibre AX :

#### **1. Partie électrique :**

Identique au calibre AN (voir page 34).

## 2. Mouvement :

	Balancier 18.000 osc/heure	
Roue d'échappement	15	Pignon d'échappement 7
Roue de seconde	70	Pignon de seconde 10
Roue de moyenne	80	Pignon de moyenne 8
Roue de centre	60	Chaussée 20
Roue de minuterie	60	Pignon de minuterie 16
Roue des heures	64	
		Roue de minuterie 60
		Pignon de mise à l'heure 20.

## B — ENTRETIEN ET RÉPARATION

Pour les pannes mécaniques ou électriques possibles, il convient de se reporter au calibre AN (page 34) puisque tout est rigoureusement semblable. Seul le réglage de l'échappement est différent. Pour faire ce réglage (figure 33) débloquer légèrement la vis (9) et faire glisser le ressort (7) dans le sens convenable, soit vers le haut (flèche f 1) soit vers le bas (flèche f 2). Lorsque la position de la roue d'échappement est correcte, bloquer la vis (9). Bien entendu, toutes les autres sécurités signalées au Chapitre VIII (figures 16 à 21) restent valables et on devra, en particulier, veiller à ce qu'il n'y ait aucun contact des levées avec la roue d'échappement lors du retour en arrière du balancier (figure 19). On veillera, d'autre part, à ce que l'armage du ressort (7) soit le plus faible possible (\*). Il doit être juste suffisant pour positionner correctement le rochet (5). Un armage excessif augmenterait la résistance à la rotation de la roue d'échappement et diminuerait l'amplitude du balancier.

A part ces points qui sont particuliers au calibre AX, tous les autres conseils donnés pour le calibre AN restent valables et on pourra se reporter avec profit au Chapitre IX.

Bien entendu, le rouage est absolument classique et n'attire aucune remarque particulière. On veillera seulement après emboîtement au passage de la trotteuse entre les aiguilles et le verre.

Les chapitres concernant l'amplitude, le réglage et l'isochronisme du calibre AN (page 35) sont également valables pour le calibre AX.



(\*) Se reporter chapitre XVII, pages 62 et 63.

**CALIBRE MP**

Le calibre MP, tous les horlogers le savent, n'est autre que le M de P1, premier calibre créé par le « MOUVEMENT DE PARIS ». Son principe est exactement le même que celui du calibre AN (page 32) et son schéma électrique est celui de la figure 26. Toutefois, il est équipé d'une trotteuse centrale comme le calibre AX.

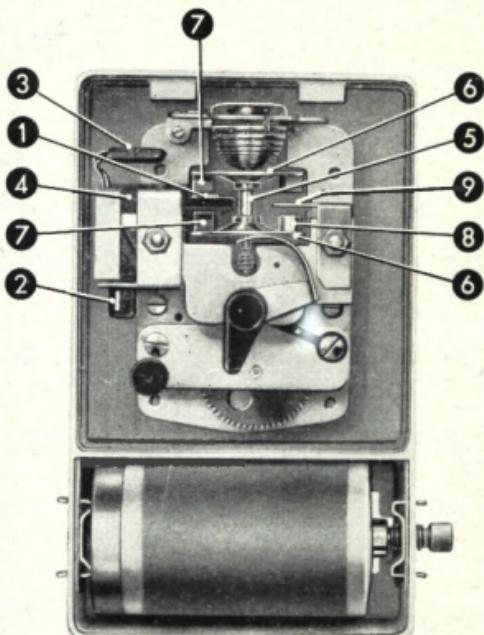


Fig. 33 bis

**A — DESCRIPTION**

On retrouve tous les éléments du calibre AN, c'est-à-dire (fig. 33 bis) une bobine à double enroulement (1), un transistor (2) et un condensateur (3) montés sur une plaquette isolante (4). D'autre part, le balancier, bien que d'une forme un peu différente, est composé des mêmes éléments que le balancier du calibre AN. On y retrouve un axe vertical à deux pivots supportant un canon en fer doux (5) sur lequel sont

rivés deux flasques (6) également en fer doux auxquels sont fixés deux aimants (7) et deux masses d'équilibrage (8).

La construction du calibre MP est toutefois différente de celle du calibre AN. L'ensemble du mouvement se décompose en trois parties nettement séparées :

1 — Une plaquette électronique qui comporte tous les organes électriques et est reliée à la pile par deux fils soudés. Cette plaquette est indépendante et peut être démontée par simple dévissage d'un seul écrou. Nous recommandons, pour faire ce démontage, de tourner le balancier d'un demi-tour pour ne pas risquer de détériorer la bobine.

Il est inutile de dessouder les fils : enlever la pile, dévisser complètement la vis de contact de la pile, enlever les deux plots de contact de la pile qui tiennent sur le boîtier par simple pression élastique et les faire passer par l'ouverture du boîtier qui se trouve en face de la plaquette électrique.

Lors du remontage, procéder en sens inverse en respectant les polarités (fil rouge au + de la pile).

2 — Un ensemble d'échappement qui comprend le balancier et ses points de pivotement, le dispositif de réglage et l'échappement proprement dit, y compris la roue d'échappement.

L'échappement est le même que celui du calibre BN dans des dimensions légèrement différentes. En ce qui concerne son réglage on peut donc se reporter aux indications de la page 27. On remarquera que le spiral de ce calibre est conique. Cependant, au moment du dégoupillage au piton, le spiral redevient plat. C'est qu'il s'agit en effet d'un spiral plat normal qui a été goupillé volontairement à un piton déporté vers le haut. Cette disposition, qui ne perturbe en rien les possibilités de réglage, permet de diminuer la pression sur le pivot inférieur et de diminuer l'usure.

3 — Un ensemble de rouages qui comprend toutes les roues, de la roue de seconde à la roue des heures.

Cette partie est tout à fait classique pour l'horloger et n'attire aucune remarque particulière.

Notons que ces trois parties distinctes du calibre MP sont indépendantes et peuvent être facilement démontées et remontées. Ajoutons que le balancier est muni d'un dispositif de lancement mécanique qui permet également le blocage du balancier pendant le transport.

Voici les caractéristiques du calibre MP :

#### 1. Partie électrique :

— Bobine M - Nombre de tours.....	2.000 ;
— Diamètre du fil.....	0,05 mm ;
— R.....	500 $\Omega$ ;
— Bobine R — Nombre de tours.....	2.000 ;
— Diamètre du fil.....	0,05 mm ;
— R.....	500 $\Omega$ ;
— I Moyenne.....	200 $\mu$ A ;
— Condensateur.....	0,1 $\mu$ F.

## 2. Mouvement :

Balancier 18.000 osc/heure			
Pignon d'échappement	8	Roue d'échappement	15
Pignon de seconde	8	Roue de seconde	80
Pignon de moyenne	10	Roue de moyenne	60
Chaussée	20	Roue de centre	80
Pignon de renvoi	16	Roue de renvoi	60
Pignon de mise à l'heure	20	Roue des heures	64.

## B — ENTRETIEN ET RÉPARATION

Les pannes mécaniques possibles sont les mêmes que celles que nous avons signalées pour les calibres BN et AN. La liberté du rouage, le passage des aiguilles, le réglage des levées d'échappement sont à vérifier soigneusement (voir page 26). Les points de pivotement du balancier ont également une grande importance du fait du poids du balancier.

A ce propos, signalons que le calibre MP a été exécuté avec deux variantes :

1 — Solution à pointe dans laquelle le pivot inférieur du balancier est une pointe en acier inoxydable pivotant dans une crapaudine en saphir. On devra, dans cette solution, s'assurer du parfait état de la pointe et de la crapaudine. En cas de détérioration de l'une ou de l'autre, la crapaudine doit être changée et la pointe retouchée à la pierre sur le tour d'horloger. En raison du poids du balancier on devra utiliser dans la crapaudine une huile synthétique assez visqueuse.

2 — Solution à pivot dans laquelle le pivot inférieur du balancier est cylindrique à bout rond pivotant dans un rubis olivé et un contre-pivot. Là encore le parfait état du pivot, du rubis et du contre-pivot est une condition de bonne marche.

Pour les pannes électriques possibles, se reporter aux conseils donnés pour le calibre AN (page 35). S'assurer d'abord que les fils de connexion entre la pile et la plaquette électrique sont bien soudés et que la pile est bonne. Si la panne persiste, faire un essai avec une autre plaquette électrique que l'on aura en réserve.

## C — AMPLITUDE, RÉGLAGE ET ISOCHRONISME

Le réglage sur l'appareil enregistreur est le même que pour les calibres AN et BN. Le montage décrit page 30 (figure 24) conviendra donc parfaitement de même que le réglage de l'isochronisme qui pourra être fait par retouche des goupilles de raquette ou bridage du spiral comme nous l'avons déjà expliqué pour le calibre AN page 35, en utilisant le montage de la figure 28.

Le réglage de l'amplitude peut être fait en jouant sur le frein magnétique (9) (fig. 33 bis) qui agit exactement de la même façon que celui du calibre AN (6) (figure 25).



**CALIBRE AR**

Premier réveil électrique mondial à transistor, le calibre AR (figure 34) est une adaptation du calibre AN. Le mouvement proprement dit est donc un AN dont on trouvera la description au Chapitre IX (page 32).

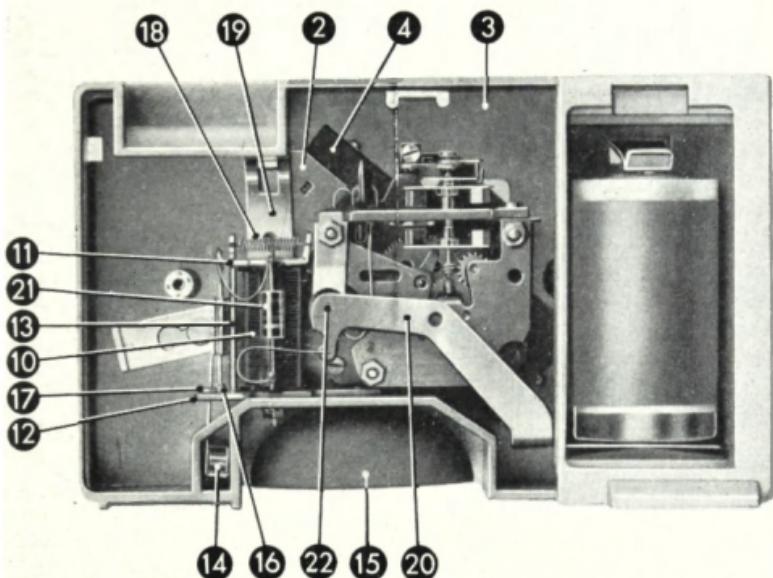


Fig. 34

A ce calibre AN s'ajoutent deux éléments principaux :

A - le système de déclenchement de sonnerie ;

B - la sonnette électrique.

**A. — DÉCLENCHEMENT DE SONNERIE**

Tout le dispositif est solidaire de la plaque porte-cadran. La figure 35 représente la plaque de cadran munie du dispositif de déclenchement de sonnerie tel qu'il se présente avant la pose du mouvement. C'est le système de déclenchement au centre qui a été choisi pour ce calibre, à la manière des petits réveils, car il permet l'exécution de cadrants plus esthétiques.

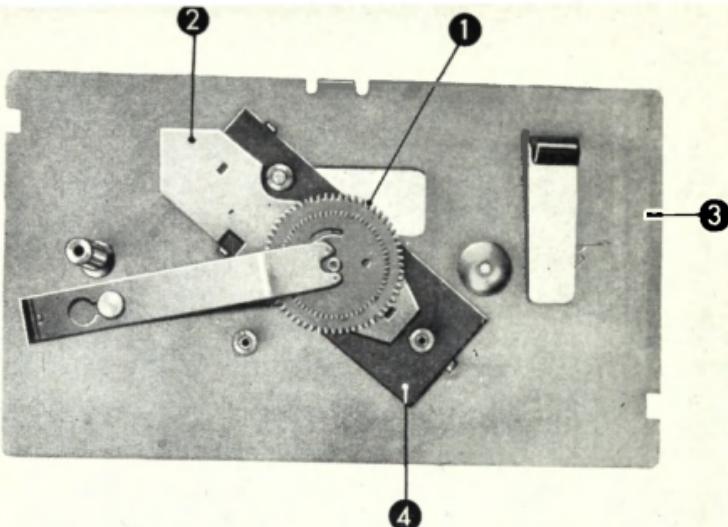


Fig. 35

La roue de came (1) est donc au centre. Elle est électriquement isolée d'une plaquette de contact (2) elle-même isolée de la plaque de cadran (3) par une plaquette isolante (4).

Les figures 36 à 38 montrent trois vues en coupe de ce dispositif.

Le circuit électrique de la sonnerie est tel que la roue de came est reliée au pôle + de la pile par l'intermédiaire de la masse du mouvement et que la plaquette (2) est reliée au pôle — en passant par la sonnette. Dans ce but, la roue de came (1) supporte une lame flexible (5) à laquelle est rivé un plot de contact en argent (6). La lame (5) est placée de telle façon qu'elle dépasse très légèrement de l'encoche (7) de la roue de came (1) dans laquelle peut tomber toutes les 12 heures le bossage (8) de la roue des heures (9).

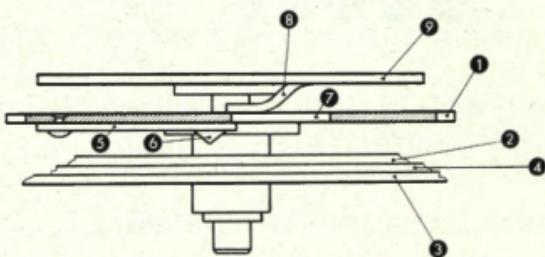


Fig. 36

La figure 36 représente le dispositif quelques minutes avant le déclenchement de sonnerie. Le bossage (8) de la roue d'heures (9) est prêt de tomber dans l'encoche (7) de la roue de came (1). Le plot de contact (6)

est éloigné de la plaquette (2). Il n'y a pas passage de courant dans la sonnette.

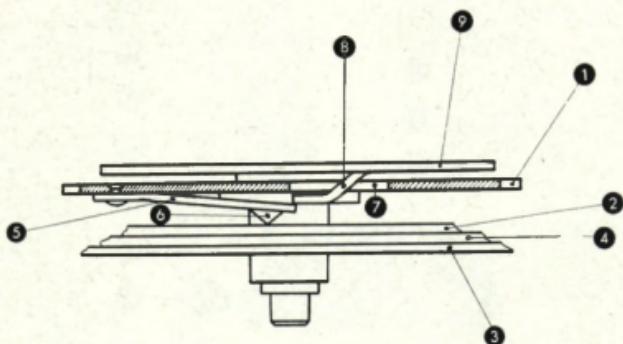


Fig. 37

La figure 37 représente le dispositif en position de déclenchement de la sonnerie. Le bossage (8) de la roue des heures (9) est tombé dans l'encoche (7) de la roue de came (1) sur l'extrémité de la lame flexible (5). Le plot (6) est venu en contact avec la plaquette (2). Le courant passe dans la sonnette, la sonnerie fonctionne.

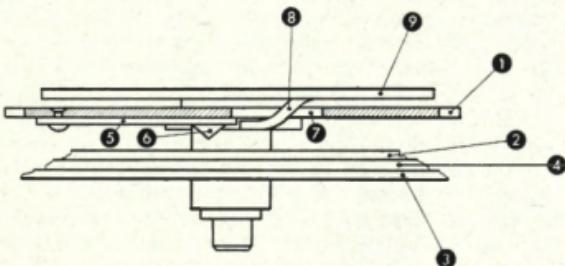


Fig. 38

La figure 38 représente le dispositif après arrêt de la sonnerie. La roue des heures (9) continuant de tourner, le bossage (8) a échappé à l'extrémité de la lame (5). Le plot (6) a repris sa place initiale et ne touche plus à la plaquette (2). Le courant ne passe plus dans la sonnette. Le dépassement de la lame (5) dans l'encoche (7) est tel que la durée totale de la sonnerie oscille entre 4 et 5 minutes. Cette précaution a pour but de limiter la consommation de courant au cas où l'usager laisserait fonctionner la sonnerie sans utiliser le bouton d'interruption.

## B. — SONNETTE ÉLECTRIQUE

La sonnette du calibre AR est très classique. Mais si elle est basée sur le principe de toutes les sonnettes, elle a cependant dû être étudiée tout spécialement pour son emploi, c'est-à-dire en vue d'obtenir un son suffisant pour un minimum de consommation.

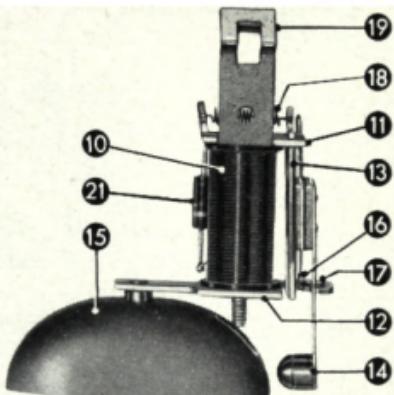


Fig. 39

La figure 39 représente la sonnette. Elle se compose d'une bobine (10) enroulée autour d'un noyau de fer doux terminé par deux masses polaires (11 et 12) et d'une armature (13) qui, pivotant sur la masse (11), est attirée par la masse (12) lorsque le courant passe dans la bobine (10). L'armature porte le marteau (14) qui frappe sur la clochette (15) ainsi qu'un plot en argent isolé (16) et disposé de telle façon qu'il puisse venir en contact avec un autre plot en argent (17) solidaire de la masse (12). Sous l'action du ressort (18) l'armature (13) est maintenue éloignée de la masse (12) les plots (16 et 17) étant en contact. Une résistance (21) montée en parallèle sur l'enroulement de la bobine sert à absorber les étincelles entre les contacts.

Lorsque la sonnerie se déclenche, le courant passe dans la bobine et l'armature (13) est attirée par la masse (12). Le marteau frappe sur la clochette mais les plots (16 et 17) s'écartent et le courant est coupé. Sous l'action du ressort (18) l'armature reprend sa place initiale, le courant se rétablit et l'armature est de nouveau attirée. Il s'ensuit un mouvement de vibration qui ne s'interrompt que lorsque l'usager appuie sur le bouton d'arrêt ou que la came de déclenchement coupe le courant (figure 38). Le bouton d'arrêt de sonnerie agit sur la lame ressort (19) qui amène le courant de la plaque porte-mouvement à la sonnette. Lorsqu'on appuie sur le bouton, la lame s'écarte de la plaque et le courant est coupé dans la sonnette. Si on relève le bouton en appuyant sur la partie arrière, le circuit se rétablit et la sonnette est prête à fonctionner dès que le déclenchement se produit.

### CARACTÉRISTIQUES DU CALIBRE AR

#### 1. — MOUVEMENT :

identique au calibre AN (voir page 34) (\*)

#### 2. — SONNETTE :

— bobine, nombre de tours .....	750
— diamètre du fil .....	0,3 mm
— I Moyenne .....	80 mA

(\*) Et comme pour ce calibre, la plaquette électronique est depuis janvier 1964 du type à auto-démarrage.

## C. — ENTRETIEN ET RÉPARATION

En ce qui concerne le mouvement, on se reportera au chapitre concernant le calibre AN (page 34). Toutefois, la détection des pannes possibles est un peu plus complexe du fait de la sonnette.

Trois cas peuvent se présenter :

- a) le mouvement marche, la sonnerie ne fonctionne pas ;
- b) le mouvement ne marche pas, la sonnerie fonctionne ;
- c) le mouvement et la sonnerie sont en panne.

a) Si le mouvement marche et que la sonnerie de fonctionne pas, la localisation du défaut est facile. La panne peut provenir soit de la sonnette elle-même, soit du système de déclenchement. Il faut donc vérifier d'abord si la sonnette fonctionne. Souder deux fils électriques aux pôles d'une pile dont la tension aura été vérifiée à 1,3 volt minimum. Faire toucher un fil à la barre de connexion (20) (figure 34) et l'autre à la lame (19). La sonnette doit fonctionner. Si ce n'est pas le cas, vérifier la soudure du fil de la sonnette à la barre de connexion (20) reliée directement au pôle — de la pile. Vérifier que la lame (19) (figure 39) appuie bien sur la plaquette de contact (2) lorsque le bouton d'arrêt est relevé. S'assurer que la résistance (21) est bien isolée de toute partie métallique de la sonnette. Les deux fils de sortie de la résistance doivent être dans le vide situé entre la bobine et le fond du boîtier et ne doivent être en contact avec aucune pièce de la sonnette.

Enfin, s'assurer du réglage des contacts. En appuyant sur l'armature (13) de façon à la faire plaquer sur la masse polaire (12), l'écartement des plots (16 et 17) doit être d'environ 0,2 à 0,3 mm. Un écartement plus faible produit une mauvaise sonnerie. Un écartement plus fort peut empêcher le démarrage de la sonnerie. Le réglage de l'écartement des contacts se fait en agissant sur la patte coudeée qui fixe le plot (17) à la masse polaire (12).

L'armature (13) étant plaquée sur la masse polaire (12) on s'assurera en même temps du bon réglage du marteau par rapport à la cloche. Un bon fonctionnement et un son correct sont obtenus lorsque l'écartement entre marteau et cloche est d'environ 0,2 à 0,3 mm.

Bien entendu, on se sera assuré que l'armature oscille librement sur la masse (11) et que le ressort (18) agit normalement.

Si, essayée de cette façon, la sonnette fonctionne correctement, mais ne marche pas lorsqu'on la fait déclencher par les aiguilles, la panne provient du système de déclenchement.

S'assurer alors que les fonctions décrites sur les figures 36, 37 et 38 s'effectuent correctement. Lors de la chute de la roue des heures dans l'encoche de la roue de came, le plot (6) (figure 37) doit toucher la plaquette (2). Par contre, avant et après le déclenchement (figures 36 et 38) il ne doit pas y avoir contact entre le plot (6) et la plaquette (2). Si c'était le cas, la sonnette marcherait continuellement.

b) Si la sonnerie fonctionne et que le mouvement ne marche pas, la panne provient du mouvement proprement dit. Se reporter alors au calibre AN page 34. S'assurer également que le plot de contact (22) appuie bien sur la barre de connexion (20) reliée au pôle — de la pile.

c) Si les deux éléments sont en panne, cela ne peut provenir que d'un défaut d'alimentation en courant. Vérifier d'abord la pile. En dessous

de 1,3 volt, la changer. S'assurer du bon contact de la pile à ses deux pôles ; si nécessaire armer la patte supérieure (pôle +) de façon à avoir une bonne pression. Contrôler qu'il n'y a aucun court-circuit de la pile, particulièrement près de la sonnette. La résistance ne doit pas toucher à une partie métallique et le fil soudé à la barre de connexion ne doit pas toucher au mouvement.

#### Important

D'une manière générale, veiller soigneusement à la parfaite propreté de tous les contacts :

- plot (6) et plaquette (2) figure 36,
- plots (16) et (17) figure 39,
- ressort (19) et plaquette (2) figure 34.

Enfin après un nettoyage, il est nécessaire de graisser légèrement avec une graisse synthétique (Fett-Box par ex.), la face arrière de la roue de came (1) sur laquelle frotte le bossage (8) de la roue des heures (figures 36 à 38). (\*)

#### D. — RÉGLAGE

On se reportera au chapitre concernant le calibre AN (page 35). Toutefois, on prendra la précaution de ne pas procéder au réglage sur l'appareil à enregistrer pendant la période de déclenchement de la sonnerie, ni même pendant la période de remontée de la roue d'heures dans l'encoche de la roue de came. Un moyen simple consiste à mettre par exemple l'index du réveil sur 6 heures et les aiguilles sur 12 heures avant de procéder au réglage.

Tous les autres conseils donnés pour le calibre AN sont valables pour le calibre AR.



(\*) Voir chapitre XVII, page 64. La roue des heures est maintenant en Delrin et ne nécessite pas de graissage (depuis juillet 1964).

## CALIBRE AV

Le calibre AV est un calibre AN, donc à transistor et auto-démarrage auquel on a adjoint une sonnerie mécanique.

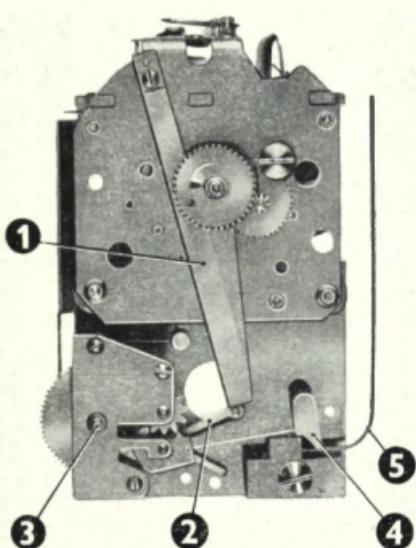


Fig. 40

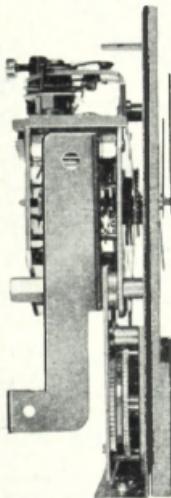


Fig. 41

### A. — DESCRIPTION

La partie mouvement est identique au calibre AN (voir Chapitre IX). La liaison avec la sonnerie est du même type que celle utilisée dans les petits réveils avec index au centre. Le mécanisme de sonnerie ressemble à celui d'un petit réveil avec sonnerie sur gong.

### B. — FONCTIONNEMENT

La figure 40 représente le mouvement de face, plaque porte-mouvement enlevée. La partie mouvement fonctionne comme le calibre AN (voir Chapitre IX). Le ressort d'arrêt (1) libère ou verrouille le bras de marteau (2). La mise à l'heure de l'index se fait par le bouton de droite placé à l'avant du cadran.

La figure 41 représente le mouvement de profil, cadran monté, et permet de voir le logement de l'ensemble du mécanisme de sonnerie, qui est très plat, entre la pile et la plaque porte-mouvement.

Le remontage du ressort de sonnerie se fait par le bouton de gauche placé à l'avant du cadran vissé sur l'arbre de bâillet (3).

L'arrêt de sonnerie se fait par le petit bouton à l'avant du cadran (placé juste au milieu entre les deux boutons : remontage sonnerie et mise à l'heure de l'index) ; poussé, la sonnerie ne fonctionne pas : il ne faut donc pas oublier de le tirer pour se mettre en position de sonnerie.

Il est possible, par ce bouton, d'interrompre la sonnerie en cours de fonctionnement ou préventivement.

#### CARACTERISTIQUES SPECIALES A CE CALIBRE :

— Ressort : longueur.....	550 mm
largeur.....	1,75 mm
épaisseur.....	0,17 mm
— Diamètre intérieur du bâillet.....	16,2 mm

#### C. — ENTRETIEN

Pour le mouvement se reporter au même chapitre du calibre AN (page 34).

**Mécanisme de sonnerie :** Pour régler la frappe, mettre l'ancre de sonnerie en fin d'impulsion de sortie; il doit alors y avoir un jeu de 0,8 à 1,5 mm entre le marteau (4) et le gong (5) (au point de frappe). Huilage et graissage comme un petit riveil.

**Réglage :** Se reporter au chapitre du calibre AN (page 35) en prenant toutefois la précaution de ne pas effectuer le réglage au " vibro " pendant la période de déclenchement de sonnerie, ainsi que pendant la période de remontée de la roue des heures dans l'encoche de la came.

## NOUVELLES PLAQUETTES ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES

Parmi les améliorations apportées aux calibres types BN/AN, les plus importantes sont celles qui ont trait aux plaquettes électriques (pour le BN) et électroniques (pour les AN-AV-AX).

### 1<sup>o</sup> Calibre BN

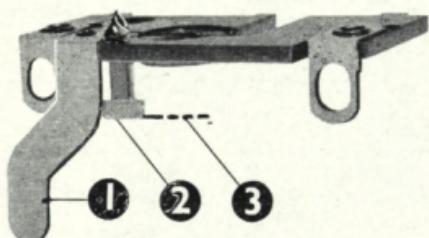


Fig. 42

a) Suppression du fil de liaison remplacé par une patte de connexion (1).

b) La lame de contact (3) (également repère 3, page 25) montée sur un support isolant (repère 4, page 25) fixé sur la platine arrière, est maintenant intégrée à la plaquette électrique et est livrée séparément pour être fixée sur le plot (2). Cette lame de contact est représentée en pointillé sur la figure 42.

### 2<sup>o</sup> Calibres AN-AV-AX

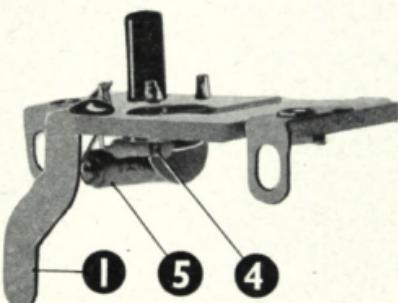


Fig. 43

Cette nouvelle plaquette, dite à auto démarrage, diffère de la plaquette normale de type AN par l'adjonction de deux éléments : une résistance R1 de 220.000 ohms et un condensateur électro-chimique C de 25 microfarads. De même que pour le calibre BN, le fil de liaison est supprimé et remplacé par une patte de connexion (1). On trouve, sur la figure 43 les 2 éléments supplémentaires : résistance (4) et condensateur électro-chimique (5).

En marche normale on peut considérer que ces éléments n'interviennent pas directement dans le fonctionnement qui reste dans le principe décrit pages 32 à 34 « Fonctionnement du calibre AN ». Par contre, lors du démarrage la situation est bien différente. Pour illustrer ce fonctionnement le nouveau schéma ci-dessous facilitera la compréhension du texte :

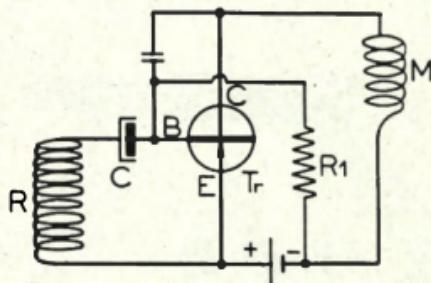


Fig. 44

Pratiquement, ce nouveau schéma correspond à celui d'un amplificateur basse fréquence classique comme on en rencontre sur tous les postes radio à transistors.

Au moment où l'on branche la pile, la résistance R1 laisse passer un faible courant dans la base du transistor, par voie de conséquence et comme expliqué pages 16 et 17, un certain courant permanent peut circuler dans le circuit du collecteur, donc dans la bobine M.

Le transistor, étant ainsi monté en amplificateur et non plus en interrupteur comme dans le AN, pourra donc amplifier de faibles variations de courant de base. On remarquera par ailleurs que le balancier au repos n'a plus ses aimants au centre de la bobine mais décalés de façon à être de part et d'autre de l'enroulement proprement dit, côté platine avant.

On conçoit alors que de très légères oscillations du balancier vont induire dans la bobine R des courants, très faibles certes, mais qui seront néanmoins amplifiés par le transistor. Le courant dans la bobine M va alors suivre le rythme de ces oscillations, donc provoquer une attraction variable des aimants du balancier. Un processus cumulatif s'établit alors et les oscillations du balancier s'amplifient progressivement ; l'amplitude normale étant atteinte, le transistor est bloqué et aucun courant ne circule dans la bobine M en dehors des impulsions d'entretien déclenchées au moment du passage des aimants sur la bobine.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LA RÉPARATION

Les nombreuses lettres que nous avons reçues témoignent du grand intérêt que les horlogers ont porté à ce Mémento dont le but est de guider leurs pas dans une voie nouvelle pour beaucoup d'entre eux.

Des renseignements nous ont été demandés sur telle ou telle partie. C'est pourquoi il nous a semblé utile de grouper dans le présent Chapitre les principaux conseils, tout en apportant des précisions sur certains points.

### 1<sup>o</sup> Vérifier la pile.

Il faut la mesurer à vide et en débit (voir paragraphes G-H-I, pages 8, 9, 10).

### 2<sup>o</sup> Séparer les arrêts électriques des arrêts mécaniques.

Il existe deux méthodes pratiques :

#### 1<sup>re</sup> méthode.

Avoir toujours une plaquette électrique et une plaquette électronique de chaque type de calibre :

- Une plaquette BN à élément incorporé (qui porte le plot et la lame de contact) (voir Chapitre XVI, page 59). Elle peut se substituer à l'ancienne avec toutefois quelques difficultés de mise en place alors que l'inverse n'est pas possible.
- Une plaquette AN ordinaire et une plaquette AN à auto-démarrage symbolisée 1 AR.

Faire l'échange comme conseillé page 35. Si le mouvement marche, la plaquette est mauvaise ; si le mouvement s'obstine à ne pas marcher c'est soit un défaut d'échappement, soit un défaut de rouage (étant entendu que la liaison électrique pile-plaquette est bonne).

En dehors de la plaquette, il reste alors à vérifier les fonctions d'échappement, à nettoyer l'ancre et la roue d'échappement au trichloreéthylène à l'aide d'un pinceau. Vérifier et nettoyer s'il y a lieu le rouage qui doit être libre. Nettoyer, ou plutôt « gratter-bosser », tous les points de contacts électriques en partant des joues de pile.

Vérifier l'armage du frein de la roue d'échappement. Il doit être, en bout de lame, compris entre 1,4 et 1,9 g. Pour le contrôle de cette opération, employer un dynamomètre genre CARPO, de force 0,5 à 5 g, en ayant au préalable meulé l'extrémité du palpeur pour obtenir une meilleure surface d'appui sur le frein.

Pour le calibre AX qui, lui, est équipé d'un sautoir, le même type de dynamomètre peut convenir, bien qu'il soit moins bien adapté. En effet, la pression du sautoir doit être comprise entre 0,5 et 0,7 g et la graduation commence juste à 0,5 g, mais avec un peu d'habitude et beaucoup de précautions on arrive très bien à en préciser la valeur.

Il existe un autre dynamomètre 0,3 à 3 g (CORREX) qui conviendrait mieux, mais qui n'a pas d'index au centre, ce qui rend la lecture un peu plus difficile. De toute manière, que l'on utilise l'un ou l'autre de ces dynamomètres, il y a lieu de le faire avec beaucoup de précautions, car les valeurs à mesurer sont très faibles.

## 2<sup>e</sup> méthode.

Celle-ci, un peu acrobatique, a cependant l'avantage de ne pas prévoir l'échange des plaquettes électriques ou électroniques pour séparer les défauts électriques des défauts mécaniques.

Dévisser l'écrou de fixation des plaquettes, côté roue d'échappement ; dévisser, légèrement, l'autre écrou de fixation. En soulevant la platine arrière, on peut soit enlever la roue d'échappement, soit la « débrayer » de l'ancre (avoir soin, lorsqu'on la remettra, de ne pas enlever de copeau avec le pivot et de ne pas fausser celui-ci). A ce stade, on s'assure de la parfaite liberté du balancier et, soit à l'aide du montage décrit page 30 (fig. 24), soit en remettant la calotte porte-pile, on vérifie si le balancier fonctionne :

- il fonctionne : il y a une panne mécanique ou échappement ;
- il fonctionne mais l'amplitude est faible : il y a soit mauvais contact, soit défectuosité d'un élément de la plaquette, par exemple en court-circuit partiel ; il est théoriquement possible de refaire les soudures mais nous conseillons plutôt, pour plus de sécurité, de changer la plaquette ;
- il ne fonctionne pas : la plaquette est obligatoirement mauvaise et elle est à changer.

### **3<sup>e</sup> Cas particuliers à chaque calibre.**

#### **a) Calibre BN.**

Au chapitre XVI fig. 42 il est dit que la lame de contact ancienne-  
ment sur la platine arrière est maintenant incorporée à la plaquette  
électrique, mais fournie séparément. On peut d'ailleurs récupérer celle  
de l'ancien système.

Pour son réglage en pénétration (page 29), c'est toute la plaquette  
qui se déplace en dévissant les deux écrous de fixation sur la platine  
arrière. Dans le cas d'usure de l'ellipse (en or), on peut orienter cette  
lame vers le bas ou le haut pour échapper l'endroit d'usure. Si l'ellipse  
est trop usée, nous conseillons le changement du balancier. Celui-ci,  
s'il est bon par ailleurs, peut resservir dans le calibre AN avec pla-  
quette AN ordinaire (pas pour l'auto-démarreur). Enfin, contraire-  
ment à ce qui est dit page 34, paragraphe C, ce calibre a maintenant  
les mêmes points de pivotement que le calibre AN et ses dérivés,  
c'est-à-dire 2 rubis et un contre-pivot rubis, au lieu de deux bouchons  
bronze et un contre-pivot rubis. Toutefois, pour certains mouvements  
spéciaux destinés à l'Exportation, il existe une variante avec axe à  
pointe.

#### **b) Calibres AN - AX - AR - AV auto-démarreurs (plaquette symbolisée AR).**

Il est déconseillé de remplacer une plaquette ordinaire par cette  
nouvelle plaquette, car, en plus des difficultés de mise en place (la  
platine arrière ayant été ajournée pour permettre le passage des élé-  
ments supplémentaires : condensateur électro-chimique et résistance),  
le balancier correspondant est décalé de 20° côté platine avant. On  
peut obtenir ce décalage en tournant dans le sens convenable la  
virole du spiral mais, à ce moment, l'échappement n'est plus au  
repère et cette fonction ne peut être faite qu'en déplaçant l'ancre,  
opération presque impossible, l'ensemble étant « chassé » dur sur  
l'axe. Il faut donc, si l'on change la plaquette, changer aussi le balan-  
cier.

D'autre part, lors du réglage au vibro, du fait du décalage du balan-  
cier, les impulsions sont dissymétriques par rapport au point mort :  
le vibro enregistre deux traces parallèles, ce qui est tout à fait normal.  
Pour contrôler la bonne mise au repère de l'échappement, on s'assu-  
rera, le balancier étant au repos, qu'une dent de la roue d'échappement  
se trouve entre les deux levées d'ancre.

#### **c) Calibre AX.**

En plus des conseils donnés au Chapitre XII, il y a lieu de veiller  
à la parfaite propreté de l'ancre, de la roue d'échappement, du rochet  
de sautoir et du sautoir. Toutes ces pièces doivent être nettoyées au  
trichloréthylène, et doivent fonctionner à sec, sauf le rochet que  
nous conseillons de lubrifier très **légèrement** avec une huile  
synthétique (Synt-A-Lube).

#### **4<sup>o</sup> DRILIC (calibre AR).**

Pour démonter le DRILIC il faut :

a) enlever le cache-pile et sortir la pile ;

b) enlever les deux boutons ;

c) enlever le cache-clochette en laiton (sous le modèle) ;

d) dévisser les deux vis sur la face arrière (l'une à gauche, l'autre dans le logement de la pile) ;

e) en laissant le bouton d'interruption dans la position arrêt, séparer le boîtier de l'ensemble verre-cadran-plaque porte-mouvement ; le modèle se présente alors en deux parties distinctes.

Sur la plaque porte-mouvement, le mouvement reste fixé et tous les conseils donnés pour le calibre AR sont valables.

Pour le bon fonctionnement de la sonnerie, il y a lieu de s'assurer que la pression du ressort appuyant sur la roue des heures n'est ni trop forte ni trop faible. Elle doit être comprise entre 50 et 70 g une fois les aiguilles et le mouvement enlevés. Cette valeur peut être mesurée avec un dynamomètre CARPO de 25 à 150 g.

D'autre part, en position de sonnerie, il faut s'assurer qu'il reste un jeu normal d'environ 0,1 entre la portée du canon des heures et la roue de came. La roue de came doit être graissée à la Fett-Box R 27 à l'endroit de frottement de l'ergot de la roue des heures si celle-ci est en laiton. La roue des heures étant maintenant en delrin, il n'y a plus besoin de graissage, ce qui évite qu'un excès de graisse, toujours possible, n'atteigne les contacts.

Certaines plaques de contact cadmiées ou nickelées peuvent, dans le temps, donner de mauvais contacts pour la sonnerie ; nous conseillons de les remplacer par celles qui équipent actuellement tous nos modèles (avec revêtement or sur nickel).

Sur la partie boîtier se trouve l'ensemble de sonnerie proprement dit, qui n'a pas à être démonté. S'assurer que la sonnerie fonctionne en se servant du montage décrit page 30, paragraphe D ; brancher le + sur le ressort d'interruption travaillant avec le bouton et le — sur la barrette arrivant à la pile. Ne pas oublier de nettoyer tous les points de contact avec un gratte-bosse. Au cours du remontage, ne pas oublier d'accrocher le ressort d'interruption dans la patte du bouton d'interruption, faute de quoi on risque de fausser ce ressort qui n'assurerait plus sa fonction.

#### **5<sup>o</sup> RAVIC (calibre AV).**

Pour éviter que les boutons situés à l'avant de ce modèle ne se dévissent en cours de transport, un certain nombre de ceux-ci ont été bloqués, à la partie filetée, par une colle plastique. Il est possible qu'on éprouve des difficultés pour dévisser ces boutons et, plus particulièrement, le bouton de mise à l'heure réveil. Si l'on insiste, on cisaille l'ergot de la roue des heures. Afin d'éviter cet ennui, nous conseillons, si le dévissage est trop dur, de ne pas insister. Dans ce cas, il faut déboîter le modèle et, pour cela, procéder de la manière suivante :

- a) enlever le cache-calotte arrière (couvercle) ;
- b) enlever la pile et le bouton de mise à l'heure mouvement ;
- c) dévisser les deux vis de socle ;
- d) retirer la cale située entre lunette et calotte ;
- e) dévisser les deux vis de fixation de la calotte ;
- f) séparer l'ensemble de la lunette et du verre ;
- g) dévisser la vis du dessus de calotte ;
- h) bloquer à l'aide d'un tournevis les deux roues de renvoi entre les dents et dévisser le bouton de mise à l'heure réveil ;
- i) maintenir le rochet acier fixé sur le bariquet et dévisser le bouton de remontage.

Il est bon de signaler que si l'on n'a pas à changer le cadran ou le bouton de mise à l'heure lui-même, celui-ci peut rester en place.

#### **6<sup>e</sup> Essai de fonctionnement BN - AN et dérivés.**

Un essai qui donne de bons résultats est d'observer à plat (couché) les mouvements pendant 24 heures. S'il n'y a pas d'arrêt, ils peuvent être considérés comme normaux.

#### **7<sup>e</sup> Calibre AL.**

Il arrive parfois que malgré un bon polissage et nettoyage des contacts (page 22) ceux-ci restent encore collés. Si, après avoir suivi les conseils du paragraphe B (Entretien et Réparation, pages 21, 22, 23), ce phénomène se poursuit, on peut essayer d'enduire les contacts d'un liquide « pare-étincelles » ; si les résultats ne sont pas concluant, on peut strier les contacts de manière à ce que les micro-poussières carbonisées par l'étincelle se logent à l'intérieur des stries.

#### **8<sup>e</sup> Démontage des murales électriques.**

Le mouvement est fixé sur le boîtier par un écrou central (sous les aiguilles). Pour dévisser cet écrou nous conseillons de modifier un tournevis en évitant la lame pour laisser passer l'aiguillage.

Dimensions approximatives du tournevis :

- longueur totale 290 mm ;
- largeur de la lame 14 mm ;
- évidemment : largeur 6 mm ;  
profondeur 15 mm.

## **LISTE D'APPAREILS NÉCESSAIRES**

### **POUR LA RÉPARATION COURANTE**

#### **DYNAMOMÈTRES**

25 à 150 g	CARPO - M.O.P., 33, bd Henri-IV, PARIS (4 <sup>e</sup> )	environ 35 F
0,3 à 3 g	CORREX SOCIÉTÉ BLET, 132, rue du Fg-St-Denis, PARIS (10 <sup>e</sup> )	environ 70 F
ou 0,5 à 5 g	CARPO - M.O.P.	environ 35 F

#### **VOLTMÈTRE**

0 à 2,5 V	Ets A. SCHMITT et Cie, 2 bis, fau- bourg de Saverne, STRASBOURG (Bas-Rhin)	environ 27 F
-----------	--	--------------

Le voltmètre indiqué est un voltmètre à faible résistance qui a l'avantage d'être bon marché et permet de contrôler les points de passage des courants et d'indiquer si la pile est bonne.

Mais ce voltmètre ne convient pas pour les piles à résistance interne élevée, comme celles à dépolarisation par l'air utilisées dans certaines pendules. Il faut dans ce cas un voltmètre à forte résistance (contrôleur universel par exemple).

#### **CONTROLEURS UNIVERSELS**

Contrôleur type « MONOC »

CHAUVIN et ARNOUX  
190, Rue Championnet, PARIS (18<sup>e</sup>)

Contrôleur type « 460 »

METRIX  
56, Avenue Emile-Zola, PARIS (15<sup>e</sup>)  
ou boîte postale n° 30 à ANNECY (Hte-Savoie)

Cette liste vous est simplement donnée à titre indicatif. Elle n'est pas exclusive. Il existe d'autres appareils et il en existera probablement d'autres. (1) Vos fournisseurs pourront vous renseigner (JAZ ne vend aucun appareil.)

(1) La Société Métrix mettra sur le marché en 1965, un appareil spécial pour horlogers assurant les fonctions de voltmètre, de milliampermètre à faible résistance interne, d'ohmmètre, et comprenant le montage nécessaire à la vérification de l'isochronisme (page 36, fig. 28).

## BIBLIOGRAPHIE

Pensant aux lecteurs qui voudraient approfondir leurs connaissances en électricité, nous aurions voulu pouvoir donner ici une liste d'ouvrages à consulter.

Malheureusement, à notre connaissance, les livres spécialisés en horlogerie électrique sont rares. Ceux que nous connaissons sont soit épuisés, soit nettement dépassés par la technique.

Nous conseillons cependant à nos lecteurs le Cours d'horlogerie électrique publié par le Centre d'Etudes Horlogères G. RIVIERE 117, Rue Saint-Hilaire à NOGENT-LE-ROTROU (E et L), dans lequel ils trouveront, clairement exposées, toutes les notions d'électricité nécessaires, ainsi qu'une description des principaux mouvements électriques actuellement sur le marché.



## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Préface à la 1 <sup>re</sup> édition.....	I
Préface à la 4 <sup>e</sup> édition.....	II
Introduction.....	3
Chapitre I      Électricité.....	5
Chapitre II     Magnétisme .....	11
Chapitre III    Électro-magnétisme .....	13
Chapitre IV    Les contacts .....	15
Chapitre V    Les transistors.....	16
Chapitre VI    Les mouvements électriques JAZ, JAPY et SMIPIL. Généralités.....	18
Chapitre VII   Calibres AL-BE.....	19
Chapitre VIII   Calibre BN.....	24
Chapitre IX    Calibre AN .....	32
Chapitre X    Calibre AT.....	38
Chapitre XI    Calibre SMIPIL .....	42
Chapitre XII   Calibre AX .....	45
Chapitre XIII   Calibre MP .....	48
Chapitre XIV   Calibre AR .....	51
Chapitre XV    Calibre AV .....	57
Chapitre XVI   Nouvelles plaquettes électriques et électroniques	59
Chapitre XVII   Conseils pratiques pour la réparation .....	61
Liste des appareils nécessaires pour la réparation	66
Bibliographie.....	III

3

4

5

6

7

Les coupons numérotés de cette page vous permettront de compléter votre « Mémento pratique d'horlogerie électrique et électronique ».

Lorsqu'un nouveau chapitre sortira des presses, vous en serez avertis aussitôt par Jaz-actualités et par la presse professionnelle.

Il vous suffira alors de découper le coupon correspondant, de nous le retourner et vous recevrez immédiatement les feuillets complémentaires.

10

9

8

**Prix : 9,50 F**