

# Cours de Théorie du Réglage

---

La théorie du réglage comprend l'étude de toutes les lois et conditions qui régissent le mouvement de l'organe régulateur de tout instrument horaire.

Notre cours se portera principalement sur les points suivants :

1. Introduction (mesure du temps, appareils à mesurer le temps) ;
2. Différents genres de montres ;
3. Différents organes de la montre ;
4. Description des organes de la montre ;
5. Fonction des mobiles et calcul du nombre de tours des roues et pignons, calcul du nombre d'oscillations ;
6. Fonction de l'échappement ;
7. Description des différentes pièces composant l'organe régulateur ; isochronisme du système balancier-spiral ;
8. Considérations pratiques sur la pose du spiral à la virole ;
9. Réglage plat, méthode pratique de procéder ;  
point d'attache à la virole pour le réglage plat, grande et petite pièces ;
10. Des courbes théoriques ;
11. Réglage Breguet, méthode pratique de procéder ;
12. Déplacement du centre de gravité et détermination du point d'attache à la virole pour réglage Breguet ;
13. Influence d'une force extérieure sur la durée des oscillations ;
14. Influence d'un défaut d'équilibre du balancier sur la durée des oscillations ;
15. Balanciers compensateurs et réglages aux températures ;
16. Marche à suivre pour le réglage d'une montre ;
17. Résumé historique.

## 1. Introduction

### Définition du temps

C'est la succession des événements qui nous donne la notion du temps. Lorsque deux faits s'accomplissent l'un après l'autre, on dit qu'il s'est écoulé entre les deux un certain intervalle de temps. Cet intervalle peut être plus ou moins long, et l'on conçoit que sa durée puisse être exprimée par un nombre, tout aussi bien que la longueur d'une ligne, le poids d'un corps, etc.

### Division du temps

La division du temps nous est donnée naturellement par les phénomènes astronomiques les plus frappants, tels que les mouvements de la terre, les phases de la lune, etc.

## 4. Calculs relatifs au nombre de tours des mobiles du rouage

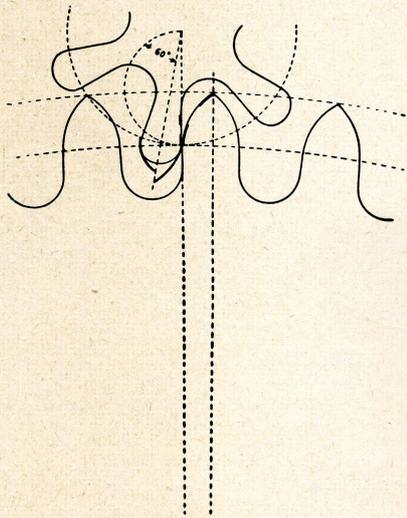


Fig. 13

### a) Nombre de tours d'un pignon engrenant dans une roue.

Dans un engrenage, chaque dent de la roue correspond à un vide du pignon et vice versa. (Fig. 13.) Le nombre des vides sur chaque mobile est toujours égal à celui des dents. Lorsque le pignon aura fait un tour, la roue aura avancé d'un nombre de dents égal au nombre des ailes du pignon. Quand la roue aura fait un tour, le pignon aura fait autant de tours que son nombre d'ailes est contenu dans le nombre des dents de la roue.

Pour trouver le nombre de tours que fait un pignon pendant un tour de la roue avec laquelle il engrène, il faut donc :

**Diviser le nombre des dents de la roue par le nombre des ailes du pignon.**

*Exemple :* Supposons qu'une roue  $Z_1$  de 80 dents engrène dans un pignon  $Z'_1$  de 10 ailes (Fig. 14), quel sera le nombre de tours  $n'$  que fera le pignon pendant un tour de la roue ?  $n$  étant le nombre de tours de la première roue.

D'après ce que nous venons de voir, nous aurons :

$$n' = \frac{n \times Z_1}{Z'_1} \quad \text{ou avec les chiffres : } n' = \frac{1 \times 80}{10} = 8 \text{ tours.}$$

Si nous voulons savoir maintenant le nombre de tours accomplis par le même pignon pendant que la roue en fait un certain nombre,  $n = 4$ , par exemple, le nombre  $n'$  deviendra  $n$  fois plus grand, et nous aurons alors :

$$n' = \frac{n \times Z_1}{Z'_1} = \frac{4 \times 80}{10} = 32 \text{ tours.}$$

Examinons maintenant un rouage, c'est-à-dire un train d'engrenages formé de deux roues et de deux pignons (Fig. 15), soit une roue  $Z_1$  de 84 dents engrenant dans un pignon  $Z'_1$  de 12 ailes sur lequel est fixé une roue  $Z_2$  de 80 dents engrenant avec un pignon  $Z'_2$  de 10 ailes.

D'après ce que nous avons vu précédemment, pendant que la roue  $Z_1$  de 84 dents fait un tour, le pignon  $Z'_1$  en fait 7, soit :

$$n' = \frac{n \times Z_1}{Z'_1} = \frac{1 \times 84}{12} = 7 \text{ tours.}$$

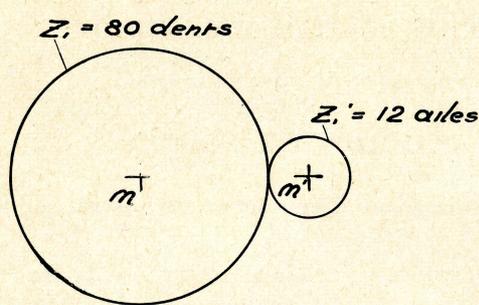


Fig. 14

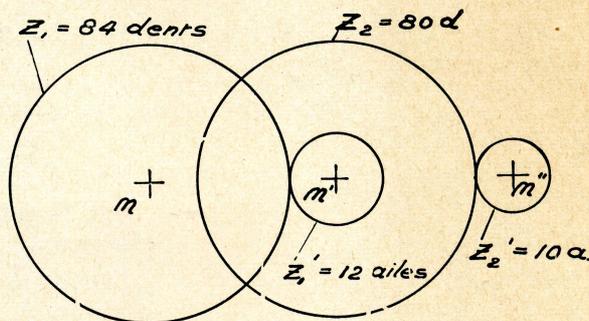


Fig. 15

D'autre part, pendant que la roue  $Z_2$  de 80 dents fait 7 tours avec le pignon  $Z'_1$  sur lequel elle est fixée, le pignon  $Z'_2$  de 10 ailes en fera 56, soit :

$$n' = \frac{n \times Z_2}{Z'_2} = \frac{7 \times 80}{10} = 56 \text{ tours.}$$

Ce résultat s'obtient aussi par la formule suivante :

$$n'' = \frac{n \times Z_1 \times Z_2}{Z'_1 \times Z'_2} = \frac{1 \times 84 \times 80}{12 \times 10} = 56 \text{ tours.}$$

S'il fallait calculer le nombre de tours du dernier pignon pendant que la première roue en fait 12, nous aurions :

$$n'' = \frac{n \times Z_1 \times Z_2}{Z'_1 \times Z'_2} = \frac{12 \times 84 \times 80}{12 \times 10} = 672 \text{ tours.}$$

Règle générale : Pour calculer le nombre de tours du dernier pignon d'un train d'engrenages pendant que la première roue fait un certain nombre de tours, il faut :

**Multiplier le nombre de tours du premier mobile par un quotient formé du produit des nombres de dents des mobiles menants sur le produit des nombres de dents des mobiles menés.**

*Où simplement :*

**Multiplier le produit du nombre des dents des roues par le nombre de tours de la première roue et diviser par le produit du nombre d'ailes des pignons.**

*Exemple :* Quel est le nombre de tours que fait le quatrième et dernier pignon d'un train d'engrenages pendant un tour de la première roue ? Le nombre de dents et d'ailes sont les suivants :

1 <sup>re</sup> roue	$Z_1 = 96$ dents ;	1 <sup>er</sup> pignon	$Z'_1 = 12$ ailes
2 <sup>e</sup> »	$Z_2 = 96$ »	2 <sup>e</sup> »	$Z'_2 = 12$ »
3 <sup>e</sup> »	$Z_3 = 90$ »	3 <sup>e</sup> »	$Z'_3 = 12$ »
4 <sup>e</sup> »	$Z_4 = 80$ »	4 <sup>e</sup> »	$Z'_4 = 8$ »

$$n^{IV} = \frac{n \times Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times Z_4}{Z'_1 \times Z'_2 \times Z'_3 \times Z'_4} = \frac{1 \times 96 \times 96 \times 90 \times 80}{12 \times 12 \times 12 \times 8} = 4800 \text{ tours.}$$

Réponse : Le dernier pignon de ce train d'engrenages fait 4800 tours pendant un tour de la première roue. (Fig. 16.)

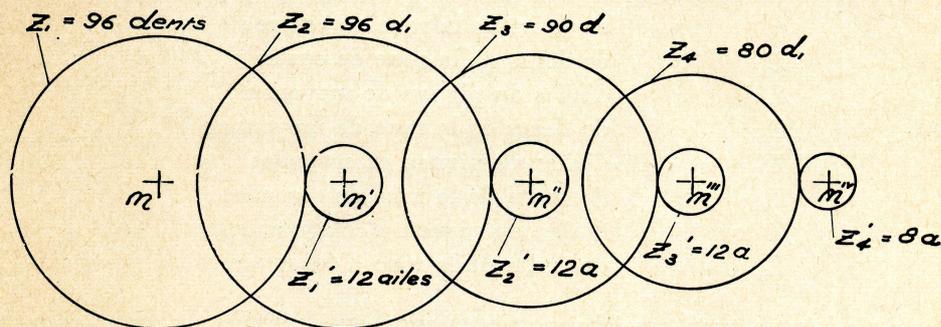


Fig. 16

## 5. Calculs du nombre d'oscillations du balancier

Tiré en partie du cours de M. Défossez.

Le balancier d'une montre muni d'un spiral exécute un mouvement de va-et-vient de chaque côté de sa position d'équilibre ; c'est ce qu'on appelle un mouvement oscillatoire. On appelle oscillation le chemin parcouru par l'ensemble balancier-spiral entre deux passages consécutifs et dans le même sens par sa position d'équilibre. Une oscillation comprend deux alternances.

En langage d'atelier, l'alternance est souvent appelée oscillation, ce qui est faux.

On désigne par  $Oh$  le nombre d'oscillations qu'accomplit le balancier en une heure, et par  $Os$  le nombre d'oscillations qu'il accomplit en une seconde.

Pour calculer  $Oh$  ou  $Os$ , il faut connaître les nombres de dents et d'ailes des mobiles du rouage, y compris ceux de la roue d'échappement.

Il faut également connaître le nombre de tours qu'effectue l'un de ces mobiles dans un temps considéré, c'est-à-dire pendant une heure, une minute ou une seconde, suivant le problème posé. Généralement on exprime le nombre d'oscillations du balancier en une heure.

Trois cas sont à considérer :

1. Les montres sans aiguilles des secondes ;
2. Les montres munies d'une aiguille des secondes ;
3. Les montres *Roskopf*.

1. **Montres sans aiguilles des secondes.** — La roue du centre ou grande moyenne fait un tour par heure. Cette roue engrène dans le pignon de moyenne ou de petite moyenne sur lequel est fixée la roue moyenne ou petite moyenne. Cette roue engrène dans le pignon de seconde — lequel, dans ce cas, n'accomplit pas nécessairement un tour par minute — sur lequel est fixée la roue des secondes qui engrène avec le pignon d'échappement. Sur ce pignon est fixée la roue d'échappement.

Numéros et genres de balanciers et de spiraux correspondant à des calibres donnés

**RÉGLAGES PLATS**

Diamètre des mouvements	Genre de balanciers	Genre de spiraux	Numéros des spiraux	Diamètre des mouvements	Genre de balanciers	Genre de spiraux	Numéros des spiraux
19 <sup>m</sup> F. H. F.	Bimétal	Acier mou	30	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Stella	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> fbl.
18 <sup>m</sup> 1/2 Unitas	Nickel	Nivarox 3	18	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> Eta	Béryllium	Nivarox	0,224
16 <sup>m</sup> 41 F. H. F.	Nickel	Nivarox 3	7,2	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Béryllium	Nivarox	0,30
16 <sup>m</sup> 41 F. H. F.	Nickel	Nivarox 5	7,6	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> Peseux 212	Glucydur	Métel II	0,265
14 <sup>m</sup> 853 Eta	Nickel	Nivarox 5	5,60	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Nickel	Métel 5	0,224
13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> Landeron	Glucydur	Nivarox 3	3,00	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -11 Eta	Nickel	Stella	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> fbl.
13 <sup>m</sup> 1149 A. S.	Glucydur	Nivarox 3	3,00	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -11 Fleurier	Glucydur	Nivarox	0,38
13 <sup>m</sup> 1149 A. S.	Nickel	Nivarox 5	3,20	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -11 Eta	Béryllium	Nivarox	0,34
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> A. S. 1187/94	Glucydur	Nivarox 5	0,90	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> 8 F. H. F.	Glucydur	Stella	0,224
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Peseux 202	Glucydur	Métel 2	0,56	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Nivarox	0,090
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Peseux 202	Glucydur	Nivarox I	0,60	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> Felsa	Glucydur	Nivarox	0,028
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Béryllium	Nivarox	0,68	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> A. S.	Béryllium	Nivarox	0,100
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Eta	Béryllium	Nivarox	0,56	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Glucydur	Nivarox	0,190
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Fleurier	Nickel	Stella	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>m</sup> Peseux	Glucydur	Nivarox	0,080
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Fleurier	Nickel	Nivarox	0,95	5 <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Stella	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Eta 810	Béryllium	Métel	0,98	5 <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Nivarox	0,090
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> A. S. 984	Béryllium	Métel	0,68	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Béryllium	Nivarox	0,095
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Eta 925	Nickel	Métel 5	0,64	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Béryllium	Nivarox	0,224
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Eta 1052	Béryllium	Métel 5	0,425	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Béryllium	Nivarox	0,190
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> 12 F. H. F.	Béryllium	Nivarox	0,425	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Métel	0,236
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Nickel	Nivarox	0,30				

**RÉGLAGES BREGUET**

Diamètre des mouvements	Genre de balanciers	Genre de spiraux	Numéros des spiraux	Diamètre des mouvements	Genre de balanciers	Genre de spiraux	Numéros des spiraux
19 <sup>m</sup> F. H. F.	Glucydur	Métel 2	28	19 <sup>m</sup> -2144 F. H. F.	Nickel	Métel 4	28
19 <sup>m</sup> Unitas/261	Nickel	Nivarox I	19	19 <sup>m</sup> -2124 F. H. F.	Nickel	Mélior	28
13 <sup>m</sup>	Nickel	Nivarox	1,80	14 <sup>m</sup> G. H.	Glucydur	Nivarox 2	3,80
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> A. S.	Nickel	Nivarox	0,34	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -925 Eta	Nickel	Métel 5	0,90
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> F. H. F.	Nickel	Nivarox	0,90	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -810 Eta	Nickel	Métel 5	0,85
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Eta	Nickel	Nivarox		10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -150 F. H. F.	Nickel	Mélior	1,00
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -340 A. S.	Nickel	Mélior	0,64	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -984 A. S.	Nickel	Mélior	0,90
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -941 Eta	Nickel	Mélior	0,60	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -175 F. H. F.	Nickel	Métel 5	1,12
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -984 A. S.	Nickel	Mélior	0,85	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -1146 F. H. F.	Nickel	Métel 5	0,76
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> -1051 Eta	Nickel	Métel	0,50	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>m</sup> Felsa 294	Nickel	Erguel	7 s 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -40 Peseux	Nickel	Métel 5	0,50	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -964 A. S.	Nickel	Métel 5	0,132
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -12-717 Eta	Nickel	Métel 5	0,68	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -11	Nickel	Métel 5	0,425
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -12 F. H. F.	Glucydur	Nivarox	0,53	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -120-123 F.H.F.	Nickel	Métel 5	0,250
8 <sup>9</sup> / <sub>10</sub> <sup>m</sup> -865 Eta	Nickel	Métel 5	0,34	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -962 A. S.	Nickel	Métel 5	0,250
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -757/735 Eta	Nickel	Métel 5	0,40	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -86 F. H. F.	Nickel	Métel 5	0,250
7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -11	Glucydur	Nivarox	0,38	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -1051 A. S.	Nickel	Métel 5	0,224
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -8 F. H. F.	Glucydur	Nivarox	0,32	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -1051 A. S.	Béryllium	Nivarox	0,250
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -765 Eta	Nickel	Métel 5	0,38	5 <sup>m</sup> -976-1012 A. S.	Nickel	Métel 5	0,132
5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -475 A. S.	Nickel	Métel 5	0,212	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>m</sup> -59 F. H. F.	Nickel	Métel 5	0,85
5 <sup>m</sup> A. S.	Glucydur	Nivarox	0,132				