

www.e-rara.ch

Voyage Fait Par Ordre Du Roi En 1768

Cassini, Jean-Dominique de

A Paris ..., M. DCC. LXX

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 4135

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-997>

Deuxième partie. Examen des causes qui font varier les montres.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

DEUXIEME PARTIE.

Examen des causes qui font varier les montres.

ARTICLE PREMIER.

Du ressort en général, & des altérations qui peuvent arriver dans la force du ressort spiral.

LA premiere question qui se présente à éclaircir, en traitant de la théorie des montres, & qui pourtant semble être faite pour la premiere fois, est celle-ci : *le ressort en lui-même, & faisant abstraction des effets de la chaleur, est-il une puissance constante, sur laquelle on puisse établir un principe de régularité parfaite, ou ne l'est-il pas ?*

Ces axiomes des physiciens, *qu'il n'est point de ressort parfait dans la nature; qu'elle n'admet aucune précision, &c.* sembleroient d'abord annoncer dans le ressort une puissance peu propre à donner la justesse demandée dans une horloge de mer. Mais d'un autre côté, plusieurs physiciens & artistes pensent que le ressort est une puissance constante, lorsqu'il est peu contracté.

Pour avoir des notions plus exactes sur ce sujet : j'ai construit un instrument, fig. 1, planch. 1; je le nomme *élatérometre*. Ce n'est en quelque sorte qu'un long ressort *rr*, tendu par un poids *p* qui, selon que la force de ce ressort croît ou diminue, monte ou descend, le chemin qu'il fait étant rendu cent fois plus sensible, au moyen d'un long index *ll*, dont le poids sur le ressort est insensible, ce poids étant contrebalancé par une branche opposée *bl*, qui lui fait presque équilibre.

Au moyen de cet instrument on reconnoît que le ressort perd une partie considérable de sa force dans les premiers mois de sa tension; qu'ensuite la perte est beaucoup moins grande; qu'enfin elle devient presque insensible, à moins que le ressort

n'éprouve un degré de chaleur considérable : car alors l'index baisse de plusieurs degrés : & lorsque le thermometre revient au degré où il étoit auparavant, cet index ne remonte pas au même point ; mais reste au dessous.

Ces expériences sembleroient montrer que les vibrations du ressort spiral ne pourroient mesurer le tems qu'imparfaitement ; mais voici plusieurs considérations qui doivent nous rassurer. 1°. Dans les vibrations de ce ressort, sa contraction & son développement ne sont que momentanés. 2°. En supposant que dans sa contraction, par exemple, il pût se tendre quelque peu, il se rétablirait bientôt dans son développement. Mais quand même il éprouveroit quelques pertes d'un côté, cela ne pourroit se faire sans qu'il gagnât de l'autre, comme l'expérience journaliere le prouve. Il en résulteroit donc une compensation. Tout l'inconvenient qui s'en suivroit, c'est que la montre ne seroit plus aussi parfaitement dans son échappement. Enfin l'expérience des montres à repos confirme encore ce que j'avance. La plupart, après avoir marché pendant plusieurs années, se trouvent encore réglées lorsqu'on les a netoyées, s'il n'est pas arrivé d'usure considérable dans les parties de leur échappement.

Ces observations sont cependant connoître qu'on ne peut prendre assez de mesures pour que le ressort spiral soit attaché [comme M. Daniel Bernouilly le recommande] dans une situation naturelle & non contrainte (1). C'est ce qui n'a pas lieu dans la plupart des montres, & c'est [comme on le verra dans la suite] ce que je me suis particulièrement attaché à exécuter.

On doit conclure aussi, de ce qui précède, que rien ne seroit plus défavantageux dans les montres, que deux ressorts spiraux en contraction, comme M. Jean Bernouilly l'a proposé (2). Car alors les effets observés par notre élatérometre auroient absolument lieu.

(1) Recherches mécaniques & astronomiques, page 45.

(2) Recherches physiques sur la propagation de la lumière : on peut consulter aussi sur ce sujet, les opuscules mathématiques de M. Dalember, tom. V. pag. 503.

Un raisonnement très-simple suffit d'ailleurs pour nous convaincre qu'il n'est dans la nature aucun ressort qui ne soit dans le cas de *l'équilibre forcé*, prescrit par M. Bernouilly (1).

Ce n'est pas la masse du ressort qui produit sa force ; sans changer cette masse , on peut augmenter ou diminuer considérablement sa vertu élastique , en lui donnant une trempe plus ou moins forte , ou par d'autres opérations. Pour savoir donc , si un ressort débandé est dans le cas de *l'équilibre forcé* , il ne faut pas , comme fait M. Bernouilly , considérer la totalité de sa masse , qui par elle-même est incapable d'aucun mouvement , mais examiner ce qui se passe dans l'intérieur de ses pores , où opere l'agent quelconque qui produit la force élastique ; de même que dans un ballon , l'enveloppe n'est pas la première cause du ressort , mais l'air comprimé dans son intérieur. Or , quelle que soit la cause du ressort , il est aisé de voir que toutes les particules qui le composent , sont elles-mêmes autant de ressorts déjà bandés , étant continuellement en action pour se développer. On reconnoitra pareillement , que toutes ces particules sont dans un centre d'équilibre forcé , puisque le principe actif qu'elles contiennent , & qui tend à se dilater , est nécessairement contrebalancé par la force qui comprime les parties du métal les unes contre les autres ; par cette même force sans laquelle tout seroit désuni dans la nature.

L'équilibre forcé se manifeste en effet bien sensiblement , lorsque par un froid un peu considérable beaucoup de ressorts se cassent d'eux mêmes ; & lorsque nous voyons l'acier se faulser quand on le trempe.

D'ailleurs , lorsqu'on courbe trop une lame élastique , elle commence à casser par sa partie convexe : cela ne montre-t-il pas que les pores de cette partie s'élargissent , tandis que ceux de la cavité se resserrent ? L'on ne sauroit donc courber un ressort , sans qu'une partie du fluide , qui y cause l'élasticité , ne perde d'un côté de sa force par une moindre compression , tandis que celle du côté opposé , en gagne. Cela procure évidemment l'effet des deux ressorts de M. Bernouilly. L'équilibre

(1) Recherches physiques sur la propagation de la lumière.

oïsis, tel que ce géometre le conçoit, est donc un être chimérique dans la nature.

Cette erreur, qu'on me permette de le remarquer en passant, vient de la même source qui a occasionné celle des forces vives. Ceux qui les ont admises ne se sont pas assez attachés à distinguer, dans les obstacles qu'un corps en mouvement surmonte, les *apparens* d'avec les *réels*. Dans le ressort, par exemple, les premiers sont toujours comme le carré de la vitesse des corps qui les surmonte, mais les seconds ne sont que comme la simple vitesse.

Concluons que la force vibrante d'un ressort est une force constante, l'effet de la chaleur excepté, pourvu qu'il soit dans un état libre & non contraint; que tout ressort étant dans le cas de l'équilibre forcé, ce que dit M. Jean Bernoulli sur cet équilibre, est absolument applicable à un seul comme à deux ressorts opposés, tels qu'il les demande. On pourroit en conséquence inférer de ses principes, que les vibrations du ressort spiral sont exactement isochrones; qu'ainsi appliqué à la montre par un bon échappement à repos, abstraction faite des frottemens, elles compenseroient les inégalités du moteur & du rouage: c'est ce que j'examinerai dans l'article suivant.

A R T I C L E I I.

Seconde source d'inégalité dans les montres: le non-isochronisme des vibrations de leur régulateur, provenant, tant du ressort spiral en lui-même, que de la nature de l'échappement.

Rien de plus important pour la théorie des montres en général, & pour diriger l'artiste qui les exécute, que de savoir à quoi s'en tenir sur le degré d'isochronisme des vibrations du ressort spiral uni au balancier. Cependant rien n'est peut-être plus obscur en physique.

L'expérience suivante, de laquelle on a voulu déduire cet isochronisme, ne peut, selon moi, former une preuve complète.

« Dans les corps sonores frappés ou pincés avec plus ou moins de force, les tons restent, dit-on, toujours les

» mêmes ; cependant ils hausseroient ou baisseroient sensible-
 » ment, s'il arrivoit le moindre changement dans la durée de
 » leurs vibrations ; la différente étendue de ces vibrations n'in-
 » flue donc point sur le tems dans lequel elles s'achevent. Or,
 » continue-t-on, un balancier joint à un ressort spiral, est
 » analogue à une corde de clavecin : quand l'un ou l'autre
 » vibre, c'est toujours une masse, mue librement par une force
 » élastique : donc, conclut-on, le balancier aidé du ressort,
 » fait ses réciprocatons plus ou moins étendues en des tems
 » parfaitement égaux ».

Ce raisonnement prouve au plus, que toutes les vibrations d'un corps à ressort sont à-peu-près isochrones, l'oreille n'étant pas assez délicate pour appercevoir de très-petites différences dans les tons. Dailleurs, *M. de Mondonville a reconnu que le ton d'une corde monte, plus ou moins, selon le degré de force qui la presse, & que cela va jusqu'à un demi-ton lorsqu'on la tient fort lâche, quoique la gradation observée en renflant & adoucissant le son, rende ordinairement cette différence insensible à l'oreille (1).*

Il faut donc quelque chose de plus précis, pour favoir au juste si, abstraction faite des frottemens, des résistances de l'air, &c, circonstances auxquelles nous aurons égard par la suite, les vibrations du ressort spiral uni au balancier, sont isochrones ; ou si elles different en tems, selon qu'elles sont plus ou moins étendues.

On fait, par la théorie des forces, que les différentes excursions d'un mobile sont isochrones, quand celles qui le poussent sont en raison de la distance du terme où elles le font tendre. Le vrai moyen d'éclaircir la question présente, semble donc être, d'examiner par l'expérience, si la force des ressorts spiraux augmente selon la proportion des espaces parcourus dans leurs différentes contractions ou leurs differens développemens.

Pour favoir à quoi m'en tenir sur ce point capital, je

(1) Dissertation de M. Ferrein, sur la formation de la voix. *Mém. de l'Académie*, ann. 1741.

pris le grand ressort d'une montre ordinaire ; j'attachai son extrémité intérieure à un arbre soutenu par des pivots très-fins , lequel portoit une grande poulie : j'affermis ensuite le bout extérieur de ce ressort contre un point fixe , de façon qu'il se trouvât dans son état naturel. Cela fait , j'attachai un fil à la poulie , je l'en entourai , puis je fixai à l'autre extrémité de ce fil , un petit crochet , où je mis successivement différens poids. Ces poids tendant le ressort , en l'ouvrant & le refermant plus que s'il avoit fait vibrer un balancier , j'observai les rapports dans lesquels le crochet baïssoit , & je les trouvai toujours en raison des poids dont je le chargeois. Si , par exemple , quatre gros descendoient d'une certaine hauteur , une once s'abaïssoit du double , ainsi de suite.

A la vérité , il n'en étoit pas de même lorsque l'arbre avoit fait plusieurs tours : les espaces parcourus n'augmentoient plus alors dans la raison des poids : cette différence , très-sensible du côté où le ressort se fermoit , devenoit presque nulle du côté où il s'ouvroit : c'est pourquoi je l'attribue en partie au changement de levier par lequel il agissoit.

Quoi qu'il en soit , la raison des poids ayant lieu dans notre expérience , pour des arcs beaucoup plus grands que ceux que le balancier des montres parcourt , il semble qu'on seroit en droit d'en conclure que ses vibrations sont exactement isochrones ; que par conséquent les inégalités de la force motrice , celles qui proviennent des pertes de la liberté dans le rouage , &c. devroient être à peu près compensées dans les montres à repos : mais c'est ce qui n'a pas lieu. Dans toutes les expériences que j'ai faites sur la durée des vibrations de leur régulateur , faisant ses oscillations ou par l'action du rouage , ou librement & indépendamment de cette action ; j'ai presque toujours trouvé , comme les artistes & les savans les plus renommés (1) , que

(1) C'est ce que font voir les écrits faits sur l'horlogerie jusqu'à ce jour ; voyez la dissertation de M. Sully sur sa montre marine : les étrennes chronométriques de M. le Roy , pag. 69 , &c. Les tentatives faites par plusieurs artistes pour corriger ce retard , le prouvent encore ; témoin la courbe tâtée de M. Gourdain , adaptée au ressort spiral. Le rapport fait au bureau de la longitude qui a examiné l'horloge de M. Harrison , montre que les artistes d'Angleterre sont dans la même opinion. Voyez la gazette du commerce , année 1765 , mardi 8 octobre , & le rapport signé Ludlam ,

les grandes vibrations étoient plus lentes que les petites. J'ai même remarqué que, sur un arc double, la différence étoit le plus souvent $\frac{1}{110}$. Cet effet vient, je crois, de la masse du ressort, ou peut-être des obstacles qu'il éprouve intérieurement pour déployer sa force.

Ce n'est que depuis quelque tems, que j'ai enfin reconnu, comme je l'expliquerai plus particulièrement, ce fait si important, qui désormais doit servir de base à la théorie des montres, & de guide aux ouvriers qui les constuissent: savoir, *qu'il y a dans tout ressort d'une étendue suffisante, une certaine longueur où toutes les vibrations grandes ou petites sont isochrones; que cette longueur trouvée, si vous raccourcissez ce ressort, les grandes vibrations seront plus promptes que les petites: si au contraire vous l'allongez, les petits arcs s'acheveront en moins de tems que les grands.* C'est de cette importante propriété du ressort, ignorée jusqu'ici, que dépend particulièrement, comme on le verra par la suite, la régularité de ma montre marine. D'après ce qui précède, on sent que la justesse des montres dépend en grande partie de la longueur donnée au ressort spiral ou réglant. Si avec le même échappement certaines montres à repos vont mal, tandis que d'autres sont très-régulières, on en voit ici la cause; mais il y a plus, la nouvelle observation peut être d'un grand secours dans la disposition des pendules, soit petites, soit à secondes, où le pendule est suspendu par un ressort; en effet on sent, par ce qui précède, qu'il doit y avoir une longueur dans le ressort de suspension, où toutes les vibrations de ces pendules peuvent être isochrones.

Quand on supposeroit, même dans le ressort réglant d'une montre, la longueur requise pour rendre toutes les vibrations du balancier isochrones, si il y étoit appliqué par les méthodes ordinaires, cet isochronisme seroit aussi-tôt détruit par les frottemens des pivots du balancier, qui, selon la remarque de M. Daniel Bernouilly (1), deviendroient toujours moins con-

envoyé à l'académie. Le principe sur lequel, dit ce rapport, M. Harrison forme le troisieme changement, est que les plus longues vibrations d'un balancier dont le mouvement est causé par le même ressort s'exécutent en moins de tems. Ce principe est contraire à toutes les opinions reçues parmi les savans & les ouvriers, &c.

(1) Recherches mécaniques & astronomiques, &c. pag. 41.

fidérables dans les grands arcs que dans les petits; car par la théorie, les obstacles du frottement, de la ténacité des huiles, &c, comme ceux de la pesanteur, des ressorts, de la cohésion, &c, se proportionnent aux tems pendant lesquels ils sont surmontés. Or les vibrations indépendantes de ces frottemens étant supposés isochrones, ces frottemens doivent devenir bien moins considérables, eu égard à la force qui les surmonte, lorsque les arcs augmentent du double, par exemple, puisque cette force étant comme les arcs, est alors doublée, & que le tems n'est pas sensiblement différent.

M. Suly a fait sur ce sujet des expériences aussi décisives que curieuses, qu'on peut consulter (1).

L'invers de ce qui précède a lieu pour les frottemens occasionnés par la roue de rencontre sur les parties de l'échappement, *cylindre* dans celui de Graham, *assiettes* ou *plans* dans ceux de Debaufre, Suly, le Roy, Gourdain, &c. Ces frottemens, au lieu de rendre les grandes vibrations plus promptes que les petites, augmentent au contraire la durée des premières: en voici la raison. Le balancier étant supposé avoir la liberté requise, il n'est pas possible d'augmenter l'arc des vibrations, qu'en augmentant la force qui les entretient, & par conséquent la pression de la roue de rencontre sur les cylindres ou assiettes, &c; & comme par la théorie il faut une force quadruple (abstraction faite d'un grand nombre de causes tant physiques que mécaniques, qui concourent ici à détruire une partie du mouvement du balancier); comme il faut, dis-je, une force quadruple, pour imprimer au balancier, ainsi qu'à la roue de rencontre, une double vitesse, il suit que la pression sur les cylindres, les assiettes, &c, (toujours en raison de la force motrice) augmente ici dans un rapport beaucoup plus grand que la force du régulateur pour les vaincre, qui n'est que comme la vitesse. On sent aussi que quand le rouage se gêne, soit par les frottemens, la coagulation de l'huile, &c, il doit en naître des variations considérables dans les montres à repos; car alors la force commu-

(1) Suite de la description d'un horloge, &c. pag. 168. Dissertation sur une montre marine, &c.

niquée au balancier, est nécessairement beaucoup moindre. Mais le frottement sur les cylindres ou affiettes n'en est pas pour cela diminué, parce que la pression de la roue sur ces cylindres ou affiettes est une force morte, & que les résistances & les frottemens du rouage n'ont d'effet sensible que quand les mobiles sont en mouvement.

On ne peut guere rien déterminer sur ces causes, qui dans les montres à échappement à repos, troublent l'isochronisme des vibrations, & qui, sans avoir rien de fixe, les font avancer ou retarder. Tout ce qu'on en peut dire, c'est qu'elles augmentent ou diminuent, selon la quantité du frottement sur les portions cylindriques, selon la forme du balancier, la grosseur de ses pivots, la qualité des huiles, la longueur du ressort spiral, le nombre des vibrations dans un tems donné, la grandeur de leur arc, les points de cet arc où se fait la levée, le nombre des dents de la roue de rencontre, sa masse, la quantité de force motrice, &c.

Il y a sans doute un nombre & une grandeur de vibrations quelconques où l'effet de ces différentes causes est le moins sensible; mais ce qui précède nous prouve déjà que le mieux, sans aucune comparaison, sera toujours, comme je le démontrerai encore plus positivement ci-après, de donner aux vibrations du balancier la plus grande liberté possible. C'est ce que j'ai pratiqué dans ma machine.

ARTICLE III.

Troisième principe de variations dans les montres, la maniere dont le balancier y est soutenu, & les différentes situations où elles se trouvent.

Il est clair que le poids du balancier occasionne sur les pivots qui le soutiennent, un frottement variable & préjudiciable, beaucoup moins considérable quand la montre étant sur le plat il porte sur l'extrémité d'un de ces pivots, que lorsqu'étant pendue, le poids de ce balancier fait effort sur la circonférence des deux pivots: il en résulte, par ce qui précède, des

causées de variations plus ou moins grandes, selon la grosseur des pivots, leur poli, celui des trous, leur épaisseur, l'huile qu'on y met, la pesanteur & la grandeur du balancier, le nombre de ses vibrations, leur grandeur, la longueur du ressort spiral, sa forme, &c. L'expérience montre en effet que la plupart des montres, sur-tout de celles qui ont des échappemens à repos, retardent pendues. Pour corriger cette irrégularité, on rend leur balancier plus pesant par la partie de son cercle, qui est inférieure quand la montre est pendue; mais par cet expédient, on pallie plutôt le mal qu'on ne le détruit, & on rend la montre plus sujette à varier, par les secouffes & les mouvemens divers, dont l'effet, pour être détruit, demande, comme nous le verrons bientôt, que le balancier soit par-tout d'égale pesanteur.

ARTICLE IV.

Quatrieme inconvenient des montres ; elles retardent à la chaleur, & avancent par le froid.

Cet effet vient, dans les montres à repos, 1°. de différentes causes qui rendent les vibrations du régulateur plus grandes par la chaleur; 2°. de ce que les dimensions du balancier & de son ressort en sont augmentées; 3°. de ce qu'elle diminue l'élasticité de ce dernier. De ces effets réunis, résulte une variation plus ou moins grande, selon la nature de l'échappement, la longueur & la force du spiral, le plus ou moins de liberté du balancier, &c. En général les montres à échappement à repos avancent d'environ 5 minutes en 24 heures, lorsque de la chaleur du gousset, à-peu-près égale à celle qu'on éprouve sous les tropiques, elles passent au froid qui produit la glace.

Si l'on veut savoir combien le balancier & le ressort spiral influent séparément dans ces erreurs, le calcul en sera facile à faire.

L'expérience fait voir qu'une verge d'acier de trois pieds croît d'un cinquième de ligne à-peu-près, ou d'une 2160^e partie, lorsque du froid de la glace elle passe à une chaleur qui

fait monter les thermometres de M. Réaumur vers le terme marqué 30, égal à-peu-près à celui du gouffet d'un homme entre deux âges.

Or, la pesanteur d'un balancier étant donnée, la résistance qu'il apporte au spiral, est en raison directe du quarré de la distance de sa *circonférence de percussion*, si cela se peut dire, au centre de son mouvement; & par la théorie, le nombre des vibrations suit le rapport inverse de cette distance: donc une montre passant du gouffet dans un lieu où il gele, quand elle est parvenue au degré de froid de ce lieu, chacune de ses vibrations, par la seule contraction du balancier, est accélérée de $\frac{1}{2160}$; c'est-à-dire, que la montre par cette cause avance de $1'' \frac{1}{3}$ environ par heure, le reste de l'avancement étant produit par le surcroît d'élasticité du ressort spiral & les autres causes.

ARTICLE V.

Cinquieme cause d'erreur dans les montres, le peu de puissance de leur régulateur eu égard a leur force motrice.

Cet inconvénient résulte de ce que, selon ce qui a été dit plus haut, la résistance de l'air, les frottemens de la suspension, &c, font perdre un mouvement considérable au régulateur dans chaque vibration, & de ce que le balancier d'une montre devant *partir au doigt* (1), pour parler comme les horlogers, c'est-à-dire, être remis en mouvement par la force motrice, lorsque ce mouvement a cessé par quelque cause que ce soit, ce balancier ne peut-être que très-léger. Faites vibrer le balancier d'une montre séparément du rouage, vous verrez que si d'abord sa vibration est de 180 degrés, il perdra tout son mouvement, en 90" dans la situation horizontale, & en 60 dans la verticale; au lieu qu'un pendule conserve le mouve-

(1) On est obligé de prendre cette précaution, pour que la montre ne puisse pas arrêter par les divers mouvemens qu'elle peut recevoir, & par les pertes qu'elle éprouve dans sa force motrice, par le gênement du rouage & par l'effet produit quand on met les aiguilles à l'heure, &c.

ment oscillatoire qui lui est imprimé , pendant douze ou quinze heures sans aucun secours étranger : par conséquent l'impression de la force motrice & les variations qui naissent de l'usure & des frottemens , sont dans les montres , eu égard à l'effet qu'elles produisent sur le pendule , dans le rapport de 15 heures ou de 900' à $1' \frac{1}{2}$.

T R O I S I E M E P A R T I E .

Description de la nouvelle montre marine. Exposition des moyens par lesquels on y a prévenu les différentes causes d'irrégularités ci-dessus rapportées.

A R T I C L E P R E M I E R .

Du rouage.

SI les défauts remarqués dans la construction des montres sont les sources d'où dérivent toutes leurs irrégularités ; pour rendre un ouvrage de ce genre capable de la plus grande justesse possible , il faut conséquemment y rassembler les propriétés opposées. Ainsi après avoir donné à cet ouvrage la plus grande simplicité dont il soit susceptible , il faudra ,

1°. Réduire les frottemens à la moindre valeur , & rendre le régulateur aussi libre & aussi puissant qu'il soit possible.

2°. Donner à ses vibrations l'isochronisme le plus parfait.

3°. Y appliquer un échappement au moyen duquel cet isochronisme ne soit point troublé.

4°. Y compenser les effets de la chaleur & du froid avec exactitude & simplicité.

5°. Disposer le régulateur de maniere que toutes les parties étant dans un état non contraint , elles restent les mêmes après avoir subi les plus grandes différences dans la température.

6°. Rendre la machine invariable dans les différentes positions & les secousses qu'elle peut éprouver.