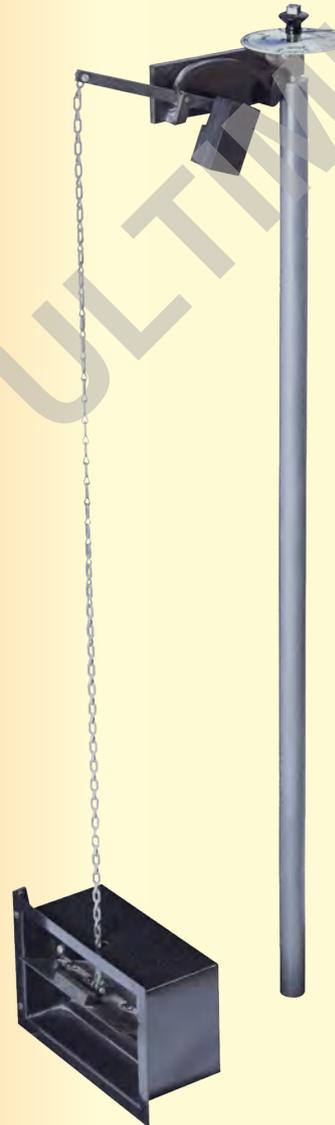


# Grandes lignes de l'histoire des thermostats

Aérostats  
Airstats  
Aquistats  
Calorstats  
Combistats  
Doseurs cycliques  
Doseurs d'énergie  
Duostats  
Exostats  
Hydrostats  
Infinites  
Liens fusibles incendie  
Limiteurs à ampoule frangible  
Limiteurs à capillaire  
Limiteurs de plaques vitrocéramique  
Limiteurs de température fusibles  
Protecteurs thermiques  
Protectostats  
Pyrathermes  
Pyrostats  
Régulateurs à fuite  
Régulateur à montre fusible  
Régulateurs d'entrée d'air  
Régulateurs de combustion  
Régulateurs de refroidissement  
Régulateurs de tirage  
Régulateurs du feu  
Robinets électriques  
Sautomats  
Simmerstats  
Thermomètres en verre à contact  
Thermostats à bulbe et capillaire  
Thermostats à canne  
Thermostats à disque  
Thermostats bilame  
Thermostats d'ambiance  
Thermostats d'aquariums  
Thermostats de couveuses  
Thermostats de fours  
Thermostats de plaques vitrocéramique  
Thermostats de réfrigérateurs  
Thermostats de veine d'air  
Thermostats pneumatiques  
Vaporstats  
Variorupteurs  
Variostats



*"Régulateur du feu" de  
Jean Simon Bonnemain,  
breveté en 1783.*

**Jacques Jumeau**

# Préface

*Les thermostats naquirent avec le besoin de maintenir une température constante dans les fours des alchimistes et les couveuses, et d'économiser le bois de chauffage, puis suivirent, en utilisant des techniques variées, le développement de l'utilisation du charbon de terre, du gaz d'éclairage, de l'électricité, et des combustibles liquides dérivés du pétrole.*

*Leurs mécanismes se diversifièrent en fonction des besoins des appareils : Couvercles, cuisinières, chaudières industrielles et domestiques, systèmes de chauffage central, chauffe-eau, radiateurs et cheminées à gaz et électriques, moteurs électriques et à explosion, puis tous les appareils de cuisson domestiques.*

*Leurs principes de fonctionnement et leur construction évoluèrent avec l'apparition de métaux et d'alliages nouveaux : Invar, bronze au Béryllium ou au phosphore, acier inoxydable, Tombac. La précision des appareils suivit l'évolution du laminage des métaux et du co-laminage des bilames. Les mélanges gazeux, indispensables aux thermostats à tension de vapeur, et les liquides, indispensables aux thermostats à dilatation de liquide suivirent le développement de la chimie.*

*La fabrication des tubes capillaires en cuivre puis en acier inoxydable, dans des diamètres de plus en plus petits, permit l'expansion des appareils avec mesure à distance.*

*L'isolation électrique, longtemps limitée aux micas et micanites, s'améliora avec l'arrivée des thermodurcissables : ébonite, bakélite, et polyesters, puis finalement de l'immense famille des thermoplastiques qui se développa en suivant l'invention du nylon. Les boîtiers et socles suivirent la même évolution.*

*Les contacts électriques au début tributaires des pots à mercure encombrants et oxydables, devinrent plus efficaces avec les ampoules à mercure sous atmosphère d'azote, puis avec les contacts secs en argent et ses alliages.*

*L'invention des mécanismes de contact à rupture brusque permit l'utilisation sur les circuits en 220 volts, tout en procurant une durée de vie très importante à tous ces appareils.*

*Au départ volumineux, les mécanismes se miniaturisèrent en suivant le développement de la micromécanique et en empruntant des techniques horlogères.*

*Corollaire de la miniaturisation, l'automatisation, surtout à partir des années 1975-80, fit chuter les coûts de production.*

*Si certains modèles ont disparu, suivant souvent le déclin de leurs applications, les thermostats ont proliféré dans un univers où la sécurité devient prioritaire. Ils sont maintenant présents, quoique invisibles, par dizaines ou même centaines, dans toutes les habitations, dans les appareils électroménagers, dans les petits moteurs électriques, dans les appareils de chauffage ainsi que dans les véhicules.*

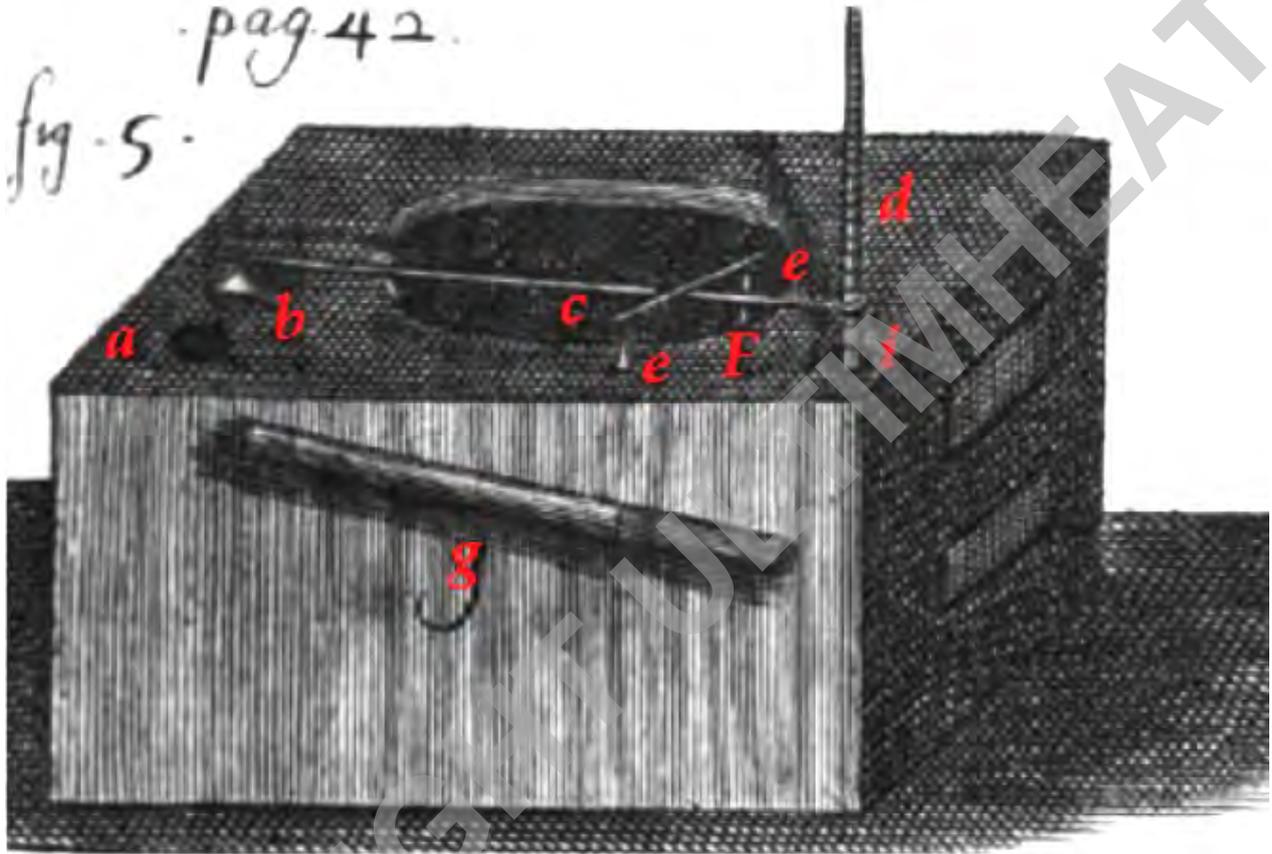
*Grâce à leur fiabilité éprouvée, à leur important pouvoir de coupure électrique et à leur simplicité (apparente), ils resteront irremplaçables, même dans un monde où l'électronique est en train de prendre une part de plus en plus importante.*

# Sommaire

<b>1 - La régulation de température des fourneaux d'alchimistes au début du 17<sup>ème</sup> siècle .....</b>	<b>11</b>
<b>2 - Les thermostats de cuveuses à charbon de bois et à pétrole.....</b>	<b>15</b>
<b>3 - Les régulateurs de tirage, aussi nommés régulateurs de combustion des chaudières de chauffage central à combustible solide, à vapeur.....</b>	<b>19</b>
<b>4 - Les régulateurs de tirage, aussi nommés régulateurs de combustion des chaudières de chauffage central à combustible solide, à eau chaude .....</b>	<b>23</b>
<b>5 - Les régulateurs d'entrée d'air des poêles à combustible solide, dits aussi régulateurs à combustion. ....</b>	<b>31</b>
<b>6 - Les thermostats des appareils de laboratoire.....</b>	<b>33</b>
<b>7 - Les thermostats de chauffe-eau électriques .....</b>	<b>37</b>
<b>8 - Les thermostats de cuveuses électriques.....</b>	<b>45</b>
<b>9 - Les thermostats de chaudières à gaz, chauffe-eau et chauffe-bains à gaz.....</b>	<b>49</b>
<b>10 - Les thermostats de fers à repasser électriques.....</b>	<b>57</b>
<b>11 - Les thermostats de radiateurs de chauffage central.....</b>	<b>63</b>
<b>12 - Les thermostats et limiteurs de couvertures chauffantes .....</b>	<b>67</b>
<b>13 - Les thermostats de cuisinières à gaz .....</b>	<b>73</b>
<b>14 - Les thermostats de radiateurs électriques .....</b>	<b>77</b>
<b>15 - Les thermostats à disque bimétallique à température fixe .....</b>	<b>81</b>
<b>16 - Les thermostats de régulation de la température ambiante des locaux dits d'ambiance, de local, d'appartement, d'air, d'intérieur .....</b>	<b>85</b>
<b>17 - Les thermostats de réfrigérateurs et de chambres froides.....</b>	<b>93</b>
<b>18 - Les limiteurs à capillaire à sécurité positive, dits limiteurs à ébullition.....</b>	<b>99</b>
<b>19 - Les thermostats de moteurs de voiture dits calorstats, régulateurs de refroidissement .....</b>	<b>103</b>
<b>20 - Les protecteurs thermiques des moteurs électriques.....</b>	<b>111</b>
<b>21 - Les thermostats de fours, friteuses, machines à laver et autres appareils électrodomestiques utilisant la dilatation de liquide et un train thermostatique à bulbe et capillaire. ....</b>	<b>115</b>
<b>22 - Les thermostats à circuit pneumatique ou hydraulique, dits aussi régulateurs à fuite .....</b>	<b>121</b>

<b>23 - Les pyrostats, dits aussi protectostats, pyrathermes, airstats, aérostats, pyrostats de cheminée.....</b>	<b>127</b>
<b>24 - Airstats de générateurs d'air chaud, dits aussi thermostats de veine d'air .....</b>	<b>129</b>
<b>25 - Les aquastats dits aussi hydrostats, vaporstats .....</b>	<b>133</b>
<b>26 - Systèmes de régulation en fonction de la température extérieure, dits aussi duostats, exostats et variostats .....</b>	<b>139</b>
<b>27 - Les thermomètres en verre à contact électrique.....</b>	<b>145</b>
<b>28 - Les thermomètres à cadran avec contact d'aiguille, dits aussi combistats.....</b>	<b>149</b>
<b>29 - Les thermostats thermomagnétiques, dits aussi thermostats à point de Curie .....</b>	<b>155</b>
<b>30 - Les doseurs d'énergie bimétalliques, aussi nommés robinet électrique, variorupteur, sautomat, simmerstat, infinite, régulateur d'énergie, doseur cyclique, robinet régulateur d'intensité .....</b>	<b>159</b>
<b>31 - Les thermostats à canne pour plaques vitrocéramique radiantes et à halogène .....</b>	<b>169</b>
<b>32 - Les thermostats d'aquarium .....</b>	<b>173</b>
<b>33 - Les régulateurs de fours à montre fusible.....</b>	<b>177</b>
<b>34 - Les limiteurs de température fusibles miniatures .....</b>	<b>181</b>
<b>35 - Les limiteurs de température à ampoule frangible pour circuits électriques.....</b>	<b>185</b>
<b>36 - Mécanismes d'avertissement et de protection contre l'incendie, aussi nommés pyrangélies et pyrophones, et plus tard thermostats thermo-vélocimétriques.....</b>	<b>189</b>
<b>37 - Les sprinklers à alliages fusibles.....</b>	<b>193</b>
<b>38 - Les sprinklers à ampoules fragibles .....</b>	<b>197</b>
<b>39 - Les maillons de protection incendie à alliage fusibles .....</b>	<b>201</b>
<b>40 - Les maillons de protection incendie à ampoule frangible.....</b>	<b>205</b>
<b>41 - L'évolution des matières premières et de la technologie : Les métaux .....</b>	<b>209</b>
<b>42 - L'évolution des matières premières et de la technologie : Les matières plastiques .....</b>	<b>221</b>
<b>43 - L'évolution des matières premières et de la technologie : Les isolants électriques .....</b>	<b>231</b>
<b>44 - L'évolution des matières premières et de la technologie : Les tubes, les membranes et leur assemblage.....</b>	<b>241</b>
<b>45 - Liste des sociétés et inventeurs cités.....</b>	<b>251</b>

pag. 42.  
fig. 5.



En voici à peu près la figure\* :

A : Registre

B : Platine de fer qui le bouche

BC : Branche de fer qui porte la platine

EE : Chevalet de fer sur lequel la verge BC balance en équilibre

F : Ouvroir ou sablier à mettre les vaisseaux

C : Extrémité du bout de la verge BC qui est un anneau taraudé [« escroué » dans le document original]

D : Fer tourné à vis, qui entre dans l'anneau C, qui fait toujours l'équilibre avec B, en quelque façon qu'on le mette, mais qui doit disposer l'effet de l'artifice, selon le plus ou moins de chaleur qu'on désire, car il est fort enfoncé dans I

I : Trou ou ce fer virollé entre dans la capacité du fourneau, l'inclinaison de la verge BC en étant moindre, la moindre chaleur le fera mettre en équilibre et partant la platine couvrira d'abord le registre : au lieu que s'il est peu enfoncé, l'inclinaison de la verge BC, étant moindre, il faudra plus de mouvement pour la remettre parallèle, situation nécessaire pour boucher le registre

G : Est le tuyau de verre avec du vif argent en bas et de l'air en haut, duquel les deux bouts entrent dans la capacité du fourneau

\* : extrait du Journal des voyages de Monsieur de Monconys Seconde partie, Voyage d'Angleterre (1666). Pour plus d'informations sur cet appareil, voir la Synthèse des inventions de Cornelius Drebbel dans le chauffage, par Jacques Jumeau, disponible sur le site Ultimheat du Musée du Chauffage)

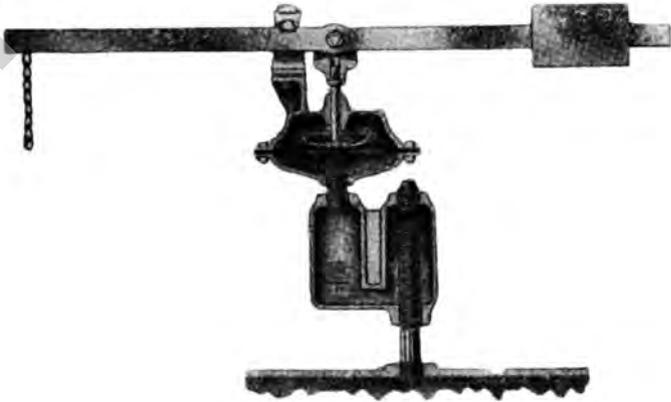
Lors du développement des chaudières de chauffage central, dans la deuxième moitié du 18<sup>ème</sup> siècle, ce furent d'abord les modèles à vapeur qui arrivèrent sur le marché.

Le circuit étant sous pression, et la température de la vapeur toujours au-dessus de 100°C, le moyen le plus simple de réguler la température était de contrôler la pression. Ce furent donc des régulateurs mesurant la pression de la vapeur, soit par la déformation d'une membrane en caoutchouc, soit par le déplacement d'un flotteur (modèles hydrostatiques) qui actionnèrent le volet d'entrée d'air de combustion.

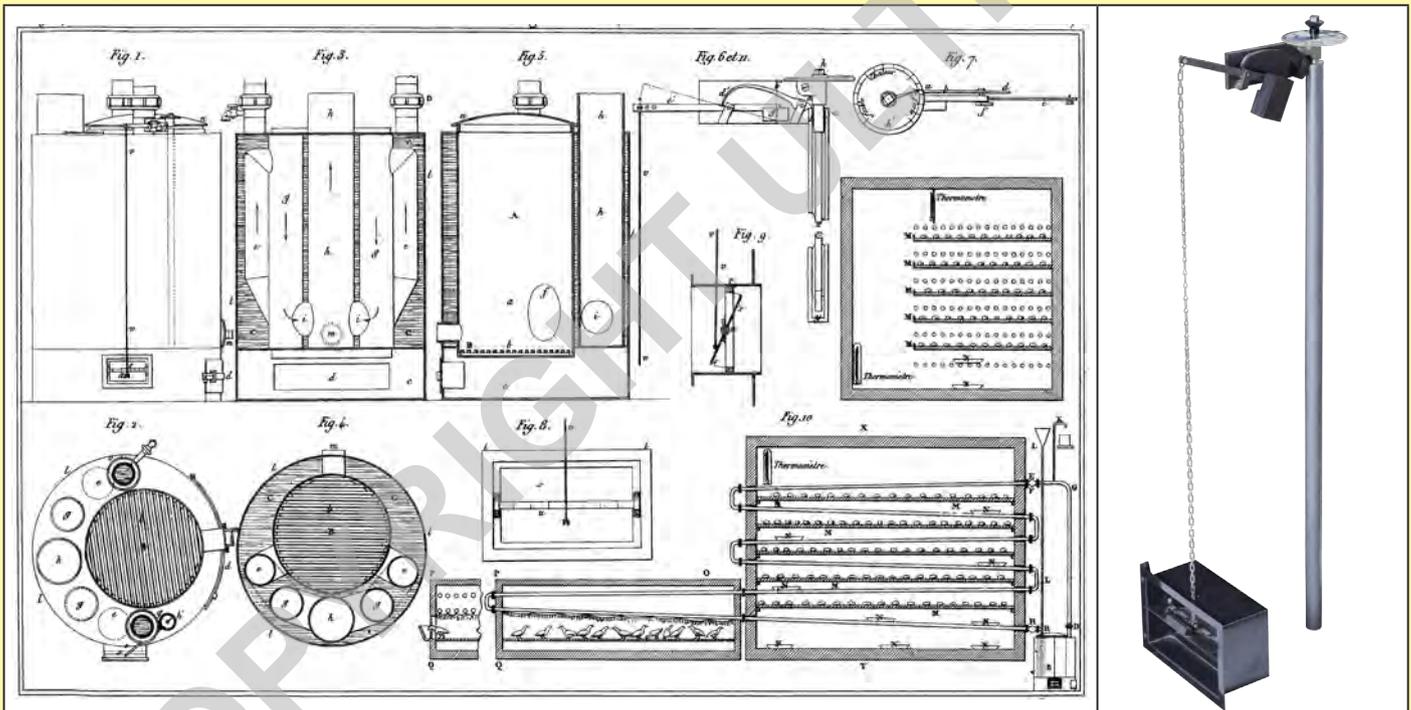
Une des premières sociétés à réaliser ces régulateurs simples fut la Compagnie Nationale des Radiateurs, à Dôle (Jura).

Ce système de chauffage central laissa rapidement la place aux systèmes à eau chaude dont la température ne dépassait pas 100°C, et dont la régulation devait donc se faire d'après la température de l'eau.

*Il exista entre 1880 et 1930 des dizaines de mécanismes complexes pour effectuer cette régulation de température, mais nous ne présentons ici que les plus simples et les plus courants.*

	
<p>Régulateur de combustion à membrane, commandé par la pression de vapeur (vers 1920, Catalogue des Fonderies de Brousseval*)</p>	<p>Régulateur de combustion à poche et membrane (1930 Catalogue Chappée*)</p>

Dans le 3<sup>ème</sup> quart du 18<sup>ème</sup> siècle, lorsque le physicien Boerhave et l'abbé Nolet commencèrent à se pencher sur la dilatation des solides, un ingénieur Français, le parisien Jean Simon Bonnemain, imagina d'utiliser la dilatation des métaux pour réguler la température de ce qu'il appela un calorifère à eau chaude. Après avoir présenté en 1777 le résultat de ses recherches à l'Académie des Sciences, il obtint finalement une lettre patente de 15 ans le 28 Juillet 1783 pour son « régulateur du feu », dont la mise au point lui avait pris plus de 15 ans. Il en développa tout d'abord un modèle basé sur la dilatation différentielle de deux longues barres parallèles placées l'une contre l'autre, l'une en fer et l'autre en cuivre. Le deuxième modèle utilisait un tube en plomb entourant une barre de fer. La différence de dilatation permettait d'actionner un levier actionnant le portillon d'entrée d'air d'une chaudière. Une manette et un cadran gradué permettait d'ajuster la température. Bonnemain, au cours de sa longue existence, utilisa cet appareil dans de nombreuses applications : couveuses, serres, fourneaux de pharmacie, bains domestiques, poêles, cuisinières, chaudières.



Régulateur du feu de Bonnemain monté sur une chaudière à circulation d'eau (Calorifère à eau), et son utilisation dans une couveuse de grande dimension (1830, Encyclopédie Moderne\*)

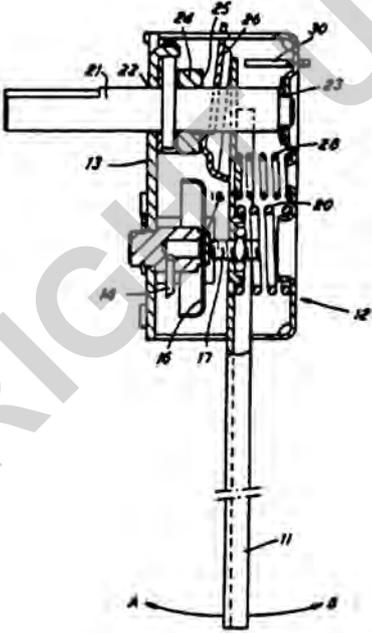
Reconstruction à l'identique d'un régulateur du feu de Bonnemain avec tube plongeant en plomb (\*)

*Différents des appareils développés pour les chaudières et contrôlant la température de l'eau chaude, ils sont destinés à régler la combustion des appareils de chauffage à combustible solide, en fonction de la température de l'air chaud ou des fumées. Ils comportent une mesure de température distante, à bulbe et capillaire à remplissage liquide. Un bras de levier, se déplaçant en fonction de la température de l'air chaud, commande l'ouverture ou la fermeture des volets d'air de tirage ou d'air de combustion. Ce bras de levier doit être relié mécaniquement au volet à asservir ou comporter directement un clapet.*

*Des variantes de ce thermostat, mais à tension de vapeur, furent développées pour contrôler la circulation d'air froid dans les réfrigérateurs*

*Il semble que le premier modèle de ce type ait été développé par la société Sopac en 1956, mais il disparut très vite de leur catalogue, et 24 ans après, en 1984, Teddington en Angleterre déposa un brevet pour un produit identique.*

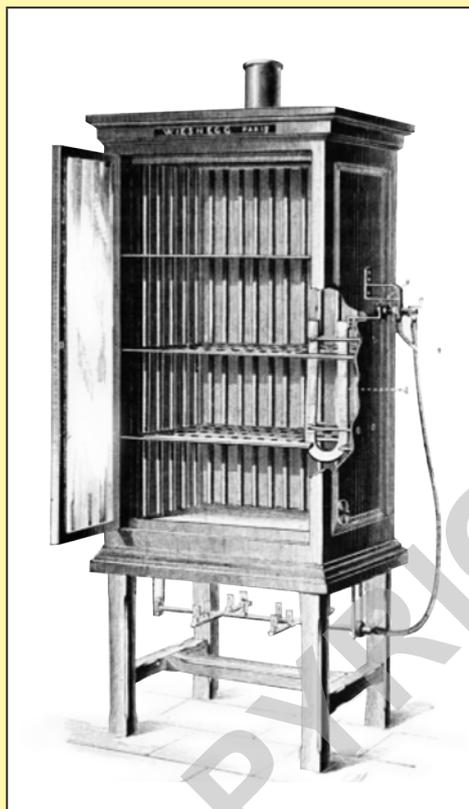
*Il existe peu d'applications actuellement pour ce type de thermostat.*

		
<p>Régulateur à combustion, mécanisme à dilatation de liquide (1956 Catalogue Sopac*)</p>	<p>Régulateur à combustion, mécanisme à dilatation de liquide (1984 Angleterre, brevet Teddington 12157432)</p>	<p>Régulateur de combustion série WQ, mécanisme à dilatation de liquide (2015 JPC*)</p>

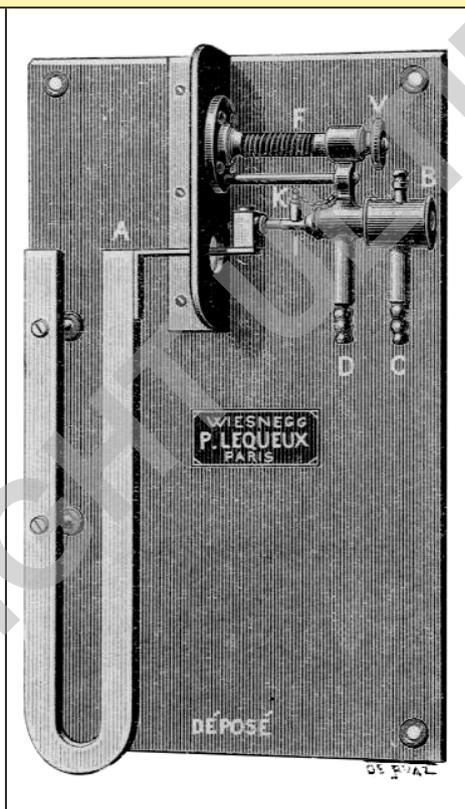
Vers 1890 apparut le premier régulateur de température bimétallique de précision. Produit lui aussi par Victor Wiesnegg, ce régulateur de température fut connu comme celui du Dr Emile Roux (1853-1933)

« Nous croyons rendre service aux travailleurs en leur faisant connaître un régulateur robuste, simple en même temps que précis, et qui fonctionne depuis plusieurs années à l'Institut Pasteur sans avoir nécessité de réparation.

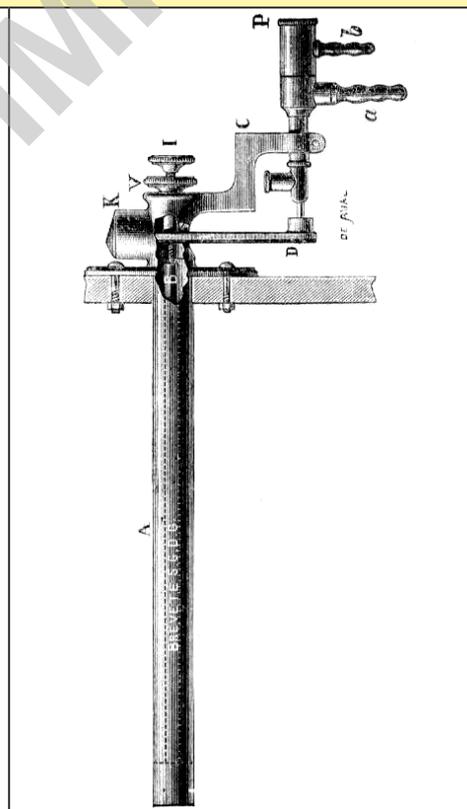
Ce régulateur est formé de deux barres métalliques, l'une en acier, l'autre en zinc, soudées ensemble sur toute leur longueur et recourbées ensuite en forme d'U ». (Extrait des Annales de l'Institut Pasteur : journal de microbiologie, N°3, Mars 1891. )



Régulateur bimétallique du Docteur Roux, fabrication Wiesnegg, monté sur une étuve médicale (Annales de l'Institut Pasteur : journal de microbiologie, N°3, Mars 1891, p159)



Régulateur du Docteur Roux, fabrication Lequeux, successeur de Wiesnegg, (Catalogue Poulenc 1905\*)



Régulateur à canne bimétallique. Fabrication Lequeux. Ce modèle existait aussi avec un contact électrique à ampoule de mercure (Catalogue de l'Industrie Française des Instruments de précision 1901 et Catalogue Poulenc 1905\*)

Le faible coût de l'électricité produite par les chutes d'eau dans les régions montagneuses, en particulier dans le Alpes suisses et françaises ont favorisé l'émergence dans ces régions des chauffe-eau électriques à accumulation, dans les années 1915-1920. Pour pouvoir limiter la température de ces réservoirs, naquirent des thermostats particuliers, ainsi que des horloges commutatrices permettant de mettre le chauffage du chauffe-eau en marche pendant les périodes de tarif économique. Le pionnier dans ce domaine fut l'horloger suisse Franz Sauter à Bâle. Il fut le premier à produire, vers 1920 des horloges commutatrices et des thermostats adaptés à cette application. La partie sensible de ces thermostats consistait en un tube de laiton (très dilatable) entourant une canne en invar (métal non dilatable).

Fabrique d'Appareils Electriques + Factory of Electrical Apparatus  
MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE

BALE (Suisse) **Fr. SAUTER** BASLE (Switzerland)

**HORLOGES COMMUTATRICES ÉLECTRIQUES** | **ELECTRICAL TIME CLOCKS**

pour installations de chauffage, fourneaux électriques, appareils à cuire, etc., tels que :  
Interrupteurs-commutateurs, Interrupteurs de couplage à distance, Régulateurs de température, etc., etc.

for heating plants electric stoves electric cooking apparatus viz :  
Switching & commutating clocks, Remote control switches, Temperature regulating devices, etc., etc.

Interrupteur-Commutateur horaire avec minuterie.

**ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES A EAU CHAUDE "CUMULUS"**  
Réservoirs pour bâtiments entiers. Chauffe-Bains électriques. Bouilloires électriques, type mural.

**FOURNEAUX ÉLECTRIQUES A ACCUMULATION DE CHALEUR "PRIMULUS"**  
de différentes grandeurs et constructions.

Chauffe-bain électrique "Cumulus" de 100 à 150 litres de contenance.

**ELECTRICAL APPARATUS FOR HOT WATER "CUMULUS"**  
Accumulators containing from 100 to 1500 litres and more. Electric Baths — Boilers, Small automatic Boilers wall type

**ELECTRICITY ACCUMULATING STOVES "PRIMULUS"**  
of sundry sizes, types & constructions.

Fourneau électrique à chaleur accumulée "Primulus".

Ask for special Catalogs and prices lists

1920 La gamme des produits de Franz Sauter (\*)

A la suite de l'installation par Franz Sauter d'une usine en Alsace, à Saint Louis, proche de la frontière Suisse, d'autres constructeurs virent le jour dans la région entre 1922 et 1925, et plusieurs commencèrent la construction de thermostats pour chauffe-eau. En Suisse, outre Franz Sauter, virent alors le jour les sociétés Landys & Gyr et Ghielmetti qui se spécialisèrent dans ces types de thermostats.

A cette époque, le seul système de contact existant permettant de couper des puissances importantes en 110 ou 220V consistait en ampoules à mercure sous atmosphère neutre, dont le basculement ouvrait ou fermait le circuit électrique.



*Thermostat de couveuse à pétrole avec mécanisme « accordéon» à bilame zinc / acier. Fabrication française La Nationale, (Instructions de conduite de couveuses La Nationale, vers 1920\*)*



*Thermostat de couveuse électrique avec ampoule à mercure basculante et mécanisme à double membrane. Fabrication française La Nationale, vers 1950. (\*\*)*



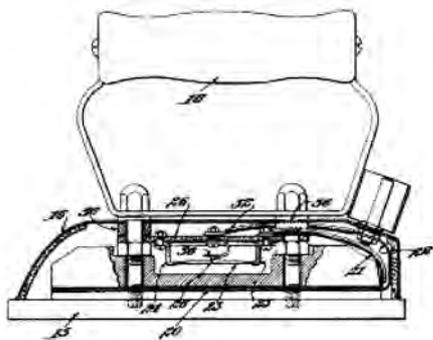
*Thermostat de couveuse électrique avec microrupteur à rupture brusque actionné par une double membrane remplie d'éther. Fabrication Burgess Angleterre, vers 1955(\*\*)*



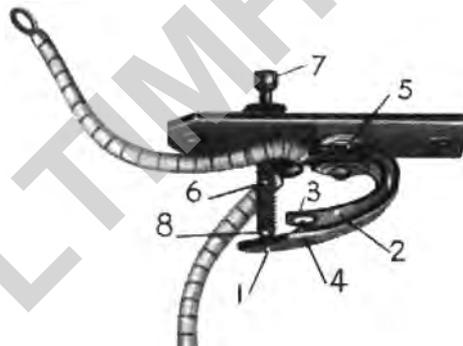
*Thermostat de couveuse électrique à canne bimétallique, avec microrupteur à rupture brusque. Fabrication française Lucien Lieubray vers 1960(\*\*)*

des bouilloires électriques, spécialité britannique, apparurent des modèles spécifiques avec un réarmement manuel.

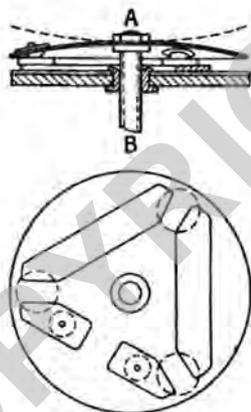
En 1945 et 1946, Eric Hardman Taylor inventa un mécanisme particulier, adapté à ce marché. Cette invention fut exploitée en 1951 par la société fondée sous le nom de Casteltown Thermostat, dans l'île de Man, qui devint ensuite Strix Limited. L'innovation principale de ce thermostat était de couper automatiquement l'alimentation électrique lorsque l'eau commençait à bouillir, et non plus uniquement en cas de manque d'eau. Ce dispositif est maintenant universellement utilisé dans les bouilloires électriques



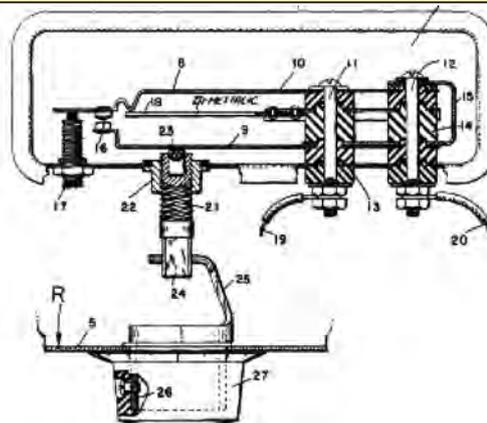
Thermostat à disque bimétallique à rupture brusque, non réglable, monté dans un fer à repasser, brevet US déposé en 1921 N°1.448.240 de John A. Spencer



Thermostat à bilame à rupture lente Alsthom pour fer de 500W. Les lames 1 et 2 sont biméalliques et se déforment ensemble vers le haut lorsque la température monte (La Nature, 1934, P430\*)



Le premier thermostat Calor à température fixe et à rupture brusque pour fer à repasser, utilisant un disque bimétallique bombé de Spencer muni de 3 contacts en argent. (La Nature, 1934, N° 2921, inventions et nouveautés, p 94\*)



Thermostat à lame bimétallique à rupture lente pour petit appareillage électrodomestique, réglable déposé en Septembre 1937 par Alva T. Smith. On voit apparaître le montage avec colonnes en rondelles ceramique superposées. ( US N°2.190.276)

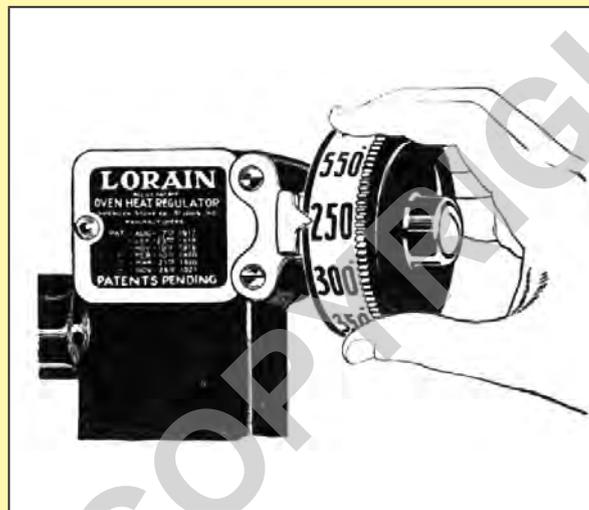
En 1924, lors du centenaire de l'industrie du gaz, lorsqu'il est fait le point de l'état de cette industrie, il n'existe sur le marché en France aucune cuisinière comportant un système de régulation de température. Une des raisons est vraisemblablement la température élevée (300°C) atteinte par ces fours. Pourtant, à cette date, les cuisinières de l'American Stove aux USA avaient déjà inclus cet appareil dans leur gamme sous la marque Lorain. Ces régulateurs avaient commencé à être développés dès 1917. (Brevet US No. 1,236,335). Ils incluaient une partie du brûleur à gaz.

Il faudra attendre 1931 pour qu'Arthur Martin ajoute cet accessoire sur sa cuisinière 506, dans une version où le brûleur à gaz est indépendant. Elle sera suivie dès 1933 par la Compagnie nationale des Radiateurs qui proposa ce thermostat en option sur son dernier modèle de cuisinière. Tous ces thermostats étaient des appareils à canne bimétallique, actionnant l'ouverture progressive de l'arrivée de gaz du four.

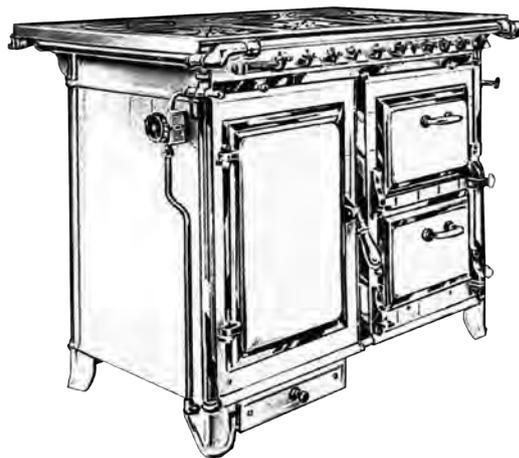
Aux Arts ménagers, en Janvier 1935, les fours à thermostat furent finalement à l'honneur. La compagnie du gaz de Paris en fit aussi la promotion. Les constructeurs de cuisinières avec four à gaz le proposeront dès lors sur leur production.

En 1950, sur son modèle BR2, Brachet Richard permet le réglage par une manette en façade et non plus sur le côté.

Lorsque, dans les années 1960 apparurent les trains thermostatiques à bulbe et capillaire résistant à 300°C, plus faciles à monter en face avant, la plupart des modèles à canne rigide disparurent.



Le thermostat de four à gaz Lorain « Lorain Oven Heat Regulator » conforme au brevet 1.656.010 déposé le 23 Octobre 1925. (Catalogue 1926 de New Process Stove Company, Cleveland, USA\*)



Cuisinière 506 avec thermostat de four « Télégaz ». Le thermostat à canne et le brûleur sont indépendants. (Catalogue 1932 Arthur Martin\*)

L'invention des thermostats à disque bimétallique en 1928, descendants du disque cloquant à action brusque de John A. Spencer de 1921 fut une révolution dans la conception dans appareils chauffants électriques. Cette invention amenait, sous un faible encombrement, un thermostat à rupture brusque à température fixe et fort pouvoir de coupure.

Sur les appareils électriques chauffants ils furent d'abord principalement utilisés comme organes de sécurité pour éviter la surchauffe ou la destruction des éléments chauffants ou des appareils, par exemple sur les bouilloires, cafetières et théières.

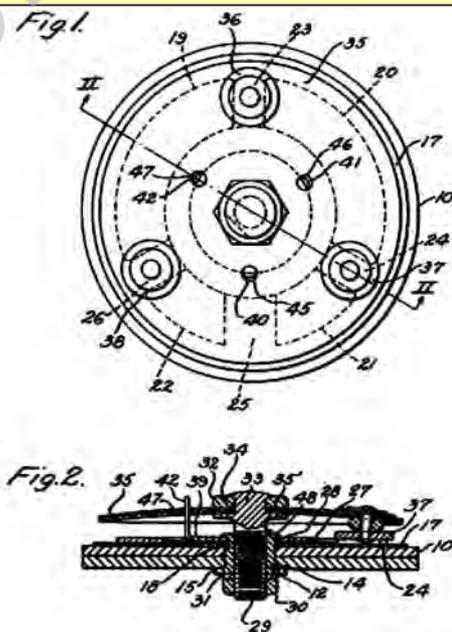
Calor, sur ses bouilloires électriques, n'avait, comme ses confrères, depuis 1918 que la solution de procéder au remplacement du collier chauffant lorsqu'il brûlait par manque d'eau. Ce ne fut qu'en 1933, grâce à l'apparition des thermostats à disque, qu'il put installer un limiteur de température à rupture brusque sur la bouilloire luxe N°523. Ce thermostat était du même type que celui qui équipait cette même année ses fers à repasser « Automatic ».

Ce thermostat était dérivé du brevet de Westinghouse de 1928.

Il utilisait un disque bimétallique de 29mm pour un corps de diamètre 38mm.



La première bouilloire électrique avec limiteur de température protégeant contre le chauffage sans eau (Catalogue Calor 1934\*)



Thermostat à disque Westinghouse, inventé par Lewis J. Greenawalt (Brevet US 1.687.664) du 16 Octobre 1928. C'est le modèle, sous un boîtier Bakélite, que Calor utilisera sous licence Westinghouse, jusque dans les années 1960.



*Vue du dessus et du dessous, limiteur de température à rupture brusque avec disque de 29mm utilisé sur les bouilloires Calor (1952\*\*)*

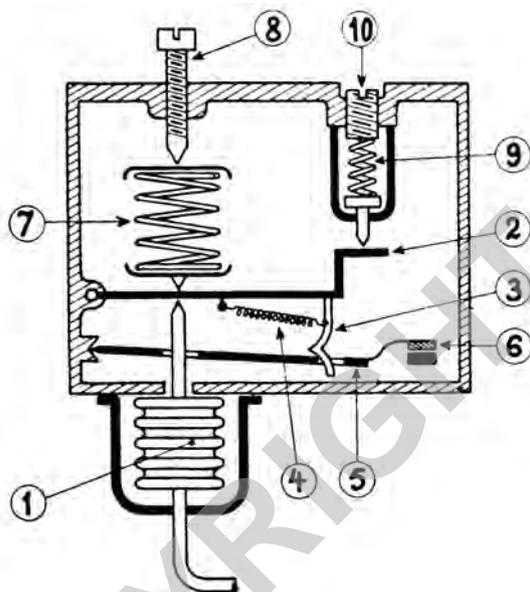


*Vue du dessus et du dessous, limiteur de température à rupture brusque avec disque de 29mm utilisé sur un équipement radio militaire pour mettre en marche la ventilation. Type « Blower thermostat » (Vers 1935-37\*\*)*

*Au cours des années suivantes, alors que la fabrication des bimétaux devenait de plus en plus précise et fiable, le thermostat à disque original se simplifia et sa taille diminua. Il devint de plus en plus facile à incorporer dans les équipements. Spencer thermostat, puis Texas Instrument, sous la marque Klixon, devint un fournisseur incontournable du marché pendant toute la durée de la validité de ses premiers brevets. A partir des années 1950 / 1955 trois constructeurs américains : Klixon, Therm-O-Disc et Stevens manufacturing, se partagèrent le marché mondial des modèles avec disque de 3/4" et 1/2". Le marché mondial de ces produits explosa dans les années 1970 et des dizaines de constructeurs apparurent lorsque leurs brevets vinrent à expiration.*

Ces appareils, conçus pour fonctionner à des températures négatives ou légèrement positives, furent utilisés pour mesurer la température de la surface des évaporateurs : ce furent des thermostats à tension de vapeur, pour éviter l'influence de la température ambiante sur la tête du thermostat. L'utilisation de la tension de vapeur obligeait à limiter la charge de liquide vaporisable dans le train thermostatique, afin que le thermostat puisse supporter les températures ambiantes qu'il avait à endurer lors de son transport. Tout le liquide devait alors en effet être vaporisé afin d'éviter le gonflement excessif du tube plissé ou de la membrane. Pour pouvoir commander en direct le fonctionnement du moteur du compresseur, ils devaient avoir un contact à rupture brusque.

Cela donna lieu à l'invention d'un système de contact à rupture brusque qui fut utilisé uniquement dans cette application dans les années 1940-1950 et uniquement sur les mécanismes à tension de vapeur : **la lame à double rampe**.



- 1 : Tube plissé à tension de vapeur
  - 2 : Levier coudé
  - 3 : lame à double rampe
  - 4 : Ressort de rappel de la lame à double rampe
  - 5 : lame porte contact comportant un orifice pour le passage de la lame à double rampe
  - 6 : Contacts électriques
  - 7 : Ressort de réglage du point de consigne
  - 8 : Vis de réglage de la tension du ressort
  - 9 : Ressort de réglage de la différentielle
  - 10 : Vis de réglage de la différentielle
- En se déplaçant, le levier coudé 2 fait bouger la lame à double rampe dans l'orifice, ce qui fait passer brusquement la lame porte contact d'un côté ou de l'autre des rampes.

Principe de fonctionnement de la lame à double rampe pour obtenir une rupture brusque.  
(La réfrigération électrique automatique par Pierre Degoix 1942\*)

Ces thermostats se compliquèrent avec l'ajout d'une position dégivrage, cyclique, automatique ou manuelle, et des plages de réglage fonction de l'application exacte (évaporateur, armoire frigorifique, armoire ménagère, refroidisseur de bière ou de lait, sorbetière, etc.)

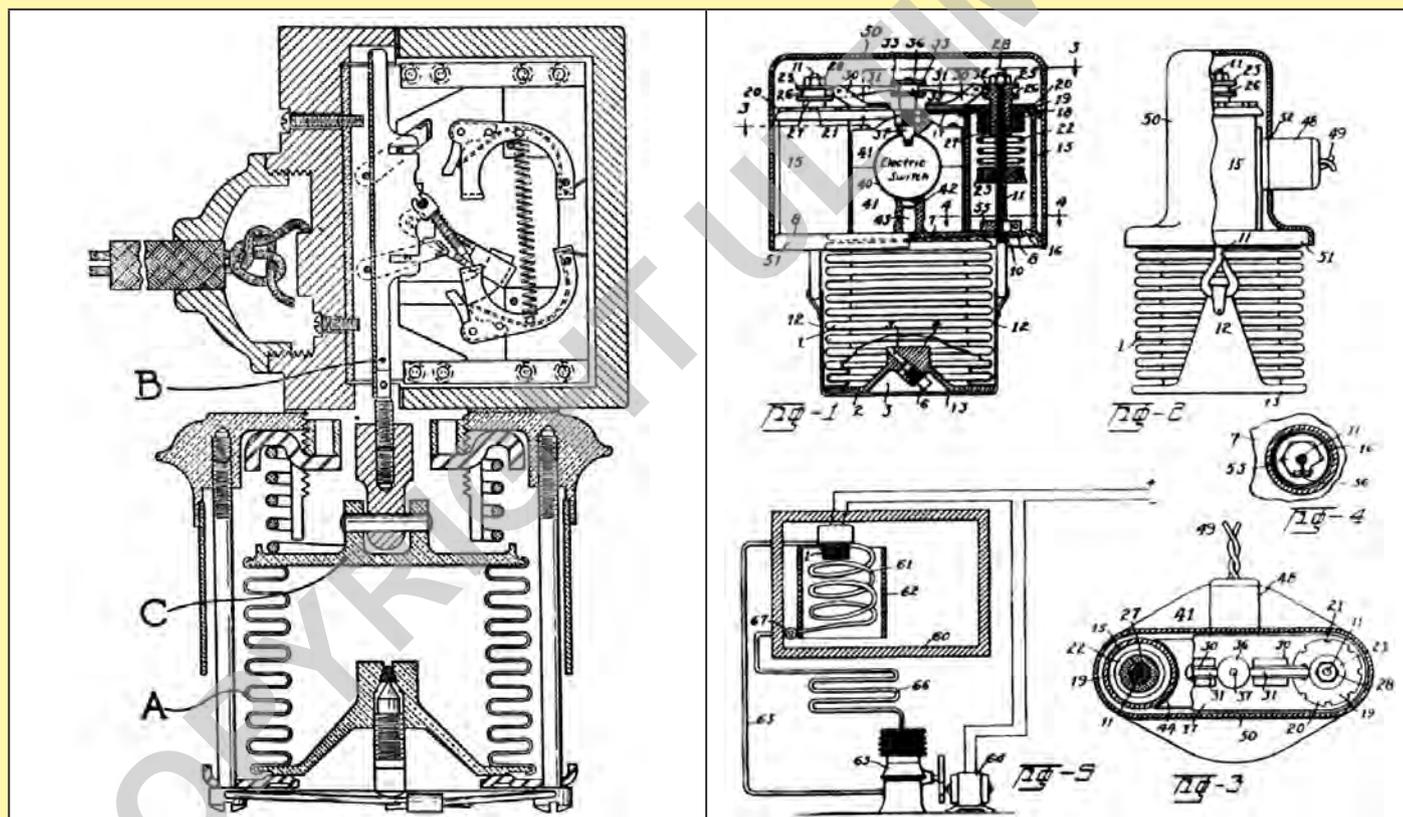
L'utilisation comme thermostat d'ambiance de chambre froide permettait des mécanismes simples à bilame, moins coûteux, qui furent utilisés aussi au début. Ce n'est qu'en 1926 que les réfrigérateurs

construit par la Delco-Light Co, filiale de General Motors, sous la marque Frigidaire, firent leur entrée sur le marché européen en particulier en Angleterre, en Belgique, puis en France

Kelvinator, qui fut le précurseur aux USA, arriva à la même période.

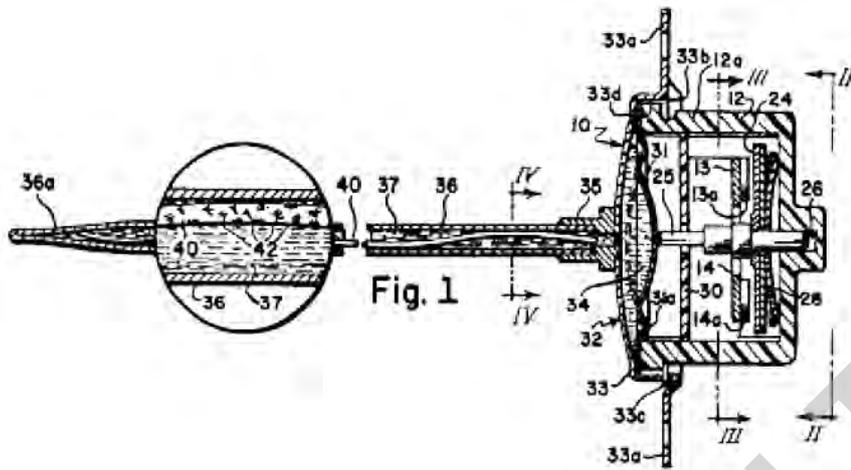
Dans ces appareils, la mise en marche et l'arrêt du moteur étaient automatiques et commandés par le degré de température à l'intérieur de la glacière.

Construits aux USA depuis 1916, ces 10 années d'avance avaient permis aux constructeurs de thermostats américains de développer des thermostats parfaitement fonctionnels. De nombreuses solutions thermostatiques firent appel au contrôle du débit de gaz ou de liquide réfrigérant, mais les thermostats à contact électrique restèrent largement utilisés.



Premier brevet dû à Kelvinator, pour un thermostat à tension de vapeur actionnant un contact électrique pour réfrigérateur (Extrait de *The thermostat or Heat Governor, an Outline of its History* par A.M.J. Ramsey, 1949\*)

Brevet de la société Kelvinator déposé en 1918 (N°US 1.329.351) pour un thermostat à tension de vapeur de dioxyde de soufre, plage +15 à +50°F, coupant le moteur du compresseur frigorifique.

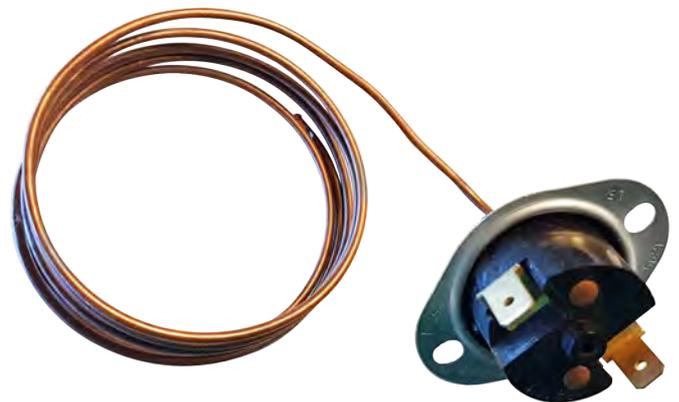


Brevet Américain Wilcolator (1.374.229, déposé en 1962,) pour un thermostat à capillaire à ébullition utilisant une membrane cloquante

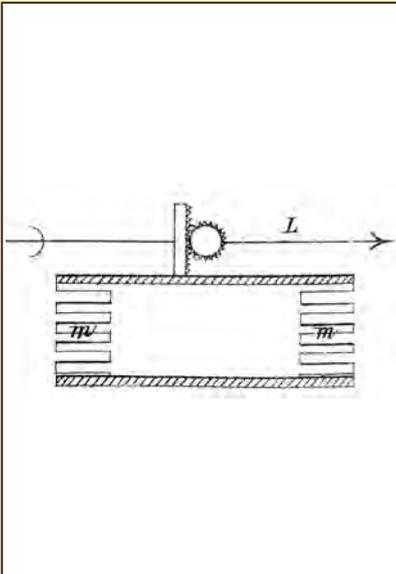
1975, Limiteur à capillaire Demoly type 1062 (\*)



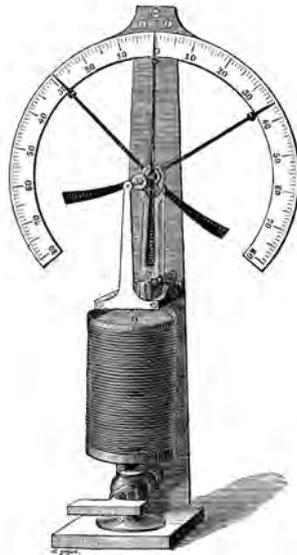
Limiteur à capillaire Jaeger Régulation (catalogue 1985\*)



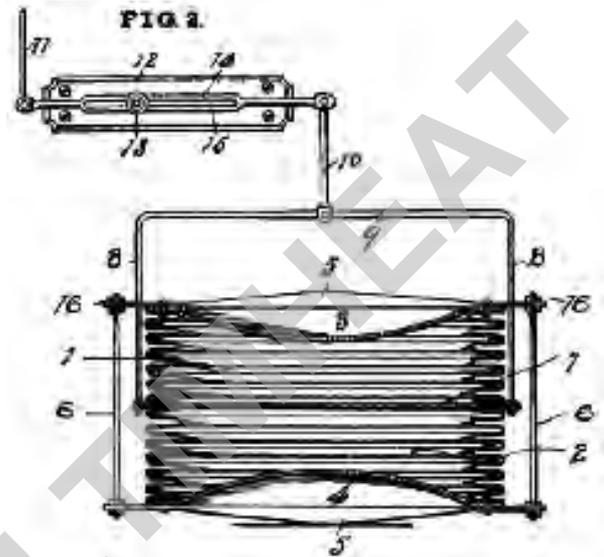
Limiteur à capillaire Ranco vers 1985 (\*\*)



1846 Tube plissé souple entourant un réservoir fermé (Brevet anglais 4702 du 20 Aout 1846 du français Lucien Vidie\*)



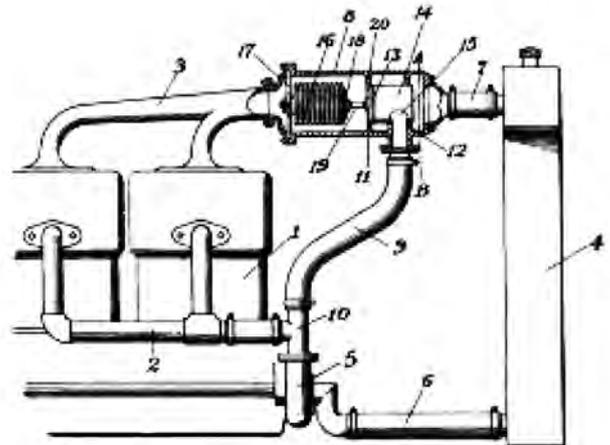
Manomètre à tube plissé de Lucien Vidie (Biographie de Lucien Vidie, par Auguste Laurent, 1867\*)



1903 Brevet français N°333087 de Weston Miller Fulton pour un thermorégulateur à tube plissé à tension de vapeur de benzine, à deux chambres, avec compensation de pression atmosphérique. La deuxième chambre servant à la compensation de pression atmosphérique sera rapidement abandonnée.



Rayfield Motor Thermostat fabriqué par Beneke et Kropf manufacturing Co (extrait de la revue Motor Age du 23 Octobre 1919)



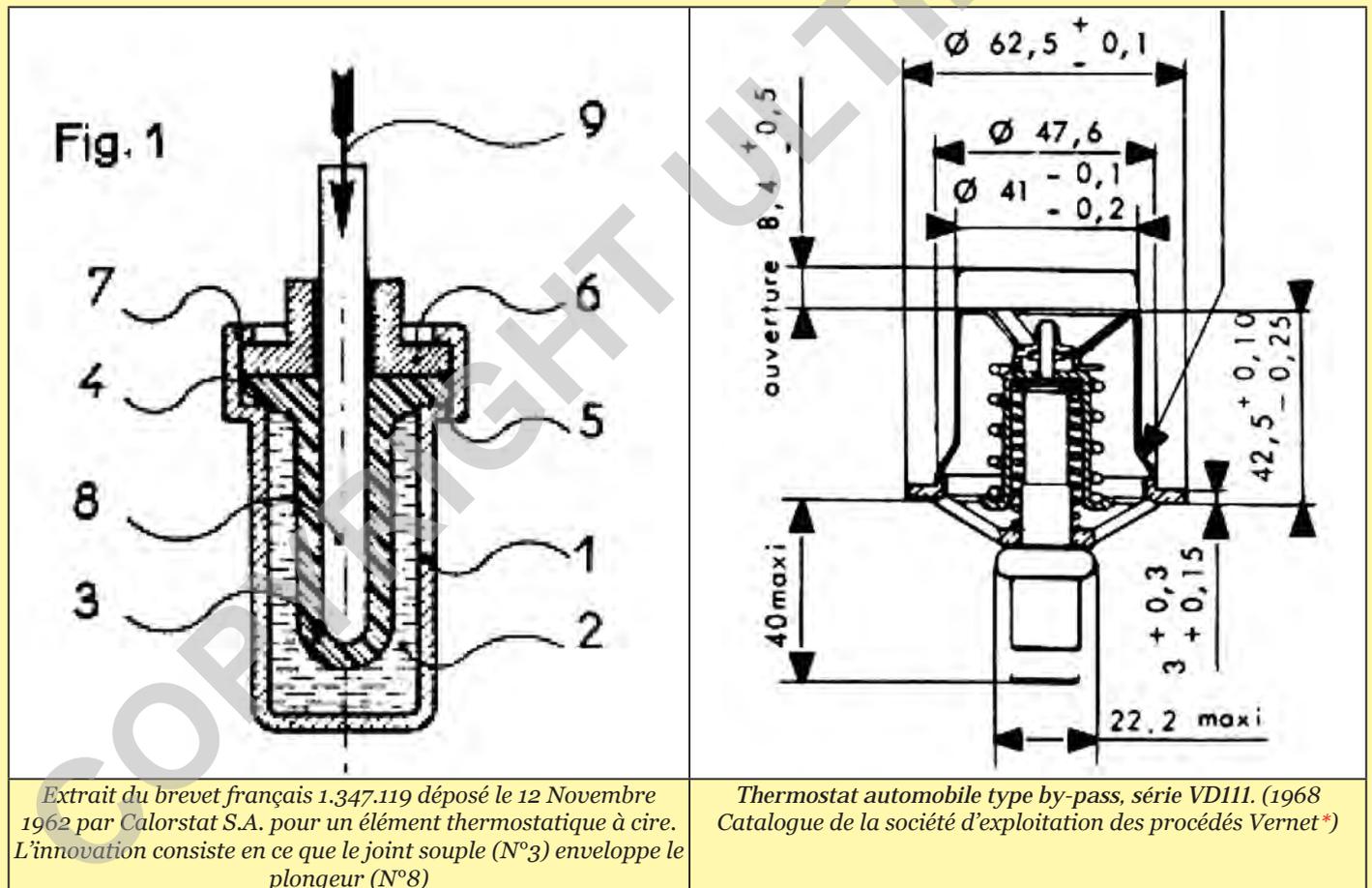
Extrait du Brevet US 1561153 déposé en Aout 1916, par J.V. Giesler de la société Fulton Co. (Brevet accepté en Octobre 1925)

Cela fut suivi, dès Novembre 1962 par le brevet d'un élément thermostatique à dilatation de cire innovant, améliorant les inventions de Sergius Vernet. Ce produit allait devenir le produit phare de la société.

Son concurrent Sopac en France, réalisait alors depuis quelques années la fabrication sous licence américaine de produits similaires.

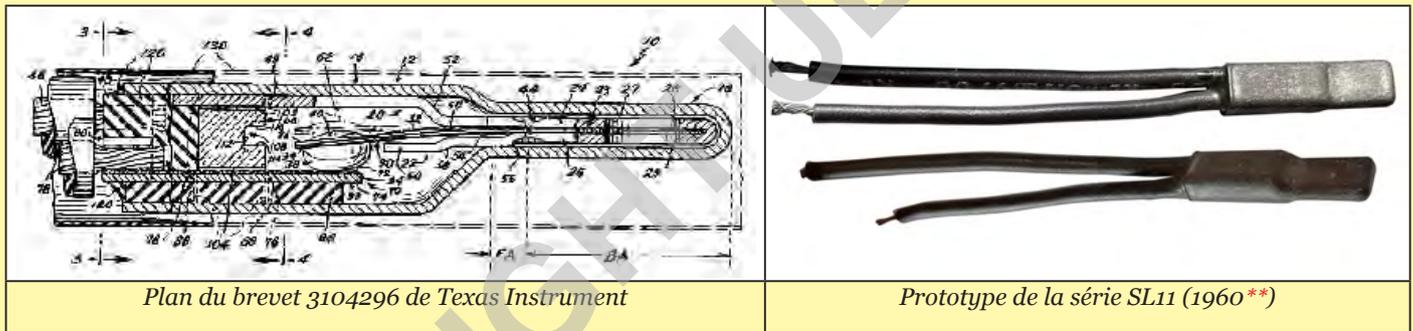
Au 1<sup>er</sup> Janvier 1968 l'usine et les bureaux des Procédés Vernet, division de Calorstat furent transférés rue Minard à Arpajon.

En 1972 le siège de Paris de Calorstat, ainsi que les ateliers et bureaux des deux sociétés furent transférés dans une usine nouvellement construite 21-27 route d'Arpajon à Ollainville. Les activités de Calorstat et de Vernet furent alors indissociables.



*La protection thermique des bobinage de moteurs électriques, en particulier pour les moteurs fractionnaires, a dû répondre à une série d'impératifs particuliers : une rupture brusque avec un fort pouvoir de coupure, en particulier en courant inductif, un boîtier étanche, pour pouvoir résister à l'imprégnation des bobinages, une petite taille, pour permettre son incorporation dans ou sur le bobinage, une sortie directe par fils, une résistance à la température correspondant à la classe des bobinages, et si possible, un temps de déclenchement très rapide en cas de rotor bloqué provoquant une forte surintensité. Il fallait pour cela avoir la connaissance fine des bimétaux, et les capacités d'en produire avec des caractéristiques spécifiques. Texas Instrument, qui produisait ses propres bimétaux, hérités de Metals and Controls, sous la marque Truflex, était en bonne position.*

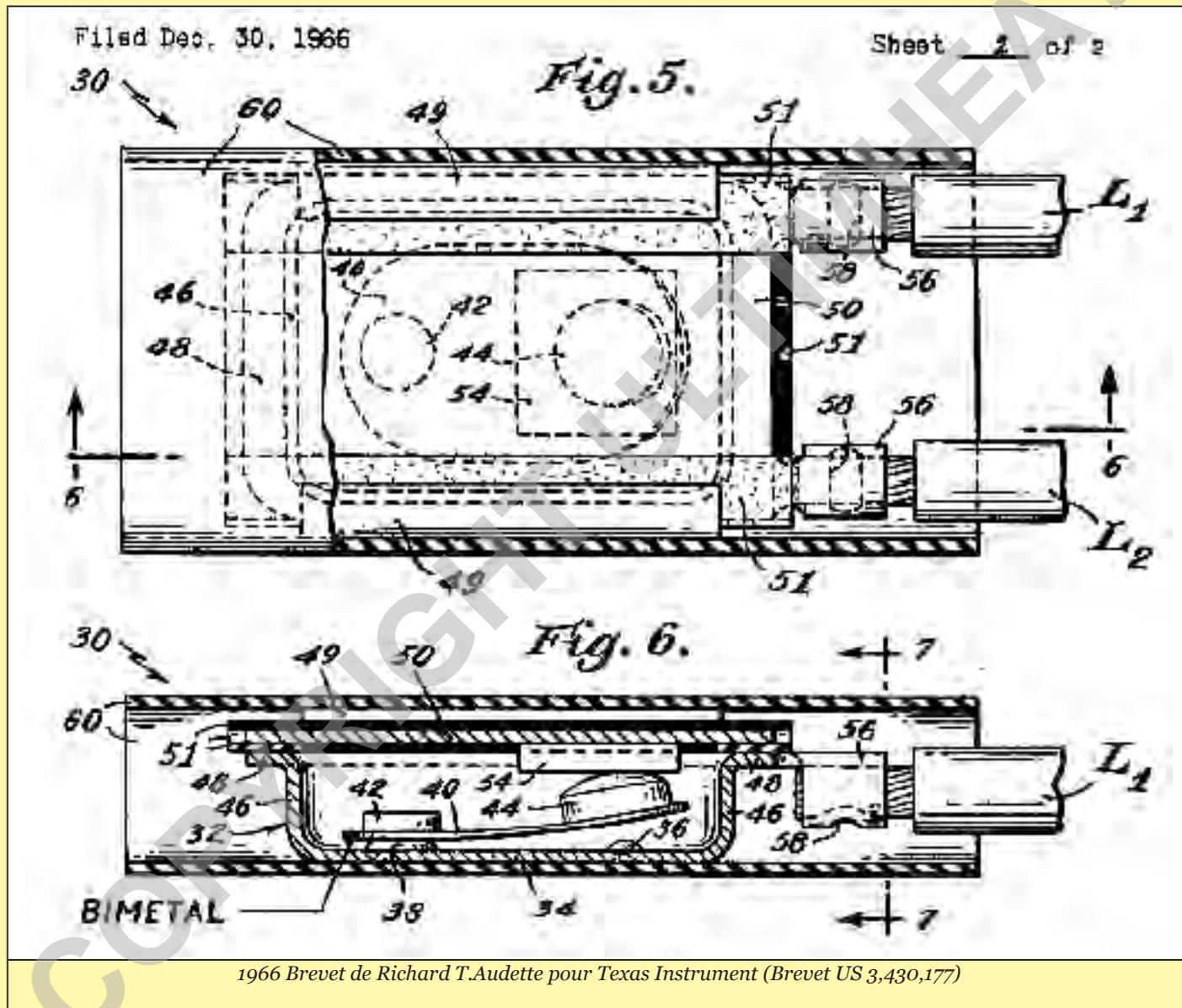
*Ce n'est qu'en 1959 que les ingénieurs Walther H. Moku et Henri David Epstein de la société Texas instruments USA déposèrent un brevet (3104296) pour un thermostat à rupture brusque miniature. Ce modèle sera à l'origine d'une grande lignée d'appareils de ce type : la série SL11. Grace à son faible encombrement, et à son assemblage et il trouva immédiatement son marché dans les bobinages de moteurs.*



*7 années plus tard, en 1966, l'ingénieur Richard T. Audette de Texas Instrument développa le limiteur de température à rupture brusque le plus simple à produire, qui fut commercialisé sous le nom de série 7AM. Ce modèle combinait à la fois miniaturisation et faible différentielle, ainsi qu'une bonne sensibilité au courant et à la température. Bien que non étanche, il convenait parfaitement à toute une catégorie de moteurs, et son prix était particulièrement attractif. Lors de la fin des brevets le protégeant, il fut fabriqué par de multiples constructeurs.*

*En 1967 Microtherm GmbH, sur un design différent, commença la fabrication des limiteurs à disque bimétallique étanches à rupture brusque séries T10 (taille 13 × 8.5 × 5mm) et T20 (17 × 12 × 6mm), avec des pouvoirs de coupure inductifs élevés, de 1.6A et 6, 3A, aussi particulièrement adaptés aux bobinages de moteurs électriques.*

En 1971 Uchiya (Japon) développa une série de limiteurs avec un encombrement encore plus faible, la série 8 × 5, (taille 22.7 × 4.4 × 6.8mm) à rupture brusque et pouvoir de coupure 2A, qui couvrait la gamme des bobinages miniatures.



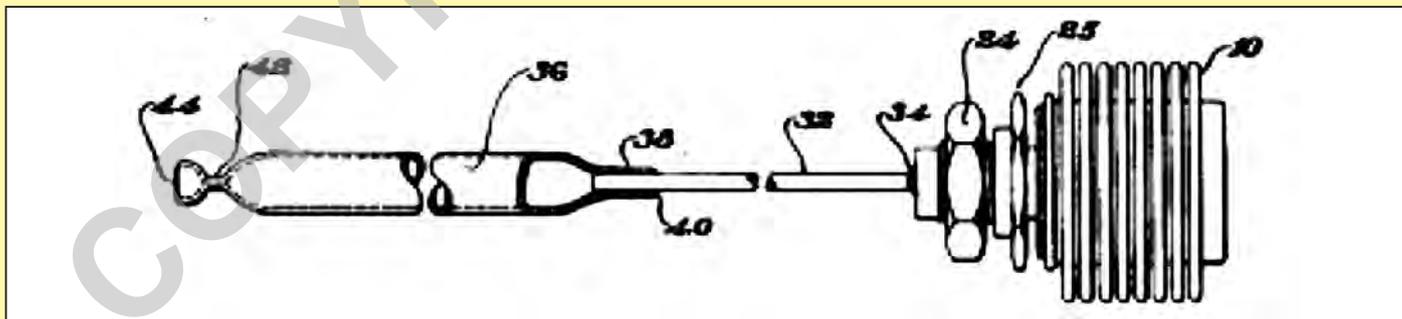
*Le train thermostatique, ensemble hermétique rempli de liquide a suivi une lente évolution depuis l'invention de la capsule de Vidie et de la membrane métallique souple. Pour arriver à sa simplicité apparente actuelle, il a fallu plus de 130 ans d'évolution techniques dans la fabrication des composants : capillaire, tube, membrane, mais aussi les métaux, les traitements thermiques, les méthodes de soudure, les liquides de remplissage et les pompes à vide pour que ce système devienne un composant essentiel des thermostats. Le capillaire donnait la possibilité d'avoir une mesure distante de l'organe de réglage et de coupure du contact.*

*Dans les systèmes à tension de vapeur, qui le précédèrent, la quantité de vapeur dans le capillaire et dans la membrane (ou le tube plissé) n'avait pas d'incidence sur la manière dont la membrane réagissait à la température. Pour les modèles à remplissage de liquide, il fallait limiter au maximum la quantité de liquide dans la membrane et dans le capillaire, afin de limiter l'incidence du déplacement parasite dû de la température ambiante à leur niveau. Il fallait aussi réaliser et souder des membranes fines sans jeu entre elles, et les raccorder sur un capillaire le plus fin possible, en ne laissant entrer ni air ni gaz.*

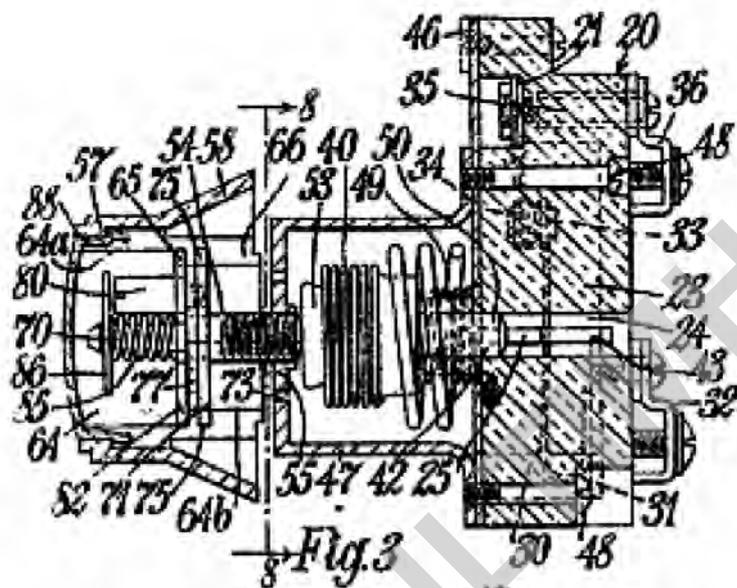
*Jusqu'alors, l'utilisation de tubes plissés comportant un volume important de liquide obligeait à prévoir dans la tête du thermostat, un important système de compensation de température ambiante bimétallique. Le niveau technologique requis ne fut atteint que vers 1936 à St Louis, (USA) simplement parce que cette ville était alors le siège de nombreuses sociétés spécialisées dans la mesure et la régulation de température, et que la demande pour cette nouvelle technologie était forte dans l'électroménager.*

*Le 23 Juin 1937, Samuel G. Eskin, (1900-1977), ingénieur russe émigré, travaillant sur les thermostats depuis plusieurs années chez Edison General Electric Appliances, déposa un brevet pour un thermostat électrique utilisant le système de membranes ondulées de la capsule de Vidie, un bulbe et un capillaire, fonctionnant par la dilatation de liquide. Il l'améliorera deux ans plus tard.*

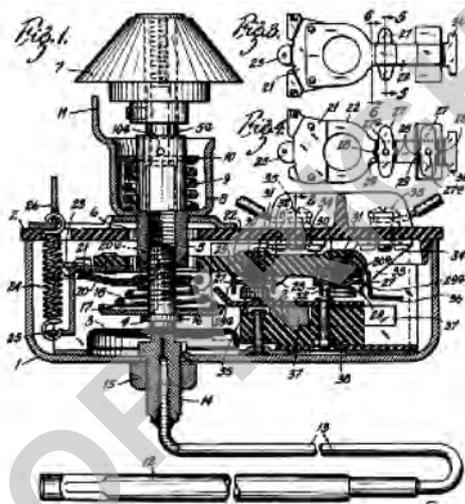
*Il servira de modèle à tous les constructeurs par sa compacité, sa facilité de fabrication et sa faible sensibilité à la température ambiante autour de la capsule.*



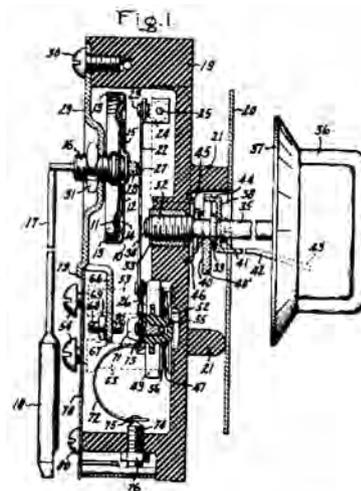
1931 Brevet de Walter B. Clifford pour un train thermostatique à tube plissé pour température très basses (brevet US2.068.626)



1936 Brevet Diamond H. Switches (Angleterre), pour un thermostat à bulbe et capillaire à rupture lente avec tube plissé (N°40) et système de compensation de température ambiante (N°35). Déposé en 1936 aux USA, et en 1937 en France.



1937, brevet US N° 2121079 de Samuel G. Eskin, pour un thermostat électrique à bulbe et capillaire, avec un train thermostatique à capsule de Vidie à remplissage liquide. Ce modèle de train thermostatique (N°3, 12, 13, 14) est resté inchangé de nos jours..



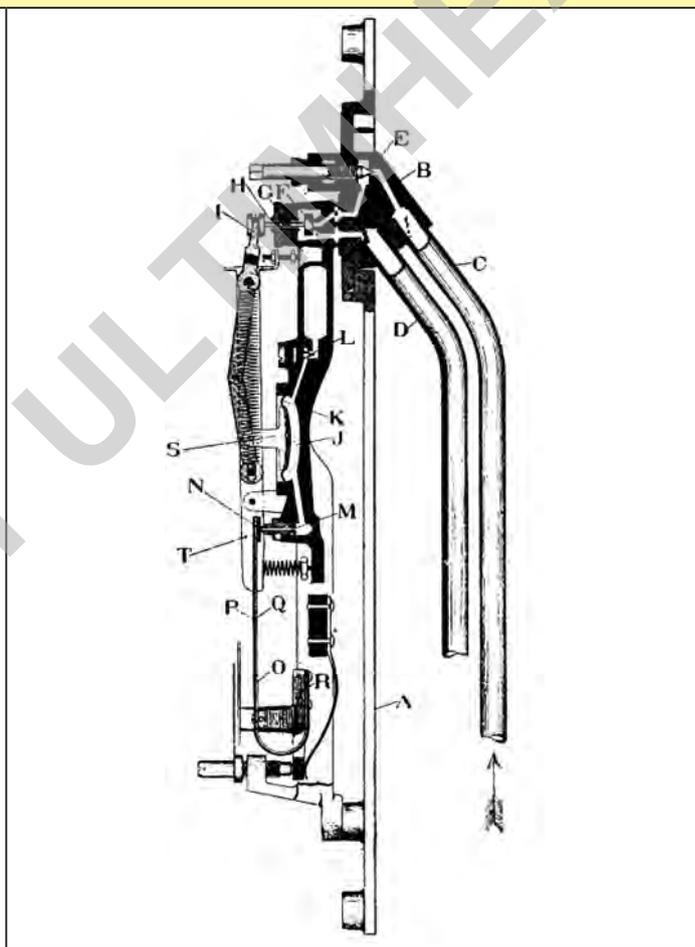
1939, brevet US N° 2.260.014 de Samuel G. Eskin, pour un thermostat électrique à bulbe et capillaire avec train thermostatique à capsule à remplissage liquide avec contact à rupture brusque.

A la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, alors que l'électricité en était encore à ses débuts, un certain nombre de constructeurs essayèrent de trouver le moyen de relier une mesure de la température à l'actionnement d'un organe mécanique, vanne, clapet, etc.

Un certain nombre imaginèrent des solutions pneumatiques. Cette recherche donna naissance aux vannes thermostatiques, mais aussi à quelques appareils particuliers.



Deux variantes du thermo-régulateur Dorian utilisées pour la régulation de la température ambiante de pièces chauffées avec des poêles ou des chaudières à gaz. Le système utilise la dilatation de liquides pour actionner une vanne, qui peut actionner soit directement l'alimentation en gaz, soit un circuit de circulation d'eau chaude (1902 La Nature\*)

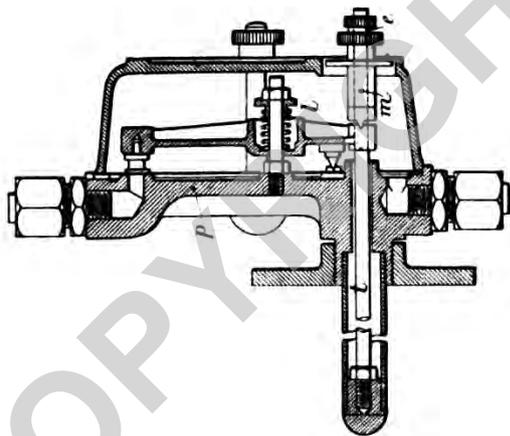


Thermostat d'ambiance pour circuit d'air comprimé servant à manœuvrer automatiquement les vannes, registres, robinets de distribution de vapeur ou d'eau chaude. L'organe de mesure de la température est un bimétal actionnant une micro-valve. Production de la Johnson Service corporation de Milwaukee USA. Présenté à l'exposition de Saint Louis en 1904.

En 1877, Henri Arquembourg, créa, pour réaliser la régulation automatique des grandes installations de chauffage, des relais à fluide auxiliaire. En 1908 Ragnar Carlstedt à Stockholm, reprit cette solution technique pour créer la société des régulateurs Arca. L'innovation de ces appareils était de réguler à partir de l'ouverture ou de la fermeture d'un petit orifice calibré, dont l'ouverture provoquait une chute de pression dans un « Relais de pression » à membrane. La régulation obtenue par ce système était fort précise, et les forces disponibles au niveau du relais de pression permettaient de commander des vannes ou d'autres systèmes pneumatiques ou hydrauliques sans avoir besoin d'une alimentation électrique. Cette technique était particulièrement pour les grosses installations de chauffage d'immeubles, et de nombreuses applications industrielles

En 1924 fut créée à Paris la « Compagnie Française des régulateurs Arca », avec une activité de fabrication sous-traitée en France.

En 1946 Christian Bürkert en Allemagne développa une fabrication de thermostats, au départ destinés aux couveuses. Dans sa gamme, fut introduit un appareil similaire à fuite d'air : une élévation de température occasionne une perte d'air dans le thermostat par ouverture de la soupape et provoque ainsi la fermeture de la vanne. Cette perte est progressive et permet d'obtenir un point d'équilibre. Ce système commande donc des vannes pneumatiques à diaphragme. La fabrication fut rapidement délocalisée dans l'Est de la France. En raison du désintérêt du marché et de l'évolution des systèmes de régulation électronique la fabrication cessa en Décembre 1996.



1924 Régulateur de température à pression hydraulique. Les variations de pression sont employées pour actionner une soupape réglant la quantité de vapeur utilisée pour le chauffage du liquide. (Génie civil du 26 Juillet 1924)



Régulateur de température à canne bimétallique, sur circuit air ou hydraulique, dit Thermo-relais (Catalogue Arca\*)

Ce type de thermostat prit le nom d'« airstat » quand il fut placé sur un générateur d'air chaud. Il fut surtout utilisé sur les aérothermes industriels à gaz. Sa fonction était de contrôler la température de sortie de l'air chaud. De ce fait sa conception en permettait de le monter perpendiculairement à une paroi métallique, avec l'éléments sensible à la température bulbe, bilame dans la veine d'air et avec la plus faible inertie thermique. Il ressemblait de fait aux pyrostats, mais avec une température de déclenchement plus faible et des contraintes de surchauffe moindres. Le système de chauffage par air chaud étant fort courant aux USA, de nombreux modèles y furent développés.



1960 Airstat à température fixe utilisant un thermostat à disque (1960 Catalogue Therm-O-Disc\*)



1960 Airstat à température réglable, élément sensible bimétallique dans la veine d'air (1960 Catalogue Therm-O-Disc\*)



1960 Airstat à température réglable, élément sensible par canne dans la veine d'air (1960 Catalogue Therm-O-Disc\*)



Airstat pour systèmes de chauffage à air pulsé, mécanisme à dilatation de liquide à deux bulbes pour régulation et sécurité. Contacts à rupture brusque à microrupteur, type ST (1977 Catalogue Sopac\*)

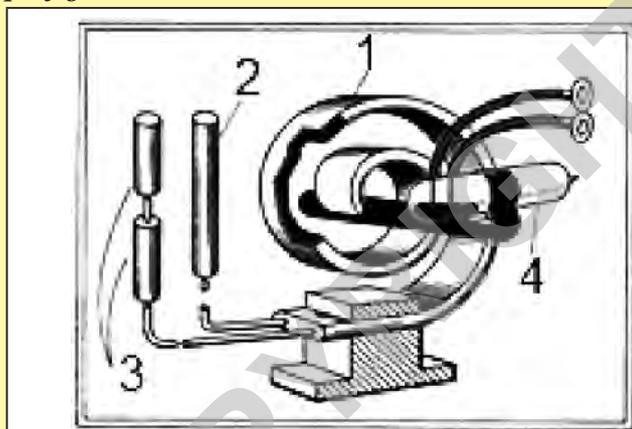
était établi en fonction des allures horaires, de la nature des parois et du système de chauffage. Le brevet (N°778.692) en sera délivré en Janvier 1935. Cet appareil était construit par la Société pour le Perfectionnement de la Chauffage (S.P.C.).

Mais déjà commençaient à apparaître des systèmes électromécaniques utilisant un pont de Wheastone, dont on mesurait le déséquilibre, entre une résistance mesurant la température de l'eau et une autre la température extérieure actionnait un galvanomètre.

En 1956 La Thermostatique développa un système de thermostat régulateur à canne, série CR ou CRX, couplé avec un capteur extérieur « pilote » type CP, et un coffret de commande CC. Ce système permettait de commander une vanne mélangeuse, une vanne motorisée ou un brûleur.

Alors que Sopac restait sur la gamme des thermostats différentiels avec son modèle de Variostat, en 1957, Honeywell utilisait le terme Duostat pour sa gamme Moduflow **électronique** avec sonde extérieure. Le Duostat Moduflow comportait un détecteur atmosphérique et un détecteur de la température de l'eau de chauffage. Le poste central électronique transmettait les valeurs reçues jusqu'à ce qu'un équilibre s'établisse entre l'intérieur et l'extérieur.

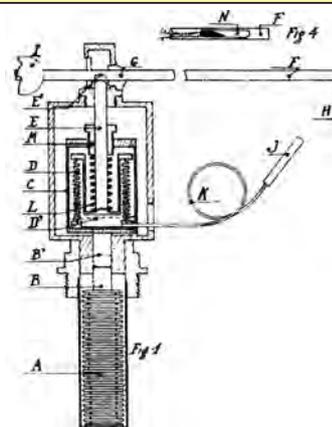
En 1978 Sopac réalisa deux modèles de variostats tout **électroniques**, les types VEO1 et VEO2, qui préfigurent les tableaux de commande des chaudières modernes.



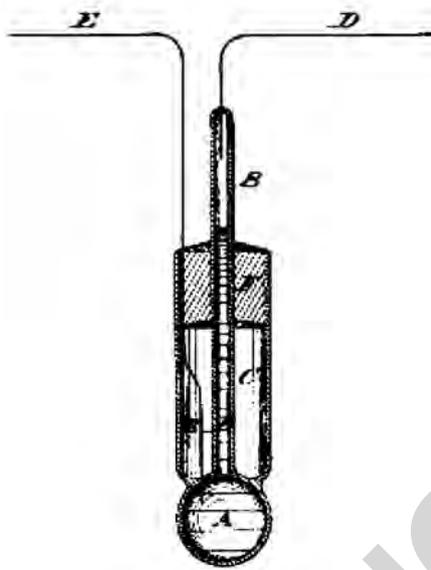
Vers 1934. Principe de fonctionnement du Duostat ou thermostat différentiel de Jules Richard S.A.

- 1 : tube de Bourdon ;
- 2 : bulbe extérieur ;
- 3 : bulbes de radiateurs ;

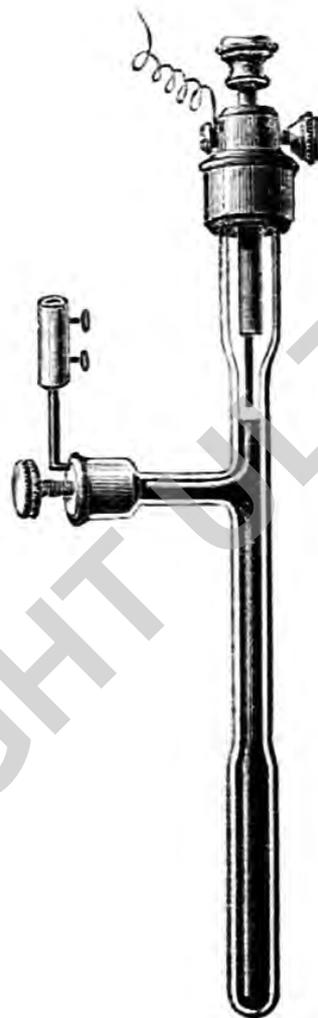
4 : basculeur à mercure. (Extrait de 1937, La Nature N°3000, L'évolution de l'automatisme dans le chauffage central par Pierre Devaux\*)



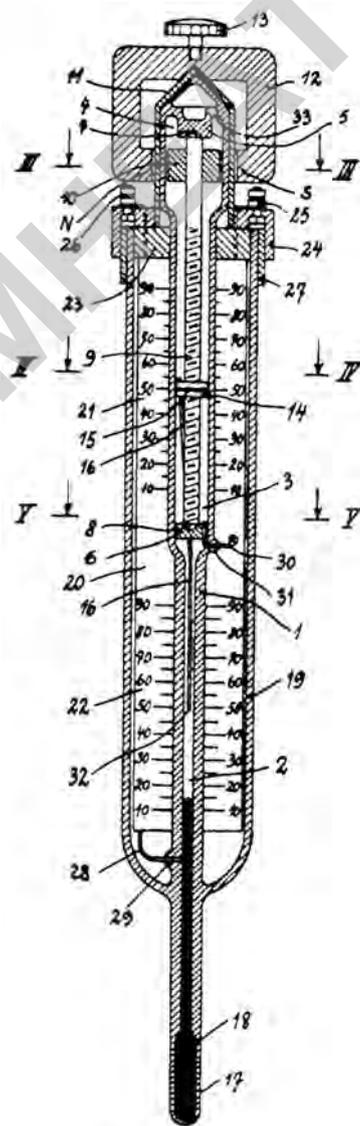
Brevet français 820.129 de Louis Soupire, pour la Société Damien et Cie, déposé le 6 Juillet 1937, pour un régulateur de combustion comportant un système auxiliaire de mesure de température extérieure, avec une action soit mécanique, soit électrique, pour les chaudières à combustible solide, à gaz ou à mazout.



John H. Guest, alarme électrique d'incendie, utilisant deux fils de platine dans un thermomètre à mercure (brevet US 139.953 déposé en Mars 1873)



Avertisseur électrique réglable par tige plongeant dans le mercure, étalonnage par comparaison avec un thermomètre. (Catalogue Poulenc 1905\*)



Brevet d'Erich Juchheim, déposé le 23 Mars 1936, pour thermomètre réglable sous azote, à double échelle et manette de réglage aimantée

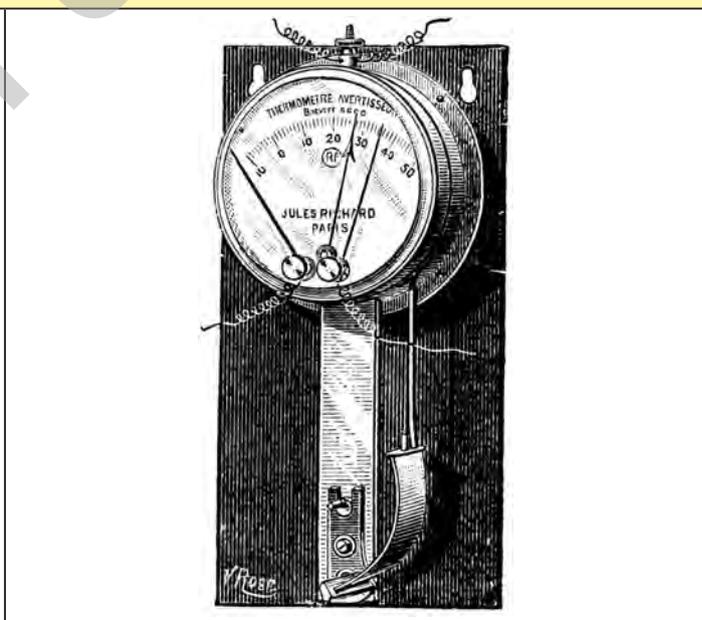
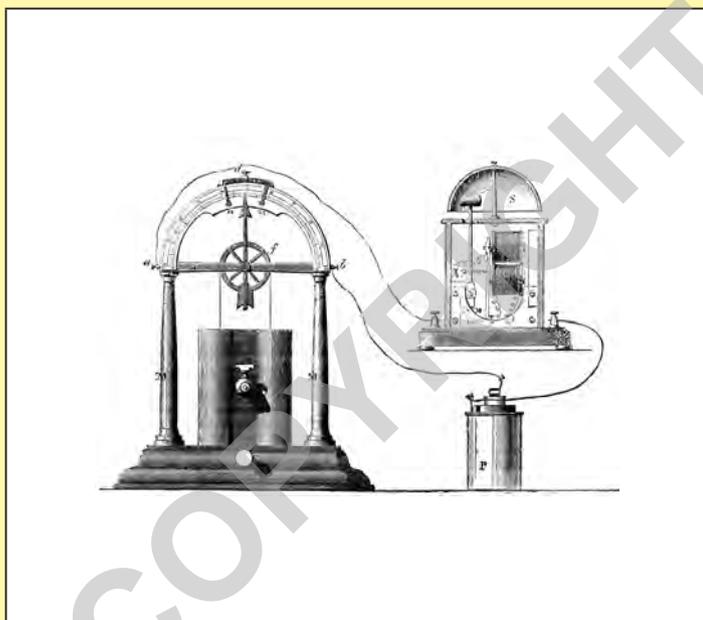
Dès l'apparition des piles électriques, les constructeurs d'appareils de mesure à cadran développèrent des mécanismes dits « avertisseurs » pour utiliser la possibilité de reporter à distance une alarme ou un signal.

En 1856, Bréguet, constructeur horloger, développa un contact d'aiguille pour manomètres et baromètres. Les pièces isolantes y furent réalisées en ivoire.

En 1889, La société Richard frères présente dans sa gamme des thermomètres avertisseurs électriques des températures maxima et minima.

En 1909 Schaffer et Budenberg, propose une large gamme de thermomètres et manomètres pourvus d'aiguilles porteuses de contacts électriques. Le point de consigne peut être fixe ou mobile, à minima ou à maxima.

En 1911, Joseph Barbe Fournier, attaché au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, et qui fut le premier à inventer, en 1905, la théorie puis les thermomètres à bulbe et capillaire à tension de vapeur, développe des versions de ceux-ci avec contacts électriques d'aiguille. En 1932, sa nouvelle version avec contact d'aiguille commandant une ampoule basculante à mercure permettra de commander des puissances nettement plus importantes.



Contact d'aiguille sur manomètre de Siry et Lizars, réalisé par Bréguet (1856, *L'ami des sciences* N°24 \*)

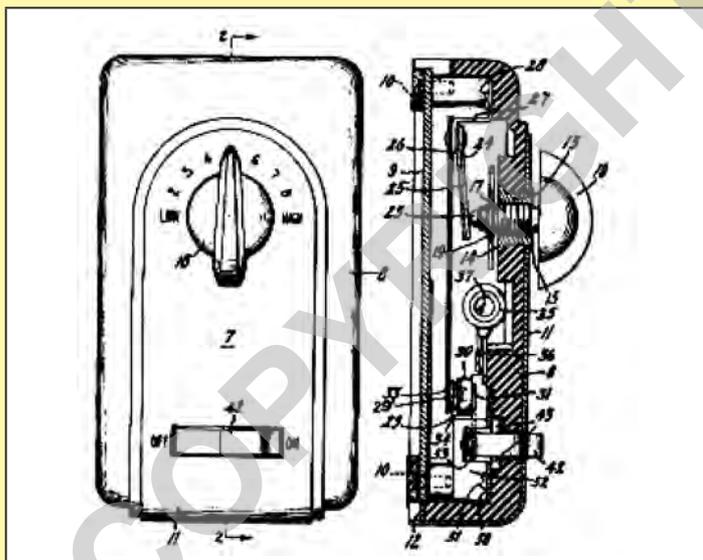
Double contact d'aiguille sur thermomètre Jules Richard (1901-1902 *L'industrie Française des instruments de précision* \*)

Le doseur d'énergie bimétallique est un interrupteur rotatif qui contrôle la puissance dissipée par un élément chauffant. Il est utilisé sur les cuisinières électriques, les plaques chauffantes, les radiateurs, et de nombreuses applications qui nécessitent un contrôle proportionné d'une charge résistive.

Il est né du développement, avant 1939, des cuisinières électriques avec plaques chauffantes. Les constructeurs de ces appareils ménagers recherchaient un appareil permettant de régler de manière continue la puissance de l'élément chauffant, un peu dans le même style de fonctionnement que les robinets des brûleurs à gaz, d'où le nom qui lui a été quelquefois donné de « Robinet électrique »

### Les doseurs d'énergie des couvertures chauffantes

Le précurseur du doseur d'énergie a été le régulateur de température de couverture chauffante. La seconde guerre mondiale, en raréfiant les fournitures de combustible pour le chauffage des habitations, développa fortement la demande des couvertures chauffantes, et quelques constructeurs, et en particulier Général Electric aux USA, imaginèrent un moyen d'en régler la puissance par un bilame réglable installé sur le cordon d'alimentation, et réchauffé par une petite résistance avec une puissance de l'ordre du watt, mise en série avec celle de la couverture. De ce fait, en contrôlant la température du bilame du boîtier de commande, on contrôlait la puissance de la couverture. Le raccordement d'une petite résistance en série simplifiait le câblage, et les contacts à rupture lente supportaient les faibles puissances, de l'ordre de 50 à 100 watts des couvertures.



Système de réglage de la puissance des couvertures chauffantes par bilame et résistance additionnelle dans le boîtier (1942, brevet Cook pour General Electric)

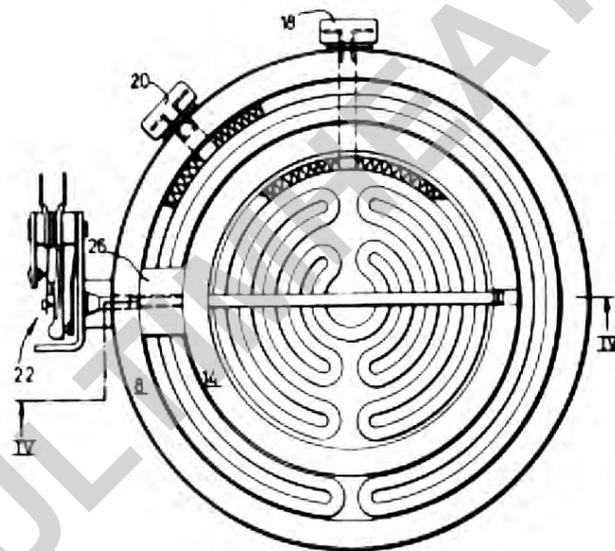


Système de doseur d'énergie pour couverture chauffante réalisé sur base du modèle General Electric breveté en 1942 (Catalogue Calor Textorève 1955\*)

Mais l'arrivée des plaques vitrocéramique à induction, à commande électronique fit quasiment disparaître les plaques radiantes et les plaques halogène.



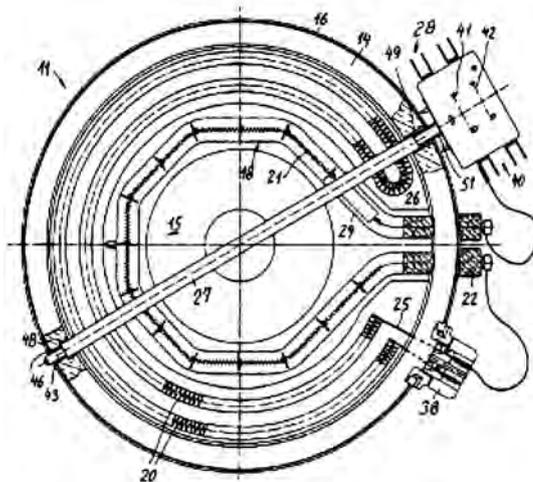
1972 Premières plaques chauffantes vitrocéramique montées sur une cuisinière électrique Brandt (\*)



Plaque Micropore avec thermostat quartz / Inconel (Brevet anglais de Joseph Antony McWilliams déposé le 7 Février 1979)



Plaque chauffante radiante Céramaspeed avec limiteur quartz / Inconel et thermostat à palpeur EGO (Vers 1985 \*\*)



Brevet pour plaque chauffante mixte radiante et halogène avec limiteur quartz / Inconel (brevet allemand DE3929965 déposé le 8 Septembre 1989 par EGO)

« L'idée première d'utiliser la déformation de cônes faits de différents mélanges d'argiles pour mesurer une température appartient à MM. Lauth et Vogt qui l'appliquèrent à la manufacture de Sèvres avant 1882. Mais ils ne lui ont pas donné tout le développement qu'elle comportait ; ils se sont contentés d'établir un petit nombre de montres fusibles correspondant aux diverses températures employées dans la fabrication de la porcelaine de Sèvres. » (1900 Mesure des températures élevées, H. Le Chatelier et O. Boudoux).

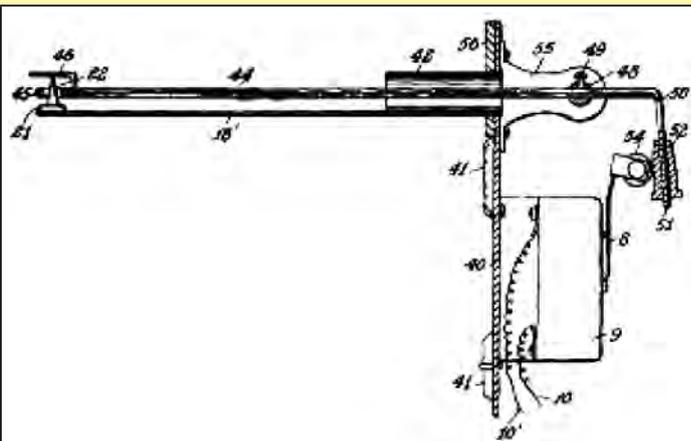
En 1884, puis en 1896, ce système fut perfectionné par le docteur Hermann August Seger, chef du service des recherches à la Manufacture Royale de Charlottenburg (Allemagne) ; il développa ce qu'il appela des montres fusibles, couvrant une gamme de température de 600 à 1800°, par intervalles de 25°C.

Aux USA, Orton développa des cônes pyrométriques similaires.

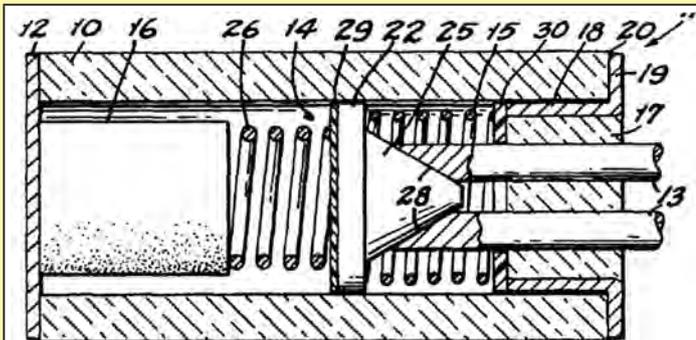
**En 1954**, Wilfred W. Dawson de Detroit, USA, inventa un appareil de cuisson automatique qu'il nomma « Kiln Sitter », et qui permettait de couper automatiquement l'alimentation d'un four lors de la fusion d'un cône pyrométrique. Durant la décennie précédente de nombreux produits de ce type avaient été inventés, dont celui de Charles H. Strange en 1951, basé sur l'affaissement vertical du cône, mais leur fonctionnement était aléatoire car ces systèmes poussaient fortement sur le cône ce qui modifiait leur température de déformation. En 1954, le fonctionnement de l'appareil de Wilfred Dawson, amélioré ultérieurement par Lewis Burmeister, était fiable, car il n'appliquait pas une force importante sur le cône pyrométrique. La fusion de la pyramide d'argile placée horizontalement y libérait une aiguille reliée à un interrupteur coupant l'alimentation électrique du four. Dawson Inc., cessa son activité en 2019. Ses appareils furent utilisés par la plupart des constructeurs de fours de poterie telles que Duncan, Orton, ou Paragon.



Cônes pyrométriques Seger dans différents états de ramollissement (Catalogue Poulenc, 1905\*)

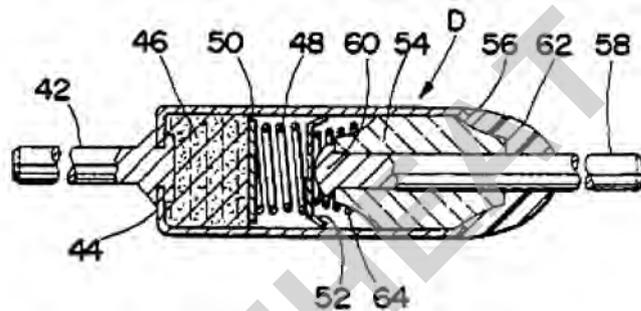


Mécanisme à cône pyrométrique vertical (Brevet US 2.555864 de Charles Strange déposé en Juin 1948)

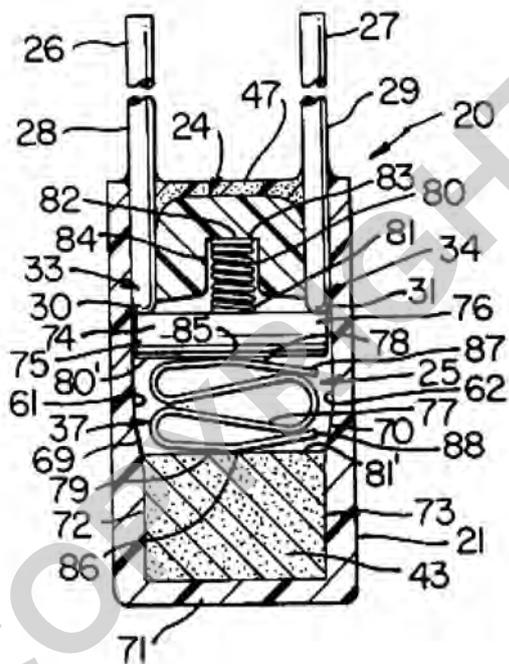


1958 Fusible thermique NEC.

Lorsque la température de déclenchement est atteinte, Le ressort N°26 s'enfonce dans la pastille fusible N°16, ce qui écarte la pièce N°25 faisant contact entre les deux conducteurs. Les deux conducteurs sortent côte à côte et sont isolés électriquement.  
(Brevet US 2.934.628 déposé le 25 Aout 1958 par Julius C. Massar pour NEC)



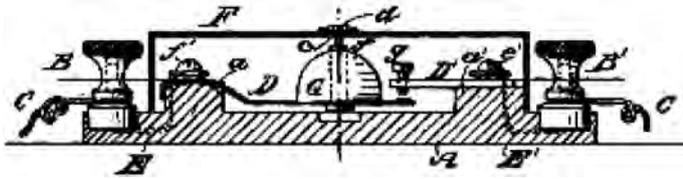
1969 Fusible thermique miniature Micro Devices, avec les fils sortant aux deux extrémités. L'un des deux fils n'est pas isolé électriquement. (Brevet US N°3.519.972 déposé le 18 Mars 1969 par Philip Edward Merrill pour Micro Devices)



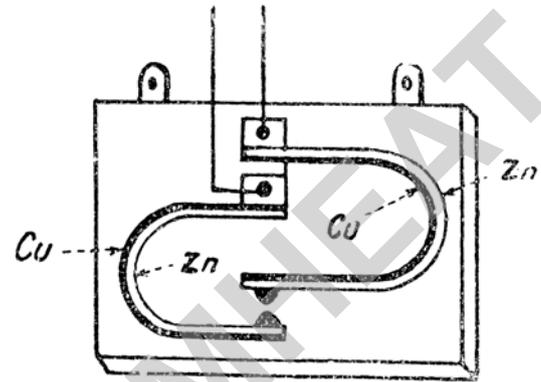
1974 fusible thermique miniature, avec sortie par 2 fils côte à côte (Brevet US US3.956.726 par Emil Robert Plasko et Philip Edward Merrill pour Micro Devices)



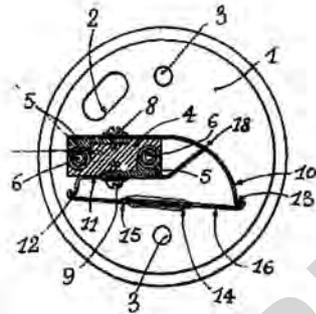
Dernière version de fusible thermique Microtemp, division de Therm-O-Disc (Emerson\*\*)



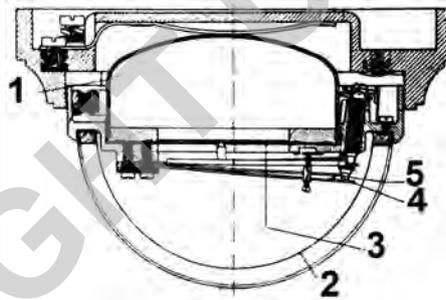
1884 Avertisseur d'alarme incendie fermant un contact électrique, utilisant une pastille en alliage fusible représentée en « d » (Brevet US de Charles T. Ross N°298121)



Système d'alarme ne réagissant qu'à la vitesse de montée en température, composé de deux bilames Zinc-cuivre ayant une inertie thermique différente. Une vitesse de montée en température rapide fait que le bilame de gauche à faible inertie se déforme moins vite et ferme le contact (1925 Les applications de l'électricité à la vie domestique, par H. Mathis \*)



Détecteur ouvrant un contact électrique lors de la fusion d'un maillon en aluminium collé avec un mélange de 1/3 cire vierge, 1/3 blanc de baleine et 1/3 paraffine (représenté en 14) (Brevet français 750.712, de la Société des coffres forts Bauche et Mr Pillon 1932)



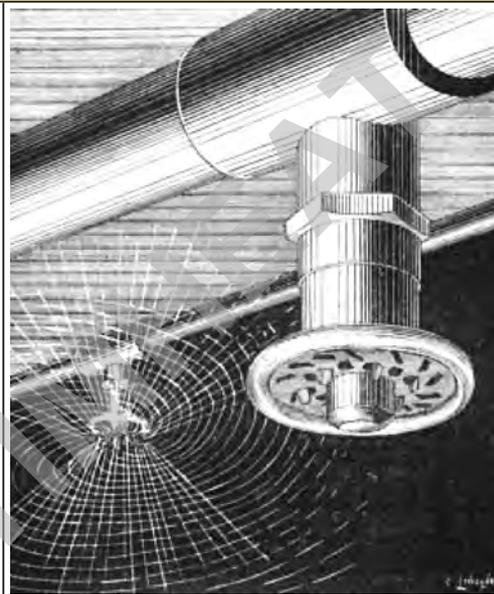
Détecteur Ericsson thermovélocimétrique à deux chambres séparées par une membrane  
 1 : Chambre à paroi épaisse à long temps de réponse  
 2 : Chambre à paroi mince à court temps de réponse  
 3 : Membrane  
 4 : Lame rigide  
 5 : Lame bimétallique qui sert à détecter une montée lente en température.  
 (1938 L'Électricité dans les exploitations agricoles, par R. Borlase Matthews, et R. H. Drillhon)



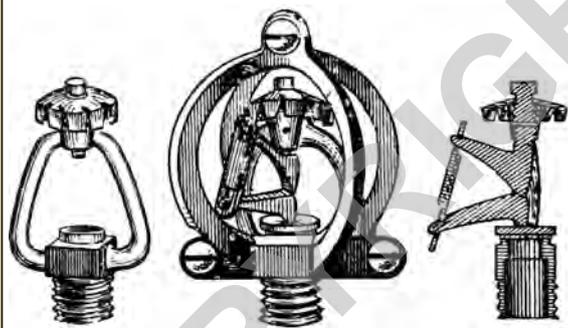
Thermostat à disque pour détection d'incendie, à court temps de réponse (Catalogue Essex 1976 \*)



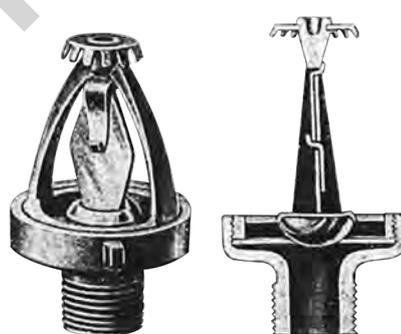
Tête de sprinkler à alliage fusible Grinnell du premier modèle mis sur le marché.  
En 1, soudure avec alliage fusible. (Le Panthéon de l'industrie du 22 Février 1885)



Tête de sprinkler à cire fusible « Vulcain »  
(Journal de la Meunerie, Juillet 1888)



Pomme automatique d'incendie à maillon fusible  
démultiplié de la société International sprinkler à  
Londres (La Nature, supplément au N°1697 du 2  
Décembre 1905)



Tête de sprinkler Grinnell à alliage fusible.  
Elle comporte alors un fusible démultiplié  
et une coupelle renvoyant une partie de  
l'eau vers le plafond. (La Science et la Vie  
N°39, 1918\*)



Sprinkler à alliage fusible Fidex,  
fabrication Mather et Platt à  
Roubaix.  
(Informations sociales, bulletin  
mensuel à l'usage des services  
sociaux, 1970)

La réponse technique à ces impératifs commença à être résolue lorsqu'en 1985 Eduard J. Job, d'Ahrensburg en R.F.A. imagina comment réaliser des ampoules effilées avec extrémités renforcées, permettant d'utiliser un verre classique de type borosilicate. (Brevet Allemand DE3532042 du 1<sup>er</sup> Septembre enregistré aux US sous le N° US 4796710).

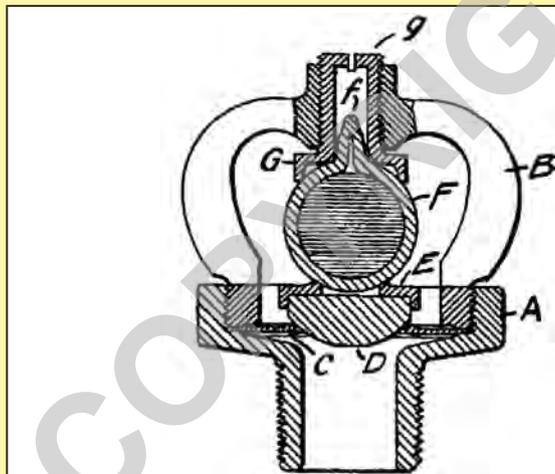
Le succès de ces systèmes fut immédiat et participa à la simplification des têtes de sprinklers, à leur baisse de prix, et à l'amélioration de leur fiabilité. La fabrication automatique de ces bulbes profitait aussi alors du développement des machines pour la fabrication des ampoules néon miniatures de lampes témoins.

La revue technique allemande de 1988, « Sprechsaal », vol. 121, no. 9 dans ses pages 781-787, décrit alors les méthodes de fabrication et les liquides de remplissage possibles. (Article de H.H. Fahrenkrog intitulé « Untersuchung der Einflußgrößen beim Bersten von Sprinklerampullen » : Enquête sur les facteurs influençant l'éclatement des ampoules de sprinkler)

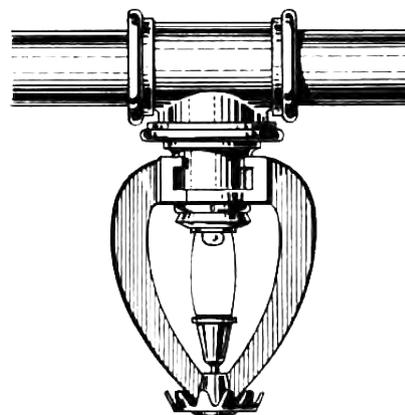
A partir des années 1990, l'évolution porta sur la diminution du temps d'ouverture en cas d'incendie, en particulier sur la réalisation de modèles avec un temps de réponse inférieur à 14 secondes, par la réduction des diamètres et épaisseurs de parois, par l'utilisation de différents liquides non toxiques et plus réactifs.

La société JOB en Allemagne en devint le principal producteur.

Les activités de protection contre l'incendie de Mather et Platt furent absorbées par Tyco Fire Products.



Tête de sprinkler à ampoule frangible sphérique (brevet anglais de John Taylor, du 25 Mai 1904 Angleterre)



Sprinkler Grinnell à ampoule frangible fuselée type « Quartzöid » (1970 Mather et Platt)

Les maillons fusibles souffrirent dès leur apparition, à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle de la faible résistance mécanique des alliages fusibles. Soumis à une tension constante excessive, la soudure finissait par céder après avoir lentement flué. L'exposition permanente à des températures proches de la température de fusion de l'alliage était aussi un paramètre favorisant le fluage. Plusieurs solutions furent développées à pour améliorer cette résistance. La première fut l'augmentation de la surface de la soudure, la deuxième fut la démultiplication de la force par un système de leviers, (qui fut la solution aussi retenue pour les sprinklers), la troisième fut un système de rampes ou de bossages écartant les surfaces en contact afin de mettre un obstacle au fluage, la quatrième fut l'utilisation d'un mécanisme de démultiplication externe. Une autre contrainte était l'obligation d'avoir un temps de réponse court, ce qui limitait la masse. La dernière contrainte était la résistance à la corrosion, en particulier pour les systèmes soumis à des ambiances industrielles.

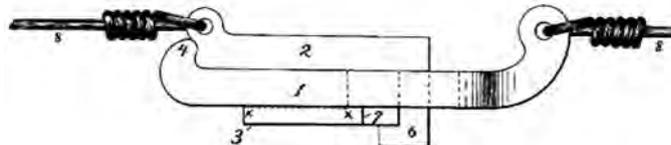
Tous ces impératifs furent à l'origine de la norme UL33 dont la première édition fut publiée en Novembre 1968.

Après l'édition de la norme UL33, les années 1969 à 1990 virent le développement de nombreux modèles comportant des systèmes divers pour éviter le fluage.

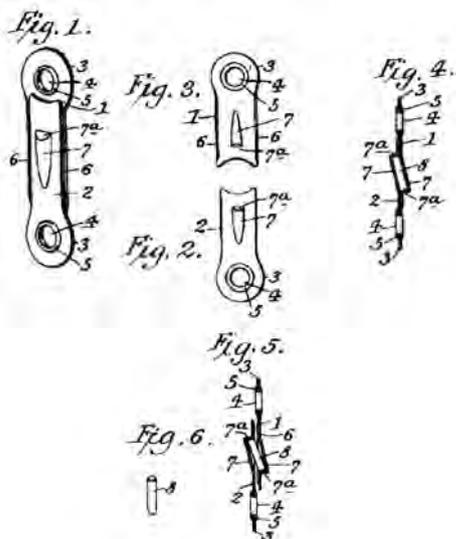
Dans leurs formes simples, ces maillons furent et sont toujours utilisés dans les hottes de cuisine et dans les conduits de ventilation. Dans leurs formes démultipliées ils sont utilisés pour faire fonctionner automatiquement les trappes de désenfumage et les portes coupe-feu.



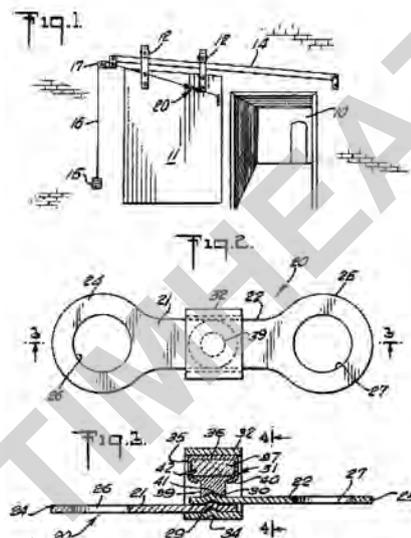
Maillon fusible Grinnell, à double surface de soudure intercalé dans un fil pour déclencher l'ouverture d'une vanne de sprinkler (Brevet Grinnell US 269199 déposé le 31 Mai 1880)



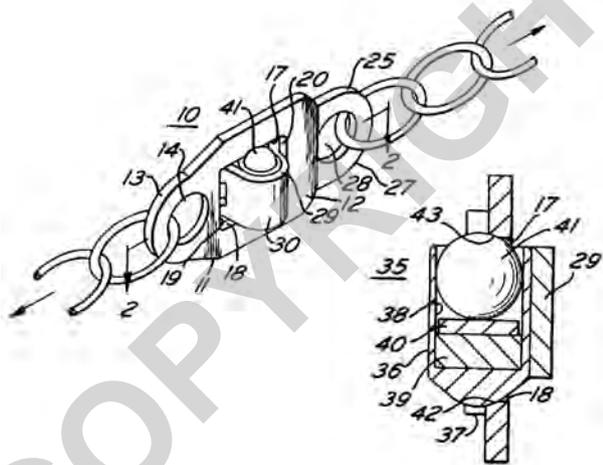
Maillon fusible démultiplié Grinnell intercalé dans un fil, pour la commande de fermeture de portes. Une soudure avec un alliage fusible est réalisées sur la surface x-x. Ce système très massif devait avoir un temps de réponse très long. (Brevet Grinnell US432403 déposé le 19 Février 1890)



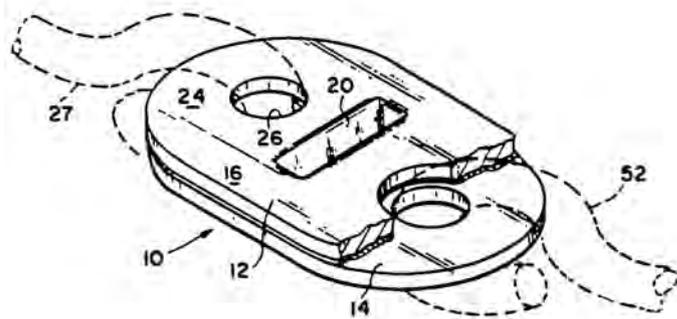
Maillon fusible à résistance au fluage améliorée par un barreau incliné représenté sous le N°8. Ce système, réalisé dans une tôle de faible épaisseur devait avoir un temps de réponse court. (Brevet de John W. Yates déposé en 1910 aux USA, et déposé en France sous le N° FR472762 le 18 Aout 1914)



Fusible sans soudure, avec pastille fusible fonctionnant en compression (N°37). Utilisation sur porte coupe-feu automatique (Brevet US 3.348617 déposé le 13 Septembre 1965 par Bruce Macartney)



Maillon fusible sans soudure, fonctionnant par compression d'une bille bloquée par pastille en alliage fusible visible sous le N°39 (Brevet US3779004 déposé le 12 Septembre 1972 par Fred A. Gloeckler pour Star Sprinkler)



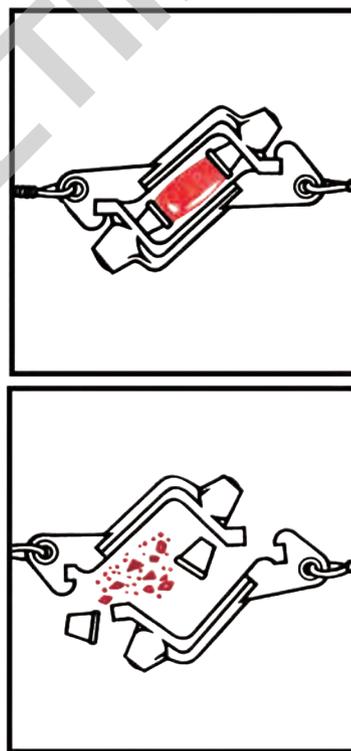
Maillon fusible Globe avec bossage central pour améliorer la résistance au fluage. (Brevet US5.120152, 1992)

L'utilisation d'ampoules fragiles dans des maillons semble avoir été inventée par John Taylor pour la fermeture automatique de portes coupe-feu, et utilisait les ampoules quartzoïde développées pour les sprinklers. La résistance à la traction était plus importante que pour les modèles fusibles, et aucun phénomène de fluage n'était à craindre. Mais l'inconvénient de ces mécanismes était leur blocage par morceaux de verre des ampoules, et leur conception devait en tenir compte.

Dans les années 1960, La société Esti à Berlin fabriqua un modèle à ampoule sphérique au mécanisme imposant. Mather et Platt en proposait un dans les années 1970, utilisant ses ampoules quartzoïd. Les ampoules cylindriques développées dans les années 1980, avec les extrémités renforcées permettent actuellement la réalisation de mécanismes supportant des forces de traction élevées, tout en offrant un temps de réponse court.



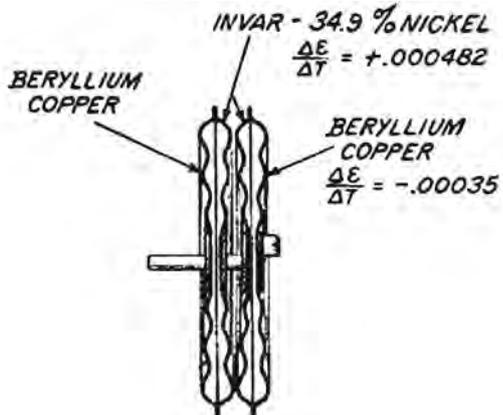
Maillon à ampoule fragile sphérique pour ouverture de portes et de vannes. Force de traction maximale sur le maillon 30kg. (Catalogue Esti 1967\*)



Maillon à ampoule fragile fuselée type «Quartzoïd» de Mather et Platt assurant la fermeture automatique de portes lorsque la température dépasse 68°C. Force de traction maximale inconnue. (Informations sociales, bulletin mensuel à l'usage des services sociaux 1970)

concurrent est le japonais NGK Berylco, dont le minerai provient de Chine et de l'usine FSU au Kazakhstan. L'Angleterre est encore un pays exportateur de Beryllium pur, avec une production moyenne de 90 tonnes par an.

Malgré de nombreuses tentatives de l'industrie métallurgique, il n'existe toujours pas, à ce jour, de matériau ayant les mêmes propriétés et aussi important pour l'industrie des thermostats et des interrupteurs que le cuivre au béryllium.

 <p>INVAR - 34.9 % NICKEL  <math>\frac{\Delta \epsilon}{\Delta T} = +.000482</math>      BERYLLIUM COPPER      BERYLLIUM COPPER  <math>\frac{\Delta \epsilon}{\Delta T} = -.00035</math></p>	
<p>Capsule d'appareil de mesure de pression, utilisant des capsules avec d'un côté une membrane en bronze au béryllium et de l'autre côté une membrane en invar (Brevet US N° 2.162.308 pour Bendix aviation déposé le 21 Juillet 1936)</p>	<p>Thermostat à tension de vapeur avec lames de contact et capsule thermostatique en cuivre au béryllium (1957 Catalogue Sopac *)</p>
	
<p>Thermostat de fer à repasser avec lame de contact à rupture brusque en cuivre au béryllium (Cobra, vers 1985**)</p>	<p>Lame de contact miniature en cuivre au béryllium sur thermostat de chauffe-eau Cotherm (1998**)</p>

Les premières voitures l'utilisèrent pour les têtes de delco et les pièces de magnéto, fabriquées par entre-autres, les Ets Jiel à Paris.

Mais une des applications les plus étonnantes pour les thermostats fut l'utilisation de l'ébonite pour mesurer la température, en raison de son coefficient de dilatation thermique extraordinairement élevé. Mais cette application ne dura pas au-delà des années 1925, en raison d'une dérive due à un allongement parasite en fonction de l'humidité.

Les fiches électriques furent longtemps en ébonite, et ne furent remplacées par la bakélite que vers 1935.

En 1954, la société Drouet à Paris commercialisait encore des plaques et des barres en ébonite (1954 Catalogue Drouet\*)

Sous le nom de caoutchouc durci, l'ébonite conserve encore des applications industrielles, mais plus aucun usage dans le domaine des thermostats.



Socle de lampe avec tête en ébonite  
(Catalogue Maure 1931\*)



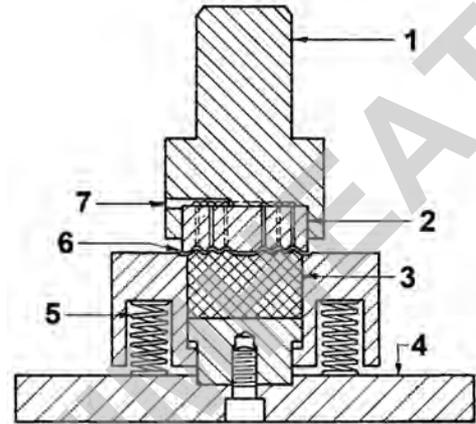
1924 Thermostat d'ambiance Arca  
fonctionnant par dilatation d'une bande  
en ébonite (Catalogue Arca 1924\*)



Thermostat d'ambiance avec socle et  
boitier en ébonite (1925 environ)\*\*



La membrane ondulée d'un des premiers baromètres anéroïdes de Lucien Vidie, les traces de l'outil de repoussage sont visibles, ainsi que la soudure à l'étain. (\*\*)

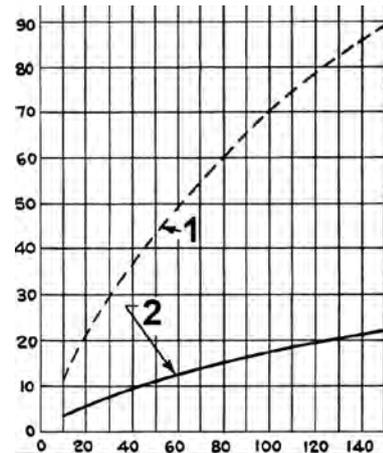


Outillage type de formage de membrane ondulée métallique sur matrice caoutchouc (Copper in instrumentation, 1955 Copper development association \*)

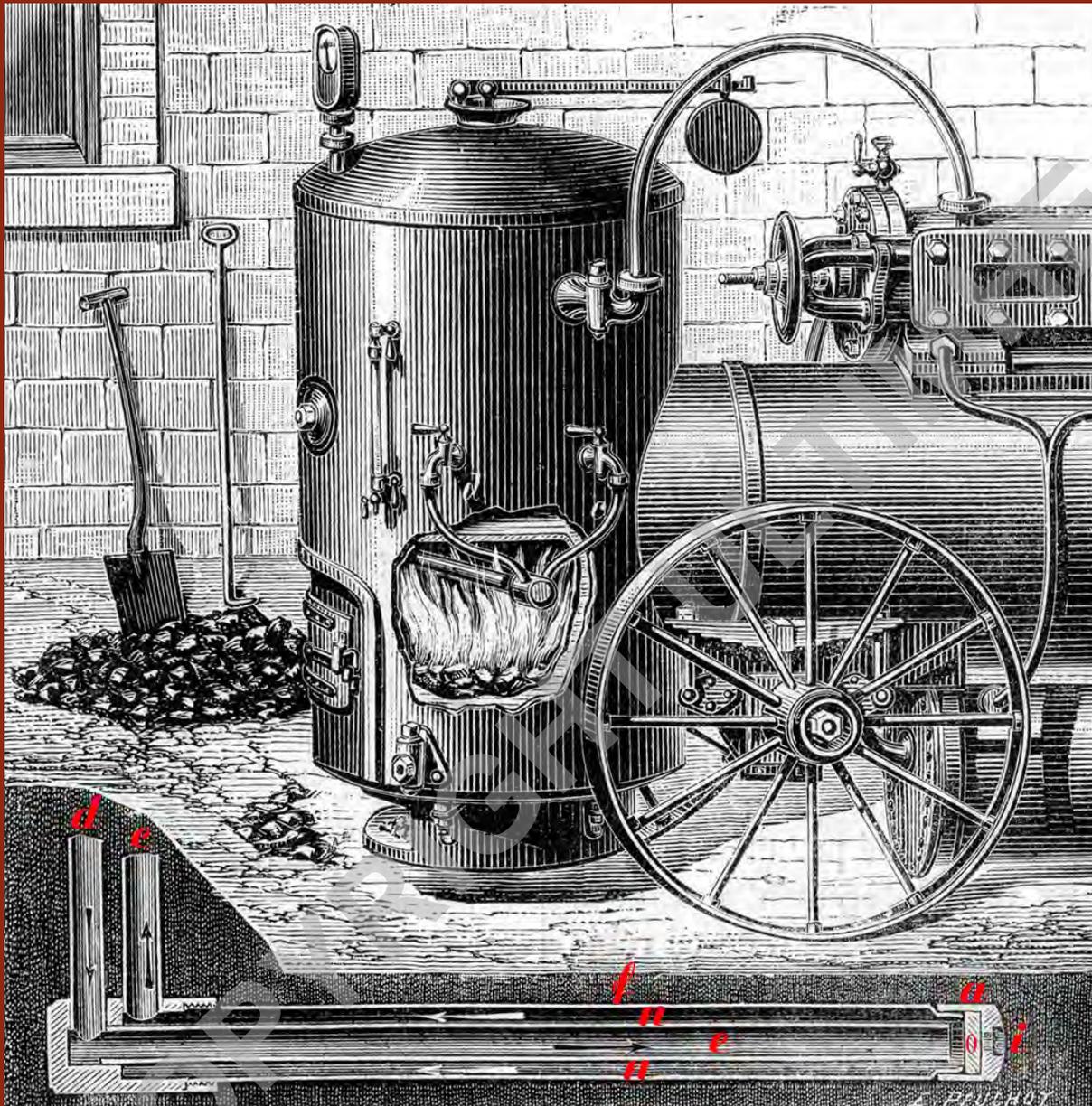
- 1 : Porte poinçon
- 2 : Poinçon
- 3 : Elastomère
- 4 : Socle
- 5 : Ressorts
- 6 : Matrice
- 7 : Events



Exemples de membranes ondulées (Copper in instrumentation, 1955 Copper development association \*)



Comparaison des caractéristiques de déplacement entre une membrane ondulée et une membrane plate 1 : Diaphragme ondulé 2 : Diaphragme plat (Copper in instrumentation, 1955 Copper development association \*)



**Chaudière à vapeur équipée des organes de sécurité usuels : manomètre, indicateur de niveau, soupape de sécurité. Elle comporte en plus un avertisseur de manque d'eau à bouchon fusible Ubermuhlen. Le bouchon fusible est en "O" et sa fusion, lorsque l'eau ne circule plus provoque un sifflement avertisseur dans le foyer (La Nature, N°785, 2 Juin 1888)**

22.00 €



9 782953 961829