



Version Française

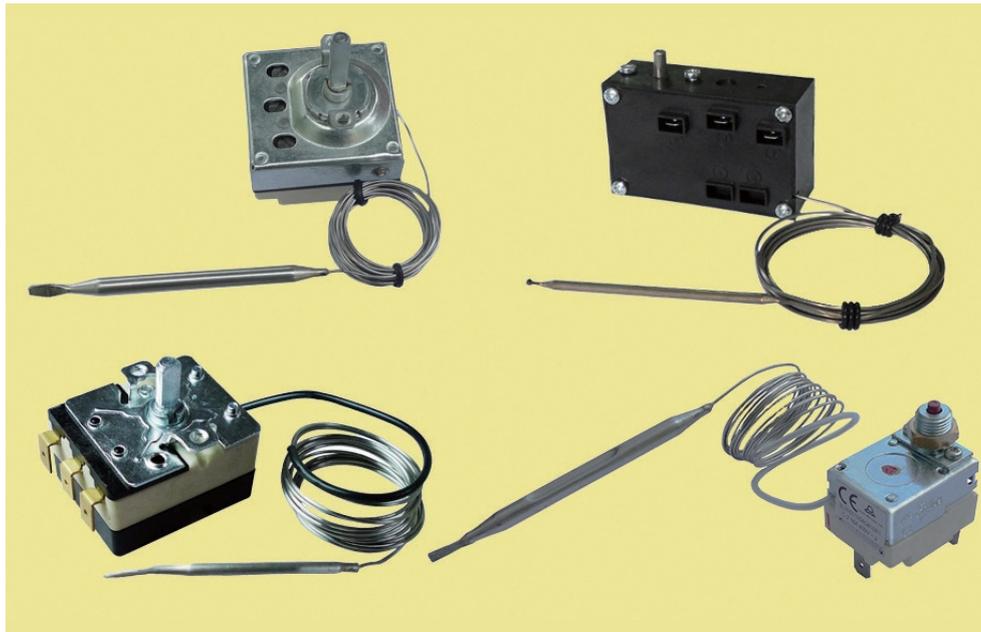


Jacques Jumeau

Technologie des composants utilisés dans le chauffage.

## Chapitre 20

### Comparaison des différents modèles de thermostats



## Comparaison des différents modèles de thermostats

### Thermostats à disque



Utilisés comme thermostats de régulation ou comme thermostat de sécurité à réarmement manuel, les thermostats à disques ont pour organe de mesure de température un disque composé de deux métaux différents laminés ensemble. Ces deux métaux ont des coefficients de dilatation différents. Dès lors un disque bombé va progressivement changer de forme lorsque la température augmente jusqu'au moment où il passera brusquement de la forme concave à convexe. Lorsque la température redescend, il reprend de la même manière sa forme originale. Ce passage brusque actionne une lame de contact. Ces thermostats existent en unipolaire, bipolaire ou tripolaire. La technologie permettant d'obtenir des températures précises et des différentielles faibles est complexe et peu de constructeurs proposent des valeurs précises et des différentielles faibles.

### Thermostats de surface à lame bimétallique



Ces appareils de régulation, réglables, à rupture lente, ont une très grande précision, et une faible différentielle: inférieure à 1°C. Ils se montent à plat sur une paroi, fixés par 2 vis. Cependant en raison de leur rupture lente, génératrice de parasites en 230V, leur utilisation en Europe est marginale, limitée à des utilisations de laboratoire ou lorsque des différentielles faibles sont recherchées. Les plages courantes de température vont de 20 à 250°C.

### Doseurs d'énergie



Les doseurs d'énergie sont un type de thermostat à lame bimétallique comportant une résistance chauffante miniature en contact avec cette lame. La mise sous tension de cette résistance interne chauffe la lame qui se déforme et coupe l'alimentation de la résistance. La lame se refroidit alors et le contact se referme, et un nouveau cycle commence, similaire à un clignotement. L'axe de réglage permet de modifier le rapport entre les temps d'ouverture et de fermeture, et le raccordement électrique permet de mettre une charge externe en parallèle sur la résistance interne. Ce système simple permet de régler de manière continue la puissance résultante d'un élément chauffant. La tension d'alimentation du circuit doit être précisée, car la résistance chauffante miniature interne est réalisée en fonction de cette tension.

### Thermostats à bulbe et capillaire de régulation à dilatation de liquide



Les trains thermostatiques des thermostats à bulbe et capillaire sont composés d'une enceinte fermée comportant un bulbe, un capillaire et un soulet métallique. Le liquide (Huile ou métal liquide) situé à l'intérieur de cette enceinte, se dilate en fonction de la température et le soulet se déforme en se gonflant. Cette déformation est transmise à un système de contact à rupture brusque. Le déplacement du soulet par un axe fileté permet le réglage de la température. La rupture du capillaire entraîne la perte du liquide de remplissage, et en général dans ce cas, le contact reste en position fermée (à l'exception des thermostats dits à « sécurité positive »). Les plages les plus courantes vont de -35 à +320°C. Les températures supérieures, jusqu'à 750°C sont possibles mais nécessitent des liquides de remplissage supportant ces températures sans bouillir. Ces versions haute température (plages au-dessus de 400°C) utilisent un métal liquide comme produit de remplissage, en général un eutectique Sodium Potassium. En cas de rupture du bulbe ou du capillaire ce produit est inflammable au contact de l'eau ou de l'humidité atmosphérique, il est donc nécessaire d'en tenir compte dans leurs applications. Les thermostats à capillaire sont sujets à une dérive parasite due aux variations de

## Comparaison des différents modèles de thermostats

température sur le capillaire et sur le soulet. La différentielle des thermostats à bulbe et capillaire n'est habituellement pas réglable, et est de l'ordre de 2.5% de leur plage de température. Ils existent en version unipolaire, bipolaire ou tripolaire.

Ils sont sujet à une dérive parasite du point de consigne, due à la dilatation du liquide se trouvant dans le capillaire et dans la tête du thermostat en fonction de la température ambiante.

### Thermostats de régulation à canne bimétallique



Ces thermostats sont les plus anciens systèmes de régulation de température, et le premier d'entre eux a été inventé par l'ingénieur Français Jean Simon Bonnemain en 1783. Ils utilisent la dilatation différentielle de deux métaux pour actionner un mécanisme. Ils sont largement utilisés dans les chauffe-eau à accumulation et comme aquastats de chaudière. Leur fonctionnement n'est pas sujet à la dérive parasite due aux variations de température ambiante comme les thermostats à bulbe et capillaire à dilatation de liquide. Ils existent avec contact de régulation ou contact à réarmement manuel. Leur particularité est que la canne de mesure est solidaire de la tête de réglage comportant les contacts électriques. Dans les modèles courants utilisant un tube en laiton ou en inox et une tige en invar, les plages de mesure sont comprises entre -50 et +400°C.

### Thermostats à bulbe et capillaire de régulation avec contact antidéflagrant



Construits sur la même base mécanique que les thermostats standards, et réalisables dans les mêmes plages de température, ces thermostats utilisent un micro-rupteur antidéflagrant. C'est une solution exclusive il y a plus de 15 ans. L'avantage de ce système est d'éviter les lourds et coûteux boîtiers métalliques antidéflagrants IIB ou IIC, et de permettre le réglage du point de consigne sans avoir l'obligation de couper l'alimentation électrique. Les versions les plus simples de ces thermostats ont une sortie électrique par câble, dont le raccordement doit nécessairement s'effectuer dans un coffret à sécurité augmentée ou hors zone explosible. Les versions les plus récentes ont un boîtier de raccordement à sécurité augmentée « e » incorporé. Selon les modèles le pouvoir de coupure peut aller de 5A 250V, unipolaire inverseur jusqu'à 15A 400V. Des versions unipolaires et bipolaires existent.

### Limiteurs à bulbe et capillaire à température fixe, à dilatation de liquide



Ces appareils fonctionnent sur un principe similaire aux thermostats, ne sont pas réglables, et comportent un poussoir de réarmement permettant de refermer le contact électrique lorsque celui-ci s'est ouvert à la suite d'une hausse de température. Il existe une variante de ces limiteurs dite à sécurité positive, qui ouvre automatiquement les contacts si le capillaire ou le bulbe sont percés ou coupés. La membrane du train thermostatique est artificiellement gonflée. Une fuite provoque le dégonflement de la membrane en dessous de sa cote nominale à la température ambiante, et un mécanisme spécial détecte ce déplacement anormal similaire à la mesure d'une température ambiante très basse. L'inconvénient de ce système est que ces limiteurs à sécurité se déclenchent aussi lorsque la température ambiante descend sous une certaine valeur, en général comprise entre -10 et -20°C. Le gonflement artificiel de la membrane ayant fortement augmenté le volume de liquide qu'elle contient, les rend aussi fortement sensibles à la température ambiante, avec des dérives pouvant atteindre 0.3°K/°K.

Ils peuvent être utilisés comme système de sécurité de surchauffe derrière un thermostat mécanique ou un régulateur électronique. Ils existent en version unipolaire, bipolaire, tripolaire et quadripolaire. Ils n'ont généralement que des contacts à ouverture par élévation de température.

### Limiteurs à bulbe et capillaire à réarmement manuel et température réglable, à dilataion de liquide



Ces appareils fonctionnent sur le même principe que les thermostats de régulation, mais comportent un poussoir de réarmement permettant de refermer le contact électrique lorsque celui-ci s'est ouvert à la suite d'une hausse de température. Ils peuvent être utilisés comme système de sécurité de surchauffe derrière un thermostat mécanique ou un régulateur électronique. Thermostats de ce type avec les mêmes plages de réglage que les thermostats de régulation, un contact inverseur (ce qui permet une signalisation du défaut sans relayage), et dans des plages jusqu'à 750°C.

### Limiteurs à bulbe et capillaire à température fixe, à tension de vapeur (aussi dits à ébullition)



Ces appareils fonctionnent sur un principe différent des thermostats à dilataion de liquide. Ils fonctionnent selon un mécanisme simple, inventé il y a 50 ans par la société Wilcolator, combinant le passage brusque de la forme concave à convexe d'un disque métallique lié à la brusque augmentation de pression interne due à l'ébullition d'un liquide dans une enceinte fermée. Ce fonctionnement permet des mécanismes simples. La technologie réside dans la sélection des liquides avec des points d'ébullition différents. Les températures de déclenchement possibles sont limitées par les liquides utilisables. La longueur des capillaires est aussi limitée en raison des pertes de charges induites lors de l'ébullition, qui freinent son fonctionnement.

Il est nécessaire qu'un volume relativement important de liquide soit porté à l'ébullition pour provoquer le déclenchement. C'est la raison pour laquelle les capillaires sont spiralés à l'extrémité mesurant la température. Si les capillaires ne sont pas spiralés, il est nécessaire qu'au moins 30cm soit en contact avec le milieu à contrôler. Ils ne sont jamais réglables, et comportent un poussoir de réarmement permettant de refermer le contact électrique lorsque celui-ci s'est ouvert à la suite d'une hausse de température. Comme le remplissage est effectué sous vide, toute fuite dans le train thermostatique provoque le déclenchement du mécanisme. Ils ne sont pas, contrairement aux systèmes à dilataion de liquide, sensibles aux variations de température ambiante, et ne déclenchent pas lorsque la température baisse sous un seuil limite. Ils sont cependant sensibles aux variations de pression atmosphérique, ce qui limite leur emploi en altitude. Ils peuvent être utilisés comme système de sécurité de surchauffe derrière un thermostat mécanique ou un régulateur électronique. Ils existent en version unipolaire, bipolaire, tripolaire et quadripolaire. Ils possèdent un contact à ouverture par élévation de température. Certains modèles ont un contact inverseur unipolaire ou bipolaire. Les modèles réalisés avec un système de double coupure augmentant l'écartement des contacts, et limitant considérablement les risques de soudure des contacts.

### Limiteurs à réarmement manuel à canne bimétallique

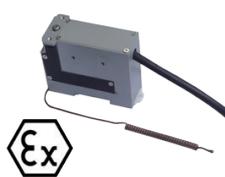


Ces thermostats sont les plus anciens systèmes de régulation de température, et le premier d'entre eux a été inventé par l'ingénieur Français Jean Simon Bonnemain en 1783. Ils utilisent la dilataion différentielle de deux métaux pour actionner un mécanisme. Ils sont largement utilisés dans les chauffe-eau à accumulation et comme aquastats de chaudière. Leur fonctionnement n'est pas sujet à la dérive parasite due aux variations de température ambiante comme les thermostats à bulbe et capillaire à dilataion de liquide. Ils existent avec contact de régulation ou contact à réarmement manuel. Leur particularité est que la canne de mesure est solidaire de la tête de réglage comportant les contacts électriques. Dans les modèles courants utilisant un tube en laiton ou en inox et une tige en invar, les plages de mesure sont comprises entre -50 et +400°C.

### Limiteurs à bulbe et capillaire à sécurité positive avec contact anidélagrant

Construits sur la même base mécanique que les limiteurs à sécurité positive à ébullition, et réalisables dans les mêmes plages de température, ces thermostats utilisent un micro-rupteur anidélagrant. L'avantage de ce système est d'éviter les lourds et coûteux boîtiers

## Comparaison des différents modèles de thermostats



métalliques anidélagrants IIB ou IIC. Les versions les plus simples de ces thermostats ont une sortie électrique par câble, dont le raccordement doit nécessairement s'effectuer dans un coffret à sécurité augmentée ou hors zone explosible. Les versions les plus récentes ont un boîtier de raccordement à sécurité augmentée « e » incorporé. Pouvoir de coupure peut aller de 16A 250V (bipolaire) à 15A 250/400V, unipolaire inverseur.

### Combinés thermostat et limiteur à bulbe et capillaire à température réglable, à dilataion de liquide



Ces appareils fonctionnent sur le même principe que les thermostats de régulation, mais comportent un double bulbe, l'un servant à la régulation, l'autre à une sécurité à réarmement manuel. Ils possèdent un axe de réglage pour la régulation, et un poussoir de réarmement permet de refermer le contact électrique de la sécurité, lorsque celui-ci s'est ouvert à la suite d'une hausse de température. La consigne du seuil de sécurité est fixe. Les contacts sont uniquement à ouverture par élévation de température. Ils sont surtout utilisés dans les applications en triphasé, bien que des versions existent avec coupure unipolaire ou bipolaire. Il existe des versions de ces appareils où le contact à réarmement manuel est à sécurité positive, mais ils ont une forte dérive lorsque la température ambiante sur la tête varie, pouvant aller jusqu'à  $0.3^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ , c'est-à-dire qu'une variation de température ambiante de  $10^{\circ}\text{C}$  sur la tête du thermostat provoque un changement de  $3^{\circ}\text{C}$  du point de consigne.

### Fusibles thermiques (aussi nommés TCO, pour Thermal Cut Off)



Les fusibles thermiques sont composés d'un système ouvrant, à une température donnée, et de manière irréversible, un contact électrique, en général par fusion d'une patte métallique ou plastique. Leur point de déclenchement doit être sélectionné en fonction de la température normale de fonctionnement et suffisamment éloigné de celle-ci pour éviter des déclenchements intempestifs. Leur installation est difficile à mettre en oeuvre. Une gamme de fusibles 16A 250V, câblés et isolés sous silicone, faciles à monter dans des doigts de gants.

### Thermostats électroniques aveugles



Ces produits, offrent une solution intermédiaire entre les thermostats électromécaniques, dont ils conservent les plages de réglage, la fixation, le pouvoir de coupure, l'action tout ou rien, et avec lesquels ils sont en général interchangeables, et les régulateurs électroniques à affichage digital.

Ils sont peu coûteux, permettent des mesures à des distances plus importantes que les thermostats à bulbe et capillaire, offrent une précision plus importante et la possibilité de régler la différentielle de régulation.

### Thermostats électroniques avec affichage digital



Ces produits, offrent une solution d'utilisation simple avec un affichage digital. Des thermostats électromécaniques, ils conservent le pouvoir de coupure, l'action tout ou rien, et la simplicité d'utilisation.

Ils sont peu coûteux, et permettent, outre l'affichage de la température mesurée, des mesures à des distances plus importantes que les thermostats à bulbe et capillaire, offrent une précision plus importante et la possibilité de régler la différentielle de régulation.

### Applications en courant continu

Pour des applications particulières de chauffage en courant continu, en particulier dans le domaine ferroviaires, Ulimheat a développé des systèmes de soulage magnétique des contacts permettant, pour certains modèles de thermostats (Thermostats à disque, thermostat de surface, thermostats à bulbe et capillaire, thermostats à canne), une utilisation en courant continu jusqu'en 230V et 16A, en conservant une durée de vie importante (Pouvant dépasser 100.000 cycles). Ces développements font l'objet d'études spécifiques au cas par cas.