



Rapport technique

Dipl.-Ing. Jochen Loos
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH)
Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



BOSCH

Des technologies pour la vie

Historique de la limitation du niveau d'eau sur les chaudières à vapeur et à eau chaude (haute pression)

Introduction

Les installations de chaudières à vapeur avec un niveau d'eau minimum déterminé étaient commandées manuellement par le chauffagiste avant l'introduction des équipements de chauffe à régulation rapide et des dispositifs de limiteurs de niveau automatisés. Le niveau d'eau était constaté par un verre de visée à l'extérieur de la chaudière et l'alimentation était activée ou désactivée à la main. Si l'alimentation tombait en panne, l'alimentation en combustible était coupée, également à la main en règle générale. Pour les combustions de matières solides, il fallait retirer le combustible de la grille.

Avec l'introduction des dispositifs de régulation du niveau d'eau, cette opération a été automatisée. Sur les installations avec combustion fuel ou gaz, ces dispositifs agissaient directement sur l'alimentation en combustible. Si ce dispositif, qui fonctionnait généralement avec un flotteur magnétique, tombait en panne, l'alimentation en combustible était automatiquement coupée. Pour une question de réglage et d'entretien, ces dispositifs étaient généralement montés à l'extérieur de la chaudière dans des réservoirs d'immersion spéciaux.

Avec l'augmentation de l'automatisation des installations de chaudières à vapeur et la tendance à développer des systèmes ne nécessitant pas de surveillance permanente, la mise au point de dispositifs plus sophistiqués pour la régulation et la limitation du niveau d'eau a été accélérée début des années 70 et réalisée sur la base du principe de conductivité.

Comme, au départ, les premiers dispositifs à commande par conductivité n'étaient pas protégés, en particulier contre les défauts d'isolation, des concepts éprouvés, basés sur le principe du flotteur, étaient en partie raccordés à ces nouveaux dispositifs.

Avec l'amélioration de la capacité d'isolation et de la commutation électrique grâce à l'utilisation de systèmes à deux voies, ce raccordement avec des appareils mécaniques a été abandonné pour permettre un fonctionnement sans contrôles quotidiens. Des contrôles devaient être effectués deux fois par an par un expert. L'évolution s'est poursuivie jusque fin des années 70, date à laquelle un dispositif de limiteur de niveau entièrement autocontrôlé sur base d'électrodes a été mis au point et fabriqué en série. Ces dispositifs ne nécessitent plus de contrôle quotidien ni d'expertise bisannuelle. À la condition, toutefois, qu'ils soient montés à l'intérieur de la chaudière.

Fonctionnement des différents appareils

Les constructions connues et appliquées jusqu'ici sont :

- ▶ Limiteurs de niveau d'eau mécaniques à flotteur avec transfert de signal par contacts de commutation magnétiques :
 - a) avec dispositif de contrôle manuel
 - b) avec dispositif de contrôle électromécanique
- ▶ Dispositif de limiteur de niveau d'eau conductif :
 - a) Dispositifs simples avec contrôles automatiques par cycles prescrits
 - b) Dispositifs à deux voies
 - c) Dispositifs autocontrôlés

Limiteur du niveau d'eau avec flotteur

Les limiteurs de niveau d'eau avec flotteur fonctionnent selon le principe de la poussée verticale d'un flotteur monté sur une tige magnétique. L'aimant est introduit dans un tube principal à l'extérieur duquel sont montés des commutateurs de verrouillage magnétiques. Lorsque l'aimant passe au niveau des commutateurs de verrouillage magnétiques, la fonction d'ouverture et de ferme-

ture est basculée par la force magnétique et entraîne une commutation électrique pouvant être utilisée pour verrouiller la combustion ou donner l'alarme. Ce dispositif peut être contrôlé par cycles au moyen d'un aimant manuel. Le flotteur est poussé par la force magnétique en dessous du niveau d'eau effectif pour simuler un manque d'eau, ce qui doit entraîner l'arrêt de sécurité de l'équipement de chauffe et de l'installation de chaudière.

Pour pouvoir commander cette opération également à distance, des électroaimants remplaceront ultérieurement les aimants manuels.

Ces dispositifs ont d'abord été montés à l'extérieur dans des pots d'encastrement spéciaux. Le câble de liaison entre les flotteurs extérieurs et le ballon de la chaudière était posé au moyen de vannes électriques avec commutateurs de fin de course. Le contrôle et le nettoyage quotidiens de la bouteille d'immersion étaient nécessaires pour être sûr d'éviter la formation de dépôts simulant l'eau.

Illustration 1 : Limiteur de niveau d'eau avec flotteur – le contrôle de l'arrêt de sécurité et le nettoyage quotidien par insufflation sont prescrits

Commutateur magnétique

Le flotteur dans le tube de protection doit être nettoyé quotidiennement

Régulation à deux positions du niveau d'eau

Niveau d'eau minimum —



Illustration 2 : Électrode simple – contrôle quotidien obligatoire par insufflation d'azote

L'insufflation brève d'azote →

(env. 3 bars) par la pression de service de la chaudière baisse le niveau d'eau dans le tube de protection et simule un manque d'eau pour le contrôle de fonctionnement du capteur

Régulation à deux positions du niveau d'eau

Niveau d'eau minimum —



Dispositifs simples à électrodes avec contrôle quotidien

Les dispositifs de sécurité contre le manque d'eau à électrodes par système conductif sont soumis à un contrôle quotidien impératif en raison de leur faible niveau de sécurité en particulier en ce qui concerne le contrôle de l'isolation. Ce contrôle est réalisé en insufflant de l'azote dans le tube de protection qui entoure l'électrode. L'azote insufflé diminue le volume d'eau dans le tube de protection et l'électrode n'est plus en contact avec l'eau. Si le niveau d'eau a baissé jusqu'en dessous de la pointe de l'électrode, l'installation de chaudière est arrêtée d'urgence et un signal est émis.

Dispositifs de niveau d'eau à électrodes à deux voies

Des dispositifs à deux voies ont été mis au point, se basant sur le principe que deux dispositifs ne tombent généralement pas en panne exactement au même moment. Sur ces dispositifs, l'isolation de l'électrode faisait déjà l'objet d'un contrôle

constant, contrairement au commutateur électrique. Le fonctionnement de ces dispositifs doit être contrôlé régulièrement au maximum tous les six mois par l'expert d'un organisme de contrôle technique en diminuant le niveau de l'eau et en enregistrant le point d'arrêt.

Dispositifs de niveau d'eau autocontrôlés à électrodes

Ces dispositifs de limitation sont généralement équipés d'une électrode sophistiquée avec un commutateur électrique qui contrôle continuellement le court-circuit de l'isolation et assure également l'autocontrôle continu du commutateur électrique en tant que tel toutes les 15 ... 20 secondes quant à la conformité du fonctionnement technique de sécurité. Pour ce dispositif, le contrôle quotidien et l'expertise bisannuelle ne sont pas nécessaires. Le fonctionnement conforme de ces installations est généralement contrôlé par le service du fabricant de chaudières en activant les boutons de contrôle prévus à cet effet.

Illustration 3 : Dispositif de niveau d'eau à électrode à deux voies – le fonctionnement du système est contrôlé au moins tous les 6 mois par l'organisme de contrôle TÜV



Illustration 4 : Dispositif de niveau d'eau avec électrode et système d'autocontrôle – pas d'entretien ni de contrôles de fonctionnement nécessaires



Illustration 5 : Système à électrode dans le tube de protection – Garantie permanente du parcours isolant entre les électrodes et le tube de protection



L'électrode de sécurité en tant que limiteur du niveau d'eau minimum est penchée vers le milieu ; possibilité de contact exclue avec le tube de protection

Récapitulatif

L'utilisation des limiteurs de niveau d'eau à flotteur a été largement remplacée par les appareils modernes à électrodes.

Comme les installations de chaudières à vapeur fonctionnaient de plus en plus sans surveillance permanente, le niveau de sécurité des appareils à flotteur ne pouvait plus être assuré en raison des faiblesses mécaniques et de la nécessité de contrôles quotidiens précis.

Le risque de panne des limiteurs de niveau d'eau à flotteur augmente continuellement en particulier sur les appareils anciens.

Ces risques sont dus à l'usure de la force magnétique de l'aimant de transmission et de commutation sur le commutateur de verrouillage magnétique.

Les défauts constatés sur ces limiteurs de niveau d'eau mécaniques ont donné lieu, début des années 70, au développement des appareils à électrodes.

Pour tous les dispositifs à électrodes, le court-circuit à la masse entre l'électrode et le corps de chaudière était la préoccupation principale lors des travaux de recherche et de contrôles.

En raison du principe de conductivité, un défaut au niveau de l'isolation de l'électrode, c'est-à-dire de la séparation électrique entre le pôle de l'électrode et la masse, peut simuler la présence d'eau, ce qui peut provoquer des situations dangereuses si le fonctionnement n'est pas arrêté dans un cas réel de manque d'eau.

En mettant au point un dispositif de contrôle de l'isolation, le défaut concernant uniquement l'isolation a pu être parfaitement maîtrisé sur le plan électrotechnique.

L'adhérence de l'électrode au tuyau de protection environnant a été tentée lors des premiers dispositifs à électrodes avec des croix de centrage synthétiques, mais cette solution n'a pas eu le succès escompté, la formation de dépôts sur cette croix pouvant créer un parcours conducteur et donc créer une connexion électrique entre la masse et l'électrode

C'est pourquoi, sur les dispositifs selon 4 – électrode avec auto-contrôle – on n'installe aucune croix de centrage, par contre en limitant la longueur des tiges d'électrode à maximum env. 600 mm, en penchant les électrodes vers le point central et en élargissant le tube de protection, on crée un écartement assez large entre le tube et l'électrode pour exclure entièrement toute possibilité d'adhérence des tiges d'électrode sur le tube de protection dans la mesure où le montage est effectué correctement et qu'un contrôle est réalisé par la suite. En l'espace de 30 ans, 30000 installations de chaudières ont été mises en place avec ce système et aucun incident relatif au manque d'eau ni dérèglement d'aucune sorte n'ont pu être constatés suite à la défaillance de ce dispositif.

Sur un grand nombre d'anciennes installations équipées dans le passé soit de limiteurs de niveau d'eau à flotteur soit de limiteurs à deux voies, le niveau de sécurité a également été nettement augmenté grâce à l'installation d'électrodes avec autocontrôle.

Actuellement, les dégâts dus au manque d'eau ne sont généralement plus constatés que sur les anciens dispositifs fonctionnant avec le principe du flotteur.

À l'exception bien entendu, outre des manipulations électrotechniques dues au montage de ponts, etc ..., qui sont toutefois possibles sur tous les dispositifs de sécurité indépendamment du principe de transmission et qui doivent être impérativement

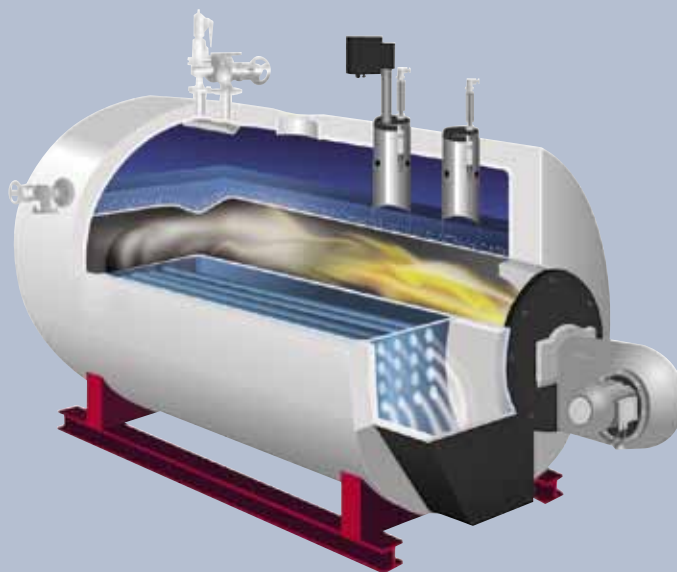
interdites par des instructions appropriées du personnel utilisateur et d'entretien, également des manquements graves aux exigences prescrites en ce qui concerne la qualité de l'eau. L'introduction massive de graisses ou de dureté entravent le bon fonctionnement de l'électrode. Ces matières peuvent être facilement détectées avec les systèmes de détection actuels et l'eau contaminée peut être déviée à temps avant de pénétrer dans la chaudière.

Bien que l'expérience prouve que les modèles de dispositifs avec autocontrôle garantissent le niveau de sécurité maximum, il existe pour les utilisateurs particulièrement inquiets des circuits de protection supplémentaires qui contrôlent en permanence les parcours électriques entre le tube de protection et l'électrode de manque d'eau et qui mettent le dispositif de limiteur de niveau d'eau hors circuit en cas de dépassement de la conductivité maximale autorisée sur cette trajectoire.

Cependant, ce dispositif n'est pas utilisé en République Fédérale d'Allemagne en raison des expériences et mesures évoquées ci-dessus lors du montage de l'électrode.

Dans certains pays, des dispositifs à électrode basiques sont en partie utilisés sans aucun niveau de sécurité. Sur ce type d'installations, il faut assurer une surveillance permanente en observant le verre de visée étant donné qu'il n'y a pas de mise hors circuit automatique en cas de défaut.

Illustration 6 : Eclaté d'une chaudière moderne trois parcours avec le système d'électrode intégré dans le tube protecteur



Comparaison entre les différentes constructions utilisées			
1. Limiteur du niveau d'eau avec flotteur		2. Electrode avec contrôle par insufflation d'azote	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Léger ajustement du point de commutation	Sensible à la corrosion	Contrôle de l'adhérence de l'électrode sur le tube de protection, ou du court-circuit	Le contrôle étant généralement effectué seulement une fois toutes les 24 heures, il n'y a aucune sécurité pour cette longue période étant donné que l'électrode repose sur une construction très simple et que le commutateur électrique n'est pas doté du système d'autocontrôle.
Pas de limitation de longueur pour l'écartement entre le niveau et la position de la tête du commutateur	La fonction de sécurité diminue après un certain temps en raison de la réduction de la force magnétique	Pas de facilité de manipulation des points de commutation en raison du montage fixe	L'insufflation d'azote exige la prise de mesures plus importantes en matière de techniques de sécurité lors de l'inspection de la chaudière pour la révision, le rinçage – risques d'asphyxie !
Minimum électrotechnique pour l'évaluation du signal de commutation	Les pièces mécaniques dans le commutateur de verrouillage magnétique peuvent entraver les commutations nécessaires en raison du grippage des pièces	Contrôle permanent de la qualité d'eau de chaudière et mise hors circuit de sécurité en cas de dépôts non conducteurs sur l'électrode ou de pénétration d'huile	Dispositifs mécaniques pour l'alimentation en azote, comme les électrovannes, etc.
Très bon marché	Sécurité de commutation en fonction de la vitesse d'abaissement		Importante consommation d'azote si les cycles de contrôle sont inférieurs à 24 h
	Sécurité de commutation en fonction de la température ambiante		Les réserves d'azote doivent être vérifiées pour pouvoir réaliser le contrôle
	Facilité de manipulation par des non experts en modifiant la position des commutateurs à verrouillage magnétique		
	Contrôle quotidien nécessaire pour détecter les dysfonctionnements éventuels		
	Rinçage quotidien du réservoir d'immersion en cas de montage à l'extérieur		
	L'expérience prouve que les méthodes de contrôle normalement appliquées n'excluent pas le risque de manque d'eau juste après le contrôle, même si celui-ci a été positif		
	Dégâts dus au manque d'eau en cas de vitesse lente d'abaissement de l'eau dus au manque de forces supplémentaires, comme c'est le cas lorsque le flotteur magnétique bouge rapidement.		

Comparaison entre les différentes constructions utilisées			
3. Appareil de niveau d'eau à électrodes selon le principe des deux voies		4. Dispositifs de limiteur de niveau d'eau à électrodes et auto-contrôle	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Pas de pièces mécaniques	Comme le composant électrique ne se contrôle pas lui-même, il y a un risque de manque d'eau imprévu en cas de défaut sur les deux voies	Pas de pièces mécaniques	Coûts d'acquisition élevés
Pas de facilité de manipulation des points de commutation en raison du montage fixe	Il n'est généralement possible d'augmenter le niveau d'eau dans la chaudière qu'en raccourcissant la tige de l'électrode	Pas de manipulation des points de commutation en raison du montage fixe	Il n'est généralement possible d'augmenter le niveau d'eau dans la chaudière qu'en raccourcissant la tige de l'électrode
Contrôle permanent de la qualité d'eau de chaudière et mise hors circuit de sécurité en cas de dépôts sur l'électrode ou de pénétration d'huile, etc.		Contrôle permanent de la qualité d'eau de chaudière et mise hors circuit de sécurité en cas de dépôts sur l'électrode ou de pénétration d'huile, etc.	
Bon marché		Autocontrôle régulier également du commutateur électrique toutes les 15 ... 20 secondes	
		Le fonctionnement de l'isolation de l'électrode et du circuit de commutation électrique peut être facilement contrôlé au moyen d'un bouton de contrôle séparé	
		Sécurité en cas de rupture de câble ou de court-circuit du câble d'alimentation de l'électrode	

Les installations de production :
Usine de fabrication 1 Gunzenhausen
Bosch Industriekessel GmbH
Nürnberger Straße 73
91710 Gunzenhausen
Allemagne

Usine de fabrication 2 Schlungenhof
Bosch Industriekessel GmbH
Ansbacher Straße 44
91710 Gunzenhausen
Allemagne

Usine de fabrication 3 Bischofshofen
Bosch Industriekessel Austria GmbH
Haldenweg 7
5500 Bischofshofen
Autriche

www.bosch-industrial.com

© Bosch Industriekessel GmbH | Figures uniquement
à titre d'exemple | Sous réserve de modifications |
07/2012 | TT/SLI_fr_FB-Entwicklungsgeschichte_01