

Hydraulique

REVUE PÉRIODIQUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES
ET INDUSTRIELLES DES THERMICIENS

DOSSIER LÉGIONNELLOSE



**Légionellose:
un péril
mondial !**

G CALEFFI



Tables des matières

Directeur de la publication :
Marco Caleffi

Responsable de la Rédaction :
Fabrizio Guidetti

Ont collaboré à ce numéro :
Mario Doninelli,
Marco Doninelli,
Jérôme Carlier
Roland Meskel

Hydraulique est une publication
éditée par Caleffi France
Imprimé par:
Poligrafica Moderna - Novara - Italie
Dépôt légal: octobre 2004
ISSN en cours

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, n.25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
Tel. +39 0322 8491
Fax +39 0322 863305
info@caleffi.com
www.caleffi.com

CALEFFI FRANCE

La Masaltière · Quartier Pélingron
26120 Montmeyran
Tel. +33 (0)4 75 59 95 86
Fax +33 (0)4 75 84 15 61
france.consulting@caleffi.fr
www.caleffi.fr

Copyright Hydraulique Caleffi. Tous droits réservés. Il est strictement interdit de publier, reproduire ou diffuser une quelconque partie de la revue sans l'accord écrit de Caleffi France.

- 3 Dossier légionelle
- 4 Légionellose cadre clinique et responsabilités
- 7 Conditions de développement de la légionellose
Installations et procédés technologiques à risque
- 8 Habitat de la légionelle dans les installations
- 9 Traitements de désinfection
- 11 Prévention et désinfection des installations
Tours de refroidissement et condenseurs
d'évaporation
- 13 Installations de conditionnement d'air
- 15 Piscines, thermes et fontaines décoratives avec jets
d'eau
- 17 Installations de production d'eau chaude sanitaire
- 18 Remarques sur les traitements thermiques proposés
par les L.G.A.
- 20 Autres considérations sur les traitements thermiques
Traitement thermique continu
- 24 Danger de brûlures
- 26 Nouvelles considérations avec schémas d'applications
"Système Carlier-Meskel"
- 27 Conclusions
- 34 Déterminations du matériel
- 35 Vannes à sphère avec clapet incorporé - BALLSTOP
- 36 Mitigeurs thermostatiques pour installations centralisées
- 38 Mitigeurs thermostatiques anti-calcaire, réglables
- 39 Dispositif de sécurité thermique anti-brûlure
- 40 Mitigeurs thermostatiques à sécurité anti-brûlure
- 42 Stabilisateurs automatiques de débit - AUTOFLOW
- 44 Séparateurs d'air - DISCAL
- 46 Principales lignes directrices européennes pour le
contrôle et la prévention de la légionellose
- 47 Bibliographie

DOSSIER LEGIONELLE

Ingénieurs Marco et Mario Doninelli du bureau S.T.C.
Jérôme Carlier et Roland Meskel de Caleffi France Consulting

Dans le numéro 16 de la revue *Idraulica* (1er semestre 1999) nous avons déjà signalé l'existence et la gravité du risque *légiionelle* : c'est-à-dire du risque lié à la présence de cette bactérie dans les installations de climatisation et de distribution d'eau. Le numéro 23 de *Idraulica* (novembre 2002), élaboré par Marco et Mario Doninelli, est revenu sur le sujet pour le compléter et l'actualiser en Italie.

Abordons aujourd'hui ce thème en France et tentons avant tout de le rendre plus clair. Le problème *légiionelle* est encore caractérisé par de nombreuses incertitudes et imprécisions. Cela peut même créer de sérieux problèmes aux **Opérateurs Techniques**, (bureaux d'études, installateurs, gérants d'installations) car :

1. **cela nous empêche d'être en mesure de prévoir et de préparer les défenses appropriées** contre un danger dont la gravité ne laisse désormais aucun doute;
2. **cela nous expose à de gros risques professionnels**, à des accusations plus ou moins graves, qui peuvent arriver, en cas de décès, à l'homicide involontaire;
3. **cela peut nous induire** (comme par exemple dans le cas du choc thermique) **en erreurs** susceptibles de compromettre les performances des installations.

Nous avons divisé le sujet en cinq parties :

Dans la première, nous rappellerons brièvement l'histoire de la *légiionelle* et nous ferons un résumé, bref mais exhaustif en l'état de nos connaissances, des maladies qu'elle peut provoquer, des dispositions de la loi en vigueur et des responsabilités en cas de contamination;

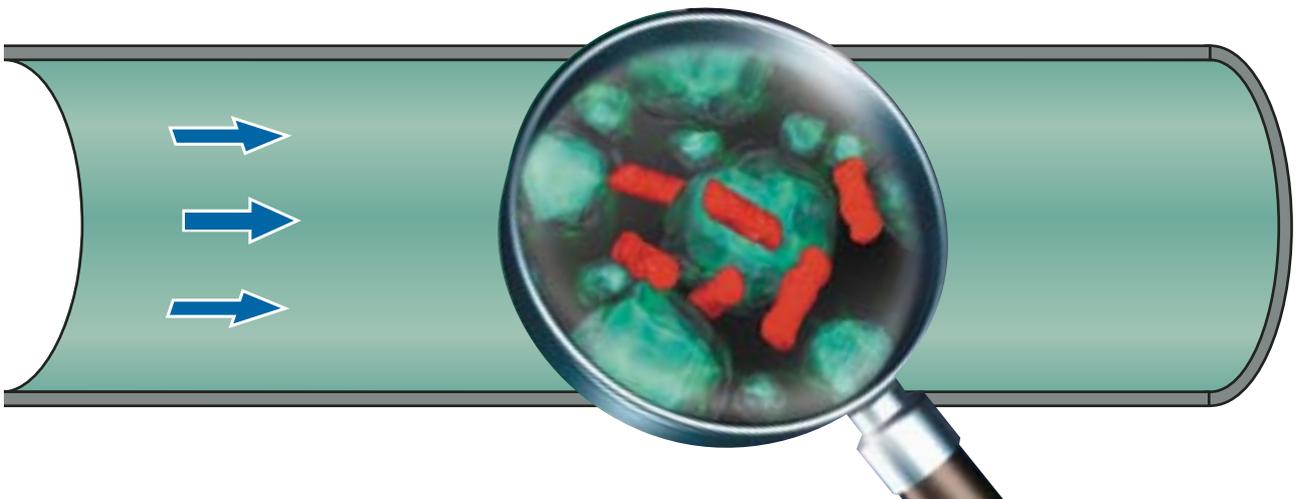
Dans la deuxième, nous verrons de quelle façon la *légiionelle* vit dans les installations et comment elle peut infecter l'homme;

Dans la troisième, nous examinerons les traitements chimiques et physiques qui peuvent être, généralement, utilisés contre la *légiionelle*;

Dans la quatrième, nous nous occuperons des traitements spécifiques utilisés pour désinfecter les installations à risque élevé;

Dans la cinquième partie, nous tenterons enfin d'évaluer avec précision les aspects de la désinfection des installations d'eau chaude sanitaire et tours aéroréfrigérantes.

A ce sujet, nous proposerons des solutions que nous estimons intéressantes et relativement faciles à appliquer.



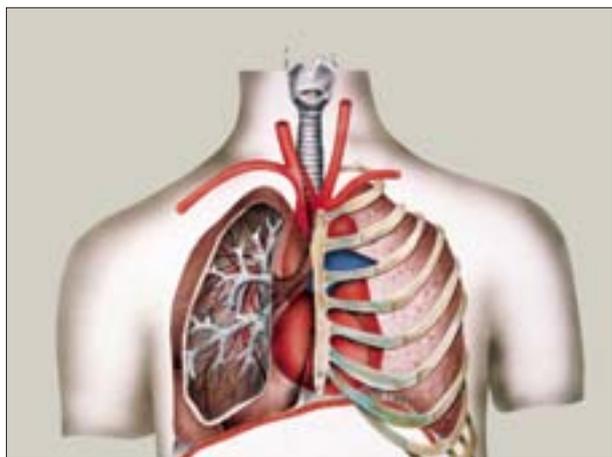
La bactérie mesure 0,3 à 0,9 μm en largeur et 2 à 20 μm en longueur. En primo culture sur milieu BCYE les colonies atteignent 3 à 4 mm^2 en 7 jours d'incubation (BCYE= Buffered Charcoal Yeast Extract). Croissance optimale dans en milieu légèrement acide, Ph 6,8/6,9.

LEGIONELLOSE CADRE CLINIQUE ET RESPONSABILITÉS

Le terme *légionellose* indique toutes les formes d'infection causées par différents types de bactéries gram-négatifs aérobies du genre *legionella*. A ce jour, plus de 49 espèces de bactéries et 64 sérogroupes de ce genre ont été identifiées : la pneumophila séro groupe 1 est l'espèce la plus dangereuse, qui est responsable d'environ 85% des cas de *légionellose* diagnostiquées en France.

Remarques historiques

Le terme *légionelle* fait allusion à une réunion tragique d'anciens combattants de la guerre du Vietnam (les *légionnaires*) qui se tint en juillet 1976 dans un hôtel de Philadelphie (USA). Au cours de ce rassemblement, 221 de 4400 personnes furent victimes de pneumonie aiguë et 29 en moururent. Quelqu'un évoqua même une attaque biologique des Russes. Mais on découvrit que la cause de ces décès était imputable à l'action de bactéries, autrefois inconnues, qui s'étaient développées dans les installations de climatisation, auxquelles on donna alors le nom de *légionelles*. Des enquêtes rétrospectives ont ensuite attribué à ces mêmes bactéries de nombreux cas d'épidémie de pneumonie aiguë dont la cause n'avait jamais été identifiée. D'aucun ont prétendu que c'était la maladie des climatiseurs. Nous savons qu'il n'en est rien, le problème n'étant en réalité lié qu'à certaines techniques de refroidissement.



Formes cliniques de la légionellose

Du point de vue clinique, la *légionellose* peut se manifester sous deux formes : la *fièvre de Pontiac* et la *maladie du Légionnaire*.

□ *La fièvre de Pontiac*

Elle se manifeste après une période d'incubation de 1 à 4 jours; elle est caractérisée par une forte fièvre, des douleurs musculaires, des maux de tête et (quelquefois seulement) des troubles intestinaux.

Il n'y a pas de pneumonie, même en présence de toux dans certains cas. Cette forme de *légionellose* passe souvent pour une simple grippe. Il arrive qu'il n'y ait besoin ni de thérapie antibiotique, ni d'hospitalisation.

□ *La maladie du Légionnaire*

Elle se manifeste après une période d'incubation de 2 à 10 jours (en moyenne 5 ou 6). Elle peut comporter : une fièvre élevée, des douleurs musculaires, de la diarrhée, des maux de tête, des douleurs thoraciques, une toux généralement sèche (mais parfois aussi purulente), une insuffisance rénale, un état confusionnel, la désorientation et la léthargie. C'est une infection qui ne se distingue pas clairement des autres formes de pneumonies, atypiques ou bactériennes. La thérapie se base sur le traitement par antibiotiques et sur les mesures ordinaires d'aide respiratoire ou systémique. La maladie peut être mortelle surtout si elle est diagnostiquée trop tardivement ou qu'elle se présente chez des sujets très faibles (un test de recherche d'antigènes urinaire pratiqué en 15 minutes permet de détecter la maladie).

Modalités de transmission de la maladie

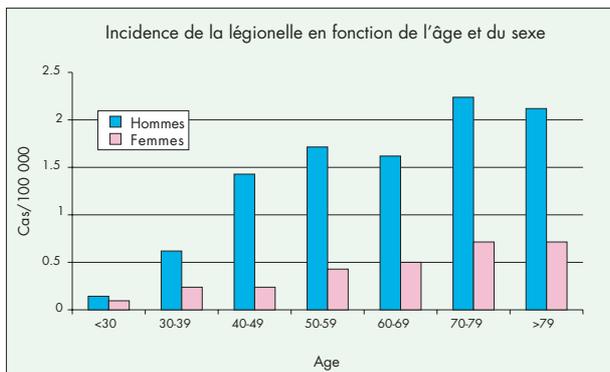
On peut attraper la *légionellose* en respirant de l'eau contaminée diffusée en aérosols : c'est-à-dire en gouttes très fines. **La maladie ne s'attrape ni en buvant de l'eau contaminée ni par transmission directe d'homme à homme (aucune contamination de ce type n'a pu être prouvée)**. La bactérie *legionella pneumophila* s'attaque au système respiratoire en obstruant les alvéoles pulmonaires.

Sujets les plus exposés à la maladie

La *légionellose* peut frapper même les personnes saines et en bonne santé, comme le montre justement le cas des Légionnaires de Philadelphie. Cependant les facteurs qui prédisposent à la maladie sont :

- l'immunodéficience,
- les maladies chroniques,
- le tabagisme (pour 40%),
- l'éthylisme,
- l'âge,
- le sexe du patient.

Le graphique de la page ci-contre illustre l'incidence de l'âge et du sexe dans les cas enregistrés en France en 1998 (source : Dr. Bénédicte Decludt-Janssens, InVS, colloque CSTB/RISE, 16 décembre 1999).



Fréquence de la maladie

On estime qu'il y a chaque année aux Etats-Unis au moins 11 000 cas de légionellose, tandis qu'en Italie on comptait 639 signalisations en 2002. En France le nombre est de 1044 cas déclarés en 2003 soit 1,8 habitants/100.000 (parmi lesquelles 129 personnes décédées !) contre 1,4 hab./100.000 en 2001 (voir site www.invs.santé.fr). En Espagne ce taux est en 2003 de 2,9 hab./100.000.

Le nombre de cas recensé dans le monde ne cesse de croître. Et pourtant cette maladie est sous-estimée parce qu'elle ne présente pas un cadre clinique précis qui permette de la distinguer clairement des autres formes de pneumonies typiques ou bactériennes.

Signalisation des cas

En raison de la gravité de la maladie, il est obligatoire dans la plupart des pays européens de signaler aux autorités compétentes les cas de *légionellose*.

En France la signalisation est obligatoire depuis 1987. Depuis 1997, elle a été réellement renforcée (circulaire DGS n°97/311 du 24 Avril 1997).

Chaque année, les informations sur les cas signalés sont publiées, par région, département et sexe, sur le Bulletin d'Epidémiologie du Ministère de la Santé, (www.invs.santé.fr/beh)

Usagers à risque

En raison des considérations faites plus haut, les installations les plus exposées sont :

- les hôpitaux, les cliniques, les établissements de soin, etc.;
- les hôtels, les casernes, les campings et les structures d'hébergement en général;
- les installations sportives et scolaires;
- les bâtiments équipés de tours de refroidissement par voie humide;
- les piscines;
- les thermes;
- les fontaines décoratives et les cascades artificielles.

Réglementations et documents de références

Actuellement en France, les principaux documents de référence sont :

- Les circulaires de la Direction Générale de la Santé
 - Circulaire DGS n°7A,DO5/E4,DPPR/SEI n°2003-306 du 26 juin 2003 relative à la prévention du risque aux légionelles dans les tours aérorefrigérantes des établissements de santé.
 - Circulaire DGS n°2002/273 du 2 mai 2002 relative à la diffusion du rapport du conseil supérieur d'hygiène publique de France relatif à la gestion du risque lié aux légionelles.
 - Circulaire DGS / 7D7A / SD5C-DHOS-E4 n°2002/243 du 22 avril 2002 relative à la prévention gestion du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.
 - Circulaire DGS n°98/771 du 31 Décembre 1998 relative à la mise en œuvre de bonnes pratiques d'entretien des réseaux d'eau dans les établissements de santé et aux moyens de prévention du risque lié aux légionelles dans les installations à risque et dans celles des bâtiments recevant du public.
 - Circulaire DGS n°97/311 du 24 Avril 1997 relative à la surveillance et à la prévention de la légionellose.
 - Circulaire DGS/DH n°236 du 2 Avril 1996 relative à la désinfection des endoscopes.
 - Circulaire DGS/SD1.D.92/ n°513 du 20 juillet 1992 relative à la qualité des eaux minérales naturelles dans les établissements thermaux.
 - Le rapport du CSHPF de novembre 2001 sur la gestion du risque lié aux légionelles.
 - Le guides des bonnes pratiques : legionelles et tours aérorefrigérantes
 - Le rapport de la mission d'expertise sur la maîtrise du risque de légionellose à l'hôpital Européen Georges Pompidou (n°2001.043) (mars 2001)
 - L'avis du conseil supérieur d'hygiène publique de France du 16 avril 1999 sur la place de l'antibioprophylaxie dans la prévention des légionelloses nosocomiales.
 - 100 recommandations pour la surveillance et la prévention des infections nosocomiales Deuxième édition 1999.
 - Le Guide de bonnes pratiques DGS de juin 1995 : « Recommandations de bonnes pratiques sanitaires dans les établissement thermaux ».
 - L'arrêté du 20 juillet 1992 modifiant l'arrêté du 14 octobre 1937 modifié relatif au contrôle de la source d'eaux minérales.
- Par besoin de simplification, nous appellerons par la suite ces indications par le sigle : L.G.A. (Lignes Générales Anti-légionelles).

Responsabilité civil et pénal

Il est très souvent constaté en matière de lutte contre la légionellose, qu'une absence d'information, de coordination ou d'implication des acteurs concernés conduit à ralentir la bonne mise en œuvre des mesures de gestion en routine ou lors des alertes. Une analyse des risques doit être menée en association entre les différents intervenants de l'établissement. Une grande attention doit être portée à la définition des procédures d'alerte en cas de survenue de difficultés et à la description des modalités d'intervention, des mesures de sauvegarde et des protections à prendre.

Le rôle et la responsabilité de chacun des intervenants doivent être clairement définis. Une implication des acteurs suivants est nécessaire :

1. Pour les établissements de santé : le directeur général, les directeurs administratifs concernés (pour le management, la passation de marchés), le directeur technique de l'établissement (plans et travaux), le prestataire de service d'exploitation et de maintenance des installations, le personnel soignant et pas seulement médical (pour les aspects concernant les soins et notamment les interventions lors de la survenue de cas de légionellose), l'équipe opérationnelle d'hygiène, le CLIN (Comité de lutte contre les Infections Nosocomiales), le professionnel chargé du signalement des infections nosocomiales.

Notons que le CLIN peut également apporter une expertise sur les questions que les établissements se posent en matière de gestion des risques liés aux légionelles.

2. Pour les analyses, les responsables des laboratoires d'analyses.

3. Pour la distribution de l'eau :

– Le responsable de la distribution publique (maire, président du syndicat de distribution, responsable des services techniques, représentant de la société concessionnaire ou fermière).

– Les techniciens ou les personnels qui gèrent et entretiennent les réseaux intérieurs de distributions d'eaux.

– Le propriétaire ou les utilisateurs d'une ressource en eau privée (par ex. : puits ou captage) s'il est fait appel à cette solution particulière.

L'identification des missions de chaque intervenant est en effet un des points essentiels pour la mise en place d'une démarche qualité (cf. norme NF-EN-ISO 9001). Ces missions peuvent notamment être décrites dans les fiches de poste qui précisent les tâches à accomplir. Cette description doit tenir compte des dispositions juridiques générales, en

particulier du code de la santé publique et de l'organisation propre à chaque structure.

– Le personnel soignant a une responsabilité générale vis-à-vis de tous les éléments intervenants dans le processus de soin.

– Le responsable qualité, s'il existe, est chargé de l'ensemble des procédés et des pratiques qui vont de l'eau aux soins donnés aux patients dans les établissements de santé.

– L'équipe opérationnelle d'hygiène, le CLIN et la CME, dans les établissements de santé, doivent veiller à ce que les dispositions mises en œuvre ne soient pas à l'origine de risques nosocomiaux; ce sont des interlocuteurs de référence par rapport aux risques infectieux;

– La responsabilité propre des autres intervenants dépend de leur statut dans leur organisme et des contrats passés entre les organismes. »

(fiche n°IX – les acteurs et leurs responsabilités- de la circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.).

En outre, une recherche en responsabilité peut être engagée à l'encontre de tous les opérateurs (Bureau d'étude, installateurs, exploitants, maître d'œuvres, services publics ou privés, propriétaires...) sur la base des textes suivants :

Code civil

- Article 1792 : responsabilité décennale.
- Article 1384-1 : responsabilité de plein droit pour risque connu.
- Articles 1382 & 1383 : responsabilité pour faute d'imprudence, de négligence ou d'inattention dans l'entretien des installations.
- Article 1147 : responsabilité pour obligation accessoire de sécurité à l'égard des utilisateurs.

Code pénal

- Articles 221-6;229-19;220-20 : responsabilité pour atteinte involontaire à l'intégrité des personnes.
- Articles 121-3 & 223-1 : responsabilité pour mise en danger d'autrui.

Code de la consommation

- Loi du 19 mai 1998/directive du 5 juillet 1985, article L111-1 : obligation de sécurité, d'information et de conseil.
- Loi n°64-1245 du 16 décembre 1964 : délit de pollution de l'eau.
- Loi n°61-842 du 2 août 1961 : délit de pollution de l'air.

CONDITIONS DE DÉVELOPPEMENT DE LA LEGIONELLOSE

Les bactéries de la *légionelle* se trouvent à l'état naturel dans les fleuves, les lacs, les puits et les eaux thermales. Elles peuvent aussi se trouver dans les aqueducs, car elles sont en mesure de franchir sans trop de dommages les traitements de potabilisation ordinaires.

Cependant, la seule présence de ces bactéries ne présente aucun danger pour les personnes. Les bactéries ne deviennent dangereuses que si les conditions suivantes sont aussi remplies :

1 - Température optimale de développement

entre 25 et 42°C

la croissance des bactéries est maximale à 37° environ (température de douche par ex.)



2 - Milieu aérobic

C'est-à-dire, milieu avec présence d'oxygène (cas de l'eau sanitaire)



3 - Présence d'éléments nutritifs et protecteurs

Bio-films, scories, ions de fer et de calcaire, autres micro-organismes (présents en grandes quantités dans nos installations)



4 - Pulvérisation de l'eau

avec formation de micro-gouttes ayant des diamètres compris entre 1 et 5 microns (inhalables par les poumons)



5 - Niveau de contamination

dépend beaucoup de l'état de santé de la personne

L'UFC/I (unité formant colonie) est l'unité de mesure qui permet d'évaluer la contamination de l'eau et qui indique la quantité de micro-organismes présents dans un litre d'eau.

Rappelons que récemment (22 avril 2002), en France, une circulaire de la **Direction Générale de la Santé** a fixé les valeurs suivantes :

- 1.000 UFC/I pour les zones ouvertes au public;
- 100 UFC/I pour les zones réservées aux traitements débilissants ou immunodépresseurs

INSTALLATIONS ET PROCÉDÉS TECHNOLOGIQUES À RISQUE

Les premiers cas de *légionellose* ont été attribués presque exclusivement à des bactéries provenant des tours de refroidissement, des condenseurs d'évaporation et des unités de traitement de l'air. On a longtemps cru que les climatiseurs étaient les principaux, sinon les uniques, responsables de la diffusion de la maladie.

Il n'en est rien : sont à risque toutes les installations et les procédés techniques qui opèrent dans les conditions indiquées dans la colonne ci-contre. Ou, si vous préférez (par simplicité), **sont à risque toutes les installations et tous les procédés thermiques comportant un chauffage modéré de l'eau et sa nébulisation**. En effet, dans la pratique la *légionelle* réussit presque toujours à trouver des substances nutritives.

Nous dressons ci-dessous la liste des installations et leurs points « critiques » les plus à risque :

Tours de refroidissement

- tours humides à circuit ouvert,
- tours humides à circuit fermé,
- évapo-condenseurs.

Installations de climatisation

- humidificateurs à baquet humide,
- laveurs d'air à jet,
- nébuliseurs,
- séparateurs de gouttes,
- filtres,
- silencieux.

Installations hydro-sanitaires

- tuyauteries,
- réservoirs d'accumulation,
- vannes et robinets,
- pommeaux de douche,
- douchettes de baignoire.

Système d'urgence

- douches de décontamination,
- stations de lavage des yeux,
- systèmes d'extinctions automatiques d'incendie.

Piscines et bassins

- piscines et bassins d'hydromassage,
- bassins chauds,
- Spas.

Fontaines décoratives

Appareils de distribution d'oxygène

Systemes de refroidissement des machines-outils

HABITAT DE LA LÉGIONELLE DANS LES INSTALLATIONS

La *légionelle* est un ennemi qu'il faut bien connaître. On risque sinon de l'affronter avec des armes impropres et complètement inadaptées.

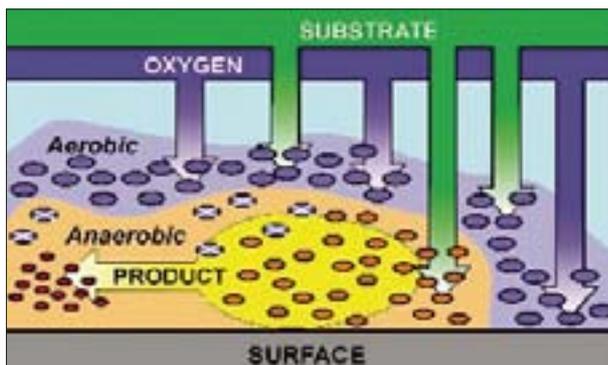
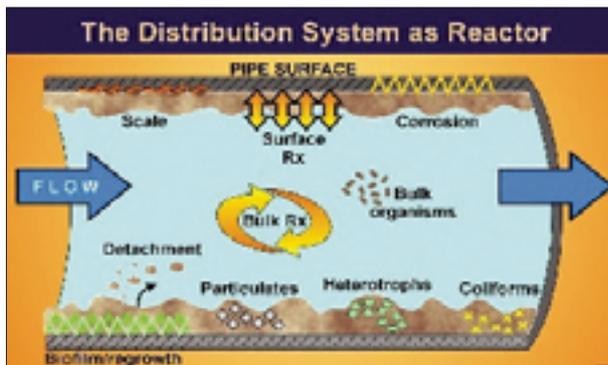
De nombreux organismes, français notamment (Comité de Lutte contre les Infections Nosocomiales, CSTB, laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, Costic, DASS, CNR- Légionelle Laboratoire Centrale de Microbiologie, Ministère de la Santé,...) contribuent à une meilleure réponse scientifique et technique.

Où vit et comment se développe la *légionelle* ?

La *légionelle* peut se trouver dans les installations, seule ou parasite de protozoaires comme les amibes.

1. libre dans l'eau;
2. **ancrée au bio-film**: c'est-à-dire agglomérée à d'autres bactéries, algues, polymères et sels naturels.

C'est justement dans ces agglomérats que la *légionelle* trouve l'apport indispensable pour vivre et se développer. Des études avancées sur la nature et les caractéristiques des bio-films sont encore en cours à l'Université de l'Etat du Montana (MSU), qui dispose d'un centre de recherche consacré à cet effet : le CBE (Center for Biofilm Engineering). Les dessins ci-dessous sont tirés des publications de ce centre. Le dessin du haut représente les échanges qui se produisent normalement entre les surfaces métalliques et les bio-films; celui du bas illustre l'évolution des bio-films en présence de phénomènes de corrosion.



Sans nous perdre dans les détails, sachons que les bio-films se développent là où ils trouvent les supports nécessaires à l'ancrage, des substances nutritives et des températures adéquates. Il s'agit de conditions qui sont parfaitement remplies, par exemple, dans les tours d'évaporation ou dans les tuyaux de circulation d'eau chaude à faible vitesse, c'est-à-dire avec des vitesses qui ne créent aucune turbulence (flux laminaire) susceptible d'empêcher l'ancrage des bio-films.

Où et comment peut se cacher la *légionelle* ?

Dans les bio-films, la *légionelle* peut non seulement se développer mais aussi se cacher.

Ce fait doit être pris en considération car il **rend compte de l'inefficacité des traitements de désinfection qui n'agissent que localement.**

Il ne suffit donc pas, par exemple, dans une installation d'eau chaude sanitaire de désinfecter (chimiquement ou thermiquement) uniquement le chauffe-eau, en espérant que tôt ou tard, le circuit de bouclage portera les bactéries à travers le chauffe-eau. Cet espoir est vain car les bactéries peuvent trouver un refuge sûr dans les bio-films.

Mesure de la contamination

La présence des bio-films, **peut en outre causer des erreurs significatives d'évaluation des niveaux de contamination des installations.**

En effet, lorsqu'on effectue les mesures, les bio-films peuvent se briser (à cause des écarts thermiques importants, des turbulences subites ou des chocs mécaniques) et libérer de grandes quantités de bactéries qui, en fait, modifient considérablement le niveau réel de contamination de l'installation. En conséquence, les mesures obtenues ne sont pas toujours sûres et doivent être refaites en cas de doute.

Actions qui s'opposent à la formation des bio-films

Il est donc **très important d'essayer de s'opposer à la formation des bio-films pour lutter contre la *légionelle*.** Dans ce but, nous pouvons dire, d'une façon générale, que :

- il est vivement conseillé d'utiliser des réservoirs d'eau et des canalisations ayant une surface faiblement adhérente afin de limiter les risques d'ancrage des bio-films;
- dans les conduites, supprimer les régimes laminaires (faible vitesse) au profit de régimes turbulents (vitesse élevée), car plus la vitesse est élevée et moins l'accroche du bio-film est possible. Attention cependant pour éviter les problèmes de bruit et de corrosion, à ne pas dépasser la vitesse de 1,5 m/s en régime continu (voire jusqu'à 2 m/s dans les parties inoccupées).
- l'eau ne doit pas stagner et il faut donc éviter les chauffe-eau avec des raccords hauts, les collecteurs avec un trop grand diamètre et les bras morts.

TRAITEMENTS DE DÉSINFECTION

Il s'agit de traitement dont le but est d'éliminer ou de limiter de façon importante la présence de la *légiionelle* dans les installations.

Sur le site Internet www.legionellose.com on affirme que ces traitements ont apporté, à ce jour, « **plus d'échecs que de succès** » : c'est-à-dire **plus de graves échecs que de succès**. Et les facteurs suivants en seraient responsables:

- connaissance insuffisante des problèmes liés à la présence des bio-films;
- acquisition incomplète des informations inhérentes aux caractéristiques techniques des installations;
- importance insuffisante accordée aux phénomènes liés aux dépôts calcaires et à la corrosion;
- connaissance inadéquate des temps de contact requis entre les substances désinfectantes et les bactéries.

Ces considérations et évaluations sont probablement justes et nous estimons qu'elles sont une introduction parfaite à l'analyse qui suit. **En effet, les traitements sont trop souvent présentés comme sûrs et fiables même lorsqu'ils ne le sont pas.**

Chloration

Le chlore est un agent oxydant puissant, utilisé depuis de nombreuses années pour désinfecter les eaux potables (l'efficacité de l'eau de Javel diminue fortement quand le pH augmente; le brome peut être également employé). Cependant, le traitement légionelle requiert des doses très élevées, qui présentent des effets négatifs :

- la formation d'halométhanes (substances qui seraient cancérigènes);
- l'apparition de graves phénomènes de corrosion
- l'instabilité de la concentration dans le temps;
- la faible pénétration dans les biofilms;
- l'action insuffisante là où l'eau stagne;
- l'altération du goût et de la saveur de l'eau.

Bioxyde de chlore

Il possède de bonnes qualités antibactériennes, ne produit pas d'halométhanes et reste assez longtemps dans les tuyauteries. Ses molécules sont même en mesure de pénétrer à l'intérieur des bio-films. Il présente cependant les inconvénients suivants :

- il doit être produit « sur place » à travers des procédures plutôt complexes;
- il peut corroder les tuyauteries, bien que moins gravement que le chlore;
- il demande des coûts de gestion assez élevés.

Ions positifs de cuivre et d'argent

Ils exercent une forte action bactéricide grâce à leur charge électrique qui est en mesure d'altérer la perméabilité des organismes cellulaires et de causer une dégradation protéique. Ils peuvent, en outre, s'accumuler dans les bio-films, Leur effet est donc persistant (pendant quelques semaines) même après la désactivation du traitement. Ils présentent les inconvénients suivants :

- ils ne peuvent pas s'utiliser sur les surfaces galvanisées car le zinc désactive les ions d'argent;
- il peut corroder les tuyauteries, bien que moins gravement que le chlore;
- il demande des coûts de gestion assez élevés.

Acide péracétique

Des expériences ont démontré que ce produit avait une certaine efficacité dans les traitements de choc.

Bactéricides de synthèse

Commercialisés par des entreprises spécialisées dans le traitement de l'eau, ils agissent aussi contre la *légiionelle*. Certains de ces produits exercent aussi une action efficace contre les incrustations et les bio-films. Il faut cependant vérifier les effets négatifs liés à la spécificité du produit, à leur stabilité dans le temps et aux effets sur les utilisateurs.

Ozone

Il peut exercer une forte action contre la légionelle, les autres bactéries et les protozoaires qui se trouvent dans les bio-films.

Il ne faut cependant pas oublier que le traitement par l'ozone :

- demande des coûts élevés pour les instruments de production et de dosage;
- demande un entretien soigné;
- a une efficacité assez limitée dans le temps;
- dégrade certains produits utilisés pour les traitements anticalcaire et anticorrosion;
- peut accroître le risque de formation de nouvelles infections.

L'incidence de l'ozone sur la corrosion est encore très discutée. Certains auteurs affirment qu'il la favorise, d'autres affirment le contraire. Ils apportent à l'appui de cette dernière thèse le fait que l'ozone soit en mesure d'oxyder l'azote présent dans l'eau en formant des composés (nitrates et nitrites) qui inhibent la corrosion des aciers.

Eau oxygénée catalysée

Il s'agit d'une technique de désinfection qui associe un catalyseur (généralement un sel d'argent) à l'eau oxygénée. Son efficacité dépend de l'action du catalyseur.

Théoriquement, l'eau oxygénée présente plusieurs avantages, dont des produits de décomposition non toxiques. Les avantages et les inconvénients réels sont malgré tout mal connus car l'expérience pratique est assez limitée.

Filtrage

Il s'agit d'un traitement dont le point fort réside dans sa capacité de réduire la contamination de l'eau sans aucun ajout de produits chimiques. On utilise généralement ces deux techniques :

- **le système traditionnel avec des filtres de sable**, qui est utilisé surtout dans les circuits de refroidissement;
- **le système avec micro-filtres** (de 1 µm et même moins) à débit élevé, qui s'utilise aussi bien sur les circuits d'eau chaude sanitaire que sur les circuits de refroidissement. Il existe dans le commerce des micro-filtres qui sont en mesure de traiter plusieurs dizaines de mètres cubes d'eau à l'heure.

Les principaux inconvénients du filtrage sont :

- il demande des coûts élevés;
- il demande un entretien soigné;
- son efficacité n'est pas constante dans le temps à cause du colmatage progressif des filtres;
- il est exposé à la rupture imprévue des filtres;
- il subsiste un risque de contamination des filtres par d'autres bactéries.

Rayons ultraviolets (UV)

Ils sont en mesure d'inactiver les bactéries qui passent à travers les appareils d'émission des rayons.

Il ne faut cependant pas oublier que ces appareils ne peuvent exercer qu'une action locale. En outre l'eau trouble peut créer des zones d'ombre qui protègent les bactéries.

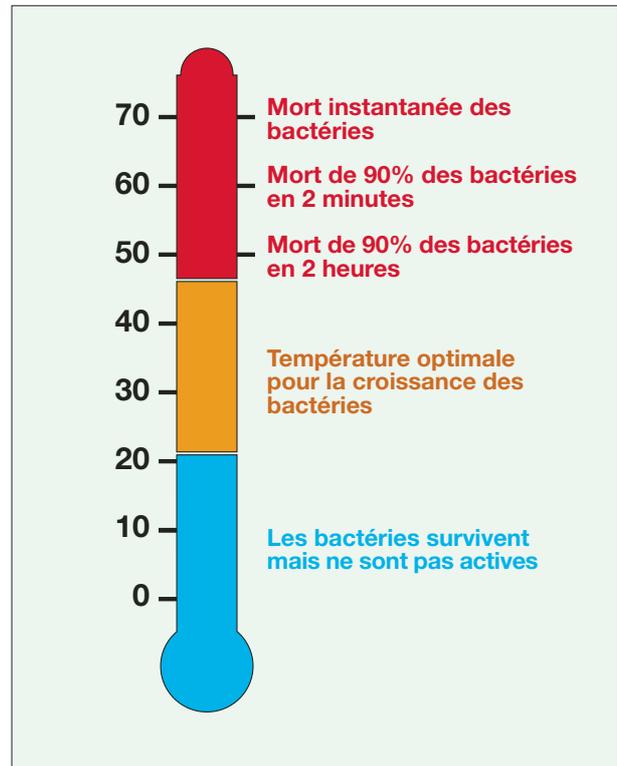
Par conséquent il faut associer d'autres systèmes de désinfection à l'action des rayons UV.

Il existe aussi des limites quant à la quantité d'eau qui peut être traitée par chaque appareil. En effet, le flux du fluide soumis à l'action des rayons doit avoir une faible épaisseur (généralement 3 cm au maximum) et cela réduit sensiblement le débit des appareils utilisés pour le traitement.

Traitements thermiques

Comme pour le filtrage, le point fort de ces traitements réside dans le fait qu'ils peuvent exercer une action bactéricide complète sans ajout d'aucun produit chimique et sans besoin de systèmes intégratifs (comme dans le cas des rayons UV).

Leur action se base sur le fait que les températures élevées provoquent la mort des bactéries en général et de la *légionelle* en particulier. Le graphique ci-dessous indique les temps de survie de la *légionelle* lorsque la température de l'eau change.



Ce graphique (dérivé d'une étude de J.M. HODGSON et B.J. CASEY) est désormais accepté partout dans le monde comme point de référence fiable pour la désinfection thermique de la *légionelle* et a en fait remplacé les anciens graphiques moins fiables et plus pénalisants.

Dans la pratique, le graphique nous garantit que **si l'eau est maintenue au-dessus de 50°C il n'y a aucun risque que la *légionelle* se développe, au contraire son élimination se produit en quelques heures.**

Nous examinerons de plus près par la suite les limites, les performances et les possibilités réelles d'application des traitements thermiques.

PRÉVENTION ET DÉSINFECTION DES INSTALLATIONS

Examinons maintenant les interventions susceptibles de limiter le risque *légionelle* dans les cas suivants :

1. Tours de refroidissement et évapo-condenseurs;
2. Installations de conditionnement d'air;
3. Piscines, thermes et fontaines décoratives avec jets d'eau;
4. Installations de production et de distribution d'eau chaude sanitaire.

TOURS DE REFROIDISSEMENT ET CONDENSEURS D'ÉVAPORATION

Ils assurent la dispersion de la chaleur dans l'atmosphère par évaporation de l'eau. Les dessins ci-contre illustrent le mode de fonctionnement de ces appareils.

L'eau qui sert à l'échange thermique est fournie par des rampes de pulvérisation. L'air est, quant à lui, généralement poussé par un ventilateur : les tours à circulation naturelle sont désormais très rares.

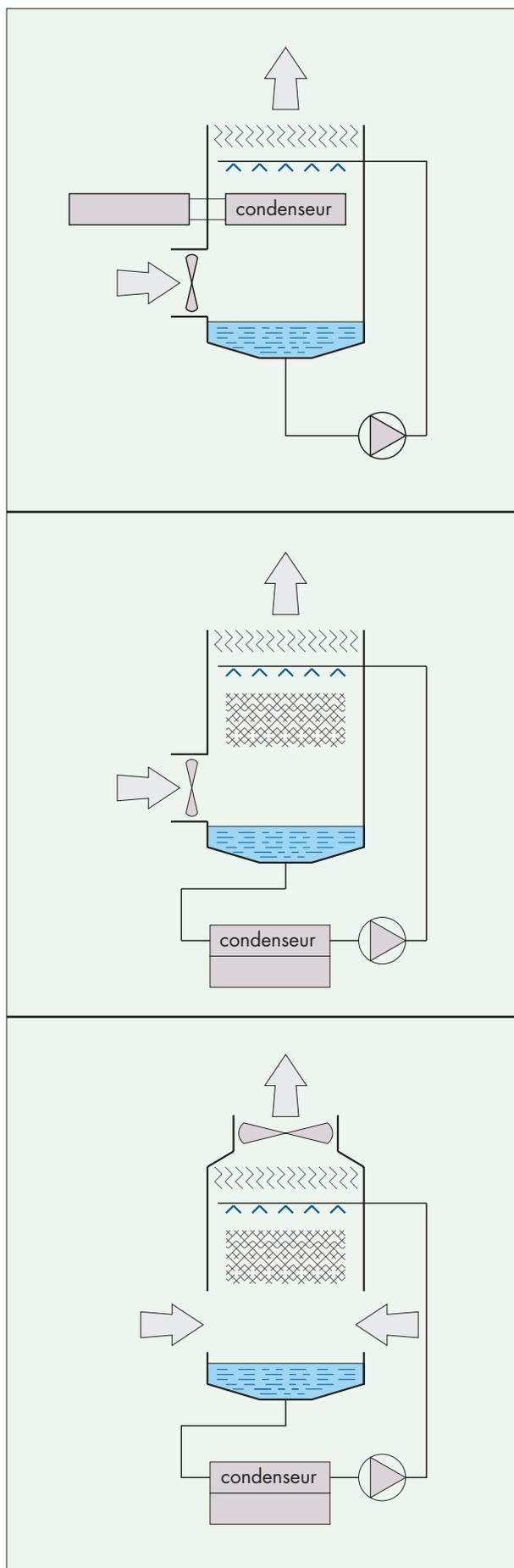
Dans l'eau de ces appareils, la légionelle peut trouver toutes les conditions nécessaires à son développement et devenir dangereuse, car :

- la température varie généralement entre 30 et 35°C;
- les substances nutritives ne manquent pas;
- la formation des bio-films est facile;
- les rampes de pulvérisation produisent des aérosols.

D'après les **L.G.A.** la qualité de l'eau "doit être contrôlée régulièrement; il faut nettoyer et drainer le système":

- avant les essais;
- à la fin de la saison de refroidissement ou avant une longue période d'inactivité;
- au début de la saison de refroidissement ou après une longue période d'inactivité;
- au moins deux fois par an.

Les analyses micro-biologiques périodiques sont recommandées. A 10^3 UFC/l il faut prendre des mesures pour abaisser ce seuil. A 10^5 UFC/l, la tour doit être arrêtée (déclaration DDASS, vidange, nettoyage, désinfection avant remise en service).



Emplacement et protections

Il est recommandé d'effectuer les choix suivants et de prendre ces précautions :

- **éviter de placer les tours d'évaporation à proximité des cheminées des cuisines ou d'installations** en mesure d'enrichir en substances nutritives l'eau chargée des échanges thermiques;
- **éviter que les vapeurs d'eau produites puissent atteindre** (1) les prises d'air externes, (2) les fenêtres ouvrables, (3) les zones fréquentées par le public;
- **blinder les tours pour les protéger des rayons du soleil.** Cela permet d'éviter d'atteindre des températures favorables au développement de la *légionelle*.

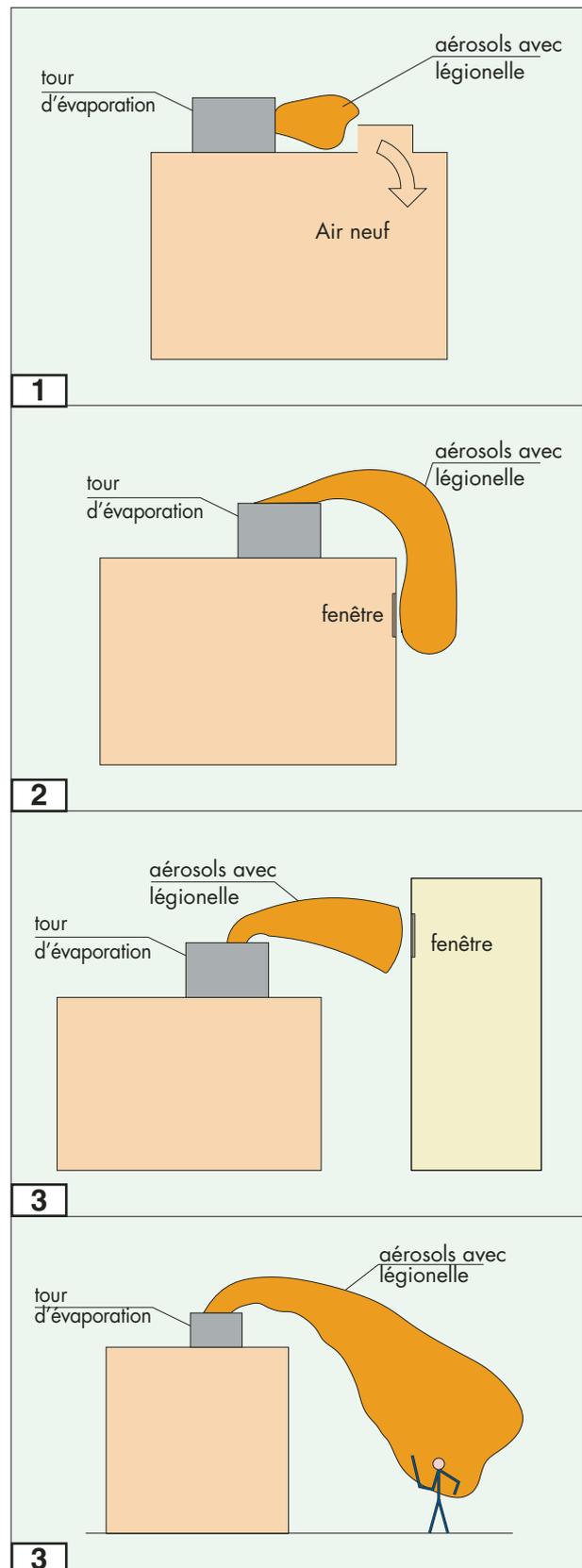
Remarques générales

Pour choisir les matériaux et les interventions d'entretien il est bon de :

- vérifier l'absence de matériaux poreux ou facilement corrodables;
- vérifier si les tours ont des angles arrondis, et sont donc faciles à nettoyer;
- contrôler si les dispositifs de pulvérisation sont en mesure de minimiser la formation d'aérosols;
- veiller constamment à la propreté des buses afin d'éviter d'augmenter la formation d'aérosols;
- choisir des solutions dans lesquelles le condenseur est facile à nettoyer;
- prévoir des circuits simples et faciles à vider et à nettoyer;
- s'assurer que l'intérieur des tours ne contienne pas d'eau stagnante;
- prévoir des points de purge et des siphons avec des diamètres assez grands pour faciliter les opérations de nettoyage;
- veiller à choisir un parer-gouttelettes le plus efficace possible;
- prévoir des postes de conditionnement de l'eau (traitement anti-calcaire, produits anti-corrosion,...) selon la nature de l'eau utilisé.

Interruptions du fonctionnement

Lorsque **les appareils sont arrêtés pendant plus de 3 jours**, ils doivent être entièrement vidangés. Si cela est impossible, il est préférable de traiter l'eau stagnante par des biocides.



INSTALLATIONS DE CONDITIONNEMENT D'AIR

Nous citons ci-dessous, en italique, les prescriptions des **L.G.A.**:

Prescriptions générales

Pour effectuer correctement l'entretien des conduites d'air il faut étudier, construire et monter des systèmes aérauliques qui tiennent compte des exigences suivantes :

- *examiner la possibilité de drainer efficacement les fluides utilisés pour le nettoyage;*
- *équiper (en amont et en aval) les accessoires placés sur les conduites (vannes-rideaux, échangeurs, etc..) d'ouvertures spéciales, ayant des dimensions qui permettent de les nettoyer, et de raccords qui en facilitent le montage et le démontage, en veillant à fournir les instructions nécessaires au montage et au démontage des composants;*
- *utiliser des matériaux assez solides pour les conduites flexibles, en mesure de permettre leur nettoyage mécanique;*
- *utiliser des terminaux (goulottes, anémostat) démontables;*

Lorsque l'installation est en service, il est important d'effectuer des contrôles périodiques pour détecter la présence éventuelle de saleté. Pendant les interventions de nettoyage, il faut vérifier ensuite si les substances utilisées ont été complètement éliminées du système.

Silencieux

Les matériaux antibruit généralement utilisés sont poreux et fibreux, et donc parfaitement aptes à retenir les saletés et difficiles à nettoyer. Nous recommandons donc de recourir à des finitions de surface en mesure de limiter ces inconvénients même si cela augmente l'étendue des surfaces et donc les coûts. Nous recommandons en outre de respecter les distances conseillées par les fabricants entre les dispositifs et les humidificateurs.

Prises d'air extérieur

Les prises d'air extérieur, placées sur les murs verticaux non protégés, doivent être dimensionnées pour des vitesses inférieures à 2 m/s et doivent être équipées de systèmes efficaces pour éviter que l'eau ne pénètre à l'intérieur. Il faut en outre vérifier la distance entre ces prises et les sources possibles de polluants (y compris l'expulsion de l'air).

Filtres

Le coût d'un filtrage plus efficace est nettement inférieur à celui du nettoyage des composants des réseaux de distribution. Nous conseillons donc de monter des filtres de classe Eurovent EU7 en amont des unités de traitement de l'air et des filtres de classe EU8/9 en aval de ces unités et en tout cas en aval des silencieux éventuels. Il est vivement conseillé de monter sur les systèmes de reprise d'air des filtres de classe EU7, au moins. Nous recommandons, évidemment, de nettoyer régulièrement les filtres et de les changer.

Batteries d'échange thermique

Les batteries peuvent produire des odeurs à cause des incrustations qui se forment sur les surfaces internes, surtout dans le cas des batteries chaudes. Pour limiter cet inconvénient, surtout lorsque les températures sont élevées, il faut effectuer un nettoyage fréquent par brossage ou aspiration. Dans le cas des batteries de refroidissement, les surfaces feuilletées, en particulier les cuves de réception des condensats sont des lieux où prolifèrent les micro-organismes et les moisissures. Il est par conséquent nécessaire de monter les cuves en les inclinant de façon à éviter la stagnation et de les fabriquer avec des matériaux anticorrosifs pour faciliter leur nettoyage.

Humidificateurs de l'air ambiant

Il faut absolument empêcher la formation de condensats pendant le fonctionnement; toutes les pièces qui sont constamment en contact avec l'eau doivent être nettoyées et, au besoin, désinfectées régulièrement.

Humidificateurs adiabatiques

La qualité de l'eau pulvérisée dans les sections d'humidification adiabatique doit être contrôlée régulièrement; il faut empêcher l'augmentation de la charge bactérienne à l'aide de systèmes de stérilisation ou en nettoyant régulièrement les systèmes.

La charge bactérienne totale de l'eau en circulation ne doit pas dépasser la valeur standard de 10^6 UFC/l avec une température d'incubation de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et de $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Il est possible d'éviter la présence de légionelle dans les humidificateurs si la charge bactérienne ne dépasse pas 10^3 UFC/l.

Canalisations

Nettoyage à l'aide d'une buse

Pour nettoyer efficacement les surfaces intérieures des canalisations, en évitant d'endommager les revêtements, on peut recourir à une technique particulière qui utilise une buse munie de trous asymétriques, placée au bout d'un tuyau flexible, et qui est ensuite introduite dans les ouvertures prévues à cet effet.

L'air comprimé sort de ce tuyau à fort débit (jusqu'à $300 \text{ m}^3/\text{h}$). Le débit d'air élevé crée une sorte de lame d'air qui arrache la saleté des surfaces internes de la canalisation; l'asymétrie des trous provoque ensuite un mouvement rotatoire et l'avancement du tuyau sur toute la longueur (jusqu'à 30 m).

Nettoyage par brassage d'air et d'eau

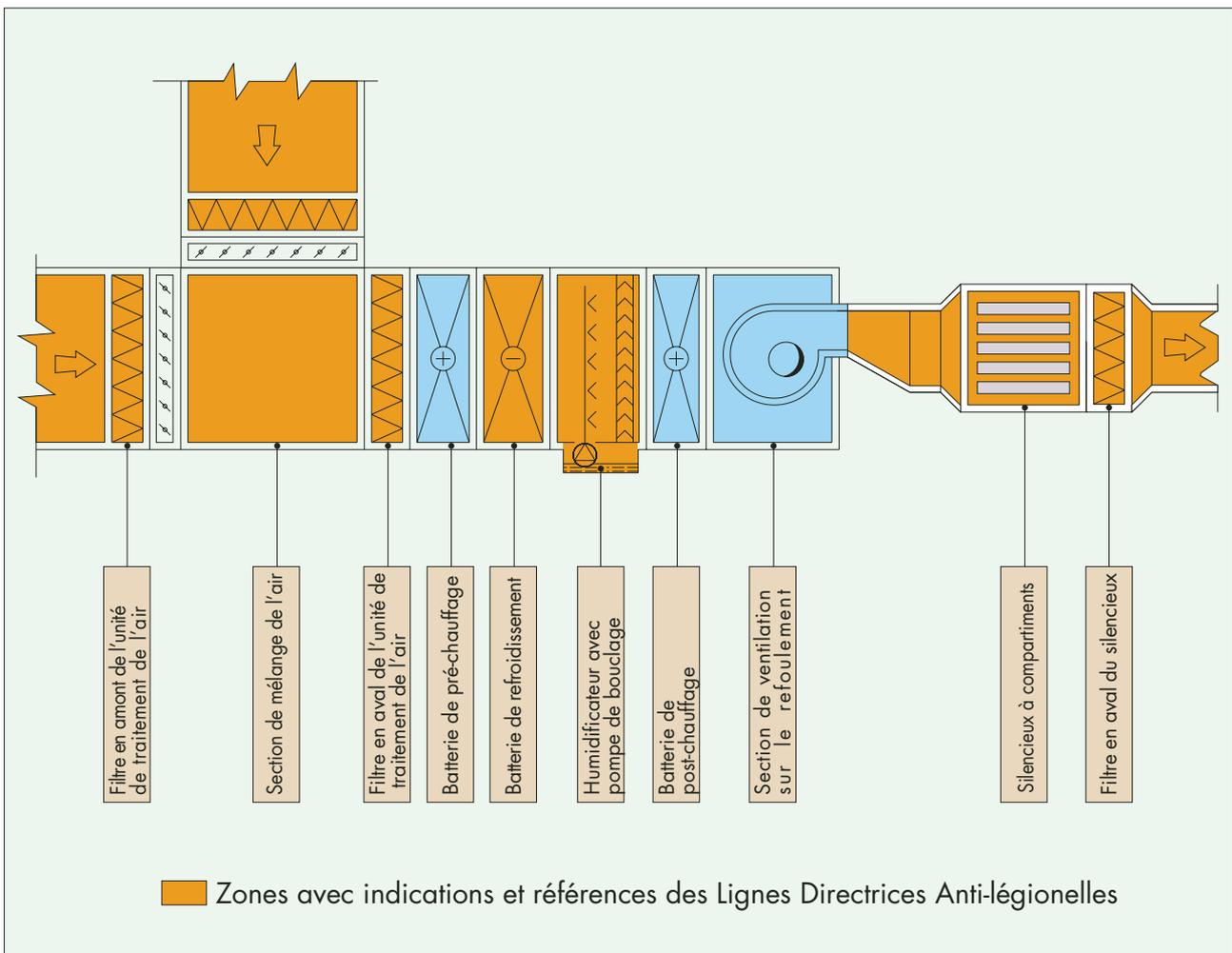
Le nettoyage se fait en faisant circuler à 1 m/s l'eau dans les conduites après introduction d'air. Il faut prévoir une vanne de décharge pour éliminer les déchets.

Attention le mélange air-eau engendre des vibrations pouvant endommager les réseaux.

Nettoyage à l'eau

Le nettoyage se fait en faisant circuler l'eau dans les conduites à une vitesse de 2 à 2,5 m/s. Il faut prévoir comme dans le cas précédent une vanne de décharge pour éliminer les déchets.

La mise en œuvre de cette technique efficace demande des circulateurs adaptés pour un régime de fonctionnement normal et pour un régime de nettoyage.



PISCINES, THERMES ET FONTAINES DÉCORATIVES AVEC JETS D'EAU

Nous citons ci-dessous, en italique, les prescriptions des **L.G.A.** et nos considérations en caractères ordinaires :

Piscines traditionnelles

La norme en vigueur prévoit, pour les piscines alimentées en eau douce, une concentration de chlore actif libre dans l'eau du bassin de 1 mg/l (0,7-1,2 mg/l).

Bien que ces quantités de chlore rendent improbable le risque de contamination par la légionelle, il est recommandé d'effectuer, lors de la vidange périodique du bassin (indispensable au moins une fois par an), le nettoyage et la désinfection choc du bassin, des tuyauteries et le remplacement des filtres du bassin, la révision soignée des systèmes de circulation de l'eau, le détartrage et l'entretien périodique avec démontage et nettoyage soignés des douches et robinets.

Piscines pour hydromassages et hydrothérapie

Il s'agit de piscines qui sont plus exposées que les piscines traditionnelles au risque *légionelle*. Elles sont en effet, maintenues à des températures plus élevées et donc plus propices au développement des bactéries. Elles sont, en outre, souvent fréquentées par des patients immunodéprimés ou souffrant de pathologies pulmonaires chroniques.

Autres indications relatives aux piscines

Quant à la désinfection bactérienne des piscines, le **Centre de Contrôle des Maladies d'Atlanta** propose d'adopter les valeurs suivantes :

	minimale	optimale	maximale
Chlore libre (mg/l)	3,0	4,0-5,0	10,0
Chlore combiné [chloroamine] (mg/l)	0	0	0,2
Brome (mg/l)	4,0	4,0-6,0	10,0
PH	7,2	7,4-7,6	7,8

Le niveau maximum de 10,0 mg/l (pour le chlore libre et le brome) n'est acceptable que pendant de très courtes périodes.

Les valeurs classifiées « optimales » doivent être considérées minimales pour le traitement *légionelle*. La *légionelle* est en effet beaucoup plus résistante au chlore et au brome que les autres bactéries estimées dangereuses pour la santé des baigneurs.

Pour contrôler efficacement les paramètres conseillés il faut utiliser des systèmes automatiques de dosage.

Il est en outre recommandé d'installer des systèmes automatiques d'injection, avant et après le filtre, de façon à garantir le maintien des justes concentrations de substances désinfectantes à l'intérieur du filtre et à sa sortie.



Thermes

D'après les **L.G.A.** : « *quant aux thermes, un traitement de désinfection des eaux n'apparaît pas réalisable car l'eau minérale naturelle utilisée pour les cures thermales ne peut pas être traitée, mais il est possible **d'étudier correctement les installations**, en évitant d'utiliser des matériaux et des composants qui fournissent un terrain fertile à la légionelle (par exemple certains caoutchoucs utilisés pour les joints) ou en prenant des mesures qui empêchent tout ralentissement ou stagnation de l'eau.* »



Il est cependant probable que l'étude, même parfaite, ne suffise pas à éliminer dans ces installations le risque légionelle.

Les thermes peuvent en effet offrir les conditions idéales de développement de la *légionelle*. Elles peuvent, par exemple, offrir des températures favorables et des substances nutritives abondantes, en raison de l'usage intensif des piscines thermales, et plus précisément : des cosmétiques, des fragments de peau, diverses bactéries, des champignons et d'autres produits organiques.

Selon le type d'eau minérale et le cycle d'utilisation, il est donc recommandé d'étudier aussi la possibilité d'adopter des systèmes de désinfection adéquats.

Fontaines décoratives avec jets d'eau

Il s'agit de fontaines dans lesquelles l'eau est projetée dans l'air par des jets mécaniques et recueillie ensuite dans des bassins artificiels. Elles se trouvent en plein-air ou à l'intérieur : par exemple dans les centres commerciaux, les foires-expositions, les halls d'hôtels, etc.

Les températures qui favorisent le développement de la *légionelle* peuvent être atteintes en plein-air à cause de l'apport thermique du soleil, et à l'intérieur à cause de la contribution de sources internes de chaleur comme : le chauffage et l'éclairage. Les stations de pompage et de filtrage peuvent-elles aussi contribuer au chauffage de l'eau.



Pour limiter le risque *légionelle* dans ces fontaines, il faut éviter les zones de stagnation de l'eau.

On peut utiliser des substances chimiques pour désinfecter les eaux, mais en respectant certaines limites normatives. Il suffit de se référer aux prescriptions EPA (Environmental Protection Agency), qui s'intéressent de façon spécifique au cas des fontaines décoratives.

INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Les traitements thermiques de désinfections conseillés par la circulaire de la DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002/243 du 22/04/2002 prévoient :

1. **le choc thermique**, à appliquer en cas de grave contamination de l'installation;
2. **la désinfection thermique en continu**, à utiliser comme système préventif pour inactiver la légionelle. Cette technique de maîtrise de la température de l'eau est à privilégier.

Traitement thermique curatif par choc thermique

Il consiste à faire circuler de l'eau à une température de 70°C environ pendant 30 minutes dans l'ensemble des réseaux de distribution de la production jusqu'aux points de puisage. Cette opération doit être suivie d'un rinçage soigneux des canalisations (cf. circulaire DGS n°97/311 du 24 avril 1997).

Ce procédé a une bonne efficacité sur les micro-organismes présents dans le réseau mais nécessite une conception de l'installation et du réseau prévue à cet effet car :

- 1) Certains matériaux ne supportent pas de traitement thermique :
 - les canalisations, raccords, etc., en matières plastiques ne supportent pas toutes les températures élevées, notamment au niveau des joints.
 - l'acier galvanisé n'est plus protégé de la corrosion dès que la température de l'eau est supérieure à 60 °C car, à cette température, les produits de corrosion du zinc qui ont réagi avec l'eau et ses constituants sont solubles et ne procurent pas la protection constatée lorsque la température est inférieure à 60 °C.
- 2) Les capacités thermiques des installations de production et de distribution d'eau chaude ne permettent pas toujours d'atteindre les 70°C aux points les plus éloignés de la production. Il est souvent nécessaire de segmenter le réseau en plusieurs secteurs qui sont alors tour à tour concernés par le choc thermique. Cette méthode nécessite de déployer d'importantes mesures de protection pour éviter les brûlures pendant son utilisation (affichage, personnel présent au point de puisage, etc.). Ce traitement présente une bonne efficacité en profondeur de la désinfection mais il n'a pas de caractère rémanent. En outre, utilisée à répétition, la méthode peut favoriser la formation de dépôts calcaires dans les réseaux qui peuvent favoriser un nouveau développement des légionelles.

Remarques :

- la recolonisation d'un réseau intervient très rapidement (parfois trois à quatre semaines environ après le traitement)
- à 70°C il faut 1 seconde pour brûler la peau en profondeur

Désinfection thermique en continu

La désinfection thermique en continu dépend du mode de production de l'eau chaude sanitaire et du réseau de distribution.

Mode de production :

- 1) à partir d'un échangeur à plaque la régulation de l'échangeur à plaques doit donner une distribution d'eau chaude sanitaire à une température supérieure à 50°C en tout point du réseau (un dispositif de traitement de l'eau peut être nécessaire pour éviter l'entartrage).
- 2) à partir d'un ballon d'eau chaude (électrique ou à gaz):
 - a. La température à la sortie du ballon doit être supérieure à 55°C.
 - b. La température de stockage doit être portée quotidiennement à une température supérieure à 60°C pendant 32 minutes minimum (temps nécessaire pour détruire la bactérie).
 - c. Prévoir une chasse du ballon toutes les semaines.
- 3) à partir d'un réservoir de stockage maintenir une température de stockage supérieure à 55°C.

Réseaux de distribution :

- 1) réseau non bouclé (cas de réseau existant, uniquement en cas d'impossibilité de modification avec un bouclage) : maintenir une température dans tous le réseau supérieure à 50°C (avec des cordons chauffants par exemple).
- 2) réseau bouclé (la meilleure solution) : maintenir une température permanente de retour supérieure à 50°C. Ne pas oublier que le point le plus défavorisé qui doit être également maintenu à une température supérieure à 50°C.

Points de puisage de l'eau

La température aux points de puisage de l'eau doit être inférieure à 50°C pour éviter tout risque de brûlure. Prévoir un dispositif anti-brûlure à chaque point.

REMARQUES SUR LES TRAITEMENTS THERMIQUES PROPOSÉS PAR LES L.G.A.

Le choc thermique et la désinfection en continu peuvent présenter **les limites et les inconvénients suivants** .

LIMITES ET INCONVÉNIENTS DU CHOC THERMIQUE

Il s'agit de limites et d'inconvénients qui doivent être pris sérieusement en considération afin de ne pas courir le risque de faire de ce traitement **un remède pire que le mal qu'il est sensé soigner**.

Dézingage des tuyaux

« **L'utilisation de tuyauteries en acier galvanisé est fortement déconseillée pour l'eau chaude sanitaire notamment si la température dépasse 60°C** ».

Cette limite n'est pas fixée au hasard.

Elle représente en fait la valeur au-delà de laquelle, **commencent les phénomènes de dézingage qui provoquent la dégradation et la destruction de la couche de zinc qui protège les tuyaux**. Par conséquent, le choc thermique ne peut être utilisé que sur des réseaux de distribution entièrement en cuivre, en acier inoxydable ou en matériaux multicouches.

Cependant beaucoup de réseaux existants sont en acier galvanisé, surtout sur les vieilles installations, et souvent les galvanisations sont de mauvaise qualité. Si on l'applique sur ces réseaux, **le choc thermique compromet leur couche protectrice qui n'est plus en mesure de conserver la potabilité de l'eau**. En outre, la formation d'oxydes sur les parois des tuyaux augmente les possibilités d'ancrage des bio-films et la quantité de substances nutritives disponibles pour les bactéries.

La circulaire française de la **Direction Générale de la Santé** 2002/243 du 22/04/2002 sur «*la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé* », **interdit strictement** (justement pour les raisons indiquées plus haut) **le choc thermique dans les installations dont les tuyaux sont galvanisés**. Il faut donc dans ce cas s'orienter vers une désinfection chimique.

Temps requis pour la désinfection

Le fait de devoir faire circuler (comme l'imposent les L.G.A.) pendant 30 minutes dans l'installation de l'eau à 70°C pour le choc thermique dans les hôpitaux, les cliniques, les maisons de repos, etc., **interdit l'usage de l'ECS et nécessite de**

sécuriser chaque point de puisage par un dispositif anti-brûlure afin d'assurer la protection des patients et du personnel contre tout risque de brûlure.

Formation de calcaire

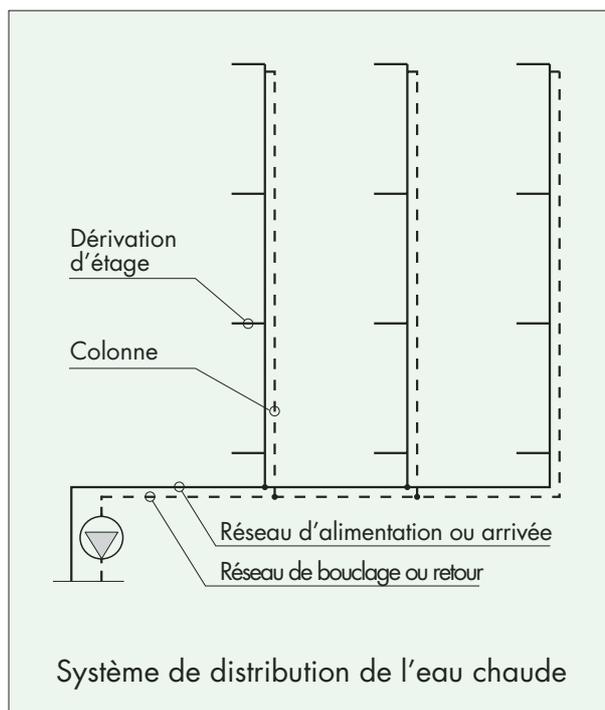
En élevant la température de l'eau à 70°C on risque en outre de provoquer une forte augmentation des incrustations et des dépôts calcaires. Cela peut causer : (1) le colmatage, total ou partiel, des échangeurs, (2) la réduction du diamètre de passage des tuyaux, (3) le blocage des vannes de réglage, (4) l'ancrage facilité des bio-films, (5) l'abondance de substances nutritives pour les bactéries.

LIMITES DE LA DÉSINFECTION EN CONTINU

Pour définir les limites de cette désinfection, nous devons tenir compte des caractéristiques structurelles spécifiques des installations d'eau chaude sanitaire, dont le système de distribution est formé par deux réseaux distincts.

Le premier (appelé **réseau d'alimentation ou arrivée**) porte l'eau chaude vers les points de distribution et ressemble au réseau de distribution d'eau froide;

le deuxième (appelé **réseau de bouclage ou de retour**) maintient l'eau chaude en circulation pour éviter que, en l'absence de prélèvement, elle ne stagne et se refroidisse. **C'est justement cette circulation qui permet d'effectuer dans un montage classique la désinfection en continu.**



Dérivations non atteintes par la désinfection

Comme vous pouvez l'observer sur le dessin précédent, les dérivations d'étage ne sont pas intéressées par le bouclage d'eau chaude ni, par conséquent par le processus de désinfection en continue. **Il s'agit en fait de bras morts dans lesquels la légionelle peut survivre.**

Zones du réseau non atteintes par la désinfection

Généralement, les circuits de bouclage sont dimensionnés pour des écarts thermiques de 2°K entre la température de l'eau au départ de la production et celle au point de distribution le plus éloigné. Ce qui correspond à peu près à un écart thermique de 4°K entre la température d'arrivée de l'eau et celle de retour à la production.

Par conséquent, pendant la désinfection en continue, si l'eau chaude part à 60°C elle devrait revenir à 56°C. Mais en réalité, les écarts thermiques le long des réseaux sont souvent **bien plus élevés que dans la théorie et ils peuvent même atteindre des valeurs telles que de vastes zones du réseau restent au-dessous de 50°C**, c'est-à-dire au-dessous des températures nécessaires pour provoquer la mort de la légionelle.

Il y a deux raisons à la différence entre les valeurs théoriques et les valeurs pratiques : **un mauvais calorifugeage des tuyaux et un défaut d'équilibrage des réseaux de bouclage.**

Le mauvais calorifugeage des tuyaux (c'est-à-dire un calorifugeage réalisé avec des épaisseurs inférieures à celle considérées en cours d'étude ou avec des matériaux qui se dégradent facilement) peut provoquer un refroidissement de l'eau en circulation plus élevé que prévu.

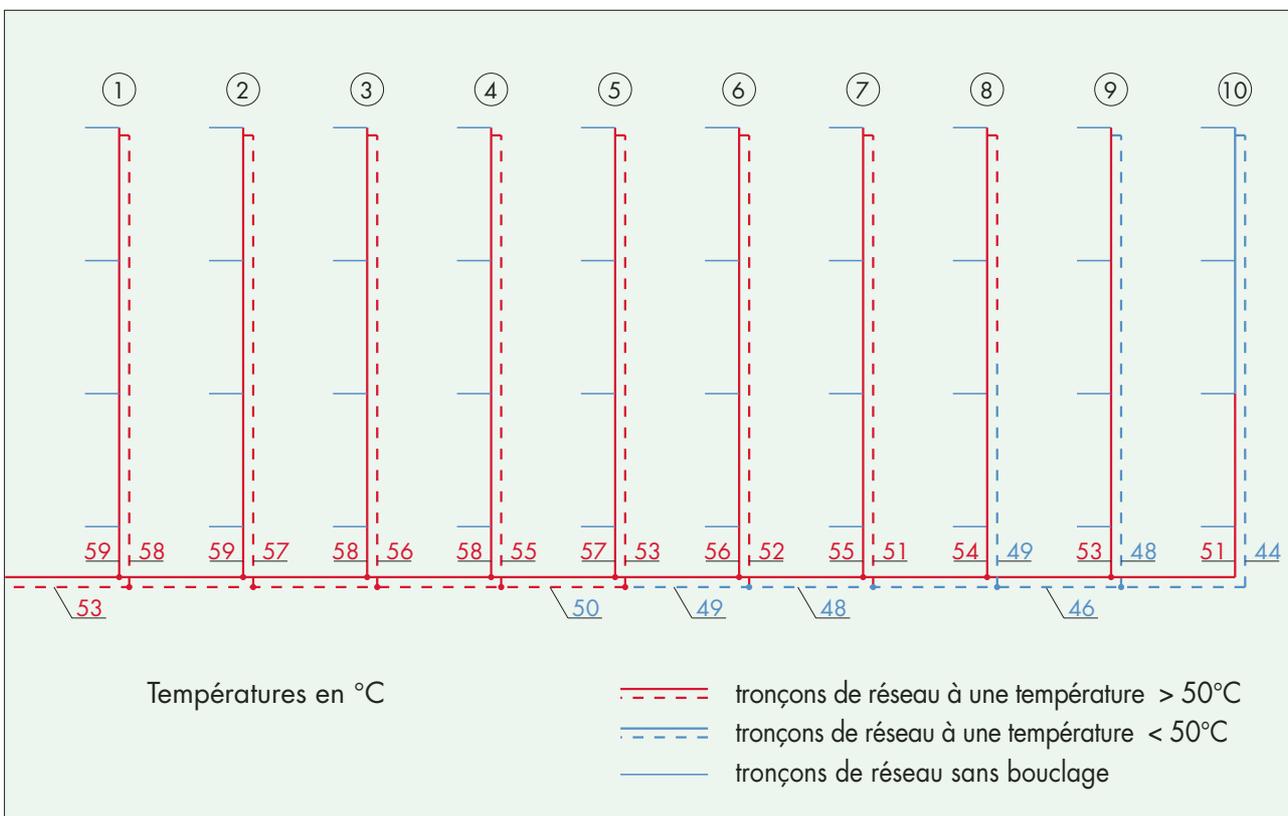
Le défaut d'équilibrage des réseaux de bouclage peut au contraire laisser passer trop d'eau dans les premières colonnes et pas assez dans les dernières, qui refroidissent donc plus facilement.

L'effet combiné de ces facteurs est illustré par le graphique au bas de la page. Il montre les valeurs de température qui **ont été relevées directement dans un Etablissement de soins au cours d'une désinfection nocturne**. Le réseau de distribution était formé par 10 colonnes qui portaient l'eau à 96 services situés sur 4 étages.

Le relevé a été effectué avec de l'eau qui partait à 60°C avec une température extérieure de -2°C.

Les tronçons de réseau dans lesquels l'eau n'atteignait pas 50°C sont indiqués en bleu.

Naturellement, les écarts thermiques étaient nettement moins élevés de jour, car les dispersions du réseau étaient compensées par le bouclage, d'une part, et par l'eau distribuée aux robinets, d'autre part.



AUTRES CONSIDÉRATIONS SUR LES TRAITEMENTS THERMIQUES

Nous avons examiné les limites et les inconvénients du choc thermique et de la désinfection en continu, mais n'oublions pas que les traitements thermiques peuvent offrir les énormes avantages qui suivent :

1. **ils ne sont pas polluants**, car ils ne demandent aucun adjuvant chimique : toujours difficiles à doser et à tenir sous contrôle. Il s'agit d'une caractéristique très importante parce que, dans les installations qui produisent et distribuent l'eau chaude sanitaire, **la potabilité de l'eau doit toujours être garantie**, en respectant rigoureusement les paramètres organoleptiques, physiques, chimiques et micro-biologiques établis par les normes en vigueur.
2. **on peut les contrôler très facilement**. Par exemple, un thermomètre suffit pour vérifier si la désinfection thermique se produit ou non sur un tronçon de réseau. Cela est beaucoup plus complexe avec les traitements chimiques
3. **il s'agit de traitements plus rassurants se basant sur la certitude scientifique que les légionelles meurent à haute température** (voir graphique de la page 10).

Nous devons les considérer non seulement comme des traitements utilisables pour obtenir une désinfection ponctuelle mais aussi et surtout comme des traitements utilisables pour obtenir une **désinfection continue**.

Cette désinfection peut s'obtenir facilement en maintenant **l'eau chaude en circulation à une température légèrement supérieure à 50°C** : c'est-à-dire légèrement au-dessus des températures qui provoquent la mort de la *légionelle*.

Le choc thermique peut en outre servir de mesure supplémentaire de sécurité.

C'est justement vers ce type de traitement thermique que s'orientent les normes et les technologies des pays qui s'intéressent au problème de la *légionelle*.

TRAITEMENT THERMIQUE CONTINU

Nous tenterons ici de définir et d'analyser les principaux aspects dont il faut tenir compte pour que le traitement thermique continu soit possible et avantageux.

Pour cela, nous examinerons séparément les installations neuves et les installations existantes.

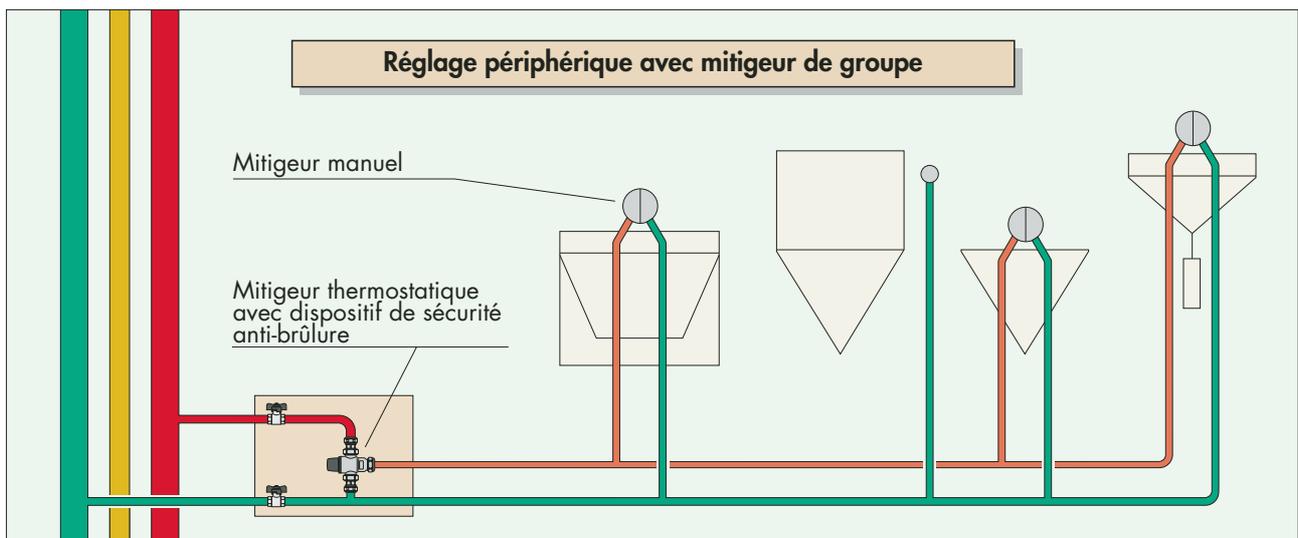
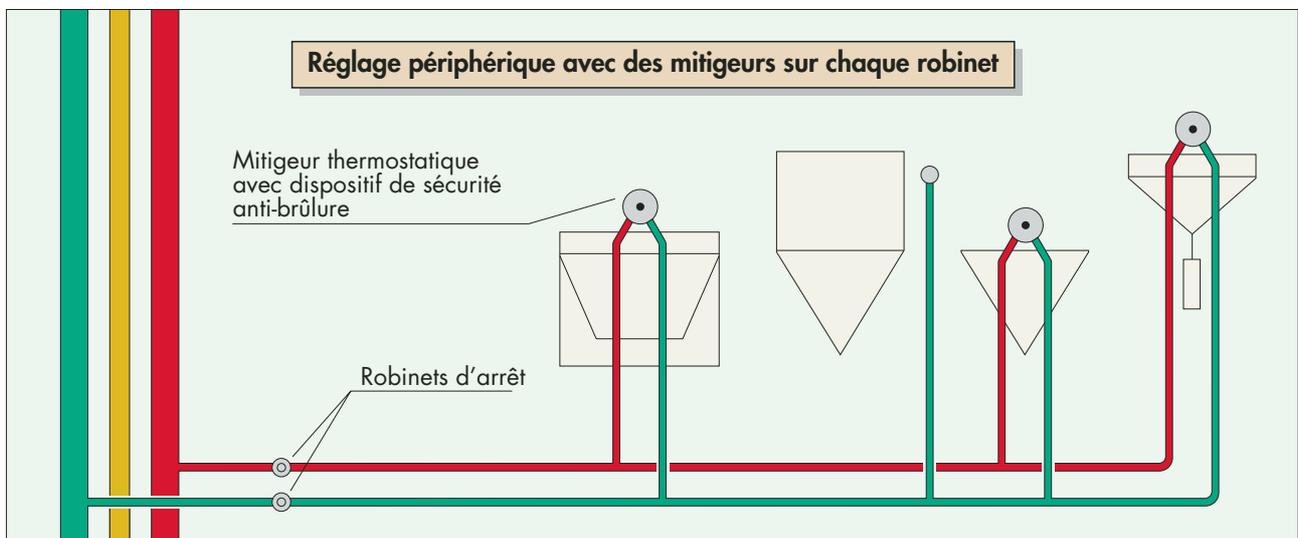
TRAITEMENT THERMIQUE CONTINU DANS LES INSTALLATIONS NEUVES

Pour étudier et réaliser des installations qui tiennent réellement compte des exigences spécifiques de **sécurité et d'économie d'énergie** :

- **adopter un réglage de la centrale à deux niveaux** (un pour la production d'eau chaude et l'autre pour sa distribution) **avec la possibilité d'effectuer des chocs thermiques**;
- **recourir à des mitigeurs équipés de dispositif de sécurité anti-brûlure**, à monter le plus près possible des points d'utilisation (cf. chapitre : Danger de brûlures);
- **prévoir des schémas de distribution et de bouclage** en mesure de réduire les tronçons de réseau non couverts par le bouclage;
- **dimensionner les tuyaux pour des vitesses élevées**, car un régime fortement turbulent s'oppose à la formation des bio-films (cf. chapitre : Nettoyage des canalisations);
- **prévoir un bon traitement de l'eau** pour empêcher que les dépôts calcaires favorisent le développement des bactéries;
- **utiliser des chauffe-eaux avec des surfaces revêtues de matériau anticalcaire** et résistants aux températures élevées;
- **utiliser, pour le calorifugeage des tuyaux, des épaisseurs supérieures à celles normalement prévues**;
- **dimensionner le bouclage avec de petits écarts thermiques**, comme ceux indiqués plus loin;
- **prévoir un équilibrage efficace du réseau de bouclage**;
- **installer des thermomètres au pied des colonnes** pour être en mesure de contrôler rapidement les températures de l'eau en circulation.

Pour le dimensionnement du bouclage on peut considérer (entre le début du réseau et le point de distribution le plus défavorable) **des écarts thermiques de 1°K**, ce qui correspond à des débits de 10 l/h pour chaque mètre de tuyau de distribution de l'eau chaude (cf. Idraulica n°14 et Cahier Caleffi n°V).

Les mitigeurs périphériques avec dispositif de sécurité anti-brûlure peuvent être uniques (c'est-à-dire placés sur chaque appareil) ou de groupe (c'est-à-dire placés sur plusieurs appareils : par exemple sur tous ceux d'une salle de bain). **Le choix est essentiellement un compromis entre confort et investissements.**



TRAITEMENT THERMIQUE CONTINU DANS LES INSTALLATIONS EXISTANTES

Faire fonctionner les installations existantes en régime de traitement thermique continu n'est pas toujours facile car il s'agit d'installations qui ont des limites et des contraintes que ne connaissent pas les installations neuves.

Cependant il est presque toujours possible de trouver des solutions acceptables : il suffit d'un peu d'habitude, de bon sens et d'une analyse soignée des caractéristiques de ces installations.

Voilà les principaux éléments qui doivent être analysés et les interventions possibles :

Régulation centrale

Comme pour les installations neuves, elle doit se situer à deux niveaux : une pour la production de l'eau chaude, l'autre pour sa distribution. Il faut en outre prévoir la possibilité d'effectuer des **chocs thermiques**.

Les schémas conseillés sont ceux des pages suivantes.

Equilibrage des circuits de bouclage

Il faut tenir compte du fait que, dans la plupart des cas, les installations existantes sont gravement déséquilibrées, au niveau hydraulique, avant tout à cause du manque de moyens d'équilibrage adéquats mais en partie aussi à cause de la perte de leur valeur de tarage initiale.

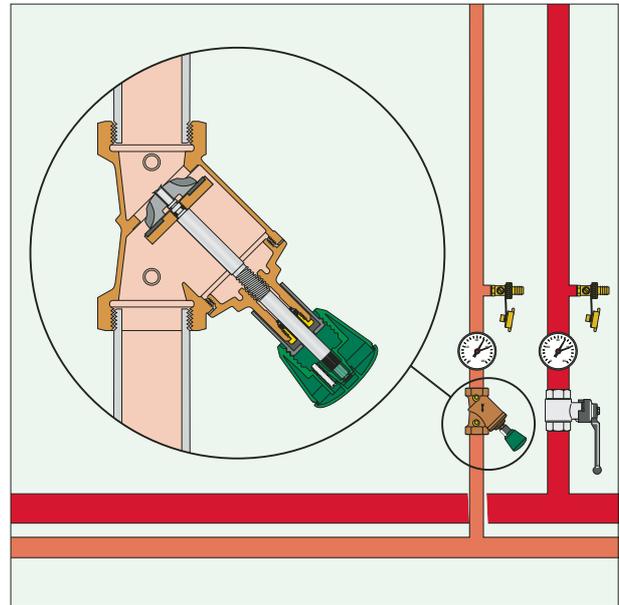
Quand il n'y a pas de distribution en cours, ces situations, comportent des écarts thermiques élevés le long des réseaux de distribution et bouclage. Par conséquent si (pour des raisons d'économie d'énergie évidentes) on entend conserver tous les points de l'installation au-dessus de 50°C et limiter au maximum la température de l'eau de départ, **il faut vérifier de façon précise et rigoureuse l'équilibrage hydraulique des circuits.**

Concrètement, quand il n'y a pas de distribution en cours, les écarts thermiques entre l'eau de départ et celle qui retourne à la production ne devraient pas dépasser 5 ou 6°K, ce qui permet, dans le cadre d'un traitement thermique continu, de limiter la température de départ de l'eau à 55-56°C.

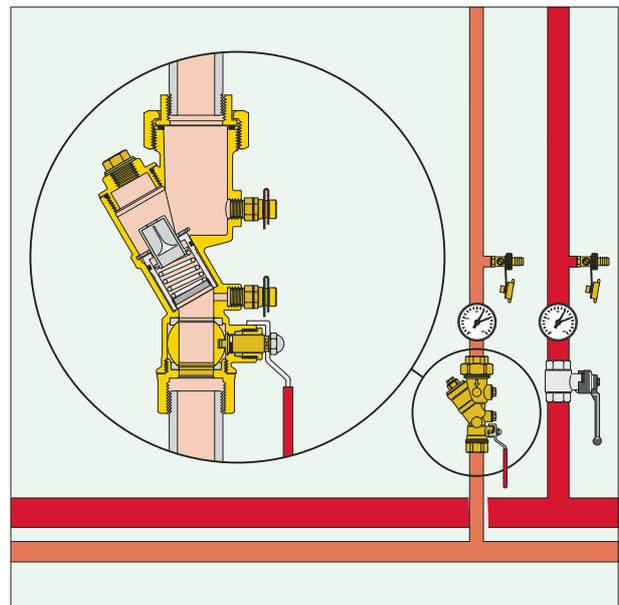
Pour équilibrer les installations existantes on peut utiliser des **vannes de tarage de type statique ou dynamique, au choix.**

Ces vannes doivent être dimensionnées de façon à garantir des températures à peu près égales au pied des colonnes de bouclage

Les vannes de tarage de type statique doivent avoir un réglage micrométrique. Elles doivent en outre, si possible, disposer d'un pré-réglage fixe (afin d'éviter la perte occasionnelle du tarage) et de prises pour mesurer les débits. Il faut effectuer et vérifier leur tarage soigneusement «sur place» (solution longue et coûteuse à mettre en oeuvre).



Les vannes de tarage de type dynamique, c'est-à-dire **Autoflow**, permettent de garantir des débits constants dans le temps (ceux pour lesquels elles sont construites) quelle que soit la pression en amont et en aval des vannes (solution très rapide à mettre en oeuvre et stable dans le temps).



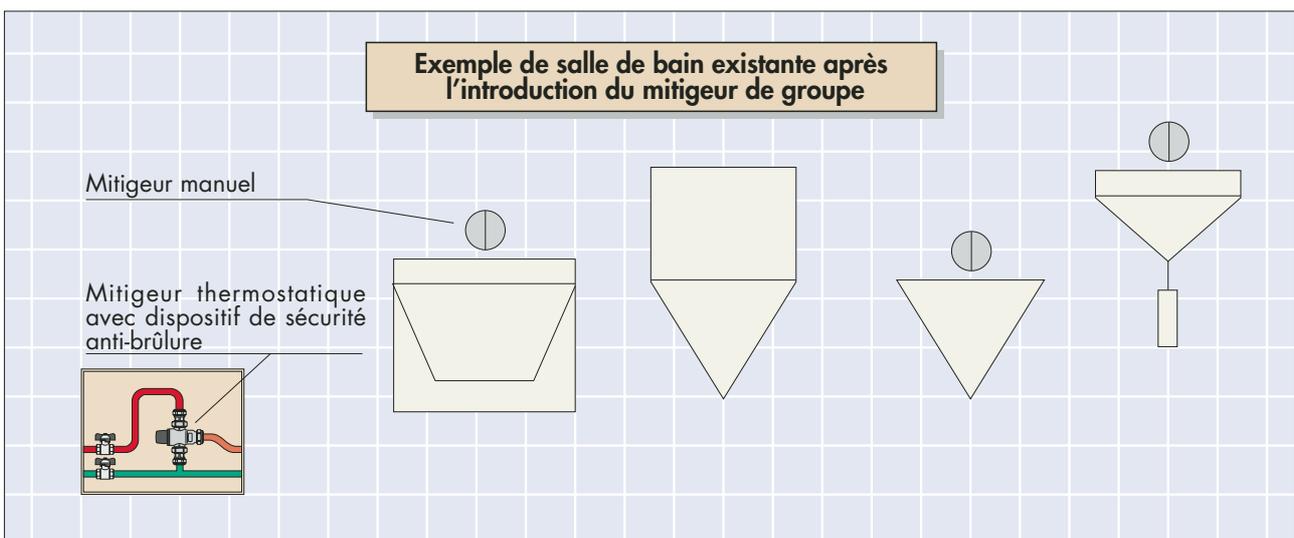
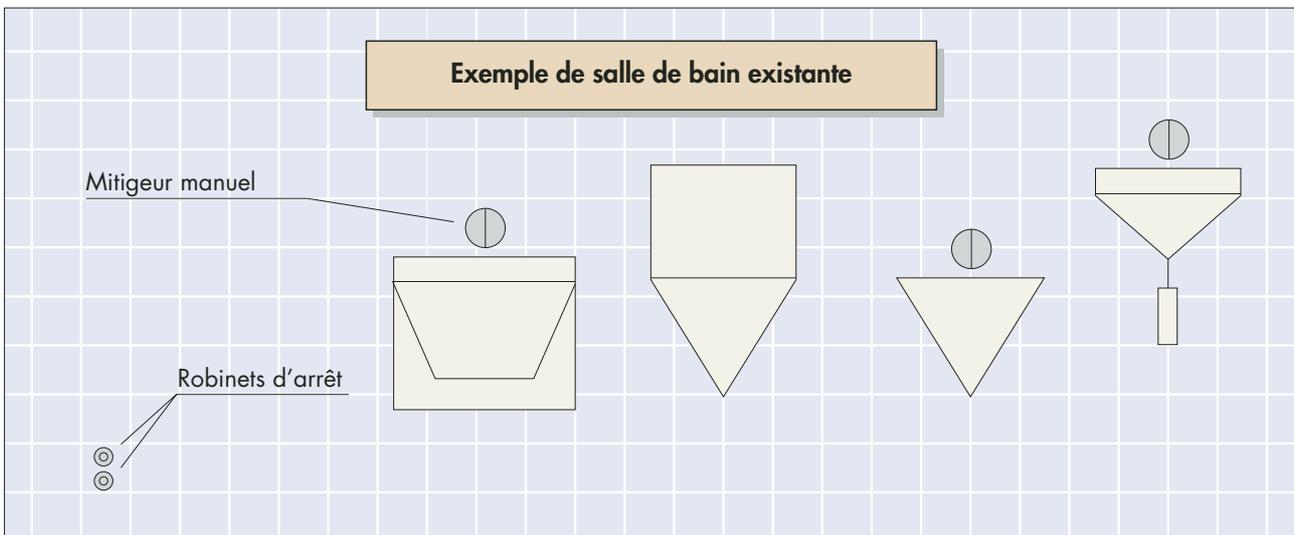
Pompes de bouclage

Il faut toujours vérifier si ces pompes **peuvent être avantageusement remplacées par d'autres en mesure de garantir des débits plus élevés**. Avec des débits plus élevés, on réduit les écarts thermiques le long du réseau. **Les pompes qui s'adaptent le plus facilement à des circuits dont on ne connaît généralement pas les caractéristiques de façon précise sont celles à vitesse réglable**.

Régulation périphérique

Elle s'effectue à l'aide de mitigeurs équipés de dispositif de sécurité anti-brûlure, qui seront montés le plus près possible des points d'utilisation. **On peut utiliser les mêmes solutions que celles proposées pour les installations neuves**.

Quant aux possibilités de régler, **avec un mitigeur de groupe, les salles de bains des hôpitaux, des cliniques, des hôtels, etc.**, remarquons que ces pièces sont, parfois, équipés de robinets d'arrêt muraux. Il suffit donc de creuser une niche près de ces robinets et d'y placer le mitigeur. On peut même installer un mitigeur externe avec un carter de couverture.



DANGER DE BRÛLURES

Dans les installations qui produisent et distribuent de l'eau chaude sanitaire, **au risque légionelle s'ajoute le risque de brûlures** auquel sont particulièrement exposées les personnes les plus faibles : personnes âgées, handicapés, enfants. En France l'eau chaude sanitaire est la troisième cause de brûlure chez les enfants de moins de 5 ans, plus de 400 accidents par an, avec des conséquences qui durent souvent toute une vie.



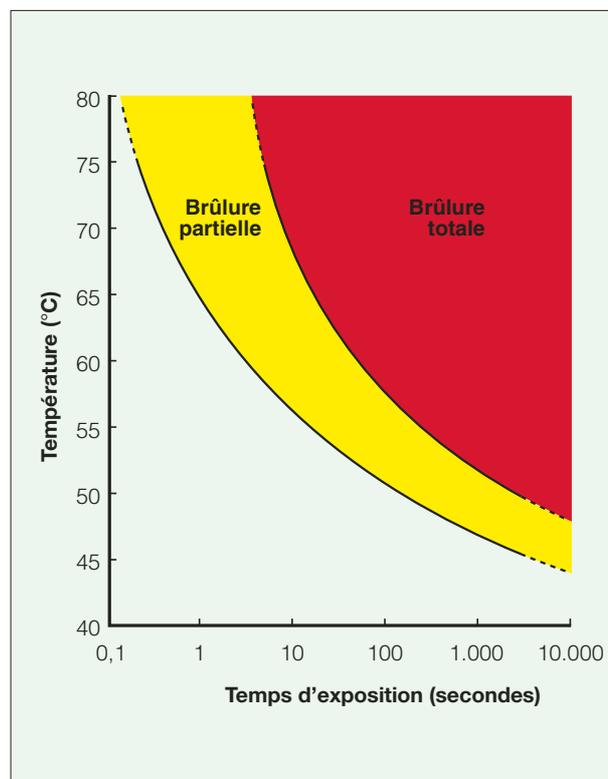
Plus de 90% des brûlures sont liées à l'utilisation des baignoires et des douches. La situation type est celle d'une personne handicapée qui s'immerge dans l'eau trop chaude d'une baignoire ou qui, se trouvant sous la douche, déplace par inadvertance la commande du robinet. Voici les températures maximales conseillées pour éviter les brûlures :

bidet	38°C	lavabo	41°C
douches	41°C	baignoire	44°C

Le tableau ci-après montre les températures et les temps d'exposition qui peuvent provoquer des brûlures partielles de 2ème degré :

Température	Adultes	Enfants de 0 à 5 ans
70°C	1 sec	--
65°C	2 sec	0,5 sec
60°C	5 sec	1 sec
55°C	30 sec	10 sec
50°C	5 min	2,5 min

D'autres températures et temps d'exposition peuvent se déduire du graphique ci-dessous, qui s'applique aux personnes adultes non affaiblies :



N'oubliez pas que **les températures susceptibles de provoquer de graves brûlures s'obtiennent que l'eau soit réglée pour être distribuée à des températures moyennes-élevées ou à des températures moyennes-basses, comme par exemple 40-42°C.**

En effet les vannes qui règlent la température de l'eau dans la centrale peuvent avoir perdu leur tarage accidentellement ou au cours des opérations d'entretien. En outre, ces vannes peuvent se coincer à cause du calcaire, dont l'action est redoutée, surtout à la production, en raison des températures élevées.

Il est donc tout à fait possible que les robinets reçoivent de l'eau trop chaude.

Pour éviter que cette eau ne provoque des brûlures, on peut recourir à des **limiteurs de température** (appelés aussi **limiteurs de sécurité anti-brûlure**) pour protéger chaque robinet ou groupe de robinets, par exemple tous ceux d'une salle de bain.

Les limiteurs de température peuvent travailler seuls ou avec des robinets mitigeurs.

Voilà ceux que propose actuellement le marché:

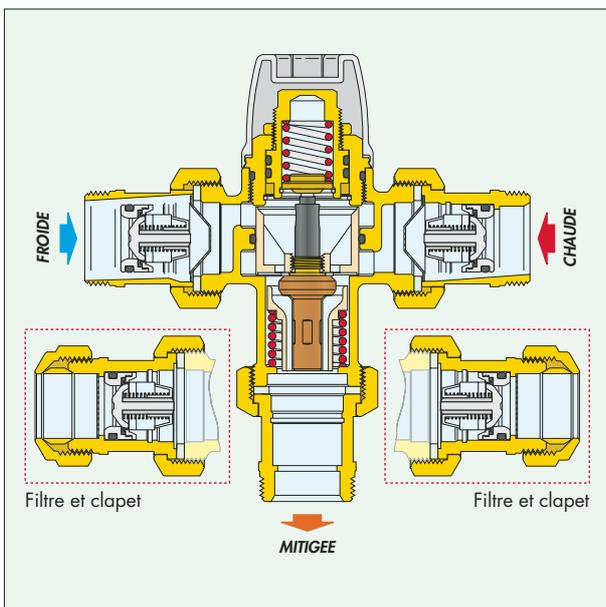
Mitigeurs thermostatiques avec sécurité anti-brûlure

Leurs performances générales sont similaires à celles des robinets cités plus haut :

Ils peuvent servir au réglage et à la sécurité anti-brûlure de plusieurs appareils.

Pour être performants, ces mitigeurs doivent avoir :

- leurs éléments fonctionnels (obturateur, logements, guides de déplacement) équipés d'un revêtement anticalcaire;
- des éléments thermiques sensibles à faible inertie;



- des cartouches thermostatiques interchangeables;
- des systèmes anti-effraction sûrs et faciles à régler.

Nous conseillons en outre de poser des mitigeurs munis de **filtres et de clapets à l'entrée de l'eau froide et de l'eau chaude**.

Les filtres servent à protéger les éléments de réglage du mitigeur, les clapets servent à éviter les circulations parasites.

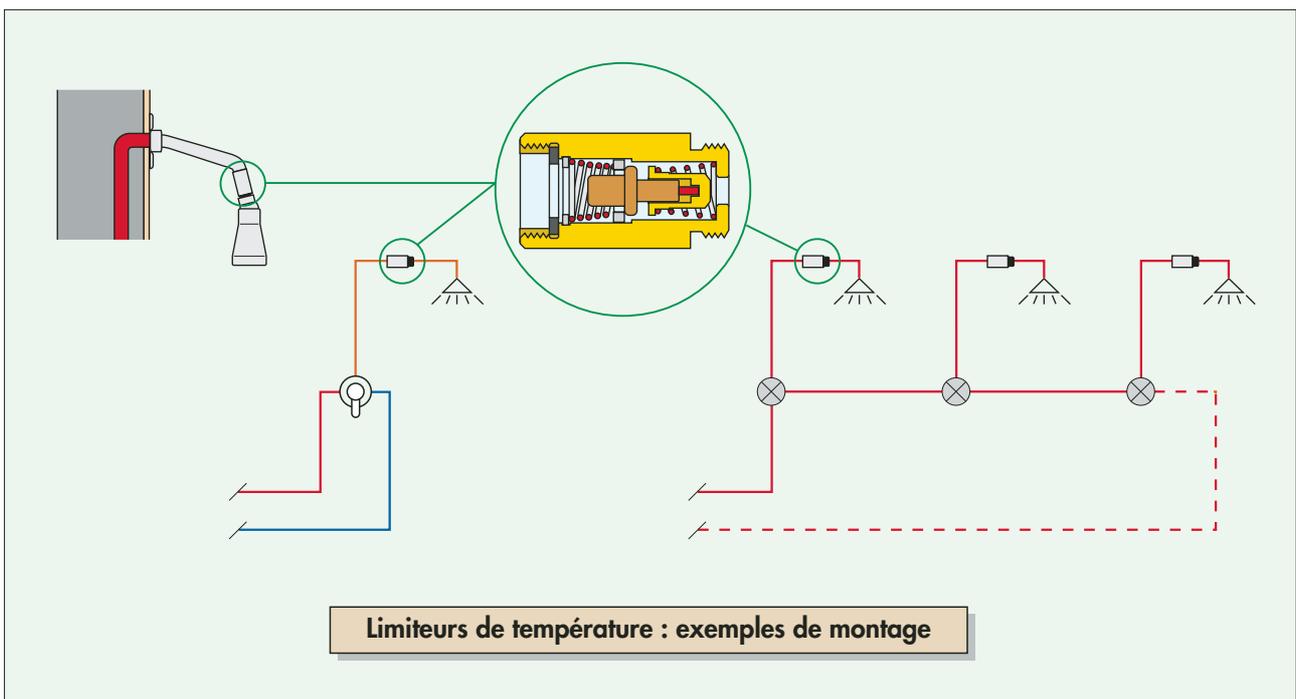
Limiteurs de température autonomes

Lorsque les mitigeurs ne sont pas pourvus de sécurité anti-brûlure, cas des robinets mitigeurs thermostatiques de douche, il est nécessaire d'installer des limiteurs de température autonomes.

Ils sont tarés en usine sur une température définie (généralement $47 \pm 1^\circ\text{C}$) et sont en mesure d'arrêter le passage de l'eau lorsque la température est dépassée.

Ils servent à protéger les points de distribution isolés ou les douches des centres de sport, des campings et des vestiaires.

L'exemple ci-dessous montre le fonctionnement de ces dispositifs et illustre de quelle façon ils se montent sur les douches murales ou de type extérieur en série.



**NOUVELLES CONSIDÉRATIONS AVEC
SCHÉMAS D'APPLICATIONS
"SYSTÈME CARLIER-MESKEL"
Dépôt de brevet 69 INPI LYON n°0409010**

Dans nos précédentes propositions, nous avons traité l'eau chaude sanitaire.

En traitant uniquement l'eau chaude sanitaire par une montée en température (70°C), nous sommes obligés de mélanger cette eau avec de l'eau froide (qui pourrait être contaminée), pour avoir une température de distribution de 55°C. A cette température la bactérie survie pendant une demi-heure, temps largement suffisant pour qu'elle arrive dans une zone (entre le bouclage et le point de puisage, bras morts,...) où elle peut stagner pendant plusieurs jours (congé, non occupation prolongée, etc.). La bactérie peut alors se développer.

Il faut donc se préoccuper aussi de l'eau froide, parce que c'est là que tout commence.

La bactérie a toujours existé à l'état naturel et elle nous parvient par les réseaux de distribution d'eau froide. La température dans ces réseaux ne permet pas leur développement, mais assure leur conservation.

Dans nos installations climatiques et de production d'eau chaude sanitaire, elles trouvent des conditions favorables de développement (température adéquate et nourriture), elles vont donc coloniser nos installations et peut être atteindre un nombre d'unités formant colonies (UFC) problématique.

Le traitement de l'eau froide permet de résoudre ce problème, aussi bien dans les installations neuves que dans les installations existantes.

Les schémas que nous proposons sont tous basés sur le "système Carlier-Meskel" dont le fonctionnement est le suivant :

Chaque demande d'eau chaude sanitaire aux points de soutirage 1, 2 et 3, provoquera une arrivée d'eau froide (circuit en vert foncé) dans le primaire de l'échangeur (b) pour aller ensuite (circuit orange) dans le ballon ou le secondaire de l'échangeur (a) et être porté à une température (70°C) de destruction rapide (1 seconde) de la bactérie legionella.

En sortie du ballon ou de l'échangeur (a) (circuit rouge) une partie de l'eau ira sur l'entrée chaude du mitigeur (M), l'autre partie rejoindra le secondaire de l'échangeur (b) pour être refroidie et alimenter l'entrée froide (vert clair) du mitigeur (M)

et le circuit de distribution d'eau froide des points de soutirages 1 et 2.

A la sortie du mitigeur (M) (circuit en orange) l'eau est maintenue à 55°C pour être distribuée aux points de puisages où des mitigeurs thermostatiques affineront les températures désirées.

Chaque demande d'eau froide aux points de soutirage 1 et 2 suivra la même démarche que pour l'eau chaude, sauf que le débit d'eau froide demandé traversera intégralement le secondaire de l'échangeur (b)

En demande simultanée d'eau chaude et d'eau froide, la démarche reste identique, ce n'est qu'une question de répartition des débits qui se fait automatiquement.

EXPLICATIONS DES POINTS DE SOUTIRAGE 1, 2 et 3

En partant du principe que la transmission de la bactérie à l'homme ne peut se faire (en l'état actuel de nos connaissances) que par les voies respiratoires avec de l'eau diffusée en aérosol (la douche par exemple), il serait bon de différencier les circuits par type d'utilisation comme le préconise Roger CADIERGUES dans son ouvrage "Minimiser le risque legionellose" éditions Sedit 2001.

Un circuit alimentant les cuisines.

Un circuit alimentant les lavabos.

Un circuit alimentant les douches.

Puisage 1 solution confort pour douches et bains bouillonnants.

L'eau chaude et l'eau froide sont traitées thermiquement, l'utilisateur peut régler la température qu'il désire (en général 38/39°C) avec un mitigeur (m1). L'installation doit être en outre pourvue d'une sécurité anti-brûlure.

Il peut également demander que de l'eau froide.

L'eau peut stagner dans la pomme de douche après utilisation sans risque de prolifération de la bactérie.

Puisage 2 solution rationnelle pour douches et bains bouillonnants.

L'eau chaude et l'eau froide sont traitées thermiquement, l'utilisateur ne peut avoir que de l'eau mitigée avec sécurité anti-brûlure réglée à 38°C par exemple (M2), idéale pour les douches collectives.

L'eau peut stagner dans la pomme de douche après utilisation sans risque de prolifération de la bactérie.

Puisage 3 pour lavabos et cuisines

Il n'est pas nécessaire de traiter l'eau froide dans ce type de puisage, car l'eau ne diffuse pas en aérosol, nous sommes donc dans une configuration classique.

Pour un lavabos un mitigeur (m3) avec sécurité anti-brûlure réglé à 38/39°C.

Pour les cuisines le mitigeur (M) du circuit de distribution suffit.

REMARQUES

L'isolation thermique des circuits d'eaux chaude et froide est fortement conseillée.

Un traitement anti-calcaire doit être envisagé avant la mise en oeuvre de ces montages dans les régions où l'eau est "dure".

Le ballon est équipé d'une vanne de purge. Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ballon pour garantir une température minimum de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon. L'échangeur (b) a une double fonction : refroidir l'eau (circuit rouge en entrée et vert clair en sortie) et récupérer les calories en préchauffant l'eau (circuit vert en entrée et ocre en sortie).

La performance énergétique et l'efficacité d'un tel montage donne une réponse très favorable en termes de coût financier d'exploitation au traitement de la légionellose par voie thermique dans les installations.

L'eau chaude, l'eau froide ou l'eau mitigée débarrassée de cette bactérie peut donc "stagner" entre le bouclage et le point de soutirage ou dans toute autre zone, dans la mesure où les circuits auront été aseptisés avant la mise en oeuvre de ces montages (par voie thermique de préférence).

A cet effet et pour pouvoir effectuer en cas de besoin (absence prolongée, etc.) un choc thermique, les schémas présentés ici, prévoient une vanne 3 voies directionnelles permettant le by-pass de l'échangeur (b). Ayant ouvert tous les robinets de l'installation, toute l'eau sanitaire, aussi bien dans le réseau d'eau chaude que dans celui d'eau froide atteint alors une température de 70°C éliminant ainsi les bactéries éventuellement présentes dans l'installation.

Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointillé sur les schémas) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair)

Un aquastat ou une sonde de température en sortie de ballon ou de l'échangeur (a) doit être installé pour informer ou enregistrer toutes températures inférieures à 70°C (alarme visuelle ou sonore, GTC,...)

CAS DES TOURS AEROREFRIGERANTES A VOIE HUMIDE (SCHEMA CM5 ET CM6)

Le système "Carlier-Meskel" permet de la même manière de traiter de façon continue les tours aéroréfrigérantes à voie humide.

L'eau froide d'apport est traitée par choc thermique en continu dans le ballon, puis refroidie dans l'échangeur à plaques (b).

Une désinfection de l'installation est indispensable avant la mise en oeuvre du système "Carlier-Meskel".

L'adaptation pour les tours aéroréfrigérantes peut très bien s'intégrer dans l'installation d'eau sanitaire sur le circuit d'eau refroidie comme indiqué sur le schéma 6, offrant ainsi une solution simple à mettre en oeuvre.

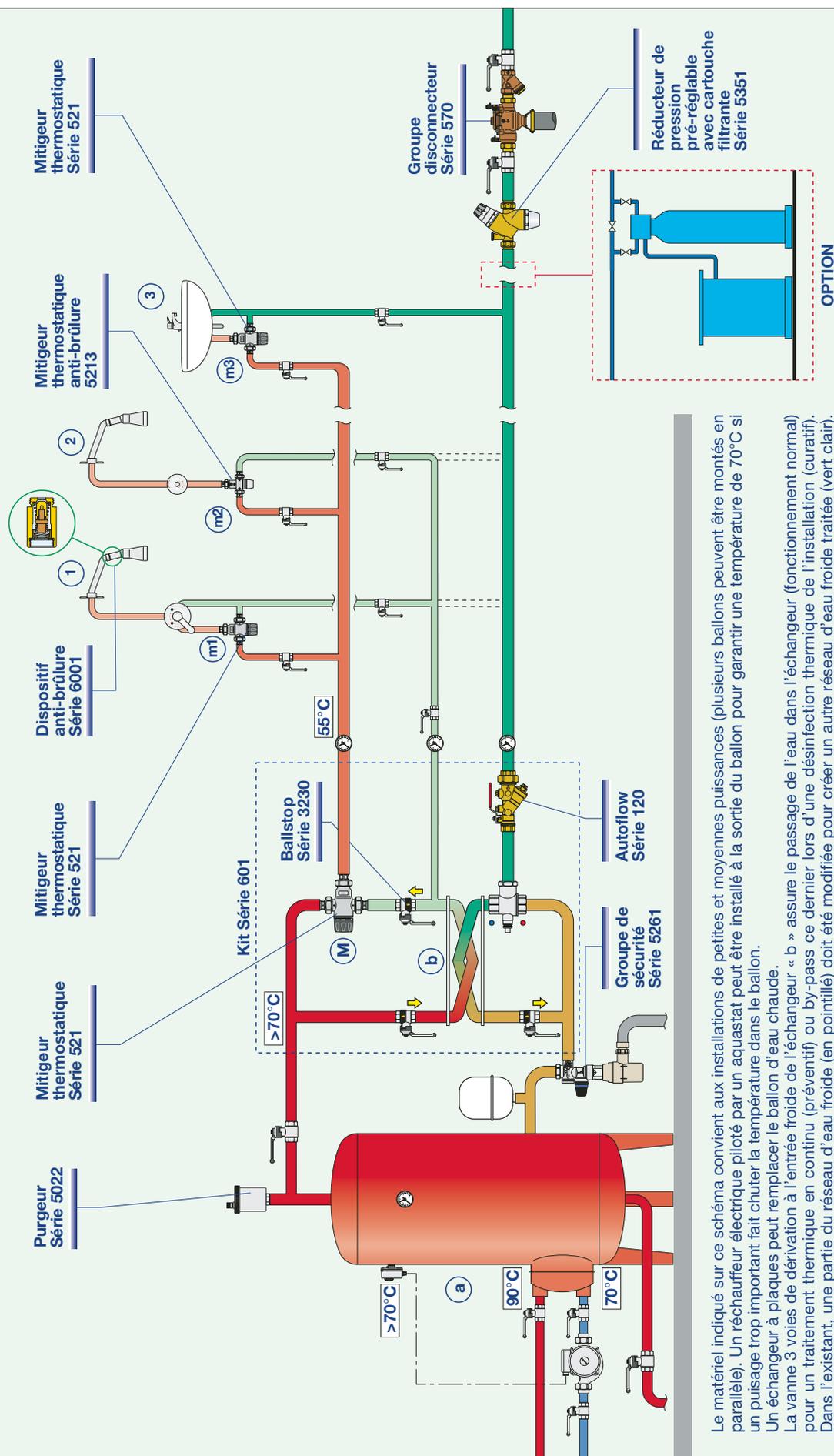
CONCLUSIONS

Sur la base des considérations et évaluations exposées, nous pouvons estimer que **le moyen le plus sûr et le plus avantageux**, d'éviter la diffusion de la *légionelle* dans les installations d'eau chaude sanitaire et les tours aéroréfrigérantes est **d'abandonner les installations qui favorisent la croissance de la légionelle dans leurs réseaux pour des installations qui en provoquent la destruction.**

Il est tout à fait probable que la légionelle fera accomplir un pas en avant décisif dans l'histoire des installations sanitaires et de climatisation : un seuil qui une fois franchi ouvre de nouvelles perspectives. Jusqu'à présent les bonds en avant aussi spectaculaires n'ont été déterminés que par l'apparition de nouveaux produits (par exemple les pompes), ou par des événements politiques et économiques, comme par exemple la crise du pétrole des années soixante-dix, qui a en fait imposé de remplacer les installations centralisées par des installations à zones (cf. Idraulica n°22).

Dans ce cas nous nous trouvons, au contraire, devant un fait nouveau et entièrement imprévisible: **une bactérie toute simple** (celle de la *légionelle*) **dont on ignorait même l'existence**, un organisme unicellulaire si petit qu'un millimètre cube peut en contenir un milliard et, cependant, si important qu'il a eu l'honneur (pour ainsi dire) de la première page du TIMES : celle qui illustre notre couverture.

CM1 - Système "Carlier - Meskel" sur une installation d'eau sanitaire de petite et moyenne puissance avec production d'ECS par ballon, sans bouclage

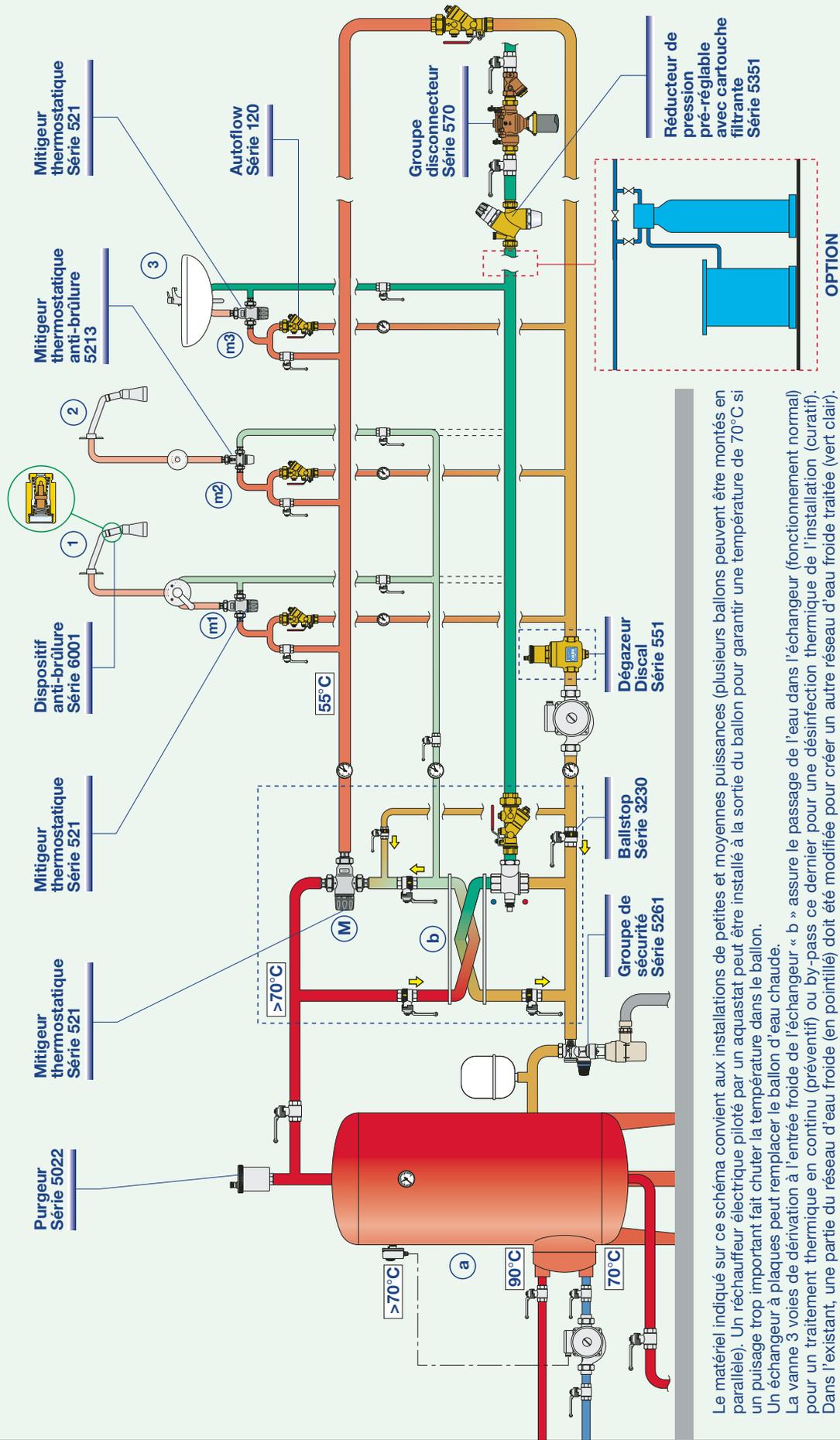


Le matériel indiqué sur ce schéma convient aux installations de petites et moyennes puissances (plusieurs ballons peuvent être montés en parallèle). Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ballon pour garantir une température de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon.

Un échangeur à plaques peut remplacer le ballon d'eau chaude.

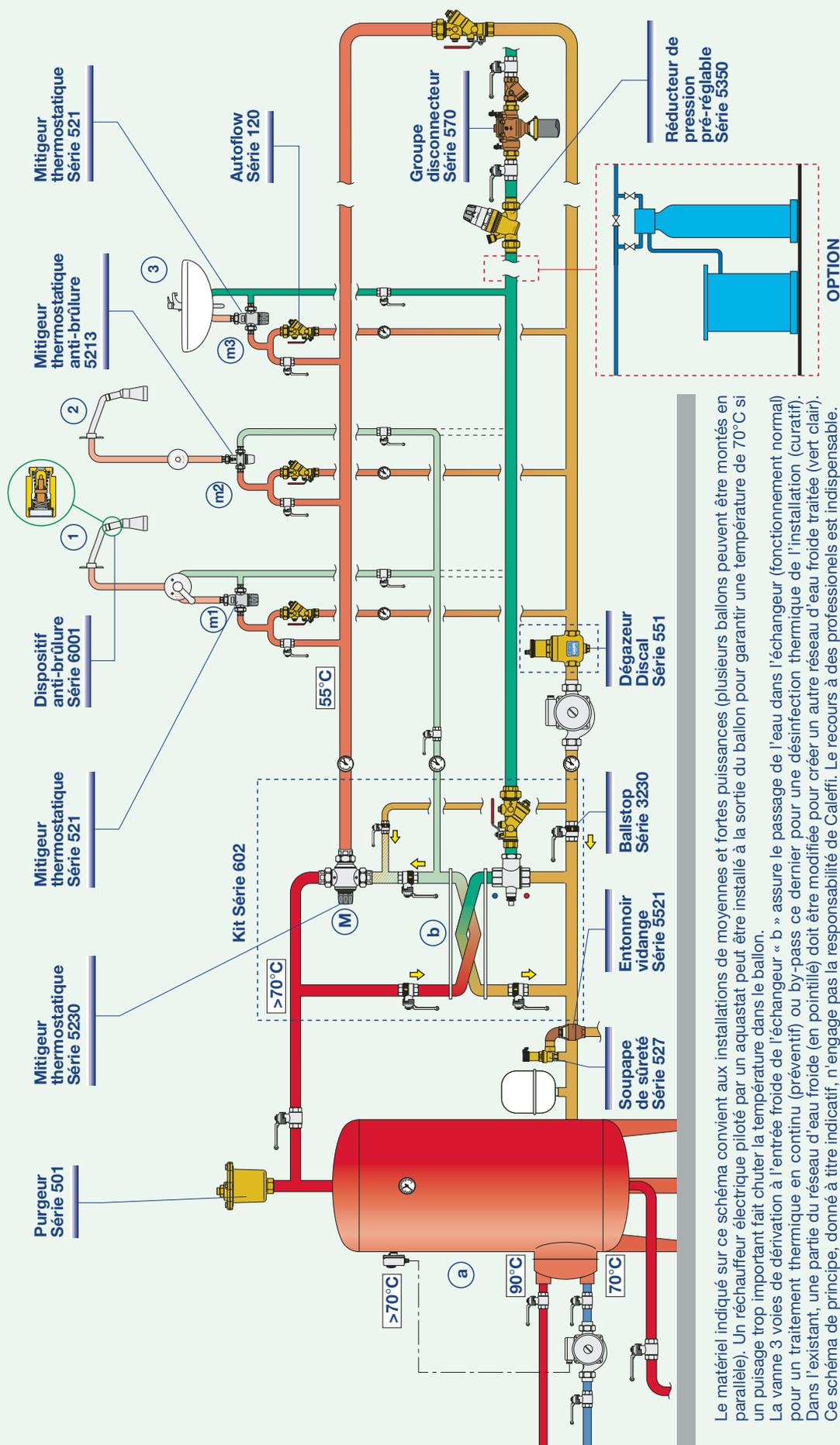
La vanne 3 voies de dérivation à l'entrée froide de l'échangeur « b » assure le passage de l'eau dans l'échangeur (fonctionnement normal) pour un traitement thermique en continu (préventif) ou by-pass ce dernier lors d'une désinfection thermique de l'installation (curatif). Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointillé) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair). Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

CM2 - Système "Carlier - Meskel" sur une installation d'eau sanitaire de petite et moyenne puissance avec production d'ECS par ballon, avec bouclage



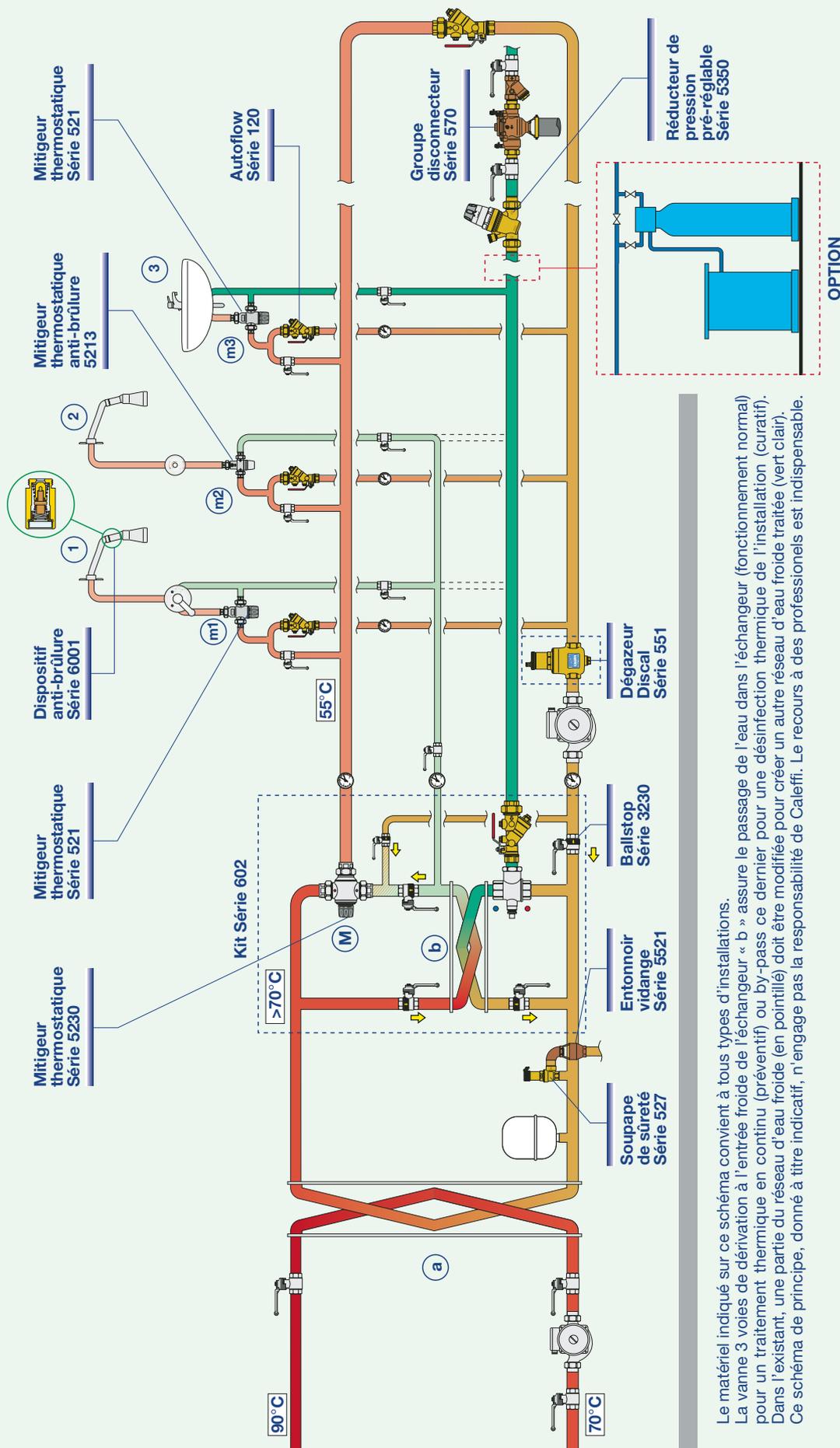
Le matériel indiqué sur ce schéma convient aux installations de petites et moyennes puissances (plusieurs ballons peuvent être montés en parallèle). Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ballon pour garantir une température de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon.
 Un échangeur à plaques peut remplacer le ballon d'eau chaude.
 La vanne 3 voies de dérivation à l'entrée froide de l'échangeur « b » assure le passage de l'eau dans l'échangeur (fonctionnement normal) pour un traitement thermique en continu (préventif) ou by-pass ce dernier pour une désinfection thermique de l'installation (curatif). Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointillé) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair). Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

CM3 - Système "Carlier - Meskel" sur une installation d'eau sanitaire de moyenne et forte puissance avec production d'ECS par ballon avec bouclage



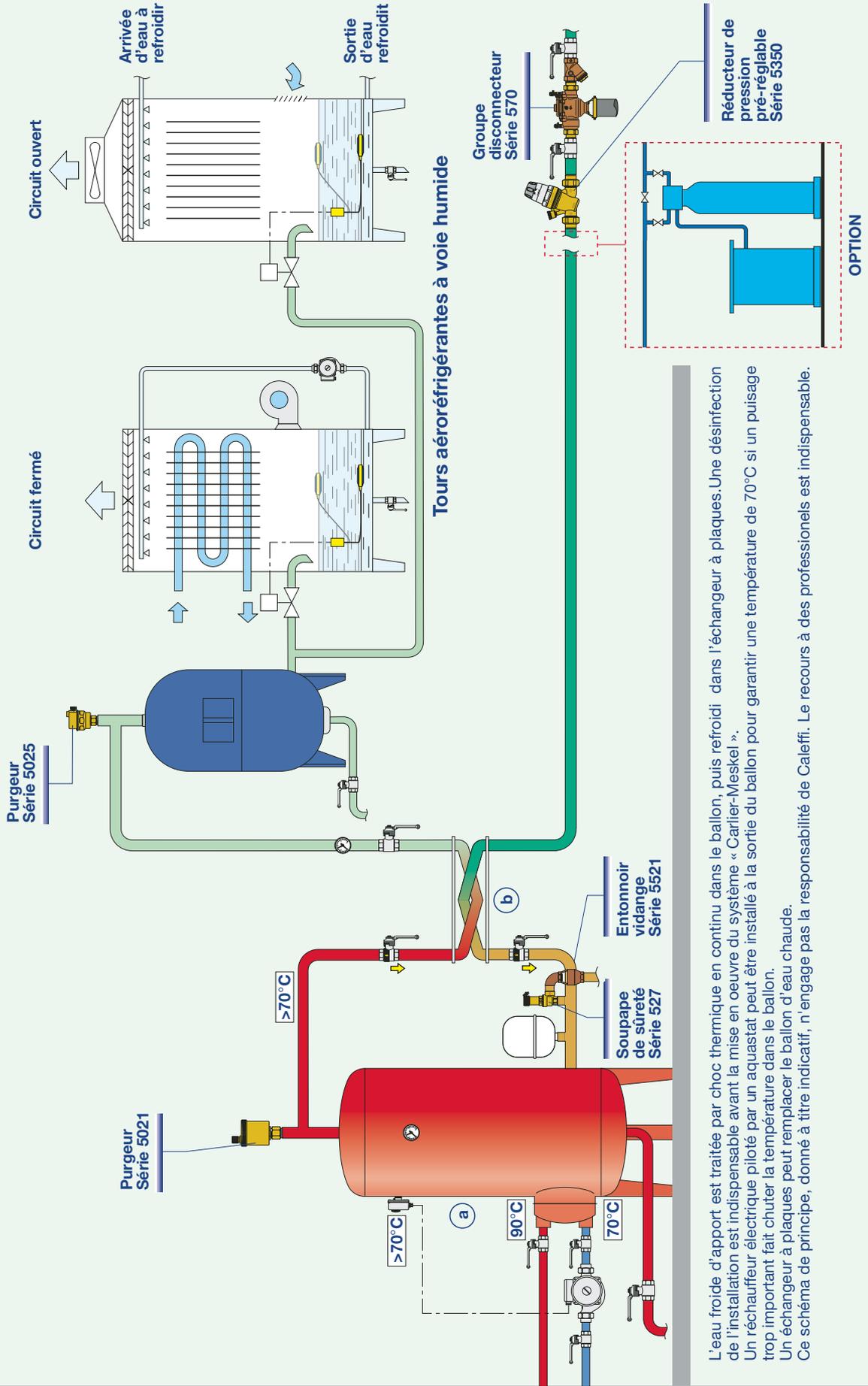
Le matériel indiqué sur ce schéma convient aux installations de moyennes et fortes puissances (plusieurs ballons peuvent être montés en parallèle). Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ballon pour garantir une température de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon.
 La vanne 3 voies de dérivation à l'entrée froide de l'échangeur « b » assure le passage de l'eau dans l'échangeur (fonctionnement normal) pour un traitement thermique en continu (préventif) ou by-pass ce dernier pour une désinfection thermique de l'installation (curatif). Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointillé) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair).
 Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

CM4 - Système "Carlier - Meskel" sur une installation d'eau sanitaire de petite, moyenne et grande puissance avec production d'ECS par échangeur à plaques, avec bouclage



Le matériel indiqué sur ce schéma convient à tous types d'installations. La vanne 3 voies de dérivation à l'entrée froide de l'échangeur « b » assure le passage de l'eau dans l'échangeur (fonctionnement normal) pour un traitement thermique en continu (préventif) ou by-pass ce dernier pour une désinfection thermique de l'installation (curatif). Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointillé) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair). Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

CM5 - Système "Carlier - Meskel" appliqué aux tours aéroréfrigérantes à voie humide en circuit fermé et/ou en circuit ouvert



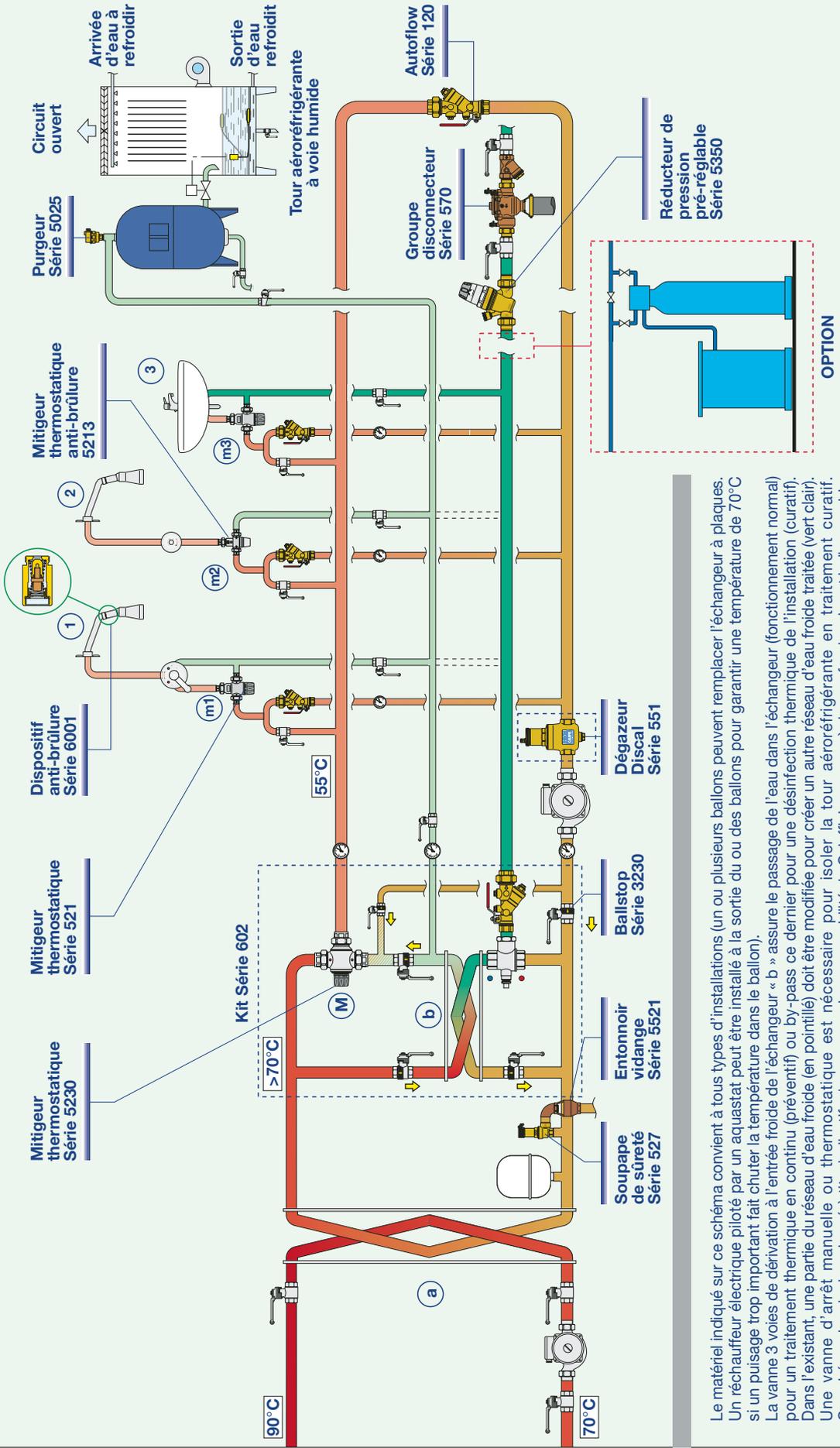
L'eau froide d'apport est traitée par choc thermique en continu dans le ballon, puis refroidi dans l'échangeur à plaques. Une désinfection de l'installation est indispensable avant la mise en oeuvre du système « Carlier-Meskel ».

Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ballon pour garantir une température de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon.

Un échangeur à plaques peut remplacer le ballon d'eau chaude.

Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

CM6 - Système "Carlier - Meskel" sur une installation intégrant l'eau sanitaire et la climatisation, production d'ECS par échangeur à plaques, avec bouclage



Le matériel indiqué sur ce schéma convient à tous types d'installations (un ou plusieurs ballons peuvent remplacer l'échangeur à plaques. Un réchauffeur électrique piloté par un aquastat peut être installé à la sortie du ou des ballons pour garantir une température de 70°C si un puisage trop important fait chuter la température dans le ballon).
 La vanne 3 voies de dérivation à l'entrée froide de l'échangeur « b » assure le passage de l'eau dans l'échangeur (fonctionnement normal) pour un traitement thermique en continu (préventif) ou by-pass ce dernier pour une désinfection thermique de l'installation (curatif). Dans l'existant, une partie du réseau d'eau froide (en pointille) doit être modifiée pour créer un autre réseau d'eau froide traitée (vert clair). Une vanne d'arrêt manuelle ou thermostatique est nécessaire pour isoler la tour aérorefrigrante en traitement curatif.
 Ce schéma de principe, donné à titre indicatif, n'engage pas la responsabilité de Caleffi. Le recours à des professionnels est indispensable.

Kits Anti-légionelles pour installations de production et distribution d'eaux sanitaires

Dépôt de brevet 69 INPI LYON n°0409010

Petites installations		Diamètre	Puissance générateur ECS* (kW)	Débit* (l/h)	Code
sans bouclage					
3/4"	26 kW	450	601050	stabilisateur de débit "Autoflow" série 120	vanne de dérivation (manuelle et motorisable)
				vanne d'arrêt et antiretour "Ballstop" série 3230	mitigeur thermostatique série 521
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 1
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 3

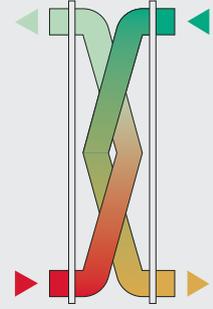
Toutes installations		Diamètre	Puissance générateur ECS* (kW)	Débit* (l/h)	Code
avec bouclage					
3/4"	81	1.400	602050	stabilisateur de débit "Autoflow" série 120	vanne de dérivation (manuelle et motorisable)
1"	116	2.000	602060		vanne d'arrêt et antiretour "Ballstop" série 3230
1 1/4"	203	3.500	602070		
1 1/2"	290	5.000	602080		
2"	493	8.500	602090		
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 1
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 5
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 1
				Quantité/kit 1	Quantité/kit 1

* Valeurs données à titre d'exemples. Pour toutes autres valeurs voir tableau de sélection des Kits & Cartouches "Système Carlier-Meskel" disponible sur le site Caleffi (www.caleffi.fr).

Paramètres à indiquer au fournisseur de l'échangeur à plaques (b)

- donner le débit du primaire et du secondaire (les deux débits sont identiques) en litres / heure
- donner les températures indiquées dans les cadres

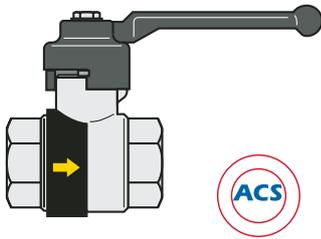
Température d'entrée d'eau aseptisée
70°C minimum



Température souhaitée de sortie de l'eau refroidit (de préférence entre 20 et 25°C, une température plus basse surdimensionnerait l'échangeur)

Température d'entrée de l'eau froide (en général suivant les régions et la période de l'année, comprise entre 5 et 20°C, prendre la température pour la période la plus chaude)

VANNES A SPHERE AVEC CLAPET INCORPORE - BALLSTOP



Vannes à sphère avec clapet incorporé - BALLSTOP

Raccords Femelle.

Dimensions: 1/2" - 3/4" - 1" avec manette papillon,
1 1/4" - 1 1/2" - 2" avec poignée longue.

La vanne combine efficacement dans un seul appareil deux dispositifs d'usages différents: un robinet d'arrêt à sphère et un clapet anti-retour inséré à l'intérieur de la sphère.

Cette union offre les avantages suivants:

- montage plus rapide
- espace nécessaire plus réduit
- produit moins coûteux

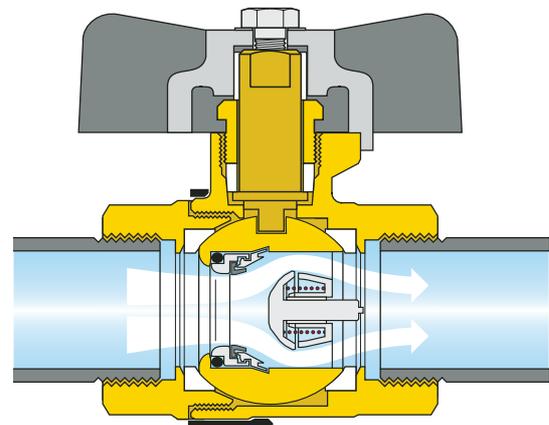
Applications

Dans tous les cas où, sur les installations hydrauliques, un clapet anti-retour est nécessaire, par exemple à l'endroit du raccordement au réseau, sur l'alimentation des ballons d'eau chaude, etc..

Caractéristiques techniques et de construction

Matériaux : - Corps : laiton UNI EN 12165 CW617N, chromé
- Sphère : laiton UNI EN 12165 CW617N, chromé
- Joint sur le clapet : gomme nitrile
- Ressort de retenue : acier inox

Utilisations : eau - air - produits pétroliers
Température : en service continu 95°C
Pression maxi d'exercice : 16 bar

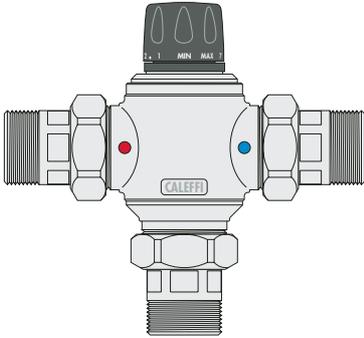


- Fonctionnement silencieux en raison de la forme fluïdo-dynamique de l'obturateur.

- Le joint à lèvres assure la fermeture sans retard et l'étanchéité totale même avec une légère contre-pression.

- Grâce à un accouplement particulier, les parties coulissantes sont insensibles aux petites impuretés présentes dans l'eau et aux dépôts susceptibles de se former au cours d'une inactivité prolongée.

MITIGEURS THERMOSTATIQUES POUR INSTALLATIONS CENTRALISÉES



Mitigeurs thermostatiques avec cartouche interchangeable pour installations centralisées série 5230 (Demande de brevet n° MI2001A001645)

Gamme de produits

Code 523040/50/60/70/80/90

Mitigeur thermostatique avec cartouche interchangeable pour installations centralisées, dimensions 1/2" - 3/4" - 1" - 1 1/4" - 1 1/2" - 2"

Code 523053/63/73

Mitigeur thermostatique avec cartouche interchangeable et clapets anti-retour en entrée, dimensions 3/4" - 1" - 1 1/4"

Code 523052/62

Mitigeur thermostatique avec cartouche interchangeable et clapets anti-retour en entrée, dimensions Ø 22 et Ø 28 mm pour tubes cuivre.



Caractéristiques techniques et de construction

- Matériaux : - Corps : laiton UNI EN 12165 CW617N, chromé
- Cartouche : laiton EN 12164 CW614N
- Obturateur : laiton EN 12164 CW614N
- Ressort : acier inox
- Joints d'étanchéité : EPDM

Fluide admissible : eau

Plage de réglage : - Ø22, Ø28, 1/2"÷1 1/4"; 30÷65°C
- 1 1/2"÷2"; 36÷60°C

Précision relative aux débits ci-dessous : ± 2°C

1/2" G ≥ 400 l/h

3/4" - Ø 22 G ≥ 500 l/h

1" - Ø 28 G ≥ 800 l/h

1 1/4" G ≥ 1.000 l/h

1 1/2" G ≥ 2.800 l/h

2" G ≥ 3.000 l/h

Pression maxi d'exercice (statique) : 14 bar

Pression maxi d'exercice (dynamique) : 5 bar

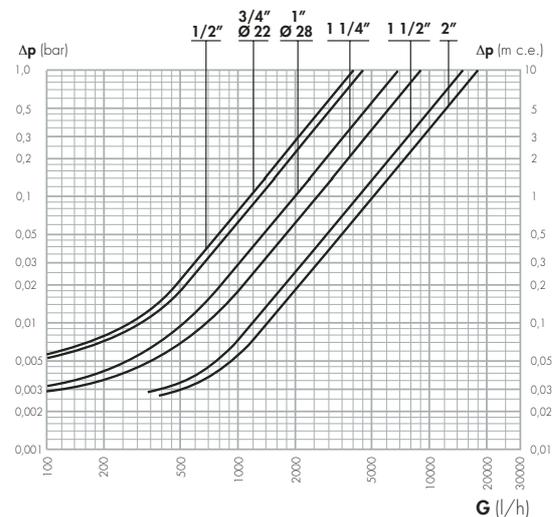
Température maxi d'entrée : 85°C

Rapport maximum entre les pressions en entrée (C/F ou F/C) : 2:1

Raccordements : - raccords union 1/2"÷2" M

- pour tube cuivre Ø 22 et Ø 28 mm

Caractéristiques hydrauliques



Dimension	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Kv (m³/h)	4,0	4,5	6,9	9,1	14,5	19,0

MITIGEURS THERMOSTATIQUES POUR INSTALLATIONS CENTRALISÉES



Principe de fonctionnement

L'élément régulateur du mitigeur thermostatique est un capteur de température, entièrement plongé dans la conduite de sortie de l'eau mitigée, qui, avec son mouvement de dilatation et de contraction, établit continuellement la juste proportion d'eau chaude et froide à l'entrée.

Particularités de construction

• Double logement de passage

Le mitigeur est équipé d'un obturateur spécial qui agit sur un double logement de passage de l'eau. On garantit ainsi un débit élevé malgré un encombrement réduit tout en conservant un réglage précis de la température.

• Revêtement anti-adhérent

Tous les éléments fonctionnels, comme l'obturateur, les logements et les guides, sont revêtus à chaud de PTFE. Ce revêtement réduit au minimum le risque de dépôt calcaire et garantit le maintien des performances dans le temps.

• Thermostat à faible inertie

L'élément sensible à la température, « moteur » du mitigeur thermostatique, est caractérisé par une faible inertie thermique; cela lui permet de réagir rapidement aux variations de pression et de température en entrée en réduisant les temps de réponse de l'appareil.

Réglage de la température

Le réglage de la température sur la valeur voulue s'effectue à l'aide de la poignée et de l'échelle graduée dont est équipée la vanne.

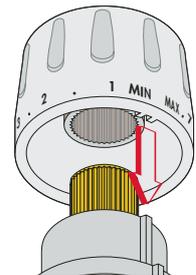
Tableau de réglage température

Pos.	Min	1	2	3	4	5	6	7	Max
1/2" + 3/4" - Ø 22; T (°C)	25	29	33	39	43	48	52	58	65
1" + 1 1/4" - Ø 28; T (°C)	27	32	38	44	49	53	58	63	67
1 1/2" + 2" - T (°C)	36	39	42	45	48	51	54	57	60

Conditions de référence: $T_{chaude} = 68^{\circ}\text{C}$; $T_{froide} = 13^{\circ}\text{C}$;
Pression en entrée eau chaude et eau froide = 3 bar

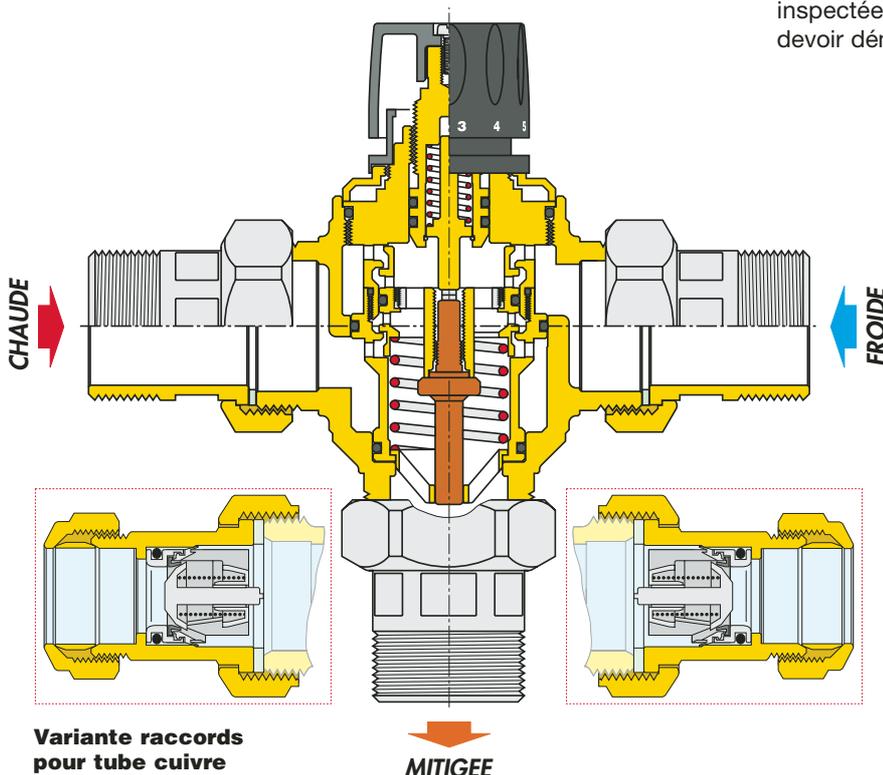
Blocage de la température

Placer la poignée sur le numéro voulu, dévisser la vis du haut, sortir la poignée puis replacer la poignée de façon à ce que la saillie de référence intérieure s'encastre dans le collier porte-poignée.

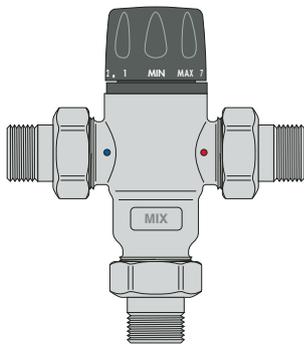


Remplacement de la cartouche

La cartouche intérieure, qui contient tous les éléments nécessaires au réglage, peut être inspectée et éventuellement remplacée sans devoir démonter le corps du mitigeur.



MITIGEURS THERMOSTATIQUES ANTICALCAIRE, RÉGLABLES



Mitigeurs thermostatiques anticalcaire, réglables série 521

Gamme de produits

Code 521400/500, dimensions 1/2" - 3/4"

Code 521503

Mitigeur thermostatique avec clapets anti-retour en entrée, dimensions 3/4"

Code 521115/122

Mitigeur thermostatique avec filtres et clapets anti-retour en entrée, dimensions Ø 15 et Ø 28 mm pour tubes cuivre.

Caractéristiques techniques et de construction

- Matériaux : - Corps : laiton anti-dézinification
UNI EN 12165 CW602N, chromé
- Obturateur : laiton EN 12164 CW614N
- Ressorts : acier inox
- Joints d'étanchéité : EPDM

Fluide admissible : eau
Plage de réglage : 30÷65°C
Précision : ±2°C
Pression maxi d'exercice (statique) : 14 bar
Pression maxi d'exercice (dynamique) : 5 bar
Température maxi d'entrée : 85°C

Rapport maximum entre les pressions en entrée (C/F ou F/C) :2:1
Différence de température minimum entre l'entrée de l'eau chaude et la sortie de l'eau mitigée pour garantir les meilleures prestations : 15°C

Raccordements : - raccords union 1/2" et 3/4" M
- raccord à compression pour tube cuivre Ø 15 et Ø 22 mm

Caractéristiques hydrauliques



Principe de fonctionnement

L'élément régulateur du mitigeur thermostatique est un capteur de température complètement immergé dans le conduit de sortie de l'eau mitigée qui, en se dilatant ou en se contractant, établit continuellement la bonne proportion entre l'eau chaude et l'eau froide en entrée. Le réglage de ces flux s'effectue à l'aide d'un piston qui glisse dans un cylindre entre le siège de passage de l'eau chaude et celui de l'eau froide. Même si des chutes de pression, causées par le prélèvement d'eau chaude ou d'eau froide par les usagers, ou des variations de température à l'entrée se produisent, le mitigeur règle automatiquement les débits d'eau pour obtenir la température prédéfinie.

Particularités de construction

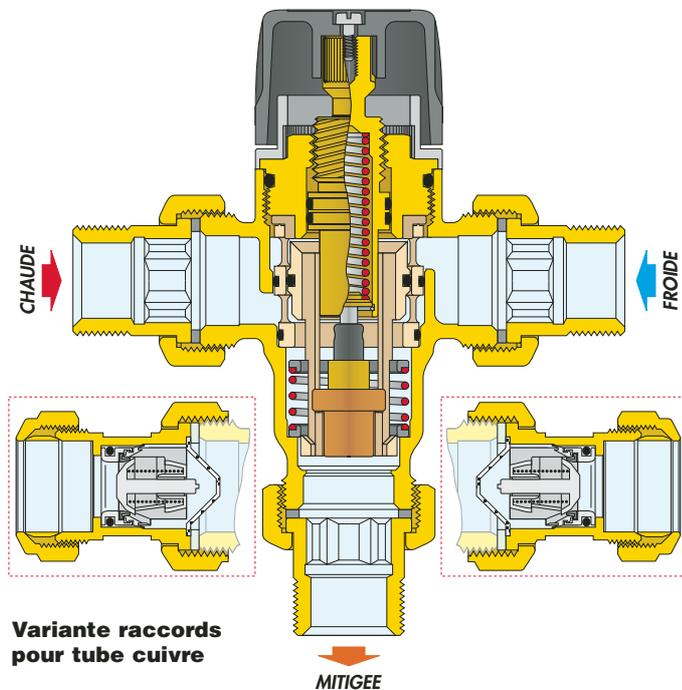
Matériaux anticalcaires

Les matériaux utilisés pour construire le mitigeur éliminent le problème du grippage causé par les dépôts de calcaire. Toutes les parties fonctionnelles comme l'obturateur, les sièges et les guides de glissement sont fabriquées avec un matériau anticalcaire, à faible coefficient de frottement, qui garantit la continuité des prestations dans le temps.

Réglage de la température et verrouillage

La poignée de commande permet de régler la température, entre mini et maxi, sur un tour (360°). Elle dispose en outre d'un système de blocage permettant de verrouiller la température sur la valeur prédéfinie.

MITIGEURS THERMOSTATIQUES ANTICALCAIRE, RÉGLABLES



Montage

Avant de monter le mitigeur, il faut rincer les tuyauteries afin d'éviter que des impuretés en circulation ne compromettent les prestations. Nous conseillons toujours de monter des filtres de capacité adéquate à l'entrée du réseau d'eau. Les mitigeurs codes 521115/22 sont équipés de filtres sur les entrées de l'eau chaude et de l'eau froide.

Les mitigeurs thermostatiques série 521 doivent être montés conformément aux schémas de montage illustrés sur la fiche d'instruction ou dans cette revue. Les mitigeurs thermostatiques série 521 peuvent se monter dans n'importe quelle position, verticale ou horizontale.

Sur le corps du mitigeur sont indiqués:

- l'entrée de l'eau chaude avec couleur rouge et inscription «HOT»
- l'entrée de l'eau froide avec couleur bleue et inscription «COLD»
- la sortie de l'eau mitigée avec inscription «MIX».

Tableau de réglage température

Pos.	Mini	1	2	3	4	5	6	7	Maxi
T (°C)	27	32	38	44	49	53	58	63	67

Conditions de référence: $T_{chaude} = 68^{\circ}\text{C}$; $T_{froide} = 13^{\circ}\text{C}$;

Pression en entrée eau chaude et eau froide = 3 bar



Dispositifs de sécurité thermique pour points de puisage sanitaires code 600140



EN COURS

Principe de fonctionnement

Un élément thermostatique introduit dans l'eau mitigée interrompt le passage de l'eau si sa température atteint la valeur de tarage fixée à 48°C.

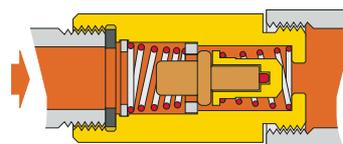
Caractéristiques techniques et de construction

Matériaux :- Corps : laiton EN 12164 CW614N, chromé
 - Ressort : acier inox
 Pression maximum d'exercice (statique) : 10 bar
 Pression maximum d'exercice (dynamique) : 5 bar
 Température de tarage : 48±1°C
 Raccordements : 1/2" F entrée
 1/2" M sortie

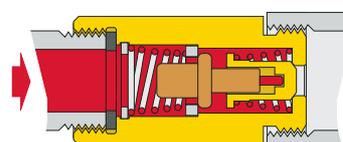
Caractéristiques hydrauliques

Kv = 0,8 (m³/h)

Fonctionnement

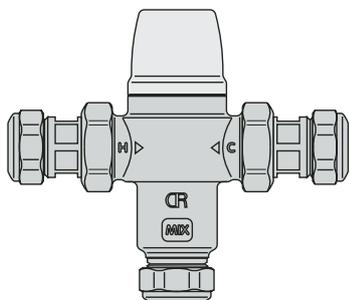


Ouvert



Fermé

MITIGEURS THERMOSTATIQUES A HAUTE SÉCURITÉ ANTI-BRÛLURE



Mitigeurs thermostatiques à haute sécurité anti-brûlure série 5213 (homologué aux normes NHS D08 et BS 7942.2000)

Gamme de produits

Code 521303

Mitigeur thermostatique anti-brûlure équipé de **filtres et clapets anti-retour en entrée**, dimension 3/4" M (raccord union).

Code 521315/322

Mitigeur thermostatique anti-brûlure équipé de **filtres et clapets anti-retour en entrée**, dimensions Ø 15 et Ø 22 mm pour tubes cuivre.



EN COURS

Sécurité anti-brûlure

Cette série de mitigeurs thermostatiques a été spécialement étudiée pour protéger les usagers les plus vulnérables, par exemples dans les hopitaux, les maisons de retraite, les écoles, etc., contre les risques de brûlures. Ces mitigeurs garantissent des performances élevées et disposent d'une fonction spéciale de sécurité anti-brûlure qui interrompt immédiatement le passage de l'eau en sortie du mitigeur en cas d'absence accidentelle d'eau froide ou chaude en entrée (prestations conformes à la spécification anglo-saxonne NHS D08, à la norme BS 7942:2000 et les normes EN 1111 et EN 1287).

Caractéristiques techniques et de construction

Matériaux : - Corps : laiton anti-dézincification EN 12165 CW602N, chromé

- Obturateur : PPO
- Ressort : acier inox
- Joints d'étanchéité : EPDM
- Couvercle : ABS

Plage de réglage : 30÷50°C
Précision : ±2°C

Pression maxi d'exercice (statique) : 10 bar
Pression maxi d'exercice (dynamique) : 5 bar

Température maxi d'entrée : 85°C

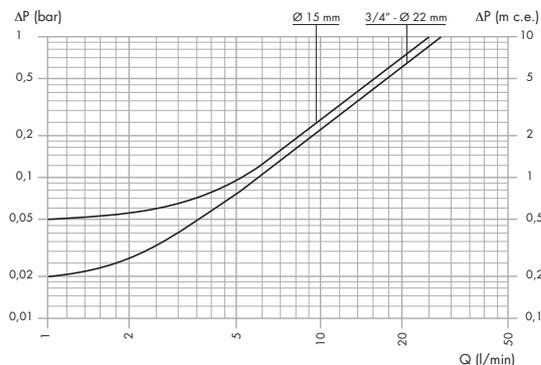
Rapport maximum entre les pressions en entrée (C/F ou F/C) : 6:1

Différence de température minimum entre l'entrée et la sortie d'eau chaude mitigée permettant de garantir les prestations anti-brûlure : 10°C

Débit minimum pour un fonctionnement stable : 4 l/min

Raccordements : - raccords union 3/4" M
- pour tube cuivre Ø15 et Ø22 mm

Caractéristiques hydrauliques

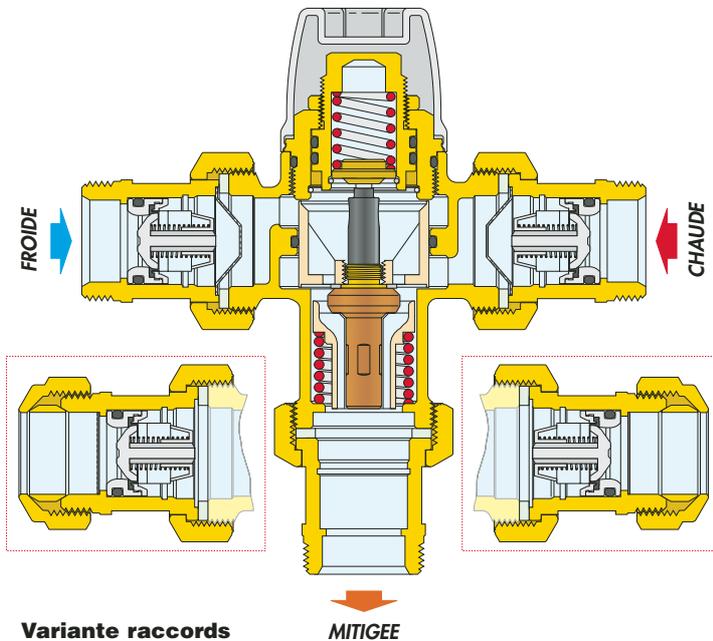


Code	Ø	Kv (m³/h)
521303	3/4"	1,7
521315	15 mm	1,5
521322	22 mm	1,7

Matériaux anti-calcaire

Les matériaux utilisés pour construire le mitigeur éliminent le problème du grippage causé par les dépôts de calcaire. Toutes les parties fonctionnelles sont fabriquées avec un matériau anti-calcaire spécial, à faible coefficient de frottement, en mesure de garantir la conservation des performances dans le temps.

MITIGEURS THERMOSTATIQUES A HAUTE SÉCURITÉ ANTI-BRÛLURE



Variante raccords pour tube cuivre

Principe de fonctionnement

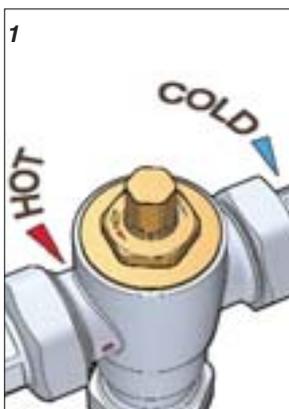
Le mitigeur thermostatique mélange l'eau chaude et l'eau froide en entrée de façon à ce que la température de l'eau mitigée à la sortie reste constante. Un élément thermostatique est complètement immergé dans la conduite d'eau mitigée. Il se contracte ou se détend et provoque le mouvement d'un obturateur qui contrôle le passage de l'eau chaude ou froide en entrée.

Si la température ou la pression en entrée varie, l'élément intérieur réagit automatiquement et rétablit la valeur de la température mitigée voulue en sortie.

Réglage et blocage de la température

Le réglage de la température sur la valeur voulue s'effectue en agissant sur la tête de la vis supérieure, à travers le creux pratiqué dans le couvercle de protection.

Le réglage de la température peut se bloquer sur la valeur voulue à l'aide du contre-écrou de protection de réglage.



1
Vue du réglage de la température



2
Utilisation du capuchon pour régler la température



3
Capuchon sur la vis de réglage de la température



4
Blocage du réglage par contre-écrou

STABILISATEURS AUTOMATIQUES DE DÉBIT - AUTOFLOW



L'ÉQUILIBRAGE DYNAMIQUE DES CIRCUITS

Les installations de chauffage, sanitaire et climatisation modernes doivent garantir un confort élevé et une faible consommation d'énergie. Pour cela il faut alimenter les terminaux des installations avec les débits adéquats et donc réaliser des circuits hydrauliques équilibrés.

Si le circuit n'est pas équilibré, le déséquilibre hydraulique entre les terminaux engendre des débits et des températures inadaptés nuisant au confort et à la consommation d'énergie.

Les dispositifs **AUTOFLOW** sont en mesure d'équilibrer automatiquement le circuit hydraulique, en garantissant le débit à chaque terminal.

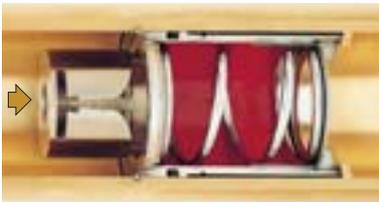
Même en cas de fermeture partielle du circuit, les débits sur les circuits ouverts **restent constamment à la valeur nominale**. L'installation garantit toujours le meilleur confort sans gaspillage d'énergie.

Principe de fonctionnement

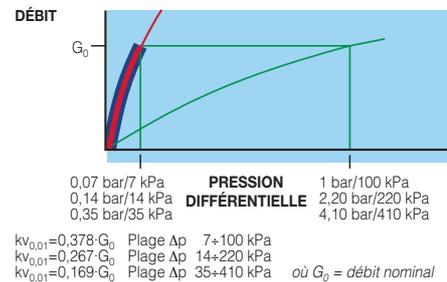
L'élément régulateur des dispositifs **AUTOFLOW** est un piston qui présente, comme section de passage du fluide, un orifice central et des ouvertures latérales à géométrie variable. La poussée du fluide sur le piston s'oppose à un ressort à spirale pour garantir le bon débit.

Les Autoflow sont des régulateurs automatiques à performances élevées. Ils peuvent régler les débits choisis avec des tolérances très réduites (environ 5%) et permettent une plage de travail adaptée.

En dessous de la plage de travail



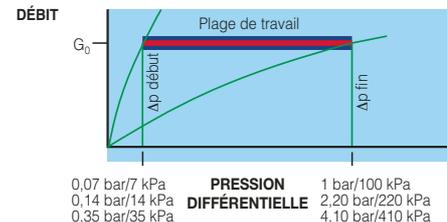
Dans ce cas le piston de régulation reste en équilibre sans comprimer le ressort et laisse au passage du fluide la plus grande section libre disponible. Dans la pratique, le piston agit comme un régulateur fixe et, par conséquent, le débit qui traverse l'AUTOFLOW ne dépend que de la pression différentielle.



Dans la plage de travail



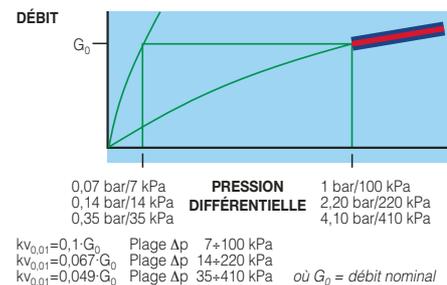
Si la pression différentielle est comprise dans le plage de travail, le piston comprime le ressort et offre au fluide une section libre pour le passage en mesure de permettre le débit défini par l'AUTOFLOW.



Au-delà de la plage de travail



Au-delà de la plage de travail le piston comprime complètement le ressort et ne laisse au fluide que l'orifice central comme voie de passage. Comme dans le premier cas, le piston sert de régulateur fixe. Le débit qui traverse l'AUTOFLOW ne dépend donc que de la pression différentielle.



STABILISATEURS AUTOMATIQUES DE DÉBIT - AUTOFLOW



Choix de la plage de travail Δp du dispositif AUTOFLOW

Les dispositifs Autoflow existent avec différentes plages de travail afin de satisfaire les exigences des installations. Par définition, la plage de travail est comprise entre deux valeurs de pression différentielle:

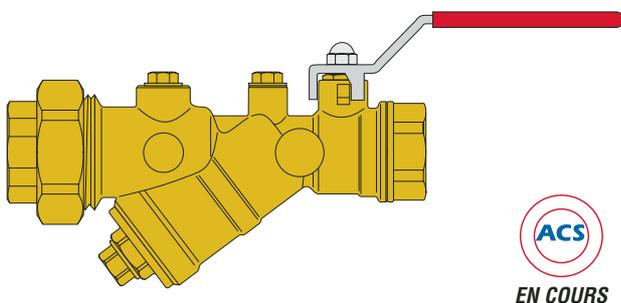
$$\text{Plage } \Delta p: \Delta p_{\text{début}} \div \Delta p_{\text{fin}}$$

Le choix doit se faire en tenant compte de:

- **la pression différentielle de début de plage de travail.** Cette valeur s'ajoute aux pertes de charge fixes du circuit le plus défavorisé. Il faut évaluer dans ce cas la hauteur manométrique disponible de la pompe.
- **la pression différentielle de fin de plage de travail.** Si on dépasse cette valeur le ressort de l'Autoflow est entièrement comprimé et le dispositif ne remplit plus aucune action de régulation. Il faut passer à la plage de travail supérieure.

L'Autoflow dispose des plages de travail suivantes.

7÷100 kPa 0,07÷1 bar	Utilisable en circuits fermés munis de pompes avec hauteur manométrique limitée. Par exemple, sur les petites installations de chauffage avec chaudières murales munies de circulateur intégré.
14÷220 kPa 0,14÷2,20 bar	Utilisable sur la plupart des installations en circuits fermés. L'ample plage de travail permet de l'introduire avec des pertes de charge minimales égales à 14 kPa.
35÷410 kPa 0,35÷4,10 bar	Utilisable sur les installations à circuit ouvert, par exemple dans la distribution sanitaire ou sur les installations avec des hauteurs manométriques élevées, comme par exemple dans les réseaux de chauffage urbain. La haute limite supérieure de 410 kPa, permet le bon fonctionnement sans sortir de la plage de travail.



Caractéristiques techniques et de construction

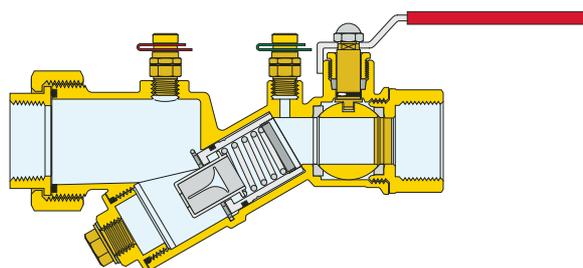
Matériaux :	- corps :	laiton UNI EN 12165 CW617N
	- cartouche AUTOFLOW et ressort :	acier inox
	- O-Ring :	EPDM
	- sphère :	laiton chromé
	- siège d'appui de la sphère :	PTFE
	- joint de la tige de commande :	PTFE
	- levier :	acier galvanisé spécial
	- bouchons des prises de pression :	laiton UNI EN 12164 CW614N

Fluides admissibles :	eau, solutions au glycol
Pression maxi :	25 bar
Plage de température :	0÷110°C
Précision :	±5%
Plage Δp :	7÷100 Kpa; 14÷220 Kpa; 35÷410 Kpa
Débits :	0,12÷15,5 m ³ /h
Raccordements filetés :	raccord union F x F de 1/2" à 2"

série 120 Version AUTOFLOW

Gamme de produits

Combinaison du stabilisateur de débit AUTOFLOW et d'une vanne d'arrêt à sphère, dimensions 1/2" - 3/4" - 1" - 1 1/4" - 1 1/2" - 2"



- Taré en usine pour conserver automatiquement le débit avec une tolérance de $\pm 5\%$ de la valeur établie.
- Possibilité d'inspecter, de nettoyer et de remplacer la cartouche intérieure sans enlever le corps de la tuyauterie.
- Possibilité de raccordement de prises de pression pour en vérifier le fonctionnement.
- La tige de commande de la vanne à sphère est équipée d'un dispositif qui l'empêche de se déboîter et d'un levier de fermeture avec une gaine en vinyle.
- Si les tuyauteries sont calorifugées, le levier peut être remplacé par le levier à rallonge série 117.

Fonction

Les séparateurs d'air servent à éliminer de façon continue l'air contenu dans les circuits hydrauliques. La capacité d'évacuation de ces dispositifs est très élevée. Ils sont en mesure d'éliminer, de façon automatique, tout l'air qui se trouve dans les circuits, jusqu'au niveau des micro-bulles.

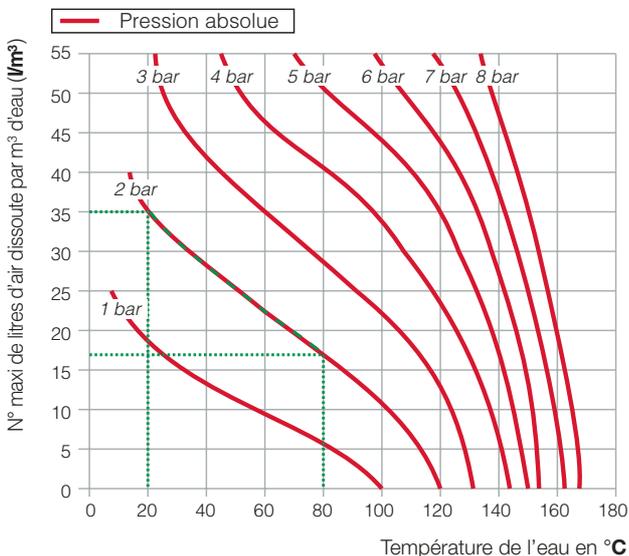
La circulation d'eau entièrement privée d'air permet aux installations de fonctionner dans les meilleures conditions, sans problèmes de bruit, de corrosion, de surchauffe localisée, sans dégât mécanique, et évite d'alimenter en oxygène les bactéries éventuellement présentes.

Le processus de formation de l'air

La quantité d'air susceptible de rester dissout dans l'eau dépend de la pression et de la température. Ce rapport est défini par la loi de Henry, dont la courbe, illustrée ci-dessous, permet de quantifier le phénomène physique de la libération de l'air contenu dans le fluide. A titre d'exemple: à la pression absolue constante de 2 bar, si vous portez de l'eau de 20°C à 80°C, la quantité d'air libérée par la solution est égale à 18 l par m³ d'eau. En conséquence de cette loi, nous remarquons que la quantité d'air libérée est maximum lorsque la température augmente et que la pression diminue. Cet air se présente sous forme de micro-bulles, de diamètres de l'ordre de dixièmes de millimètre.

Dans les circuits de chauffage il existe plusieurs points précis où ce processus de formation de micro-bulles se produit continuellement : dans les chaudières et dans les dispositifs qui opèrent en conditions de cavitation.

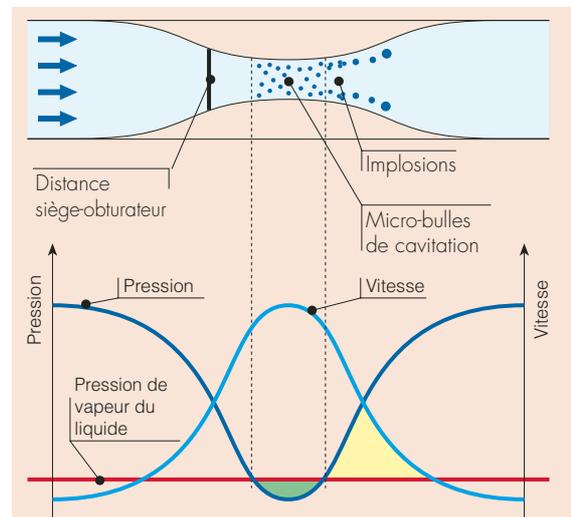
Courbe de solubilité de l'air dans l'eau



Micro-bulles de cavitation

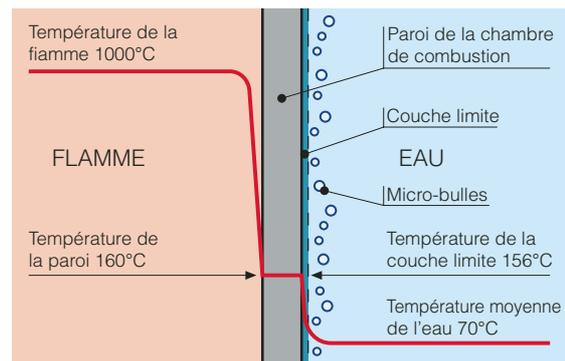
Les micro-bulles se développent aux endroits où la vitesse du fluide est très élevée, avec une forte diminution de la pression. Ces endroits sont, en général, les ailettes des pompes et les sièges de passage des vannes de réglages.

Ces micro-bulles d'air et de vapeur, dont la formation s'accroît si l'eau est désaérée, peuvent ensuite imploser à la suite du phénomène de cavitation.



Micro-bulles de chaudière

Les micro-bulles se forment continuellement sur les surfaces de séparation entre l'eau et la chambre de combustion à cause des températures élevées du fluide. Cet air, une fois l'eau entraînée, se rassemble aux endroits critiques du circuit, d'où il doit être évacué. Cet air est en partie réabsorbé en présence de surfaces plus froides.





EN COURS

Séparateurs d'air - DISCAL série 551

Gamme de produits

Code 551002

Séparateur d'air DISCAL avec raccords pour tube cuivre Ø 22 mm

Code 551003

Séparateur d'air DISCAL, dimension 3/4" F

Code 551005/6/7/8/9

Séparateur d'air DISCAL avec bouchon de vidange, dimension 3/4" - 1" - 1 1/4" - 1 1/2" - 2" F

Caractéristiques techniques et de construction

Matériaux : - Corps : laiton EN 12165 CW617N
 - Élément intérieur : acier inox
 - Joints : EPDM
 - Fluides admissibles : eau, solutions au glycol

Pression maxi d'exercice : 10 bar
 Plage de température : 0÷110°C
 Pourcentage maxi de glycol : 50%
 Raccords : - pour tube cuivre Ø 22 mm; 3/4" F
 - 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2" F
 Bouchon de vidange : 1/2" F

Principe de fonctionnement

Le séparateur d'air utilise l'action combinée de plusieurs principes physiques.

La partie active est formée par un ensemble de surfaces métalliques réticulaires disposées en rayon. Ces éléments créent des mouvements de tourbillon qui favorisent la libération des micro-bulles et leur adhérence à leur surface.

Les bulles, qui se fondent entre elles, augmentent de volume jusqu'à ce que la poussée hydrostatique soit en mesure de vaincre la force d'adhérence à la structure. Elles s'élèvent ensuite vers le haut du dispositif où elles sont évacuées par le purgeur d'air automatique à flotteur.

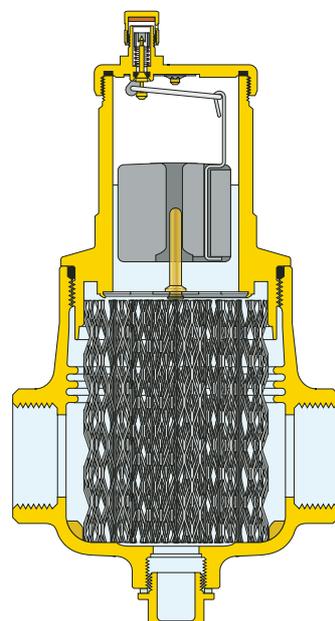
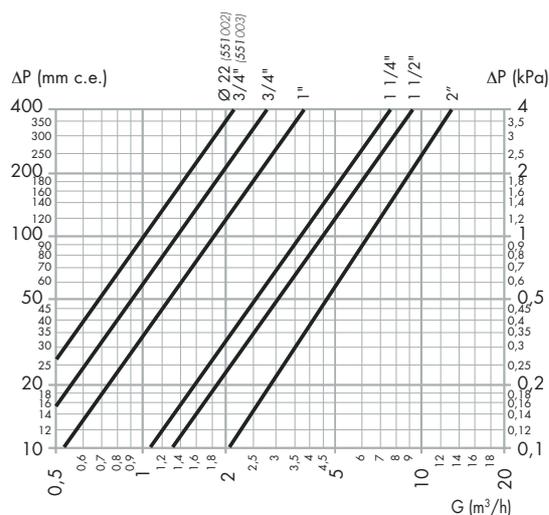
Particularités de construction

Les dispositifs DISCAL sont construits de telle façon qu'il n'est pas nécessaire de démonter l'appareil pour effectuer les opérations d'entretien et de nettoyage. Ils sont pour la plupart équipés dans le bas d'un raccord permettant de connecter une vanne de vidange.

Les purgeurs d'air automatiques, placés en haut des dispositifs, disposent d'une longue chambre pour le mouvement du flotteur. Cela empêche les impuretés présentes dans l'eau d'atteindre le siège d'étanchéité.

Le haut des appareils se démonte pour accéder entièrement à l'élément séparateur en acier.

Caractéristiques hydrauliques



PRINCIPALES LIGNES DIRECTRICES POUR LE CONTRÔLE ET LA PRÉVENTION DE LA LÉGIONELLOSE

Nation	Nom du document	Année	Publication
Belgique	Relatif aux dangers et aux mesures préventives contre une contamination par Légionelle en Belgique C: S:H: 4870	2000	Conseil Supérieur d'Hygiène Brussels
	Recommandations Pour La Prévention Des Infections A Légionelle Dans Les Etablissements De Soins CSH:7509	2002	Conseil Supérieur d'Hygiène Brussels
Danemark	Guidelines : Légionelle En Vejledning: Legionella i varmt brugsvand.	1998	Sratens Serum Institut, Copenhagen
	Overvågning, udbredelse og forebyggelse af legionersygdom. ISBN 87-89148-25-8	2000	As above
France	Guide des bonnes pratiques : Legionella et tours aérorefrigérantes	2001	Directorate-General of health, Paris
	Gestion du risque lié aux légionelles : Rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France	2001	Directorate-General of health, Paris
Allemagne	Drinking water heating systems and conduits; Technical measures to decrease legionella growth	1993	W 551 DVGW, Eschborn
	Drinking water heating systems and conduits; Technical measures to decrease legionella growth; rehabilitation and operation	1996	W 552 DVGW Bonn
	Protection of Infection Act (IfSG) Act on Prevention and Control of Infectious Diseases in Man	2000	Federal Ministry of Health
Angleterre	Legionnaires' disease The control of legionella bacteria in water systems (L8)	2000	Health and Safety Commission
Irlande	The Management Of Legionnaires' Disease in Ireland	2002	National Disease Surveillance Centre, Dublin
Italie	Linee-guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi	2000	Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 103
Pays-Bas	Modelbeheersplan Legionellapreentie in Leidingwater Distribution No 16827	2002	VROM (The Netherlands Ministry of Housing)
Norvège	Tiltak mot Legionella-bakterier I VVS-installasjoner ("Actions against Legionella-bacteria in water systems") (1993) INBN 82-7364-069-8	1993	Statens institutt for folkehelse
	Smittevern 5. Smittevernhandbok for kommune-helsetjenesten 2002-2003 ("Communicable Disease Control Handbook") (2001) ISBN 82-7364-177-5	2001	As above
Portugal	Doença dos Legionários. Procedimentos de controlo nos empreendimentos turísticos	2001	Direcção Geneal de Saúde e Direcção Geral de Turismo
Espagne	Legionella y Legionelosis: Normas Basicas de Prevencion y Control de Instalaciones Hoteleras	1993	Fondacion Barcelo
	Climatizaciòn Guia para la prevenciòn de la legionela en instalaciones	1994	AENOR, Madrid
	Recomendações para la prevenciòn y control de la legionelosis	1999	Ministero de Sanidad y Consumo, Madrid
Suisse	Légionelles et légionellose. Particularités biologiques, épidémiologie, aspects cliniques, enquêtes environnementales, prévention et mesures de lutte.	1999	Office Fédéral de la Santé Publique, Berne
Luxembourg	Préconisation de conception, d'entretien et de température d'eau	1999	
U.S.A.	Final recommendations to minimise transmission of legionnaire's diseases from whirlpool spas on cruise ships. Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia.	1997	Center Of Diseases Control (CDC)
	Approaches to prevention and control of legionella infection in Allegheny county health care facilities.	1997	Allegheny county health department
Japon	Guidlines for prevention and control of legionella infection	1994	Ministry of health and welfare

BIBLIOGRAPHIE

- **Agolini, Anzalone, Benini, Raitano, Vitali**
Legionella pneumophila in ospedale, un problema superabile
View & Review 2000, marzo/aprile
- **AICARR – Osservatorio Sanità**
Associazione Italiana Condizionamento Aria,
Riscaldamento e refrigerazione
Libro bianco sulla Legionella
A cura di C.M. Joppolo (Politecnico di Milano)
AICARR, Via Melchiorre Gioia, 168 (Milano)
- **Atti Convegno Regionale Ottobre 2000**
Legionella Pneumophila
ASL Brescia
- **Conseil supérieur d'hygiène publique de France**
Gestion du risque lié aux légionelles
Novembre 2001 (téléchargeable via www.hosmat.fr)
- **COSTIC / Gaz de France Cégibat**
Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques
Prévenir le risque légionellose dans les tours aéroréfrigérantes
(Mars 2003) Savoir faire note 403.01/02/03/04/05/10/11/12/13.
- **CNR**
Centre National de Référence des légionelles
Laboratoire central de microbiologie Prof. Jérôme ETIENNE
Hôpital Edouard Herriot de LYON
- **CSTB / RISE**
Réseau International Santé Environnement
La légionelle: état des lieux (Mai 2001)
- **CSTB**
Comité scientifique et technique du Bâtiment
Réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments (Novembre 2003)
- **DGS**
Direction Générale de la Santé (France)
Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins
Circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé
Circulaire DGS n°7A,DO5/E4,DPPR/SEI n°2003-306 du 26 juin 2003 relative à la prévention du risque aux légionelles dans les tours aéroréfrigérantes des établissements de santé.
- **Docteur Fabien Squinazi**
Maîtrise de l'eau à l'hôpital
Biofilms et matériaux des canalisations des réseaux de distribution d'eaux (Mars 2004)
Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
- **Dossiers Revue Chaud Froid Plomberie**
L'eau chaude: une vraie marque de confort qui demande désormais beaucoup d'attention
Les plombiers condamnés à entreprendre leur Révolution culturelle (n°663 Décembre 2003)
CFP - Passage Tenaille, 6 - 75014 PARIS
- **DVGW**
Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
Drinking water heating systems and conduits.
Technical measures to reduce Legionella
2000 DVGW, Bonn, Oktober 2000
- **EWGLI**
European Working Group for Legionella Infection
European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease.
Produced by members of the European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaires' Disease and the European Working Group for Legionella Infections July 2002 (consultable sur le site EWGLI)
- **Garusi, Barberis, Speziani, Carasi, Scarcella**
Valutazione dell'azione di disinfettanti diversi sull'inibizione della crescita di Legionella Pneumophila
Laboratorio di Sanità Pubblica - Brescia
- **Guidelines ASHRAE 12-2000**
American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers
Réduction des risques de Legionelloses associés aux systèmes hydrauliques desservant les bâtiments
- **HSE**
Health and Safety Enquiries
The control of Legionellosis in hot and cold water systems
The control of Legionellosis including Legionnaires' disease
Sheffield S3 7HQ England
- **Martinelli, Carasi, Scarcella, Speziani**
Detection of Legionella Pneumophila at thermal spas
Microbiologia, 24, 259-264, 2001
- **NSW HEALTH DEPARTMENT**
New South Wales Health Department
Hot Water Burns Like Fire
The NSW scalds prevention campaign
Better Health Centre – PO Box 58
Gladesville 2111
- **Roger Cadièrgues**
Minimiser le risque Legionellose
Sedit 2001 - BP.66 – Domaine de ST-PAUL
78470 ST Remy Les Chevreuse
- **SSIGE /SVGW**
Société Suisse de l'Industrie du Gaz et de l'eau
Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
La Legionelle dans les installations d'eau potable
SSIGA – Boîte postale 658, 8027 Zurich

SITES INTERNET

- AICARR
www.aicarr.it
- ASHRAE
www.ashrae.org
- Bulletin d'épidémiologie du ministère de la santé
www.invs.santé.fr.beh
- CDC
Centre for Disease Control and prevention
www.cdc.com
- Consulta Interassociativa Italiana Prevenzione
www.ospedalesicuro.org
- Direction Générale de la Santé (France)
www.sante.gouv.fr
- EPA
Environmental Protection Agency
www.epa.gov
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione
www.uni.com
- Groupe de Travail Européen sur la Légionellose
www.ewgli.org
- Institut National de la Veille Sanitaire (France)
www.invs.sante.fr
- Istituto Superiore della Sanità
www.iss.it
- Ministère de l'environnement Français
www.environnement.gouv.fr
- Site d'informations médecine française
www.legionellose.com
- Site du génie climatique français
www.xpair.com
- Société Suisse de l'Industrie de l'eau et du gaz
www.svgw.ch



CALEFFI DANS LE MONDE



**Siège et Production
CALEFFI S.P.A.**

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, n. 25 · 28010 Fontaneto d'Agogna (NO) · ITALIA
Tel. +39 0322 8491 · Fax +39 0322 863723
info@caleffi.com · www.caleffi.com

www.caleffi.com

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions