



Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction

PÔLE
OBSERVATOIRE

Dispositif REX
Bâtiments
performants

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE





SOMMAIRE

Avertissement	3
PARTENARIAT ENTRE L'AQC ET LES CENTRES DE RESSOURCES DE LA RÉGION GRAND EST	3
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	4
Présentation générale.....	4
Fonctionnement du dispositif	4
Quelques chiffres.....	5
LES CENTRES DE RESSOURCES DE LA RÉGION GRAND EST : ARCAD, LQE ET ENERGIVIE.PRO	7
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : ENJEU DE CONFORT, DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET DE SANTÉ	8
12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....	9
1 Anticiper le volume des locaux techniques ainsi que l'accessibilité aux éléments des réseaux	10
2 Dimensionner au plus juste les générateurs de chaleur et les ballons tampons.....	11
3 Séparer les productions d'eau chaude sanitaire et de chauffage.....	12
4 Éviter les batteries chaudes en cas de plancher chauffant	13
5 Bien penser la régulation	14
6 Réguler le primaire de l'échangeur eau-air des centrales de traitement d'air	15
7 Isoler les réseaux d'eau chaude sanitaire en zone chauffée.....	16
8 Isoler les vannes, coudes et pompes.....	17
9 Équilibrer les réseaux hydrauliques	18
10 Prévenir la corrosion.....	19
11 Éviter et traiter les boues dans les circuits.....	20
12 Caractériser et transmettre une installation.....	21
CONCLUSION	22
RAPPEL DE QUELQUES BONNES PRATIQUES GÉNÉRALES	23
GLOSSAIRE	24

AVERTISSEMENT

Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.

Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail.

En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.

PARTENARIAT ENTRE L'AQC ET LES CENTRES DE RESSOURCES DE LA RÉGION GRAND EST

Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et les centres de ressources de la Région Grand Est : ARCAD, LQE et energivie.pro

Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme PACTE et de l'ADEME. Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'Agence Qualité Construction.

Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs concernant les installations de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se devait donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant sur les risques émergents induits par cette mutation de la filière Bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales et sur l'interview des acteurs qui ont participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à mettre en valeur les bonnes pratiques.

FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

COLLECTE SUR LE TERRAIN

ÉTAPE A

- Interview *de visu* et *in situ* d'acteurs précurseurs de constructions performantes.
- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.

CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES

ÉTAPE B

- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.
- Relecture des données capitalisées par des experts construction.

ANALYSE DES DONNÉES

ÉTAPE C

- Extractions de données en fonction de requêtes particulières.
- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.

VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS

ÉTAPE D

- Production de rapports.
- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du réseau BEEP (Bâti Environnement Espace Pro). Les enquêteurs qui collectent les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux, qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN CHIFFRES

8 ANS

d'ancienneté

72 ENQUÊTEURS

depuis 2010

13 EN 2017

**3 000 ACTEURS
RENCONTRÉS**

depuis 2010

500 EN 2017

**550 BÂTIMENTS
VISANT LE NIVEAU BBC
OU RT 2012**

labellisés ou non

**150 BÂTIMENTS
VISANT LE NIVEAU PASSIF**

labellisés ou non

**450 BÂTIMENTS
VISANT LE NIVEAU BBC
RÉNOVATION**

labellisés ou non

**40 BÂTIMENTS
RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM**

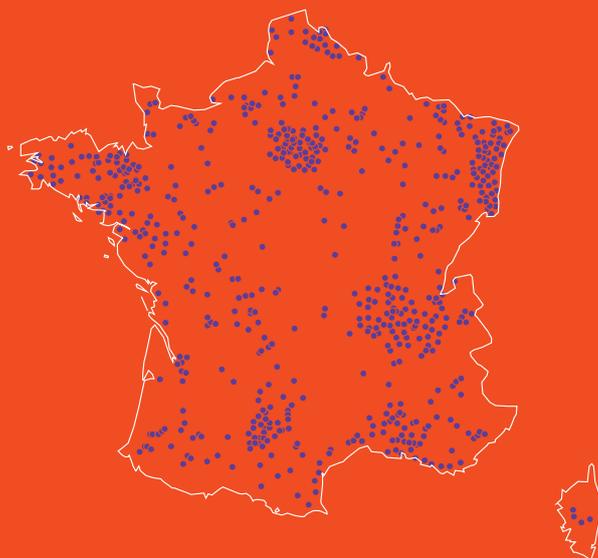
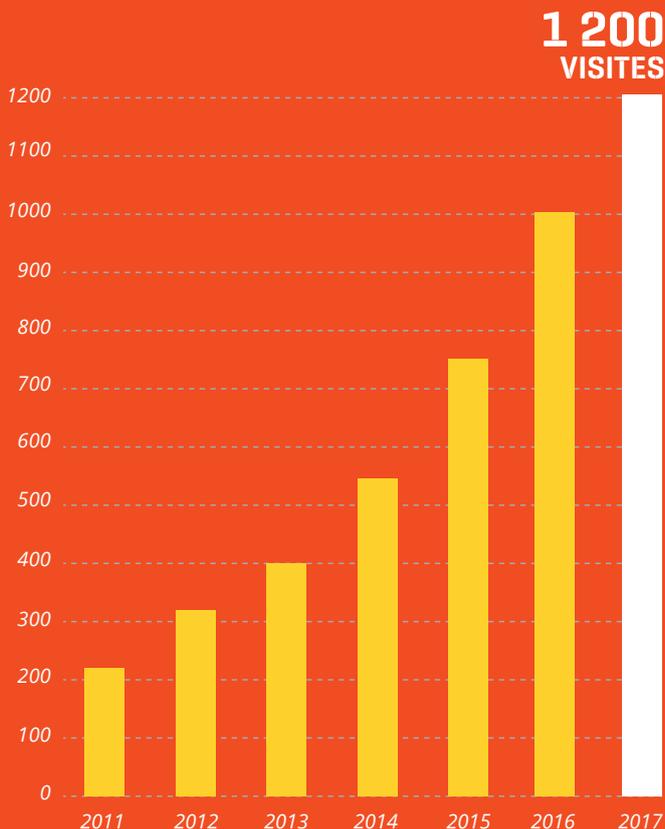
**10 BÂTIMENTS
INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/-C-**

**1 200 BÂTIMENTS
VISITÉS**

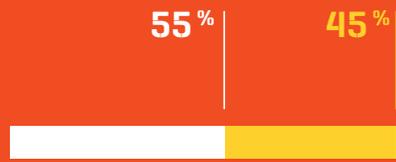
depuis 2010

200 EN 2017

OPÉRATIONS VISITÉES

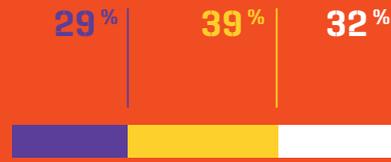


NATURE DE L'OPÉRATION



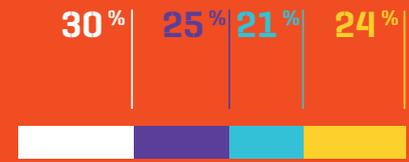
neuf
rénovation

ANCIENNETÉ AU MOMENT DE LA VISITE



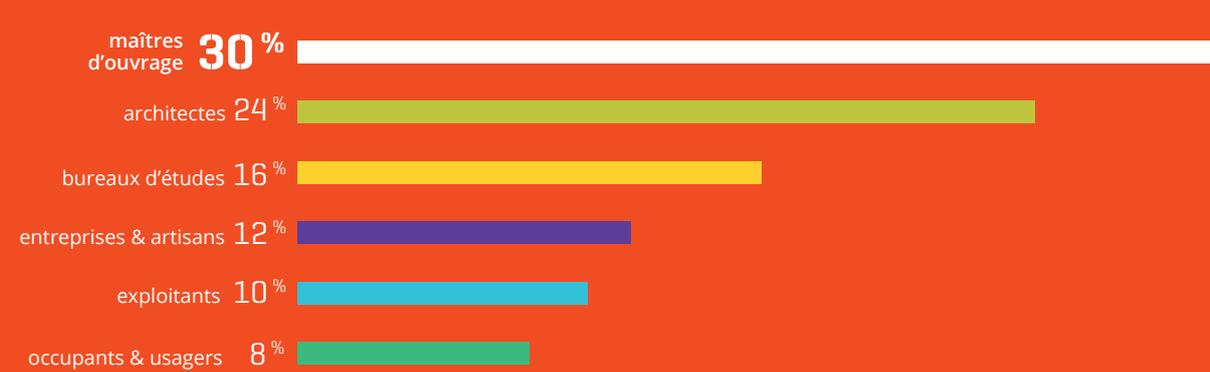
en phase de chantier
pendant les deux premières années d'exploitation
après deux ans d'exploitation

TYPE D'USAGE

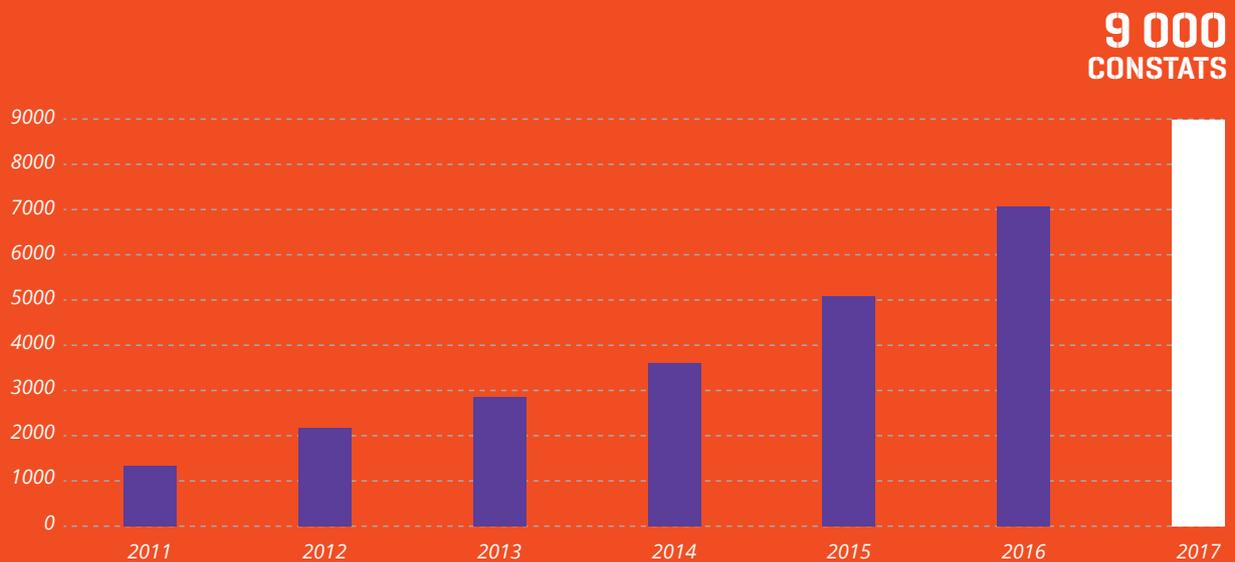


maisons individuelles
logements collectifs
bureaux
ERP

LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS



LES CENTRES DE RESSOURCES DE LA RÉGION GRAND EST : ARCAD, LQE, ENERGIVIE.PRO

L'ARCAD-PQE, energivie.pro et LQE, trois centres de ressources de la Région Grand Est, ont pour objectifs communs de faciliter et accélérer l'émergence de projets durables, promouvoir la qualité environnementale du cadre bâti, faire échanger les expériences et accompagner par de l'information les professionnels de la construction.

Pour le bâtiment, il s'agit d'objectifs tels que l'efficacité énergétique (en neuf et en rénovation), la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la santé, la réduction des impacts environnementaux, la promotion des matériaux biosourcés, des énergies renouvelables et des filières locales.

Et pour l'aménagement et l'urbanisme, il s'agit d'objectifs tels que les méthodes d'aménagement durable, la consommation raisonnée des espaces, la reconquête des centres bourgs, les transports, le patrimoine architectural...

Pour y parvenir, les actions à destination des professionnels sont variées : diffusion des bonnes pratiques, de l'offre de formation, organisation d'événements, rédaction de documents...



Membres du réseau BEEP (Bâti Environnement - Espace Pro), les trois centres de ressources sont reconnus par l'ADEME et la Région comme Centres de Ressources Régionaux pour la qualité environnementale du cadre bâti.



ARCAD-PQE – AGENCE RÉGIONALE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

L'ARCAD, centre de ressources du territoire Champagne-Ardenne, bénéficie du soutien financier de l'ADEME et de la Région Grand Est, et du soutien de ses adhérents.

Tél. : 03.25.94.41.18
info@arcad-ca.fr

www.arcad.fr



ENERGIVIE.PRO

Le centre de ressources energivie.pro du bâtiment durable en Alsace fait partie du programme energivie.info.

Il est piloté et financé par l'ADEME, la Région Grand Est et l'INSA de Strasbourg.

Tél. : 03.88.14.49.86
energivie.pro@insa-strasbourg.fr

<http://www.energivie.pro>



LQE – LORRAINE QUALITÉ ENVIRONNEMENT POUR LA CONSTRUCTION

Réseau de 200 professionnels, l'association LQE bénéficie du soutien financier de l'ADEME, de la Région Grand Est et de la FFB Grand Est, et du soutien de ses adhérents.

Tél. : 03.83.31.09.88
contact@lqe.fr

www.lqe.fr

Avec le soutien de :



CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : ENJEU DE CONFORT, DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET DE SANTÉ

Une installation de chauffage et d'eau chaude sanitaire comprend la production de chaleur, la distribution, l'émission et la régulation.

Une installation performante doit être bien dimensionnée, correctement mise en œuvre, réglée et entretenue tout au long de sa vie.

Si ces préconisations ne sont pas respectées, les dysfonctionnements des installations engendrent de l'inconfort, des pertes de performance, des surconsommations d'énergie potentiellement élevées dont résultent des coûts de fonctionnement importants.

Les bâtiments performants ont de faibles besoins de chauffage et sont donc plus sensibles aux perturbations pouvant être générées par :

- Les utilisateurs.
- L'embouage des différents éléments du réseau du fait des sections de passages plus faibles.
- La régulation...

De faibles variations des besoins énergétiques en valeur absolue ont un impact conséquent en valeur relative. Par exemple : l'impact sur le bilan énergétique d'une dérive de 10 kWh/m² sur un bâtiment ancien ayant des besoins de chauffage de 150 kWh/m² ne sera que de 7 % ; alors que cette même dérive sur un bâtiment performant ayant des besoins de 15 kWh/m² sera de 67 %.

Ces installations nécessitent donc un fonctionnement irréprochable tant au niveau de la production, que de la distribution, de la régulation et de l'entretien pour atteindre et conserver les performances attendues.

L'enjeu de ce rapport est d'encourager la conception et la mise en œuvre d'installations de qualité pour garantir le confort des utilisateurs et la réduction des consommations d'énergies.

Les enseignements présentés sont tirés de retours d'expériences nationaux avec un focus particulier sur ceux de la Région Alsace qui a commandé dès 2014 des études de suivi et d'évaluation des performances énergétiques et environnementales sur une trentaine de bâtiments. Les campagnes de mesures et les audits complets de bâtiments menés dans ce cadre ont permis d'évaluer le comportement des bâtiments de manière globale et ont apporté des informations précieuses valorisées dans ce rapport.

ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés depuis 2010 dans le cadre du Dispositif REX Bâtiments performants. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats concernés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet.

✓ bonne pratique ✗ non-qualité

1 ANTICIPER LE VOLUME DES LOCAUX TECHNIQUES AINSI QUE L'ACCESSIBILITÉ AUX ÉLÉMENTS DES RÉSEAUX

CONSTATS

- Le local technique est de taille très réduite. Les éléments sont implantés au « chausse-pied ».
- Certains éléments des réseaux (vannes d'équilibrage et/ou de coupures) sont dissimulés en faux plafond ou dans des placards sans marque de localisation. Ils sont parfois inaccessibles.

PRINCIPAUX IMPACTS

- La maintenance est compliquée voire impossible.

ORIGINES

- Sous-évaluation du volume nécessaire en chaufferie.
- Ajout de nouvelles fonctionnalités en chaufferie après la livraison.
- Accessibilité aux éléments du réseau non anticipée.

SOLUTION CORRECTIVE

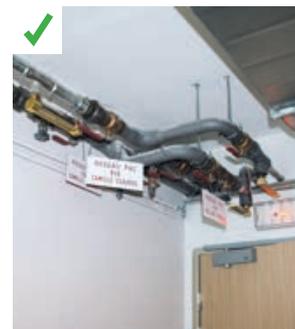
- Agrandir la chaufferie ou la déplacer dans un local plus grand (attention cependant à ce que le nouveau local ait un positionnement central dans le bâtiment pour limiter les pertes de charges).



Chaufferie encombrée, accès à l'échangeur à plaque difficile. ©AQC



Chaufferie spacieuse, accès à tous les éléments très aisé. ©AQC



Vannes de boucle hydraulique accessibles dans un local dédié permettant la maintenance aisée sans gêne pour la clientèle. ©AQC

BONNE PRATIQUE

Dès la conception (APS voire esquisse) :

- Prévoir l'emplacement central de la chaufferie pour limiter les longueurs et les chevauchements des réseaux.
- Anticiper la place suffisante dans les locaux techniques, quelles que soient les marques de matériel envisagées. Respecter les distances minimales réglementaires et les prescriptions des constructeurs.
- Prévoir l'accessibilité aux locaux techniques (largeur et hauteur de toutes les portes) pour le remplacement de matériel (chaudière, ballon...).

- Faire figurer sur les plans, l'encombrement des opérations de maintenance (place pour sortir des filtres de CTA...).
- Garantir l'accessibilité à tous les éléments de l'installation.
- Hors locaux techniques, poser des marques de repérages des éléments techniques pour en faciliter la maintenance.

N.B. : la réalisation d'un plan 3D assez en amont peut permettre de mieux faire prendre conscience à l'architecte et au maître d'ouvrage de l'importance du sujet.

Références

« Bâtiments équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître », Enseignement 3, p13.

2 DIMENSIONNER AU PLUS JUSTE LES GENERATEURS DE CHALEUR ET LES BALLONS TAMPONS

CONSTAT

- Le générateur de chaleur est surdimensionné ce qui occasionne des cycles de fonctionnement très courts.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Le matériel présente une usure prématurée par contraintes mécaniques et thermiques.

ORIGINES

- En conception : besoins des bâtiments très faibles et offre de matériel trop puissant et pas suffisamment modulant pour des bâtiments où les apports internes jouent un rôle aussi important.
- En rénovation : non prise en compte des nouveaux besoins du bâtiment.

SOLUTION CORRECTIVE

- Mettre en place un ballon tampon devenant de fait le centre du système de production de chaleur. Dimensionner le ballon pour qu'il puisse absorber l'énergie d'un cycle de chauffe de 20 minutes environ.

BONNE PRATIQUE

- Dans la mesure du possible, adapter la puissance des générateurs aux besoins réels. Attention, compte tenu des très faibles besoins de chaleur des bâtiments récents, il est souvent difficile de trouver un générateur adapté.
- Installer un ballon tampon va permettre un fonctionnement optimisé, en absorbant la puissance délivrée par le générateur sur des cycles longs. Il pourra, le cas échéant, apporter un surplus de puissance temporaire lors de certaines phases de relance.



Ballon tampon 3 000 L servant de réservoir de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de 18 logements passifs. La chaudière à pellets qui l'alimente à une puissance de 32 kW. ©AQC



Chaudière à granulés de bois et son ballon d'hydro-accumulation. ©AQC

Références

« Circuits hydrauliques Composants et règles de conception » guide RAGE, 2015, p 54, §6, Les volumes tampons.

3 SÉPARER LES PRODUCTIONS D'EAU CHAUDE SANITAIRE ET DE CHAUFFAGE

CONSTAT

- La chaufferie est maintenue en fonctionnement hors saison de chauffe uniquement pour satisfaire les besoins d'eau chaude sanitaire.

PRINCIPAUX IMPACTS

- La puissance des chaudières est nettement supérieure à la puissance nécessaire pour couvrir les besoins d'eau chaude sanitaire seule. Les chaudières fonctionnent avec des cycles très courts.
- Le bouclage ECS génère des pertes thermiques importantes.

ORIGINES

- Volonté de la maîtrise d'ouvrage de centraliser la production de chaleur.

SOLUTION CORRECTIVE

- Dissocier la production d'eau chaude sanitaire de celle du chauffage.

BONNE PRATIQUE

- Séparer les productions d'ECS et de chauffage.
- Prévoir une production d'ECS décentralisée au plus près des points de puisage.
- Vérifier le besoin réel en eau chaude sur tous les points de puisage.
- Dans le cas où le même générateur est utilisé pour le chauffage et l'ECS, foisonner totalement les puissances et programmer une priorité partielle (totale mais sur une durée limitée) à l'ECS. En effet, les bâtiments avec inertie et bien isolés peuvent se passer du chauffage pendant quelques heures sans baisse sensible de la température.



Ballon ECS en chaufferie relié à un long bouclage de distribution imposant le maintien en chauffe des chaudières (2 x 600 kW). ©AQC



Ballon sous lavabo dans un cabinet de médecin. ©AQC



Dans un bâtiment d'habitation collective passif, ce ballon individuel de 150 L est situé très proche du point de puisage. ©AQC

Références

« Installations d'eau chaude sanitaire » guide RAGE, 2015, p59, §4.5, Le choix du système de production d'ECS.

4 ÉVITER LES BATTERIES CHAUDES EN CAS DE PLANCHER CHAUFFANT

CONSTAT

- L'installation prévoit que le bâtiment soit chauffé principalement par un plancher chauffant avec un appoint par batterie chaude en Centrale de Traitement d'Air (CTA). Dans les faits, c'est l'inverse qui se produit : la CTA chauffe le local à la place du plancher chauffant.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Augmentation de la température de soufflage au-delà de la plage prévue :
 - Sécheresse de l'air responsable d'inconfort.
 - Surconsommation énergétique.
- Les usagers ne bénéficient pas d'un chauffage rayonnant uniforme par le plancher chauffant ce qui engendre également de l'inconfort.

ORIGINES

- Pour atteindre la température de consigne, les deux systèmes sont sollicités au démarrage. La CTA étant plus réactive que le plancher chauffant elle assure principalement la montée en température. La température de consigne une fois atteinte, le plancher chauffant se coupe prématurément.
- À la conception, mauvais choix du système de chauffage.
- Manque de coordination entre la régulation de la CTA et celle du plancher chauffant du fait d'une mauvaise programmation des systèmes de chauffage.

SOLUTION CORRECTIVE

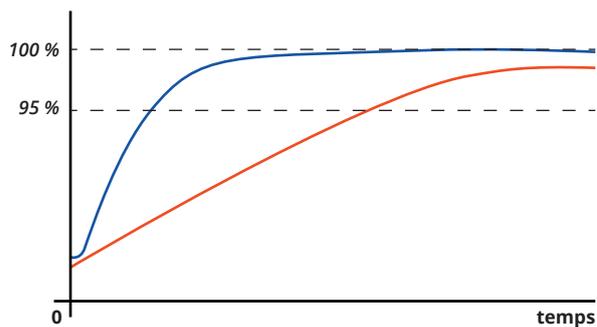
- Limiter la température de soufflage de la CTA en dessous de la température de consigne pour que le plancher chauffant assure le chauffage.
- Réguler sur sonde de température sur la gaine de reprise avec une valeur de consigne plus basse que la consigne du plancher.

BONNE PRATIQUE

- Éviter les batteries chaudes en cas de plancher chauffant traditionnel. De manière générale, éviter de coupler des émetteurs à faible inertie à des émetteurs à forte inertie.
- Si plusieurs systèmes composent l'installation de chauffage, les hiérarchiser par la régulation avec coordination entre énergéticien et informaticien.



Les CTA sont plus réactives que les systèmes de chauffage à forte inertie. Elles montent vite en température et prennent le pas sur le système de chauffage principal. ©AQC



Système de chauffage : — à faible inertie — à forte inertie

Courbes de chauffe comparées entre des systèmes de chauffage à faible et à forte inertie. ©AQC

5 BIEN PENSER LA RÉGULATION

CONSTAT

- Le fonctionnement de l'installation ne correspond pas (ou plus) aux besoins des utilisateurs qui n'ont pas la capacité de revoir la programmation.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort.
- Surconsommations énergétiques.

ORIGINES

- En amont de la programmation, pas d'analyse des besoins (temporel et spatial) des utilisateurs.
- Programmation réalisée par un informaticien n'ayant pas de compétences en thermique.
- Diversité de protocoles de communication qui rend la programmation des équipements compliquée.
- Interface de réglage temporel inexistante ou compliquée (boîte noire) pour l'utilisateur.

SOLUTION CORRECTIVE

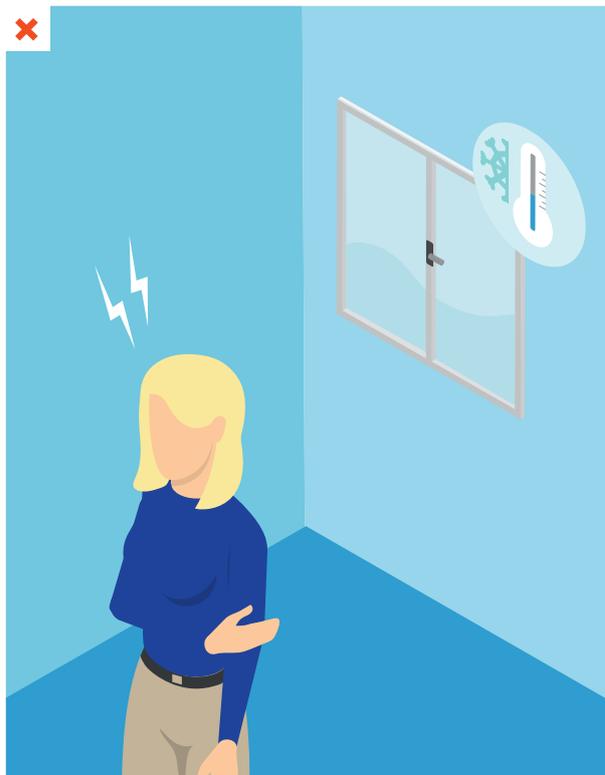
- Collecter et analyser les besoins formulés par les utilisateurs, reprogrammer l'installation en fonction et former l'utilisateur à l'interface de réglage.

BONNE PRATIQUE

- Analyser les besoins et le profil des utilisateurs (compétence technique et temps disponible).
- Travailler en collaboration entre thermicien et informaticien pour une programmation adéquate.
- Privilégier les interfaces simples.

Cas des GTC :

- Privilégier des systèmes compatibles (interopérables) en termes de protocoles.
- Pour faire évoluer son système, le maître d'ouvrage doit pouvoir accéder à la programmation informatique de la régulation et au besoin pouvoir la modifier.
- Éviter les solutions avec PC fixe et préférer les installation en mode « SaaS » (Software as a Service).
- Si le besoin ne porte pas sur la régulation mais uniquement sur la surveillance du bon fonctionnement des installations alors des solutions plus simples que la GTC existent, notamment des logiciels de supervision.



L'inconfort thermique est une source majeure de désagrément pour les usagers. ©AQC



Concertation entre usagers et concepteurs. @RIDO

Références

« Bâtiments équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître », Enseignement 3, p13.

6 RÉGULER LE PRIMAIRE DE L'ÉCHANGEUR EAU-AIR DES CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR

CONSTAT

- Les CTA sont alimentées par un réseau à température constante non régulée : la température est la même pour les circuits primaires de la CTA, de l'ECS et des chaudières.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Le réseau non régulé entre la chaufferie et la CTA est maintenu en température :
 - Pertes thermiques tout au long du réseau.
 - Consommations élevées.

ORIGINES

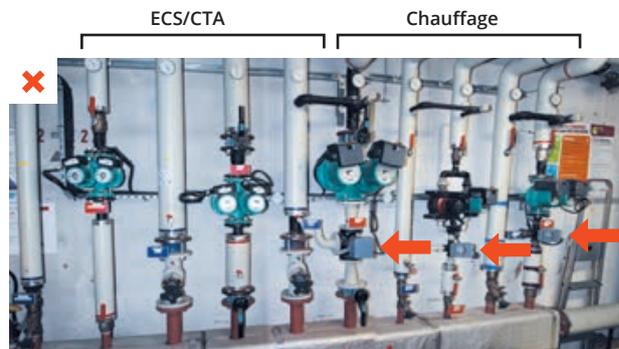
- Choix de conception, habitudes de travail : pour que la CTA réagisse très rapidement, la régulation terminale se fait au plus près de la centrale de traitement d'air (généralement avec une vanne deux ou trois voies au niveau du branchement de la CTA - cf. photo ci-contre).

SOLUTION CORRECTIVE

- Mettre en place une vanne trois voies pour réguler selon la température extérieure le circuit de la CTA. La régulation terminale est maintenue.
- Renforcer l'isolation du circuit CTA pour limiter les pertes thermiques.

BONNE PRATIQUE

- Pour limiter les pertes thermiques, dimensionner les échangeurs avec des régimes de température plus faibles (50/40 °C).
- Réguler les circuits primaires des CTA selon la température extérieure.
- Utiliser un calorifuge de classe élevée (classe 5 à 6).



Le réseau qui alimente les CTA et la production d'ECS (à gauche) est à haute température et subit des pertes importantes. Il est possible de réduire ces pertes en régulant les CTA de la même manière que le chauffage (à droite), par exemple avec des vannes trois voies. ©AQC



Régulation terminale par vanne trois voies au niveau de la CTA. Tout le circuit en amont est à haute température. ©AQC



Régulation terminale par vannes deux voies associées à une pompe à débit variable permettant de réduire le débit dans la CTA. Ceci permet également de diminuer la consommation électrique des auxiliaires qui sont moins sollicités. ©AQC

Références

« Circuits hydrauliques Composants et règles de conception » guide RAGE, 2015, p43, §4.3.3, Classes d'isolation.

7 ISOLER LES RÉSEAUX D'EAU CHAUDE SANITAIRE EN ZONE CHAUFFÉE

CONSTATS

- Surchauffe dans certaines parties du bâtiment : inconfort d'été dans les logements avec bouclage en dalle et surchauffe toute l'année sur les paliers.
- Échange de chaleur entre les circuits d'eau chaude (ECS) et ceux d'eau froide (EFS). Au robinet d'eau froide l'eau qui coule est tiède.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de la maîtrise du confort thermique.
- Surconsommations énergétiques.
- Comptage énergétique individuel faussé.
- Risque de développement de légionelle sur le réseau d'eau froide.

ORIGINES

- Problème général de coordination : pas de directive claire quant à l'isolation et au tracé des bouclages ECS tout au long de la conception. Entre l'APD, le DCE et la réalisation il n'y a aucun point commun.
- Problème d'exécution et de suivi des travaux.

SOLUTION CORRECTIVE

- Isoler les tuyaux nus.
- Si impossible, re-câblage avec des tuyaux isolés passant par exemple en faux plafond.

BONNE PRATIQUE

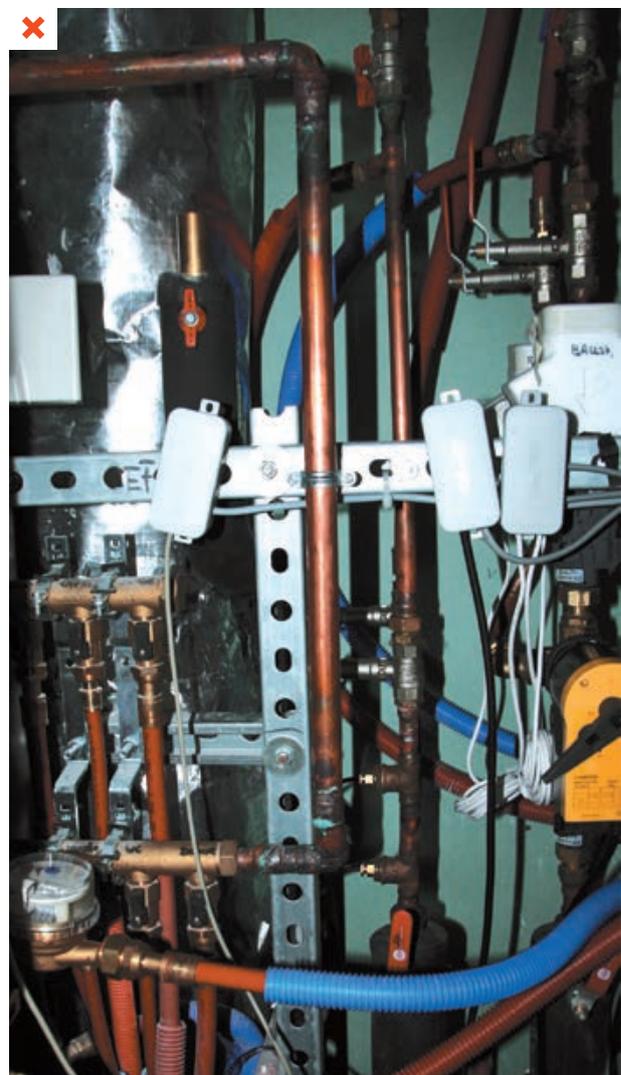
- Toujours prévoir une isolation de classe élevée des réseaux d'eau chaude sanitaire et chauffage même en volume chauffé.
- Réaliser des plans d'exécution détaillés.
- Prévoir un suivi du chantier par le BET.



Bouclage d'eau chaude sanitaire noyé dans la dalle sans isolation.
©ENERGICO



Réseau eau chaude sanitaire nu dans les armoires paliers.
©ENERGICO



Absence d'isolation des tuyaux de chauffage et d'eau chaude sanitaire du module thermique d'appartement dans la gaine technique. ©AQC

Références

NF EN 12828 ; DTU 60.11 Plomberie

« Circuits hydrauliques Composants et règles de conception » guide RAGE, 2015, p43, §4.3.3, Classes d'isolation.

8 ISOLER LES VANNES, COUDES ET POMPES

CONSTAT

- L'isolation des vannes, des brides, des coudes, des corps de pompes, a été négligée (y compris dans les bâtiments visant un niveau de performance très élevé) alors que les tuyaux des réseaux ont été correctement calorifugés.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Pertes de chaleur des circuits hydrauliques :
 - Pertes de rendement de distribution.
 - Augmentation de la consommation d'énergie.

ORIGINES

- Isolation des organes rarement prévue par les pièces du marché et par les chauffagistes.

SOLUTION CORRECTIVE

- Réintervenir sur site pour isoler les organes et les discontinuités (coudes et liaisons entre isolants).

BONNE PRATIQUE

- Prévoir, dans les descriptifs, l'isolation spécifique pour chaque élément et ses liaisons avec l'isolant des circuits courants.
- Prescrire des circulateurs dont les emballages deviennent des coffres isolants.
- Sur le chantier, sensibiliser les équipes quant à la nécessité d'une bonne continuité de l'isolation des réseaux.



Panoplie d'un bâtiment passif : vannes et circulateurs non isolés. ©AQCC



Vannes et circulateurs non isolés. ©AQCC



Bonne isolation : corps de vanne isolé et manchons isolants au pied des sondes et thermomètres. ©AQCC

Références

NF P 52-306-1 ; DTU 65-20 - Isolation des circuits appareils et accessoires. Température de service supérieure à la température ambiante.

NF P 75-411-1 ; DTU 67.1 - Isolation thermique des circuits frigorifiques.

« Circuits hydrauliques Composants et règles de conception » guide RAGE, 2015, p41, §8.3, calorifuge des canalisations.

9 ÉQUILIBRER LES RÉSEAUX HYDRAULIQUES

CONSTAT

- Le confort thermique n'est pas homogène dans le bâtiment. Certaines zones sont défavorisées par rapport à d'autres.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Pour corriger le défaut de chauffage des zones défavorisées, les débits sont augmentés et/ou le régime de température est relevé :
 - Surchauffes dans d'autres parties du bâtiment.
 - Surconsommations.
 - Consommations électriques des auxiliaires augmentées.

ORIGINES

- Conception : pas de plan d'équilibrage calculé par le BET.
- Réalisation : défaut d'organe d'équilibrage posé par le chauffagiste.
- Mise en service : pas d'équilibrage réalisé par le chauffagiste, souvent parce que le chantier a du retard et que les occupants entrent dans le bâtiment avant l'équilibrage, ce qui le rend plus complexe à réaliser.

SOLUTION CORRECTIVE

- Poser des vannes d'équilibrage en cas d'absence.
- Réaliser l'équilibrage des réseaux après avoir vérifié au préalable le niveau d'embouage du réseau. Le cas échéant :
 - Prévoir un rinçage du réseau.
 - Poser un pot de désembouage.
 - Poser un pot de traitement de l'eau du réseau.

BONNE PRATIQUE

- Prévoir les dispositifs d'équilibrage (vannes).
- Fournir un plan d'équilibrage.
- Exiger à la réception les PV d'équilibrage.
- Prévoir un système de désembouage et de traitement de l'eau.

N.B. : il est possible de simplifier la procédure d'équilibrage avec des vannes d'équilibrage dynamique (autorégulées en débit et si besoin autorégulées en pression en pied de colonne). Cette solution, plus chère en matériel, permet d'économiser du temps et simplifie la réception (souvent les utilisateurs sont déjà dans le bâtiment).



Vannes d'équilibrage sur le retour des circuits en chaufferie. ©AQC

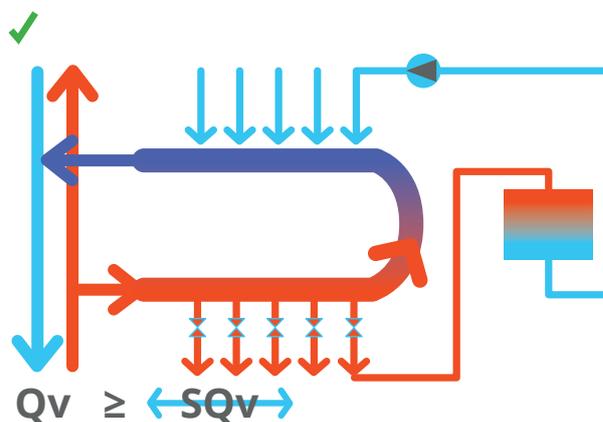
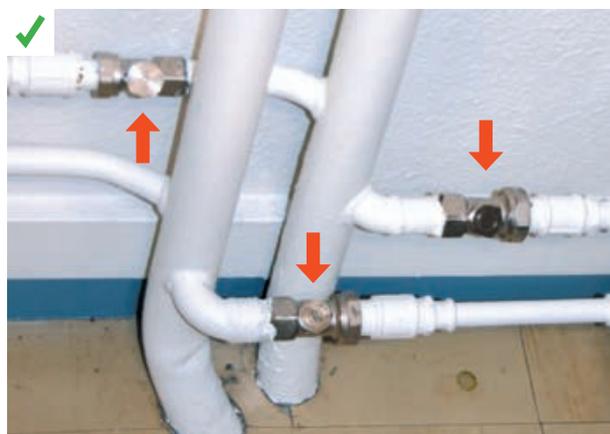


Schéma représentant un émetteur de chaleur et sa boucle de circulation d'eau. Dans ce cas de figure, le débit dans le réseau primaire est supérieur ou égal à la somme des débits des «utilisateurs». C'est une condition nécessaire au bon fonctionnement de l'installation de chauffage. ©AQC



Vannes d'équilibrage sur chaque branche de radiateurs. ©AQC

Références

« Circuits hydrauliques Composants et règles de conception » guide RAGE, 2015, p72, §8, L'équilibrage hydraulique.

10 PRÉVENIR LA CORROSION

CONSTATS

- Corrosion dans les installations.
- Percement des chaudières, radiateurs, tuyauteries.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Fuites sur les circuits hydrauliques.
- Grippage des pompes, des organes de réglages et de commandes.

ORIGINES

- En conception : mauvaise compatibilité des matériaux, intégration de matériaux perméables à l'oxygène.
- En rénovation, par exemple, mise en place d'une chaudière à condensation fonte d'aluminium/silicium sur un circuit existant acier. Ces deux matériaux n'ont pas le même potentiel électrochimique.

SOLUTION CORRECTIVE

- Remplacer les éléments défectueux.
- Traiter l'eau de remplissage des circuits et contrôler régulièrement ses caractéristiques physico-chimiques afin de s'assurer qu'elles restent compatibles avec la nature des matériaux de l'installation.

BONNE PRATIQUE

- Concevoir le plus possible des circuits mono-matériaux ou à défaut comportant des matériaux compatibles entre eux.
- Porter une attention particulière à la nature des métaux des composants des réseaux hydrauliques (par exemple les alliages dits « silicium » contiennent majoritairement de l'aluminium).
- Vérifier les caractéristiques physico-chimiques (pH, teneur en minéraux...) de l'eau de remplissage.

Rappel : deux matériaux de potentiels différents en contact direct et baignés dans un fluide vont créer une pile électrique qui générera de la corrosion électrochimique.

De plus la stabilité chimique de certains matériaux n'est assurée que sur une plage de pH restreinte. Ces plages peuvent ne pas être compatibles entre elles ou dans des limites très restreintes (acier et aluminium par exemple).



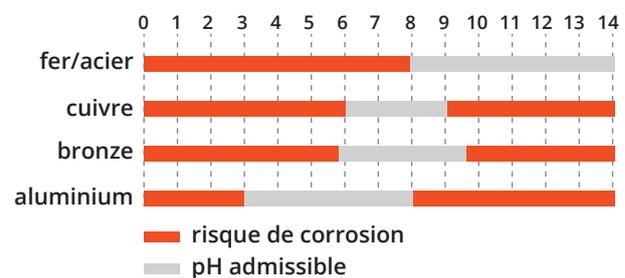
Réseau primaire en cuivre et réseau secondaire du plancher chauffant en PER (situation à risque si le PER est sans barrière anti oxygène). ©AQC

Potentiel de cathode élevé

- acier inoxydable
- titanium
- cuivre
- cupro-nickel
- laiton
- plomb
- étain
- fer
- acier
- aluminium
- zinc (acier galvanisé)

Potentiel d'anode moins noble

Échelle de noblesse des métaux. Corrosion galvanique.



Zone de pH des circuits de chauffage.

Références

« La pathologie des équipements de génie climatique », Guide Pathologies des bâtiments, 2016, AQC - CSTB éditions.

« La pathologie des réseaux d'eau », Guide Pathologies des bâtiments, Annexe B p109, 2014, AQC - CSTB éditions.

11

ÉVITER ET TRAITER LES BOUES DANS LES CIRCUITS

CONSTAT

- Présence de boues dans les circuits.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Confort thermique non homogène : certaines branches du réseau, voire certains radiateurs, ne chauffent que très partiellement.
- Déséquilibre de l'installation de chauffage.
- Comptage de chaleur difficile.
- Baisse des échanges thermiques*.
- Surconsommations électriques des circulateurs.

ORIGINES

Les boues résultent :

- de la corrosion (voir enseignement 10).
- du développement de microalgues et de bactéries dans les circuits. L'apport régulier d'eau chargée naturellement en oxygène libre ou la perméabilité à l'oxygène de certains matériaux, dont des PER, crée un milieu favorable à leur développement.

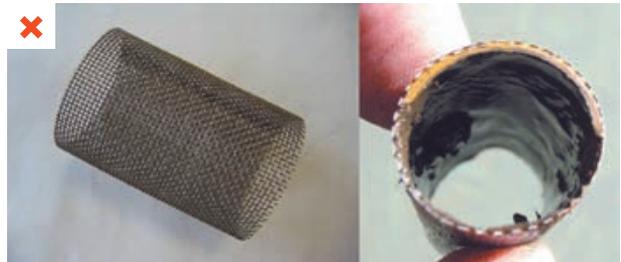
La boue réduit la section des tuyaux, remplit les radiateurs, colmate les échangeurs...

SOLUTION CORRECTIVE

- Rincer et désembouer l'installation.
- Remplir avec une eau traitée selon sa composition : déminéralisée, désoxygénée...

BONNE PRATIQUE

- Adapter les caractéristiques de l'eau de remplissage des réseaux (pH, minéralisation...) à la nature des réseaux (type de matériaux...).
- Prévoir les dispositifs de traitements de l'eau du réseau.
- Poser un dispositif de dégazage et un pot de collecte des boues avec un filtre à poche et un barreau magnétique pour les réseaux ferreux.
- Vérifier périodiquement les caractéristiques de l'eau.



Filtres tamis. Celui de droite est colmaté par la boue. ©ENERGICO



Pot de traitement du circuit primaire. ©AQC



Bouteille casse pression avec purge en partie basse et dégazeur en partie haute. ©AQC

Références

« La pathologie des équipements de génie climatique », Guide Pathologies des bâtiments, p55, 2016, AQC - CSTB éditions.

« La pathologie des réseaux d'eau », Guide Pathologies des bâtiments, p53 - Annexe A p95, 2014, AQC - CSTB éditions.

*1 mm de boue génère une surconsommation d'énergie de chauffage de 10 % d'après une étude du laboratoire GASTEC@CRE.

12

CARACTÉRISER ET TRANSMETTRE UNE INSTALLATION

CONSTAT

- Méconnaissance de l'installation. L'exploitant (qui n'est pas l'installateur) ne connaît pas l'emplacement et les caractéristiques des éléments de contrôle et de commande. Il ne connaît pas les algorithmes de régulation, les consignes et les résultats attendus.

PRINCIPAUX IMPACTS

- L'exploitant ne peut pas tirer le plein potentiel de l'installation.
- En cas de dérives de fonctionnement, il n'est pas en mesure de poser un diagnostic rapide et pertinent.

ORIGINES

- Il n'existe pas de documents permettant de comprendre l'installation (ils n'ont pas été créés par l'installateur).
- Les informations existent mais elles n'ont pas été transmises par l'installateur à l'exploitant (pas de passation à la livraison).

SOLUTION CORRECTIVE

- Établir un Dossier Utilisation Exploitation Maintenance (DUEM) ou un mode d'emploi et le mettre à disponibilité dans la chaufferie. Suite à cela, former l'opérateur en charge de l'installation.

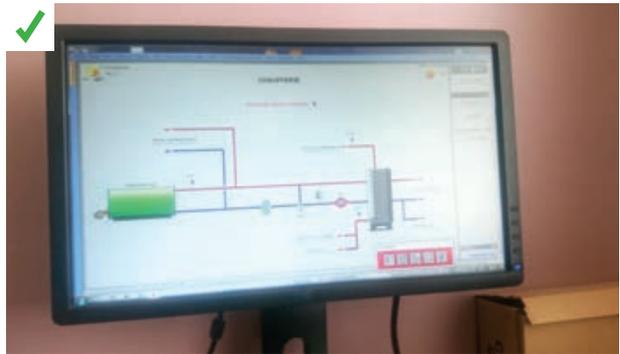
N.B. : toute nouvelle intervention dans les règles va nécessiter un relevé exhaustif des caractéristiques de l'installation y compris les longueurs et diamètres des tuyauteries, le nombre et la position des coudes et des vannes. Ce diagnostic, une fois établi, est à conserver en vue d'interventions ultérieures.

BONNE PRATIQUE

- Tendre vers une installation la plus sobre possible.
- Afficher le schéma de principe.
- Afficher les consignes de bon fonctionnement*.
- Afficher un tableau des consommations réelles.
- Tenir un cahier de maintenance.
- Faire des relevés réguliers des températures.
- Mettre en place un DUEM**.
- À terme, tendre vers le BIM Exploitation.

*Consignes de bon fonctionnement : loi d'eau, consigne des pompes, séquences de régulation (y a-t-il une relance ? que doit-il s'y passer ? quelle pompe fonctionne quand ? y a-t-il un mode été ? un mode maison ?) consommations attendues...

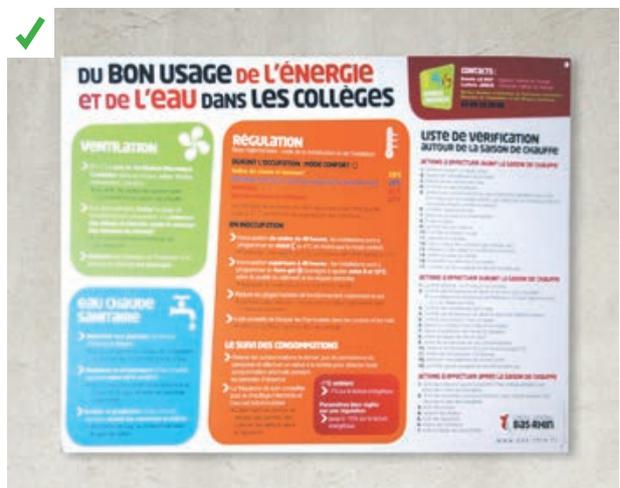
**mémento du commissionnement COSTIC http://www.costic.com/sites/default/files/upload/rapport/memento_commissionnement_costic_2008.pdf



✓ Schéma de principe d'une installation de chauffage simplifiée. ©AQC



✓ Zone dans la chaufferie dédiée à la gestion des procédures de maintenance. ©AQC



✓ Consignes de bon fonctionnement affichées en chaufferie. ©AQC



CONCLUSION

L'émergence des bâtiments aux très faibles besoins de chauffage bouleverse les habitudes et la hiérarchie des sources de consommations. Les réseaux d'eau chaude sanitaire deviennent progressivement les réseaux générant le plus de consommation d'énergie. Dans les cas extrêmes, ce sont même les seuls restants, le réseau de chauffage ayant totalement disparu.

Le dimensionnement habituel des générateurs inclut des marges de sécurité et de la surpuissance disponible pour pouvoir faire face aux épisodes extrêmes ponctuels. Or, dans les bâtiments performants, la température intérieure varie très peu et très lentement. L'utilité de ces marges de sécurité et de cette surpuissance est aujourd'hui remise en question au profit d'un dimensionnement des matériels au plus juste des besoins.

Les bâtiments performants, aux enveloppes très isolées, sont, en outre, plus sensibles aux apports de chaleur internes et externes, ce qui rend absolument nécessaire un réglage et une optimisation des installations :

- Du point de vue de la distribution, on veillera à réduire les pertes de charges avec des réseaux optimisés. Leur isolation sera particulièrement soignée pour réduire les pertes thermiques et dans certains cas les apports internes incontrôlables.
- Les émetteurs seront dimensionnés pour travailler à basses, voire très basses températures.
- La régulation et ses organes de commande feront l'objet de soins particuliers afin de définir précisément les algorithmes et l'autorité des organes de commande.

Les matériels mis en œuvre sont conçus pour avoir une faible inertie, une grande surface d'échange et pour fonctionner à basse température. Ils sont, de ce fait, plus sensibles :

- Aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- Aux échanges physiques et chimiques des matériaux entre eux.
- Aux échanges des matériaux avec l'eau du réseau.

La corrosion et l'embouage ont de graves conséquences pour le réseau et les équipements. Il est donc impératif de s'en prémunir en respectant les compatibilités physico-chimiques des matériaux, en prévoyant des organes de traitements adaptés (pots de désembouage, dispositifs de dégazage...) et en assurant une maintenance rigoureuse régulière (procédures de contrôle de la qualité de l'eau, purges...).

Les 12 enseignements présentés dans ce rapport mettent en évidence la nécessité d'affiner en particulier la conception des réseaux hydrauliques dans les bâtiments performants. C'est une condition nécessaire au bon fonctionnement général des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Ceci participe également à la réalisation d'économies d'énergie et de ressources tout en garantissant un meilleur confort aux usagers.

RAPPEL DE QUELQUES BONNES PRATIQUES GÉNÉRALES

CONCEPTION

Analyser le site :

- Opportunités et freins énergétiques.
- Énergies locales (réseaux de chaleur urbains, énergies fatales...).
- Caractéristiques des eaux.
- Masques...

Analyser les besoins du bâtiment (températures, zonage, horaires, bâti, utilisateurs...).

Intégrer l'utilisateur dans le choix du système et de son utilisation.

Choisir l'énergie et le système de chauffage.

Dimensionner correctement les éléments de l'installation :

- La production.
- La distribution.
- Les émetteurs.
- Les auxiliaires.
- Les régulations globale et terminale.
- L'isolation des réseaux.

Positionner la production de chaleur en fonction de la géométrie des réseaux :

- Prévoir suffisamment de volume en chaufferie.
- Placer la chaufferie en position centrale.
- Tracer des réseaux courts y compris réseau de bouclage.
- Mutualiser une boucle horizontale entre 2 à 3 étages, avec des piquages, dans le respect du code de la santé publique, du DTU 60.11...
- Éviter les chevauchements.
- Prévoir la place pour l'isolation.
- Anticiper les réservations.
- Assurer l'accessibilité pour la maintenance en chaufferie et pour tous les éléments du réseau.

Prendre en compte la compatibilité des matériaux du réseau entre eux.

Prévoir l'entretien.

MISE EN ŒUVRE CHANTIER

Protéger les produits avant mise en œuvre.

Respecter les prescriptions et l'ordre des matériaux.

Isoler les réseaux de façon continue.

Régler, équilibrer, programmer l'installation.

S'autoévaluer à chaque étape.

RÉCEPTION FONCTIONNELLE PAR LE BET AVEC L'INSTALLATEUR

Vérifier le bon fonctionnement de l'installation élément par élément et dans son ensemble.

Réceptionner et classer les PV d'équilibrage.

Transmettre les informations liées à l'installation aux exploitants et usagers :

- DOE, DUEM.
- Carnet de consignes et contrats de maintenance (préciser la périodicité et le détail de l'entretien).
- Modes d'emplois détaillés des équipements.
- Former l'exploitant et l'utilisateur.

Afficher les caractéristiques de l'installation et de son fonctionnement.

EXPLOITATION

Renseigner, lors de toute intervention, le carnet d'identité et d'exploitation de l'installation.

Suivre les performances, par exemple :

- Relevés de compteurs.
- Relevés de températures (circuits et extérieur).
- Si possible, analyse via la GTB.

Vérifier régulièrement les caractéristiques de l'eau.

Purger régulièrement les pots de desembouage et de dégazage.

Mettre à jour l'affichage des caractéristiques de l'installation et de son fonctionnement.

GLOSSAIRE

APS : Avant Projet Sommaire (études d')

APD : Avant Projet Détaillé (études d')

BET : Bureau d'Études Techniques

BIM : Building Information Modeling (Model, Management) ; Modélisation des informations d'une construction ; Maquette numérique

CTA : Centrale de Traitement d'Air

COSTIC : Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques

CSTB : Comité Scientifique et Technique du Bâtiment

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés

DUEM : Dossier d'Utilisation d'Exploitation et de Maintenance

ECS : Eau Chaude Sanitaire

EFS : Eau Froide Sanitaire

EXE : Exécution (études d')

GTB : Gestion Technique de Bâtiment

GTC : Gestion Technique Centralisée

PRO : Projets (études d')

pH (potentiel Hydrogène) : le pH mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions H_3O^+ et le degré d'acidité ou de basicité d'une solution.

PV : Procès-Verbal

LES MISSIONS DE L'AQC

OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYstème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction, la newsletter de l'AQC, la lettre Veille Pathologie destinée aux experts et aux contrôleurs techniques, les journées destinées aux formateurs, la présence active sur des salons comme BATIMAT, sont l'illustration dynamique de la volonté permanente de communication de l'AQC avec son environnement.

réalisé avec le soutien financier de :

