

# Diminuer la consommation énergétique des bâtiments

Des actions simples et concrètes pour la gestion du patrimoine immobilier





# **Diminuer la consommation énergétique des bâtiments**

Des actions simples et concrètes  
pour la gestion du patrimoine immobilier

## Collection « Connaissances »

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

## Remerciements

Cet ouvrage, œuvre collective du Cerema, a été réalisé à la demande de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Ont contribué à sa rédaction :

- François MARCONNOT – Cerema
- Camille PATARD – Cerema
- Didier MEAUX – Cerema
- Christophe CARELLA – Cerema
- Marine NINET – Cerema
- Noémie SIMAND – Cerema
- Rémy PUGÉAT – Cerema

Sont remerciés pour leur relecture :

- Boris BERTRAND – Association des techniciens territoriaux de France
- Thomas DIAZ – ministère de l'Économie et des Finances
- Jean-Michel-L. DUBOIS – ministère de la Transition écologique et solidaire / ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales
- Pierre FALCONNIER – ministère de la Transition écologique et solidaire / ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales
- Delphine LABRY – ministère des Armées
- Marion LÉBOUCHER – ministère de la Culture
- Jean-Marc SEGUIER – ministère des Armées
- Jonathan STREIT – ministère des Armées
- Eyméric VIGUIE – ministère de l'Économie et des Finances
- Henri WAINSTOK – ministère des Solidarités et de la Santé
- Virginie YVERNAULT – ministère de l'Intérieur

Sont remerciés les relecteurs du Cerema :

- Mélanie BEAUDET
- Noëlie CARRETERO
- Isabelle PEREYRON
- Amandine BIBET-CHEVALIER
- Christelle BONNET
- Didier CHANAL
- Benjamin CHOULET

### Comment citer cet ouvrage :

Cerema. *Diminuer la consommation énergétique des bâtiments - Des actions simples et concrètes pour la gestion du patrimoine immobilier*. Cerema : Bron, 2019. Collection Connaissances. ISBN 978-2-37180-375-6

# Sommaire

---

<b>Contexte et objectif</b>	<b>4</b>
<b>Organisation des actions proposées</b>	<b>5</b>
<b>Organisation d'une fiche type</b>	<b>6</b>
<b>Tableau de synthèse des actions</b>	<b>8</b>
<b>1 - Agir avec les occupants</b>	<b>13</b>
<b>2 - Optimiser l'utilisation, améliorer la gestion et le suivi énergétique</b>	<b>21</b>
Éclairage	22
Chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)	29
Rafrachissement	40
Ventilation	45
Bureautique	51
<b>3 - Améliorer les installations techniques via des petits travaux</b>	<b>59</b>
Éclairage	60
Chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)	66
Rafrachissement	82
Ventilation	87
Bureautique	91
<b>Points de vigilance</b>	<b>93</b>
<b>Pour aller plus loin...</b>	<b>94</b>

## Contexte et objectif

---

Dans un contexte budgétaire contraint, afin de diminuer les coûts de fonctionnement et d'atteindre les objectifs environnementaux inscrits dans les objectifs de la loi de transition énergétique pour la croissance verte, les gestionnaires de bâtiments doivent mettre en œuvre des actions « simples et économes » permettant de réaliser facilement des économies d'énergie à moindre coût, tout en prenant en compte le confort des occupants.

Le Cerema a élaboré ce guide, qui recense des actions dites « simples et économiquement supportables », afin de mobiliser les propriétaires et les gestionnaires de bâtiment et les inciter à répondre aux objectifs cités précédemment. Les actions présentées dans ce guide sont donc finançables en général sur les budgets de fonctionnement des services qui les mettent en œuvre.

Cet ouvrage a été rédigé prioritairement à l'attention des gestionnaires de bâtiments publics (les collectivités territoriales, l'État et ses opérateurs). Les actions décrites peuvent être applicables à l'ensemble des bâtiments de type tertiaire notamment, il constitue donc une ressource intéressante pour les gestionnaires de bâtiments privés (organismes, entreprises...) confrontés aux mêmes enjeux environnementaux et financiers.

Les actions proposées dans ce guide sont organisées suivant trois axes :

- **actions avec les occupants** : démarches permettant de mettre en œuvre des actions nécessitant un investissement plus humain que financier ;
- **optimisation des installations techniques** ; actions découlant souvent de diagnostics réalisés auprès des occupants ;
- **amélioration des installations techniques via des « petits » travaux** : actions à mettre en œuvre de préférence lorsque les actions avec les occupants et les actions d'optimisation ont été réalisées.

Bien que ce référentiel n'aborde que les économies d'énergie, les gestionnaires ont tout intérêt également à mettre en œuvre des actions simples et économiquement supportables en faveur d'économies financières en limitant notamment les consommations d'eau et de papier, ou en réduisant leur impact écologique (limitation des déchets, recyclage). Les gestionnaires peuvent par exemple mettre en œuvre les actions suivantes pour :

- l'eau :
  - installation de compteurs divisionnaire,
  - installation de systèmes hydroéconomes (type mousseur...),
  - limitation des consommations d'eau des sanitaires (systèmes à double chasse...),
  - identification et réparation de fuites,
  - optimisation des plages « d'arrosage automatique » pour les espaces verts (durée, période, temporalité (éviter d'arroser en pleine journée ou chaleur...),
  - installation de systèmes type « goutte à goutte » pour l'arrosage des espaces verts,
  - etc.
- le papier :
  - paramétrage des postes de travail (impression en recto/verso...),
  - utilisation des impressions rectos « obsolètes » en papier de brouillon,
  - mise en place d'un système de récupération pour son recyclage, le cas échéant (diminution des déchets, réduction de l'impact écologique),
  - etc.

## Organisation des actions proposées

Les actions présentes dans ce guide ont toutes pour objectif de participer à la réduction des consommations d'énergie, et des émissions de gaz à effet de serre tout en conservant, voire en améliorant, le confort des occupants. Chaque action peut atteindre un ou plusieurs des objectifs cités précédemment. La partie relative aux actions avec les occupants décrit les principaux axes de réflexion à prendre en compte. Elle suit une logique temporelle et permet d'aboutir à une démarche qui se veut pérenne. Elle est structurée sous forme de « bonnes pratiques ».

Les actions identifiées dans les axes « optimiser les installations techniques » et « améliorer des installations techniques via des petits travaux » font l'objet d'une fiche par action. Les fiches sont réparties dans les cinq thématiques suivantes :



Éclairage



Rafrâichissement



Bureautique



Chauffage  
Eau chaude sanitaire (ECS)



Ventilation

Chacune des fiches de ces deux axes suit la même trame et comporte les éléments suivants :

- le numéro et le nom de l'action proposée ;
- l'objectif de l'action (réduction des consommations d'énergie...) ;
- le principe de fonctionnement ;
- une illustration (photographies ou schémas), le cas échéant ;
- l'intérêt de l'action ;
- les points de vigilance à la mise en œuvre, le cas échéant ;
- l'estimation des investissements (humain et financier), et des gains possibles (financier et confort pour les occupants).

### Répartition des actions par thématique

	Fiches action	
	Optimiser les installations techniques	Améliorer des installations techniques via des petits travaux
Éclairage	fiches 1 – 6	fiches 33 – 37
Chauffage/ECS	fiches 7 – 16	fiches 38 – 52
Rafrâichissement	fiches 17 – 20	fiches 53 – 56
Ventilation	fiches 21 – 25	fiches 57 – 59
Bureautique	fiches 26 – 32	fiche 60



Les coûts de mise en œuvre des actions peuvent varier significativement, que les actions soient réalisées en régie, ou par des entreprises extérieures, ainsi qu'en fonction de la variété des différents matériels nécessaires, voire du contexte financier local. Les gains financiers dépendent également de la différence entre la situation initiale des bâtiments et la situation après intervention. Fournir une estimation fiable n'est pas la solution idoine.

Compte tenu de ces éléments, ce guide donne des indications de coûts et de gains non pas sous forme de valeurs absolues, mais sous forme de pictogrammes. Ces différentes estimations doivent s'apprécier relativement, au regard de l'ensemble des actions.

Pour chaque action, l'investissement humain/financier et le gain confort/financier sont indiqués à titre indicatif, suivant la symbolique suivante :

Investissement		Gain	
Humain	Financier	Financier	Confort des occupants
N neutre	N neutre	N neutre	N neutre
faible	€ faible	+ faible	A amélioré
	€€ modéré	++ modéré	

**N. B.** L'investissement humain correspond aux moyens humains dont disposent les services techniques du gestionnaire. Dans cet ouvrage, il a été considéré que ces services ne disposaient pas de personnel spécifique tel que des électriciens, des chauffagistes... pour les actions plus techniques. Pour de nombreuses actions, il a donc été considéré que le gestionnaire recourait à des prestations externalisées (investissement humain égal à N).

## Organisation d'une fiche type

### > Objectifs et pictogrammes associés aux actions

Objectifs des actions	Symboles des objectifs par axe de travail	
	Optimisation	Petits travaux
Réduction des consommations d'énergie		
Réduction des émissions de gaz à effet de serre		
Amélioration du confort des occupants		
Réduction des dépenses		

## > Constitution d'une fiche type

- **Fiche de couleur VERTE** (bandeau, logos...) pour les actions d'**optimisation** des installations techniques (Fiches 1 à 32)
- **Fiche de couleur BLEUE** (bandeau, logos...) pour les actions d'**amélioration** des installations techniques via des petits travaux (Fiches 33 à 60)

Optimiser les installations techniques | ÉCLAIRAGE

**Organiser les postes de travail en fonction de l'éclairage naturel**

OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
-	-	✓	-		N	A	N

*Case cochée = objectif concerné par l'action*

*Estimation investissement/Gain pour la mise en oeuvre de l'action*

**FICHE N° 2**

Éclairage

*Pictogramme rappelant la thématique traitée*

**PRINCIPE ET INTÉRÊT**

Les postes de travail doivent, dans la mesure du possible, être positionnés à proximité de l'éclairage naturel pour profiter au maximum de cet apport naturel, et perpendiculairement à celui-ci pour limiter les éblouissements.

Un bon positionnement des postes de travail permet de bénéficier au maximum de la lumière naturelle afin de limiter l'utilisation de la lumière artificielle. Cela contribue également à l'amélioration du confort d'usage.

*Principe et intérêt de l'action*

**POINTS DE VIGILANCE**

Les occupants doivent être informés sur le positionnement optimal d'un poste de travail par rapport à la lumière naturelle.

La réorganisation d'un poste de travail doit être étudiée, et validée par les agents souhaitant modifier le positionnement de leur poste de travail. L'appropriation des modifications par ces agents est essentielle.

La mise en oeuvre des réorganisations doit être planifiée pour limiter au maximum les possibles perturbations sur le fonctionnement des services durant ces interventions.

*Points de vigilance en cas de mise en oeuvre*

## Tableau de synthèse des actions

Optimiser les installations techniques									
N° action	Actions par thématique	Objectifs				Investissement		Gain	
						Humain	Financier	Confort	Financier
<b>Éclairage</b>									
1	Diminuer le nombre de sources lumineuses	✓	✓	-	✓		N	N	+
2	Organiser les postes de travail en fonction de l'éclairage naturel	-	-	✓	-		N	A	N
3	Mettre en œuvre des lampes plus économes	✓	✓	-	✓		€	N	+
4	Nettoyer régulièrement les vitrages et les luminaires	✓	✓	✓	✓	N	€	A	N
5	Mettre en place des éclairages d'appoint sur les postes de travail	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
6	Paramétrer, régler les commandes automatiques	✓	✓	✓	✓		N	A	+
<b>Chauffage/Eau chaude sanitaire (ECS)</b>									
7	Désembouer les réseaux de chauffage	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
8	Adapter la vitesse des circulateurs	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
9	Améliorer l'isolation de la chaudière	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
10	Améliorer le réglage du brûleur	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
11	Arrêter la chaudière en été ou la basculer en mode « été »	✓	✓	-	✓		N	N	+
12	Arrêter les circulateurs en période estivale	✓	✓	-	✓		N	N	+
13	Réaliser des campagnes de mesures des températures dans les bureaux	✓	✓	-	✓		€	N	+
14	Affiner le réglage de la loi d'eau	✓	✓	-	✓	N	€	N	++
15	Abaisser la loi d'eau lorsque les besoins diminuent	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
16	Affiner les ralents de chauffage en période d'inoccupation	✓	✓	-	✓		N	N	+
<b>Rafraîchissement</b>									
17	Adapter la température de consigne du local	✓	✓	✓	✓	N	N	A	+
18	Équilibrer les réseaux hydrauliques (si présence de vannes d'équilibrage)	✓	✓	✓	✓	N	€	A	++
19	Équilibrer les émetteurs équipés de tés de réglage	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
20	Mettre à disposition des brasseurs d'air (ventilateurs)	✓	-	✓	✓	N	€	A	+

## Optimiser les installations techniques

N° action	Actions par thématique	Objectifs				Investissement		Gain	
						Humain	Financier	Confort	Financier
<b>Ventilation</b>									
21	Changer les filtres des ventilo-convecteurs	✓	✓	✓	✓	N	€	A	N
22	Réduire les débits d'air neuf globaux pour atteindre les débits hygiéniques	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
23	Nettoyer les systèmes de ventilation	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
24	Changer les filtres à air des systèmes de ventilation	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
25	Programmer une réduction de la ventilation en période d'inoccupation	✓	✓	-	✓		N	N	+
<b>Bureautique</b>									
26	Paramétrer les dispositifs d'économie d'énergie sur les postes de travail	✓	✓	-	✓		N	N	+
27	Installer des dispositifs coupe veille	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
28	Privilégier l'équipement en ordinateurs portables	✓	✓	-	✓	N	€€	N	+
29	Rationaliser le matériel d'impression	✓	✓	-	✓	N	N	N	+
30	Acheter du matériel informatique à économie d'énergie	✓	✓	-	✓	N	€	N	N
31	Rehausser la température de consigne des salles de serveurs	✓	✓	-	✓		N	N	+
32	Virtualiser les serveurs	✓	✓	-	✓		€€	N	++

## Améliorer les installations techniques via des petits travaux

N° action	Actions par thématique	Objectifs				Investissement		Gain	
						Humain	Financier	Confort	Financier
<b>Éclairage</b>									
33	Installer des commandes automatiques	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
34	Installer des cellules photoélectriques	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
35	Installer des programmeurs (horloges)	✓	✓	-	✓	N	€	N	++
36	Installer des interrupteurs crépusculaires	✓	✓	-	✓	N	€€	N	+
37	Repeindre ou remplacer le revêtement des murs et plafonds foncés par un revêtement de couleur claire	✓	✓	✓	✓	N	€€€	A	N
<b>Chauffage/Eau chaude sanitaire (ECS)</b>									
38	Isoler les réseaux de chaleur	✓	✓	-	✓	N	€	N	++
39	Remplacer les calorifugeages dégradés	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
40	Équiper le départ de chaque circuit d'une vanne d'équilibrage	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
41	Réparer ou remplacer les émetteurs	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
42	Installer une régulation en cascade	✓	✓	-	✓	N	€€	N	+
43	Installer des panneaux réflecteurs de chaleur derrière les radiateurs	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
44	Installer des robinets thermostatiques	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
45	Installer des horloges programmables de ralenti	✓	✓	-	✓	N	€	N	++
46	Remplacer les brûleurs des chaudières de plus de douze ans	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
47	Installer des pompes évitant les remontées dans la bouteille de découplage	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
48	Remplacer ou déplacer les sondes d'ambiance	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
49	Remplacer les anciens émetteurs convectifs par des systèmes plus performants	✓	✓	✓	✓	N	€€€	A	+
50	Installer des centrales de programmation par courant porteur ou fil pilote	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	++
51	Installer un compteur d'énergie électrique divisionnaire sur les départs des radiateurs électriques	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
52	Améliorer la production de l'eau chaude sanitaire	Problématiques identiques au chauffage -> se reporter aux fiches correspondantes.							

## Améliorer les installations techniques via des petits travaux

N° action	Actions par thématique	Objectifs				Investissement		Gain	
						Humain	Financier	Confort	Financier
<b>Rafrâichissement</b>									
53	Isoler les réseaux de froid	✓	✓	-	✓	N	€	N	++
54	Remplacer les calorifugeages dégradés	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
55	Installer des protections solaires extérieures	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
56	Équiper le départ de chaque circuit d'une vanne d'équilibrage	✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+
<b>Ventilation</b>									
57	Réparer les fuites sur les circuits d'air	✓	✓	✓	✓	N	€	A	+
58	Isoler les conduits de soufflage et d'extraction	✓	✓	-	✓	N	€€	N	+
59	Installer un compteur d'énergie électrique divisionnaire	✓	✓	-	✓	N	€	N	+
<b>Bureautique</b>									
60	Installer des équipements pour suivre la consommation des appareils bureautiques	✓	✓	-	✓	N	€	N	+



# 1



## AGIR AVEC LES OCCUPANTS



AGIR AVEC LES OCCUPANTS



La mise en place d'une démarche d'économies d'énergie sur un bâtiment **ne peut se limiter à des actions techniques**, et ce, pour plusieurs raisons :

- il est essentiel de prendre en compte les besoins des occupants, pour éviter d'aller à l'encontre de leur activité professionnelle, de dégrader le confort des occupants, au risque d'avoir un rejet total de la démarche par les occupants. Or, les occupants, avec leurs ressentis, sont de véritables capteurs vivants, apportant des informations complémentaires aux données générées par les capteurs techniques ;
- les actions techniques ont leurs limites, l'implication des occupants permet d'aller plus loin ;
- il y a de nombreux bénéfices à intégrer les occupants à la démarche : efficacité, productivité, responsabilité, convivialité...

### Les différents niveaux d'implication citoyenne

L'implication des occupants peut être plus ou moins intense. Nous proposons ici de distinguer cinq niveaux\* , du moins participatif (l'information) au plus impliquant (l'autogestion).

Le premier niveau est incontournable, il est préalable aux autres niveaux d'implication des occupants.

Une démarche d'économies d'énergie sur un bâtiment peut, dans son intégralité ou sur certaines actions, mobiliser les occupants de manière plus ou moins poussée.

Enfin, si l'information est incontournable, elle ne suffit pas à faire changer les pratiques. Plus un occupant va être partie prenante d'une démarche, plus il y a des chances que ses pratiques soient modifiées.



5 - AUTOGESTION

4 - PARTICIPATION

3 - CONCERTATION

2 - CONSULTATION

1 - INFORMATION

\*Inspirés de l'échelle de participation citoyenne de Sherry Arnstein

### Par où commencer ?

Avant de lancer une démarche d'économies d'énergie sur un bâtiment, il faut **s'assurer que le « contexte social » est favorable** à la réussite de cette démarche :

- le climat social est-il serein ? (pas de fusion de services, de menaces sur l'emploi, de changements majeurs dans le management...);
- la direction est-elle prête à porter la démarche ? s'investir concrètement ? Y mettre les moyens ?
- le bâtiment présente-t-il un niveau de confort satisfaisant ou amélioré par des actions de régulation, de maintenance ou de petit entretien ?

Lorsque la démarche est validée par la Direction, **une communication auprès de l'ensemble des occupants** peut être réalisée. Que cette information se réalise par l'envoi d'un mail, par l'organisation d'un événement convivial, par la pose d'affiches ou autres, il est important de montrer **l'engagement de la direction**, les raisons de sa motivation, les moyens accordés (mise en place d'une équipe, délais, budget...) et les objectifs fixés.



**La cohérence de la démarche** doit être perceptible : le lien fait avec des actions pré-existantes (travaux, communications et démarches déjà réalisés...), le périmètre de la démarche (bâtiments concernés, thèmes abordés : énergie, eau, déchets, déplacement, achats...), la suite envisagée, etc.

**Le lancement de la démarche** est ainsi un moment crucial pour la réussite. Une mauvaise communication pourrait conduire les occupants à penser que cette démarche n'est qu'une opération « marketing » ou « *greenwashing* »<sup>1</sup> ...

Le lancement est aussi l'occasion de **marquer les esprits**, sortir du cadre habituel. En fonction des contextes et des envies de la direction, on peut décider :

- d'offrir du café, de mettre de la musique, de passer une vidéo humoristique sur le sujet, de prévoir une animation surprenante... pour le côté convivial ;
- de créer le débat, de présenter la démarche de manière plus dynamique et non descendante (pas d'estrade, pas de tables, chaises en cercle...)... pour le côté participatif ;
- etc.

Ce lancement peut donner lieu à un événement spécifique ou peut être associé à un temps d'échange préexistant dans la structure.

Dans tous les cas, il s'agit de **susciter l'intérêt, d'interpeller et de donner envie**, la réalisation d'économies d'énergie ne constituant pas le cœur des préoccupations quotidiennes des occupants d'un lieu de travail.

## Comment réaliser un diagnostic humain ?

Au même titre qu'il est nécessaire de réaliser un diagnostic technique (analyse du bâti, des équipements, du confort...), un diagnostic « humain » peut être réalisé.

Les objectifs de ce diagnostic humain (et ses bénéfiques) peuvent être multiples :

- compléter ou moduler les résultats du diagnostic technique, notamment sur la question du confort ;
- connaître le niveau de connaissance et de sensibilisation des occupants ;
- connaître les changements qu'ils sont prêts à réaliser ;
- récolter leurs bonnes idées ;
- commencer à sensibiliser les agents ;
- déceler des dysfonctionnements constatés par les occupants ;
- etc.

En fonction des objectifs, le diagnostic pourra se réaliser sous différentes formes, qui peuvent se combiner :

- envoi d'un questionnaire<sup>2</sup> ;
- visite du bâtiment, observation des pratiques ;
- entretien avec des occupants ;
- animations issues de l'intelligence collective (*post-it*, *world café*...) ;
- etc.

Encore une fois, en fonction de la tonalité que l'on souhaite donner à la démarche, la forme peut être adaptée.

<sup>1</sup> Le « *greenwashing* » ou « blanchiment écologique » ou « désinformation verte » signifie « verdir » ou donner une image écologique à des entreprises et à des produits qui ne le sont pas (source : guide anti -greenwashing de l'Ademe).

<sup>2</sup> Pour réaliser un questionnaire de confort, on peut se référer à la « boîte à outils » de l'ouvrage *Réduire l'impact environnemental des bâtiments, agir avec les occupants*, Cerema, 2013.



Par exemple, la visite du bâtiment peut être réalisée par un expert, par l'équipe projet, par des occupants volontaires...

Enfin, il est important de rendre compte aux occupants des résultats du diagnostic, afin de partager le niveau de connaissance des dysfonctionnements et des marges de manœuvre.

## Comment donner envie d'agir ?

Les démarches environnementales ne sont pas au cœur des préoccupations quotidiennes des occupants d'un bâtiment de travail. Et pour cause : ils ont tendance à considérer que cela ne fait pas partie de leur travail, voire que cela pourrait entraver leur productivité en remettant en cause leurs habitudes.

La plupart des personnes sont pourtant sensibilisées aux problèmes environnementaux. Il s'agit donc de les **aider à « passer à l'acte »**, et pour cela, de leur donner envie d'agir.

En effet, l'envie est un levier de changement plus fort que la contrainte.

Alors, comment donner envie d'agir ? Plusieurs outils, à adapter en fonction du contexte, peuvent être mobilisés :

- au minimum, mener une démarche la plus transparente possible et **rendre compte régulièrement** de son avancement, surtout lorsque l'on a consulté les occupants, qu'on leur a demandé leur avis ou de proposer des actions ;
- **montrer que l'action de chacun est utile**, qu'elle a un effet. Pour cela, la communication des résultats qualitatifs ou quantitatifs permet d'entretenir la motivation ;
- mettre en avant la volonté d'**améliorer le confort**, au même titre que l'objectif de réduction des consommations énergétiques ;
- mettre en œuvre une **démarche conviviale, positive et ludique** ;
- bien montrer que les actions menées s'inscrivent dans une **cohérence** : par exemple, une démarche ne s'intéressant qu'à l'énergie n'est pas toujours bien comprise, sauf s'il est annoncé que les autres enjeux environnementaux seront abordés dans un second temps ;
- montrer que le **portage hiérarchique** est toujours fort : présence de la direction aux réunions, aux événements organisés... La notion d'**exemplarité** prend tout son sens : la direction ne doit pas se sentir exemptée de réaliser des écogestes ;
- **donner la capacité aux occupants d'agir** : par exemple, créer des modes d'emploi simplifiés pour comprendre comment régler le thermostat et faire des démonstrations in situ ;
- **prendre en compte les contraintes**, les limites des occupants et rechercher collectivement des alternatives ;
- etc.

Donner envie, cela passe également par la façon de communiquer : **varier les supports** (courriels, affiches, animations, films, visites...), **varier les approches** afin de toucher le plus grand nombre.

Par exemple, certains seront plus attirés par une communication technique (mesures avec des wattmètres, graphiques, conférences) et d'autres par une communication plus « sociale » (conseils particuliers, accueil autour d'un café, animations ludiques...).

Une communication positive, non culpabilisante sera plus efficace. **Aller à la rencontre des occupants**, discuter avec eux de leurs difficultés en petits groupes ou individuellement restent des outils de sensibilisation et de communication les plus puissants.



## Comment dynamiser la démarche ?

Une démarche environnementale peut rapidement s'essouffler, car impliquer les occupants nécessite de faire des piqûres de rappel, et donc de disposer de temps. Alors, comment dynamiser la démarche pour faire en sorte qu'elle perdure dans le temps, que le changement de pratique devienne une norme, partagée par le groupe ?

**Mettre en place une démarche réellement participative** est une réponse.

Pour le pilote de la démarche, cela lui permet de choisir les actions les plus pertinentes, de ne pas se tromper de cible.

Pour les occupants, cela leur permet de se sentir parties prenantes de la démarche, de se l'approprier.

La participation peut se réaliser au stade du diagnostic (cf. exemple du « diagnostic en marchant »), mais aussi aux stades de la proposition d'actions, du choix de ces actions et des modes de communication...

Cette participation peut s'organiser via la **constitution d'une équipe de référents**<sup>3</sup>. Le rôle de cette équipe de référents sera d'être à l'interface entre l'équipe projet et les occupants : relayer la démarche auprès de ses collègues, et faire remonter les difficultés, les idées ou les bonnes pratiques. Cela constitue un vecteur efficace de la diffusion du changement.

Une équipe efficace est constituée de représentants volontaires de chacune des entités constituant l'organigramme (services, département, unité...). L'équipe sera d'autant plus performante si les référents sont considérés par leurs pairs comme légitimes (techniquement, humainement) et sont appréciés...

Plus les référents seront intégrés dans la démarche, dans la définition des actions d'animation ou des documents de communication, plus ils seront à l'aise dans leur rôle.

Il est important avant tout chose de bien définir un cadre d'intervention qui permet aux référents de se sentir légitimes. Cela passe par une reconnaissance de la part de leur hiérarchie de leur mission et du temps investi et par une communication à tous les agents.

Il s'agit également de les conforter dans leur rôle en leur donnant quelques conseils sur la **posture à adopter** face à leurs collègues (cf. encart ci-après).

Enfin, être référent peut ne pas être évident lorsque les collègues ne sont pas réceptifs, voire hostiles à la démarche. De ce fait, les référents ont besoin d'espaces d'échanges avec les autres référents et l'équipe projet, afin de ne pas se sentir isolés.

Ces temps d'échanges peuvent aussi être l'occasion de réfléchir aux nouvelles actions à mettre en place.

En tout état de cause, ces temps d'échanges et de réflexion doivent être organisés afin de ne pas trop empiéter sur le temps de travail, sous peine de provoquer un désinvestissement des référents : format court, fréquence et horaires adaptés.

<sup>3</sup> Pouvant aussi s'intituler « équipe relais », ou « *green-team* » ou « équipe d'ambassadeurs »...

## Extrait du document « Conseils à la *green-team* du Cerema Territoires et ville »

Le **réfèrent green-team** n'est pas un super-héros (savoir-faire), mais plutôt un **vecteur de double flux** (savoir-être) : apporter des informations, faire remonter les demandes, transmettre les réponses. Il a une légitimité à agir (reconnaissance par sa hiérarchie).

### Quelle doit être la posture du réfèrent ?

- disponibilité, écoute ;
- bienveillance, pas de jugement ;
- savoir accueillir les réactions de l'autre (rester zen !!) ;
- motivation et envie ;
- être en pleine forme. Prendre soin de soi (se laisser le droit d'arrêter).

### Quels sont les outils à votre disposition ?

Sur le site intranet, rubrique « événements » | « Cube2020 » :

- les modes d'emploi des différents chauffages (anciens ventilo-convecteurs, nouveaux ventilo-convecteurs, radiateurs électriques du réfectoire...);
- la liste des actions que je peux mettre en place au bureau ;
- les mails de résolutions déjà envoyés : éteindre les lumières, privilégier les escaliers, éteindre et mettre en veille son ordinateur ;
- les « réponses à vos questions ».

## Comment pérenniser la démarche ?

Une démarche d'économie d'énergie devrait constituer une **démarche d'amélioration en continu**.

Si la démarche se déroule sur un temps limité, dans le cadre du concours Cube 2020 par exemple, il est important de considérer ce challenge comme une première étape, un prétexte pour mobiliser fortement l'ensemble des occupants d'un bâtiment durant un laps de temps.

La dynamique qui aura été générée par cette première étape doit être entretenue afin de poursuivre l'action.

Pour cela, il apparaît nécessaire :

- de **remercier les personnes qui se sont impliquées** dans la démarche **mais aussi l'ensemble des agents**. Cela peut passer par un simple mail, un événement convivial, etc. ;
- de **réaliser et partager le bilan de cette démarche**. Ce bilan peut être quantitatif (pourcentage d'économies réalisées...) mais aussi qualitatif (meilleure organisation, effets bénéfiques sur les relations de travail...);
- d'**annoncer la poursuite** de la démarche, et en **(re)définir le cadre** (objectifs, moyens, durée...). Cela devra avoir été anticipé.

## > Quelques références utiles pour agir avec les occupants

Le Cerema a constitué une « boîte à outils » recensant des guides, des études, des retours d'expériences, des sites internet (Cerema, Ademe, Hespul, IFPEB, Planète IFORE, Planète Bureau, Riposte verte...) et des vidéos pouvant vous être utiles pour la mise en place d'une démarche d'économie d'énergie sur votre bâtiment.

Ces ressources vous permettront d'élaborer votre propre démarche adaptée à votre contexte.

Cette boîte à outils est disponible gratuitement sur le site internet du Cerema, via l'article internet :

- Économies d'énergie dans les bâtiments tertiaires : les ressources indispensables  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/economies-energie-batiments-tertiaires-ressources>

Autres articles à consulter :

- Un diagnostic d'usage pour les gestionnaires de parc de bâtiments : premier test au Parc Naturel Régional du Vercors !  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/diagnostic-usage-gestionnaires-parc-batiments-premier-test>
- Le Cerema est engagé dans le concours CUBE 2020  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-est-engage-concours-cube-2020>





# 2

OPTIMISER L'UTILISATION,  
AMÉLIORER LA GESTION  
ET LE SUIVI ÉNERGÉTIQUE

# Diminuer le nombre de sources lumineuses

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		<b>N</b>	<b>N</b>	<b>+</b>

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

La diminution du nombre de sources lumineuses dans un même espace permet de réduire les consommations d'énergie.

### POINT DE VIGILANCE

Il faut s'assurer que cette action est en cohérence avec les différentes réglementations (accessibilité, Code du travail...), et que le niveau d'éclairage obtenu est suffisant au regard de l'activité exercée dans les espaces ou locaux concernés.



Éclairage

# Organiser les postes de travail en fonction de l'éclairage naturel

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
-	-	✓	-		N	A	N

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les postes de travail doivent, dans la mesure du possible, être positionnés à proximité de l'éclairage naturel pour profiter au maximum de cet apport naturel, et perpendiculairement à celui-ci pour limiter les éblouissements.

Un bon positionnement des postes de travail permet de bénéficier au maximum de la lumière naturelle afin de limiter l'utilisation de la lumière artificielle. Cela contribue également à l'amélioration du confort d'usage.

## POINTS DE VIGILANCE

Les occupants doivent être informés sur le positionnement optimal d'un poste de travail par rapport à la lumière naturelle.

La réorganisation d'un poste de travail doit être étudiée, et validée par les agents souhaitant modifier le positionnement de leur poste de travail. L'appropriation des modifications par ces agents est essentielle.

La mise en œuvre des réorganisations doit être planifiée pour limiter au maximum les possibles perturbations sur le fonctionnement des services durant ces interventions.



Éclairage

# Mettre en œuvre des lampes plus économes

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Pour remplacer les lampes énergivores et productrices de gaz à effet de serre, les gestionnaires doivent effectuer un choix entre les différentes technologies (les lampes fluocompactes, les led...).

Il est possible dans certains cas de remplacer ampoules et tubes par des composants moins consommateurs sans avoir à changer les luminaires :

- ampoules led à la place des ampoules fluocompactes ou à filament ;
- tubes led T8 à la place des tubes fluo. Les fabricants ont mis sur le marché des tubes compatibles avec une grande partie des ballasts existants (y compris ferromagnétiques), mais nécessitant dans certains cas une reprise des câblages.

Cette action est valable pour tous les éclairages, comme les blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES) qui restent constamment éclairés pour des raisons de sécurité. En effet, entre les BAES les plus performants et les moins performants, on constate un facteur 8 de consommation entre eux. Cela représente une économie non négligeable sur l'ensemble d'un bâtiment (vu lors de la capitalisation Prebat).

Compte tenu de la différence de coût entre les différentes technologies, le gestionnaire doit effectuer une analyse multicritères (durée moyenne de vie, efficacité lumineuse...) pour choisir la technologie la plus efficiente notamment en termes de coût global.

## POINTS DE VIGILANCE

Les ampoules fluocompactes supportant mal les éclairages et les extinctions rapprochés, on privilégiera leur usage dans les zones nécessitant un éclairage permanent.

En 2015, la Commission européenne actait le retrait des ampoules halogènes au 1<sup>er</sup> septembre 2018.



Luminaire équipé d'une lampe fluocompacte.  
Source : Cerema



Éclairage

# Nettoyer régulièrement les vitrages et les luminaires

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	N

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Le nettoyage régulier des vitrages permet d'assurer la qualité de l'apport en lumière naturelle dans le temps et de conserver une bonne transmission lumineuse.

Il est donc important d'assurer un nettoyage périodique des vitrages et des luminaires.

## POINTS DE VIGILANCE

Ce type d'action est à intégrer dans les contrats de nettoyage. Le gestionnaire doit assurer un suivi de la bonne réalisation de cette prestation.

Ces opérations de nettoyage périodique perdent de leur intérêt en termes d'économie quand il faut mettre en œuvre des moyens d'accès particuliers (nacelle élévatrice, chariot élévateur...) qui induisent de facto des coûts bien supérieurs aux gains réalisés.



Éclairage

# Mettre en place des éclairages d'appoint sur les postes de travail

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>€</b>	<b>A</b>	<b>+</b>

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Des éclairages d'appoint permettent une gestion individuelle de l'éclairage de la zone de travail par poste de travail (zone d'éclairage restreinte). Ils peuvent contribuer à limiter les consommations électriques dans le cas où les luminaires situés au plafond ne sont pas utilisés, ou que leur puissance est moindre (gestion des contrastes).

## POINTS DE VIGILANCE

Vérifier que les luminaires situés au plafond permettent d'assurer un confort visuel notamment au niveau des contrastes.

S'assurer de l'extinction de ces éclairages d'appoint quand le poste de travail est inoccupé, notamment la nuit et les week-ends.



Exemple d'éclairage d'appoint de type led sur un poste de travail.

Source : Cerema



Éclairage

# Paramétrer, régler les commandes automatiques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓		N	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Vérifier les réglages des commandes automatiques (durée des temporisations, seuil d'allumage, d'extinction...).

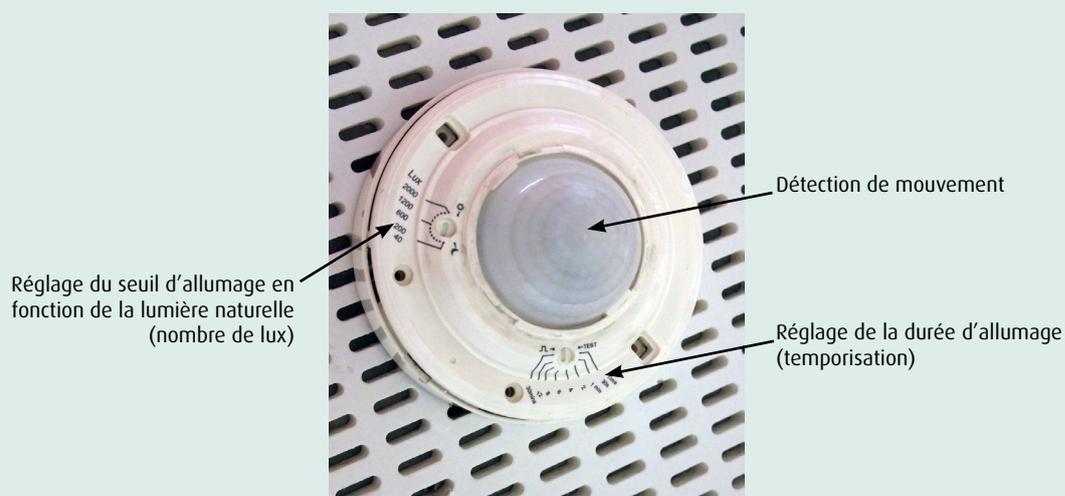
Éliminer toutes les consommations d'énergie inutiles, dues à des réglages non ou mal réalisés lors de la mise en service.

Dans le cadre du suivi Prebat, les dérives suivantes ont notamment été constatées :

- mauvais paramétrage des seuils de luminosité pour les gradateurs ;
- gradateurs allumant la lumière mais ne l'éteignant pas ;
- temps de temporisation trop long (pour les circulations, locaux d'activités...) ;
- horloge mal ou non réglée pour les éclairages extérieurs, avec ou sans commande crépusculaire engendrant un éclairage permanent toute la nuit ;
- horloge mal réglée pour les bâtiments tertiaires, ne correspondant pas à l'occupation réelle du bâtiment (éclairage du bâtiment ou partie du bâtiment en dehors des plages de fonctionnement).

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.



Cellule photoélectrique à détection de mouvement dans une circulation bénéficiant de la lumière naturelle.

Source : Cerema



Éclairage

## > Quelques références utiles pour l'éclairage

Sites internet :

- <https://www.legifrance.gouv.fr/>
  - Code du travail
  - Arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement
- [www.accessibilite-batiment.fr/](http://www.accessibilite-batiment.fr/)
- [www.ademe.fr/](http://www.ademe.fr/)
- [www.syndicat-eclairage.com/](http://www.syndicat-eclairage.com/)
- [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)



Éclairage

# Désembouer les réseaux de chauffage



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Au cours du temps, des boues se créent dans le réseau de distribution ainsi que dans les émetteurs. Ces boues perturbent la circulation de l'eau rendant le système de chauffage moins efficace. Pour remédier ce problème, il faut procéder au nettoyage du réseau pour assurer le fonctionnement optimum du système de diffusion du chauffage.

Le désembouage peut être réalisé soit de manière chimique (rinçage par produits chimiques), soit de manière mécanique (par démontage).

Le désembouage d'une installation permet :

- d'améliorer l'équilibrage de l'installation grâce à un meilleur rendement de distribution ;
- d'améliorer la durée de vie des équipements (chaudières, vannes...);
- d'améliorer le rendement des radiateurs ;
- de diminuer les pertes de charge du réseau (diminuer les consommations électriques des circulateurs).

Une analyse à la caméra thermique permettra de vérifier le rayonnement des radiateurs et ainsi de déterminer si un désembouage est nécessaire ou non.

## POINTS DE VIGILANCE

Le désembouage de l'installation est à faire absolument si la chaudière est remplacée, pour protéger la nouvelle installation.

Un pot à boues ou un filtre électromagnétique est à installer en amont de la chaudière pour récupérer au fur et à mesure les boues présentes dans le circuit.

Attention à la pression mise dans les réseaux lors d'un désembouage. Une trop forte pression peut générer des fuites dans un réseau « vétuste ».

## Adapter la vitesse des circulateurs

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	<b>N</b>	<b>€</b>	<b>N</b>	<b>+</b>

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Très souvent, lors de l'installation, les circulateurs à vitesse fixe (trois vitesses en général) sont réglés par défaut sur la vitesse la plus importante entraînant une consommation électrique supérieure. Une pompe qui fonctionne à vitesse plus faible a une consommation électrique plus faible.

Vérifier et régler la vitesse des circulateurs à vitesses fixes afin qu'elle corresponde aux besoins réels évitent une consommation d'énergie inutile.

### POINT DE VIGILANCE

Attention à ne pas laisser les pompes réglées par défaut sur la plus grande vitesse lors de l'installation.



Chauffage

# Améliorer l'isolation de la chaudière

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les pertes de génération sont liées aux :

- pertes de chaleur par le corps de chauffe de la chaudière ;
- pertes de chaleur par les fumées.

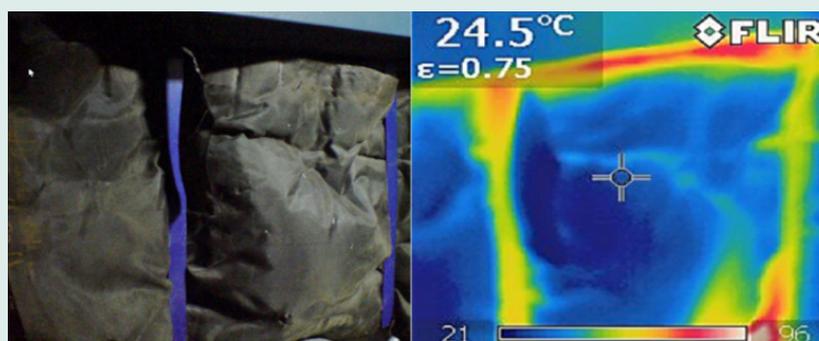
Il est possible de réduire les pertes par le corps de chauffe en l'isolant.

La photo ci-dessous illustre de la laine de verre mise en œuvre à l'arrière d'une chaudière ancienne.

Plus la chaudière est isolée, plus les pertes par le corps de chauffe sont faibles, et plus le rendement de génération est amélioré. Les consommations d'énergie assurant la production du chauffage sont alors réduites.

## POINT DE VIGILANCE

Si le corps de chauffe n'est pas isolé en usine, il est possible d'ajouter un isolant. L'isolant doit être incombustible (classe M0 ou A1).



Isolation du corps de chauffe d'une chaudière.  
Source : Cerema



Chauffage  
ECS

# Améliorer le réglage du brûleur

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Avec un brûleur à air pulsé, plusieurs paramètres sont à prendre en compte pour optimiser le rendement :

- assurer un léger excès d'air pour que la combustion soit complète ;
- vérifier que les brûleurs modulants ou les brûleurs à deux vitesses sont bien réglés, et qu'ils ne fonctionnent pas à vitesse constante ;
- vérifier que le volet d'air motorisé se ferme lorsque le brûleur est à l'arrêt. Si ce n'est pas le cas, il y a un échange d'air entre l'intérieur du corps de chauffe et l'extérieur, créant des pertes.

Vérifier les points listés permettra d'optimiser le rendement de combustion, et de diminuer les pertes du corps de chauffe à l'arrêt.

### POINT DE VIGILANCE

Il ne faut pas que le volet d'air motorisé sur le brûleur soit raccordé à la même alimentation électrique que le brûleur. Sinon il ne sera plus alimenté dès que le brûleur s'arrêtera, et il restera ouvert.

# Arrêter la chaudière en été ou la basculer en mode « été »

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Arrêter la chaudière en été est possible si la chaudière assure uniquement la production de chauffage. En effet, dans ce cas la chaudière fonctionne uniquement pour maintenir la température du corps de chauffe et l'échangeur thermique en température.

Dans le cas où la chaudière assure à la fois la production d'eau chaude et le chauffage, le passage en position été permet de réduire les pertes de distribution en réduisant le réseau irrigué à celui assurant la distribution d'eau chaude sanitaire.

Sur des chaudières anciennes faiblement isolées, les pertes à l'arrêt peuvent atteindre 20 % de la consommation annuelle. Sur des chaudières plus récentes, mieux isolées avec des dimensions de corps de chauffe réduites, les pertes ne dépassent pas 2 %.

En été, le rendement moyen des systèmes de production assurant à la fois le chauffage et la production d'ECS chute de 80-90 % à 60, voire 50 %. Ces pertes peuvent être réduites lorsque le système est couplé à un ballon tampon afin de limiter la période de fonctionnement de la chaudière aux périodes de puisage.

## POINT DE VIGILANCE

Il est recommandé d'intégrer cette action au contrat d'entretien et de maintenance.

# Arrêter les circulateurs en période estivale

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

fonctionnement engendre une consommation d'énergie inutile en période estivale.

Dans certains suivis de bâtiments démonstrateurs (Prebat), des circulateurs n'étaient pas asservis aux chaudières, et ont fonctionné toute l'année. Il en a découlé dans certains cas une consommation d'auxiliaires > 10 kWh/m<sup>2</sup>.an.

Dans le cas d'installations anciennes, les circulateurs ne sont pas asservis à la production de chaleur. Il faut les couper et les redémarrer manuellement, comme sur la photo ci-dessus (rectangle bleu).

## POINTS DE VIGILANCE

Dans le cas où les circulateurs sont asservis, il est bien de vérifier pendant l'été qu'ils sont bien à l'arrêt. Le réglage peut ne pas fonctionner.

Dans le cas où l'arrêt des circulateurs est manuel, le gestionnaire ou l'exploitant doit penser à les couper et à les redémarrer.

L'arrêt prolongé d'un circulateur peut entraîner un phénomène de blocage dit « gommage » par dépôt de boue ou de calcaire dans le circulateur. Pour éviter ce phénomène, il est préférable de programmer des redémarrages périodiques, ou manuels des circulateurs quelques minutes par semaine.



Source : Cerema

# Réaliser des campagnes de mesures des températures dans les bureaux



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Pour affiner les réglages d'un chauffage collectif, la première étape est d'avoir une idée claire sur le fonctionnement actuel. Installer simplement pendant quelques semaines des enregistreurs de température dans les bureaux (voir schéma ci-dessous) permettra déjà de connaître des leviers d'actions.

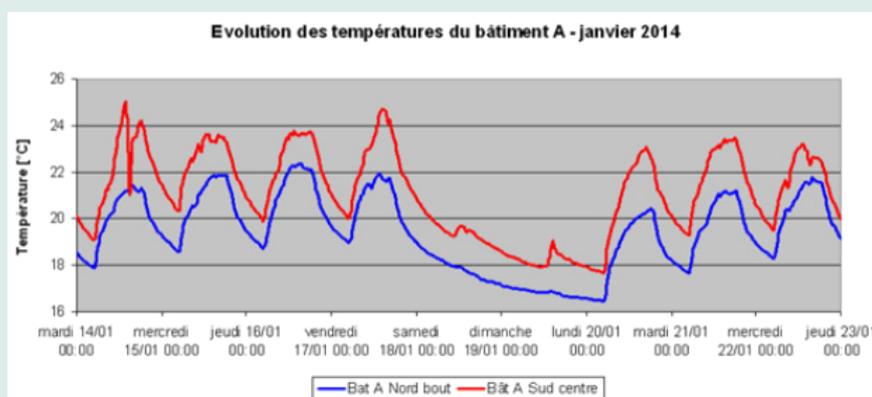
L'analyse des mesures permettra de savoir s'il faut :

- réaliser un équilibrage ;
- affiner la loi d'eau<sup>4</sup> ;
  - l'abaisser ou la remonter suivant les températures enregistrées,
  - changer sa pente, suivant que le mauvais réglage soit en mi-saison, en plein hiver, ou les deux ;
- affiner les horaires de début et de fin des ralentis nuits ou week-ends ;
  - anticiper plus ou moins le lancement du ralenti en fin d'occupation,
  - relancer les chaudières suffisamment tôt suite à une période de ralentis.

## POINTS DE VIGILANCE

Dans les bureaux où il y a une sonde de température, il faut veiller à ce qu'il y ait une occupation normale pendant la campagne de mesures, et qu'il n'y ait pas de radiateurs électriques d'appoint.

Il faut également veiller à placer les sondes à l'abri du soleil, et les éloigner des équipements électriques pour ne pas « fausser » les relevés.



Source : Cerema

<sup>4</sup> La loi d'eau est la loi qui règle la température de départ de l'eau de chauffage en fonction de la température extérieure.

# Affiner le réglage de la loi d'eau

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	++

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

La loi d'eau<sup>5</sup> est la loi qui règle la température de départ de l'eau de chauffage en fonction de la température extérieure. Elle peut se régler en deux points :

- 1 point règle la température de départ lorsque la température extérieure est très basse ;
- 1 point règle la température de départ lorsque la température extérieure est douce (mi-saison).

La loi d'eau est réglée et affinée par l'exploitant. Il est utile de vérifier avec des mesures de température dans les bureaux en plein hiver et en mi-saison qu'elle est bien réglée.

Par exemple sur un régulateur (illustration ci-dessous) :

- si la température est trop élevée dans les bureaux en mi-saison, il faut abaisser le point 1. À l'inverse s'il fait trop froid, il faut le remonter ;
- si la température est trop élevée dans les bureaux lorsqu'il fait très froid dehors, il faut abaisser le point 2. À l'inverse s'il fait trop froid, il faut le remonter.

Lors de l'exploitation, ce réglage est à affiner en fonction des mesures faites et du ressenti des occupants.

Affiner la loi d'eau permettra d'apporter la bonne quantité de chaleur dans le bâtiment, quelle que soit la température extérieure. Les surchauffes sont alors évitées, et des économies d'énergie sont réalisées.

## POINT DE VIGILANCE

Attention à ne pas sous-chauffer le bâtiment, sous peine de voir apparaître des convecteurs électriques d'appoint.



Source : Cerema

<sup>5</sup> La loi d'eau est la loi qui règle la température de départ de l'eau de chauffage en fonction de la température extérieure.

# Abaisser la loi d'eau lorsque les besoins diminuent

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Lorsque des travaux d'isolation sont entrepris sur l'enveloppe du bâtiment, ou si une ventilation double flux avec échangeur de chaleur est installée, les déperditions sont plus faibles. Les besoins du bâtiment le sont également.

À température extérieure équivalente, il ne faut plus autant chauffer le bâtiment. La loi d'eau<sup>6</sup> peut être abaissée.

Abaisser la loi d'eau pour s'adapter aux nouveaux besoins du bâtiment permet d'éviter de surchauffer le bâtiment, et donc de baisser les consommations.

Si ce n'est pas fait, les consommations seront les mêmes qu'avant l'isolation de l'enveloppe, si le chauffage est régulé sur la température extérieure.

## POINT DE VIGILANCE

Attention à ne pas sous-chauffer le bâtiment, sous peine de voir apparaître des convecteurs électriques d'appoint.



Chauffage

<sup>6</sup> La loi d'eau est la loi qui règle la température de départ de l'eau de chauffage en fonction de la température extérieure.

# Affiner les ralentis de chauffage en période d'inoccupation

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

En période d'inoccupation (nuits, week-ends, vacances), le chauffage peut être réduit pour limiter les pertes du bâtiment.

En tertiaire, le réduit du chauffage peut généralement être réglé heure par heure pour chaque jour de la semaine. Il suffit au gestionnaire ou à l'exploitant d'abaisser ou de remonter les loquets pour signifier que l'on est en occupation ou en inoccupation (encadré n° 1 sur l'illustration ci-dessous). Si le bâtiment est équipé d'une gestion technique centralisée (GTC) gérant le chauffage, le réduit du chauffage est réalisé via la GTC.

Une campagne de mesure permettra de déterminer les plages optimales pour le passage en mode réduit et réciproquement.

Les encadrés 2 et 3 de l'illustration ci-dessous permettent de donner la force du réduit en période d'inoccupation. Et de remonter ou d'abaisser la loi d'eau<sup>7</sup> dans ce cas.

Les pertes du bâtiment sont directement liées à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Diminuer cet écart les abaisse, et limite les consommations de chauffage.

Elles seront d'autant plus faibles, si les plages de réduits sont optimisées.

## POINT DE VIGILANCE

Attention à ne pas passer le chauffage en mode réduit trop tôt, ou à ne pas passer en mode normal trop tard. Si les températures sont trop basses en fin ou en début de période d'occupation, il y a un fort risque que les usagers utilisent des radiateurs électriques d'appoint pour pallier leur inconfort thermique.



Source : Cerema

<sup>7</sup> La loi d'eau est la loi qui règle la température de départ de l'eau de chauffage en fonction de la température extérieure.

## > Quelques références utiles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

- Formations centres de valorisation des ressources humaines (CVRH) : CVC
- Sites internet :
  - Bâtiments neufs – Bâtiments existants, l'ensemble des dispositifs pour améliorer la performance énergétique des bâtiments : [www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr)
  - Cerema – Capitalisation Prebat « *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT 2012-2017* » disponible en téléchargement gratuit sur la boutique du Cerema (<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/batiments-demonstrateurs-basse-consommation-energie-prebat>)
  - Le portail expert de la performance énergétique : <http://www.xpair.com>
  - [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)
- Revue : CFP (*Chaud Froid Performance*)



# Adapter la température de consigne du local

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>A</b>	<b>+</b>

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

En été, les occupants adaptent leur tenue vestimentaire à la température extérieure. Par ailleurs le corps humain s'accoutume naturellement aux températures plus élevées lorsque celles-ci perdurent. C'est ce que l'on appelle le confort adaptatif.

On peut ainsi définir une consigne de température qui varie en fonction de la température extérieure pour éviter les contrastes de température trop importants entre l'intérieur et l'extérieur.

Éviter les inconforts liés à une climatisation excessive réduit les consommations d'énergie : - 1 °C de température peut engendrer 30 % de consommation en plus.

### POINT DE VIGILANCE

Éviter de déclencher la climatisation si la température intérieure est inférieure à 26 °C.

# Équilibrer les réseaux hydrauliques (si présence de vannes d'équilibrage)

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	++

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

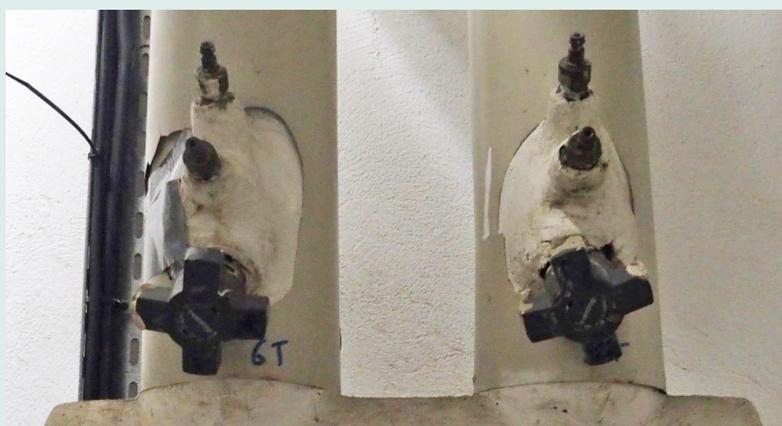
L'équilibrage consiste à freiner l'eau dans les circuits favorisés, afin qu'elle ne privilégie aucun chemin, la difficulté de passage est alors la même dans chacune des boucles de distribution.

La répartition hydraulique se fait de façon équitable selon le calcul ou les besoins en débit global dans les différents circuits.

## POINTS DE VIGILANCE

Si les vannes d'équilibrage présentes sont automatiques, cela implique une maintenance régulière de celles-ci afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

Une action d'équilibrage des réseaux hydrauliques est à effectuer à la réception de l'installation, après le remplacement d'un émetteur défectueux ou après des modifications du réseau de distribution.



Exemple de vannes d'équilibrage  
Source : Cerema



# Équilibrer les émetteurs équipés de tés de réglage

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>€€</b>	<b>A</b>	<b>+</b>

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Si l'échangeur du ventilo-convecteur est insuffisamment ou mal irrigué, la température du local ne va pas baisser. Dans ce cas de figure, les ventilo-convecteurs vont se mettre en route pour brasser l'air jusqu'à ce que la température de consigne soit atteinte.

Équilibrer les émetteurs consiste donc à compenser les pertes de charge liées à la longueur du réseau de distribution pour que chaque émetteur soit irrigué correctement.

Ces réglages sont à effectuer à la réception de l'installation, après le remplacement d'un émetteur défectueux ou après des modifications du réseau de distribution.

Il existe des systèmes d'équilibrage automatiques, mais ces systèmes nécessitent une maintenance régulière afin de vérifier leur fonctionnement.

Un équilibrage des émetteurs permet d'améliorer le confort des occupants, et de réduire les consommations des ventilo-convecteurs.

Les gains sont estimés autour de 7 % mais peuvent être plus conséquents si aucun équilibrage des émetteurs n'a été réalisé auparavant.

### POINTS DE VIGILANCE

Afin d'assurer la continuité de la maintenance des installations, il est souhaitable de disposer du calcul de pertes de charge et des consignes d'équilibrage.

La mise en place de vannes d'équilibrage et de points de mesure de pression peut être nécessaire à la réalisation des réglages.

# Mettre à disposition des brasseurs d'air (ventilateurs)

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	-	✓	✓	<b>N</b>	€	<b>A</b>	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Le confort ressenti est fonction de la température de l'air, de la température des parois du local, de l'hygrométrie du local, de l'habillement, de l'activité pratiquée et de la vitesse de l'air qui circule.

Le brasseur d'air va ainsi permettre de mieux supporter des températures plus élevées. Une vitesse d'air de 1 m/s équivaut à un ressenti d'abaissement de température d'environ 3 °C.

Une vitesse d'air de 3 m/s est équivalente à un ressenti d'abaissement de la température de 7 °C.

Les brasseurs d'air permettent de faire des économies d'énergie de 30 à 70 % par rapport à un système de climatisation. Ils peuvent être utilisés à la place ou en complément d'un système de climatisation.

Ils permettent d'améliorer des situations ponctuelles ou localisées d'inconfort thermique (bureau situé à proximité d'une façade ensoleillée), sans agir sur la consigne globale en cas de rafraîchissement des locaux.

Ils sont de plus très faciles à installer et peu coûteux.

## POINT DE VIGILANCE

Les brasseurs d'air en plafond sont plus efficaces, mais leur installation nécessite des travaux qui peuvent être conséquents selon les cas.

## > Quelques références utiles pour le rafraîchissement

Sites internet :

– <https://www.legifrance.gouv.fr/>

- Code du travail
- Code de l'énergie
- Arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiment



Froid

# Changer les filtres des ventilo-convecteurs



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	N

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'encrassement des filtres réduit de façon importante le débit d'air, ce qui modifie le balayage du local traité.

Le remplacement des filtres des ventilo-convecteurs, selon une périodicité recommandée par le fabricant, permet aux ventilo-convecteurs de fonctionner de manière optimale. Le balayage du local, l'efficacité du rafraîchissement ou du chauffage, et la qualité de l'air sont améliorés.

## POINT DE VIGILANCE

Il faut assurer un suivi du contrat d'entretien : vérifier la périodicité de changement indiquée dans le contrat et s'assurer que l'entreprise effectue bien cette tâche.

# Réduire les débits d'air neuf globaux pour atteindre les débits hygiéniques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Dans les installations anciennes, les pertes de charge utilisées pour calculer le dimensionnement des installations ont pu être surévaluées, et le ventilateur choisi fournit au final un débit plus important que nécessaire.

Selon le type de matériel installé, la réduction du débit global nécessitera des interventions différentes :

- modification des écoulements par réglage de l'ouverture ou de l'orientation de composants ;
- modification de la vitesse de rotation du ventilateur (réglage ou ajout d'un composant).

En divisant par deux le débit d'air pulsé à 19 °C, les gains atteignent 88 % de la consommation électrique et 50 % en chauffage (source : Energieplus-lesite.be).

## POINTS DE VIGILANCE

Dans les locaux de travail, les valeurs minimales à respecter sont les suivantes :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (en m <sup>3</sup> /h)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, de vente, de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Source : article R.4222-6 du Code du travail

Voir également, le règlement sanitaire départemental applicable au département de rattachement.



Ventilation

# Nettoyer les systèmes de ventilation



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'encrassement des systèmes de ventilation entraîne une baisse de leur performance et une dégradation de la qualité de l'air intérieur. Les éléments concernés par le nettoyage sont les suivants :

- les caissons d'extraction ou caissons de traitement de l'air et tous leurs composants (dont roues et échangeurs) ;
- lorsqu'ils existent, les réseaux de conduits d'alimentation en air, y compris les bouches d'air et unités terminales ;
- les réseaux d'extraction ou de reprise d'air ;
- les réseaux de conduits de retour et de recirculation<sup>8</sup> (CTA) ;
- les réseaux de conduits d'entrée d'air frais.

La norme NF EN 15780 fixe un cadre pour le maintien de la propreté des systèmes de ventilation (procédures d'inspection, évaluation du besoin de nettoyage, exemples de procédure de nettoyage).

Un entretien des dispositifs de ventilation permet le maintien des débits d'air, ainsi que la qualité de l'air intérieur.

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.

<sup>8</sup> Conduits d'air repris dans les locaux permettant la récupération d'une partie de la chaleur contenue dans le flux d'air avec la mise en place d'un échangeur par exemple.

# Changer les filtres à air des systèmes de ventilation

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>€</b>	<b>A</b>	<b>++</b>

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les particules retenues par les filtres finissent par les colmater et entraînent une baisse de l'efficacité de l'installation de ventilation.

La norme EN 13779 préconise de changer les filtres après :

- 2 000 heures de fonctionnement ou maximum après un an pour le filtre de la première étape de filtration ;
- 4 000 heures de fonctionnement ou maximum après deux ans pour le filtre de la deuxième étape de filtration et les filtres des systèmes de rejet ou de recyclage.

Ce remplacement permet de conserver un rendement optimum des systèmes, ainsi que la qualité de l'air intérieur.

## POINT DE VIGILANCE

Le changement des filtres est généralement inclus dans les contrats de maintenance des installations de ventilation. Il peut être intéressant de vérifier que ces prestations ont bien été exécutées à la fréquence contractuelle.



Filtre d'une centrale de traitement d'air (CTA).  
Source : Cerema

# Programmer une réduction de la ventilation en période d'inoccupation



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

En l'absence d'occupants, le débit de ventilation peut être réduit de manière relativement importante. Les périodes d'inoccupation sont déterminées de manière prévisionnelle et intégrées à une horloge ou un boîtier de programmation déjà présent.

Limiter les plages de fonctionnement de la ventilation aux heures d'occupation des locaux permet de réaliser des gains sur :

- les déperditions par renouvellement d'air ;
- la consommation électrique des ventilateurs.

Exemple :

Pour un débit de 1 000 m<sup>3</sup>/h, l'arrêt des ventilateurs de 18 heures à 8 heures (air à 16 °C) permet un gain de 1 532 kWh/an d'électricité et de 15 446 kWh/an de chauffage (source : *guide pratique sur la modulation des débits en ventilation dans tertiaire* – Ademe – avril 2011).

## POINTS DE VIGILANCE

Il faut prendre en compte l'ensemble des occupations, y compris celles du personnel d'entretien/de gardiennage dans la définition des plages horaires.

Afin de permettre une évacuation des autres pollutions et une purge du local, on conseille de maintenir 10 % du débit normal lorsque les locaux sont inoccupés.

La mise en œuvre de cette action ne sera possible que si le système installé est conçu pour fonctionner en vitesse réduite.

## > Quelques références utiles pour la ventilation

- Agence régionale de santé (ARS) : règlement sanitaire départemental
- Sites internet :
  - <https://www.legifrance.gouv.fr/>
  - Code du travail
  - <https://www.ars.sante.fr/>
  - [www.cetia.fr](http://www.cetia.fr)
  - [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)



# Paramétrer les dispositifs d'économie d'énergie sur les postes de travail



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Tous les ordinateurs ont des dispositifs de mise en veille et de mise en veille prolongée intégrés. Ces dispositifs sont parfois désactivés.

Un gestionnaire de parc informatique doit s'assurer du réglage de ces paramètres sur l'ensemble de son parc. Il doit également autoriser les modifications uniquement aux utilisateurs « administrateurs ». Ainsi l'utilisateur ne pourra pas revenir sur ces réglages.

La mise en veille automatique des autres équipements, comme les photocopieurs ou imprimantes, doit également être réglée, ce qui n'est pas toujours le cas lors de l'installation.

Les ordinateurs ont une puissance de fonctionnement comprise entre 40 et 200 W suivant leur type et la taille de l'écran. Les laisser allumés en inoccupation équivaut à avoir une consommation élevée en permanence.

Lors de campagnes de mesures, la consommation de dix-sept imprimantes a été suivie. Elle va de 146 à 1 222 kWh/an. De même, huit photocopieurs ont été suivis, leur consommation va de 400 à 1 773 kWh/an. Cet écart, à chaque fois très important, est surtout dû à des équipements dont la veille n'est pas réglée.

Ces équipements ont un appel de puissance permanent supérieur à 100 W, soit plusieurs ampoules allumées en permanence.

## POINTS DE VIGILANCE

Si ces réglages sont laissés à l'utilisateur, ils risquent d'être désactivés.

La mise en veille automatique des équipements ne remplace pas une coupure en période d'inoccupation.

# Installer des dispositifs coupe veille

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Sur certains matériels, il n'est pas possible de régler une mise en veille (machines à eau, à café). Sur les autres équipements, même en veille ou à l'arrêt, les équipements électriques ont une consommation résiduelle.

Pour supprimer ces consommations inutiles, il est possible d'installer :

- des multiprises avec interrupteur ;
- des prises programmables avec horloge ;
- des clés de coupure sur les plateaux de bureaux.

Toutes les consommations en inoccupation sont effacées.

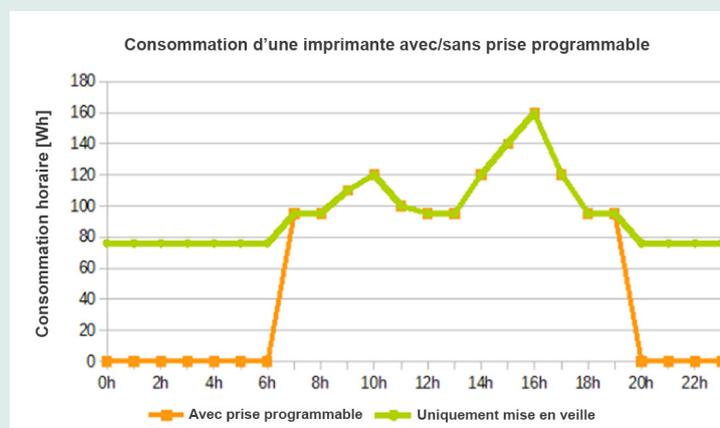
Exemple :

Une machine à café a une puissance de 60 à 85 W en permanence (c.f. capitalisation Prebat). La couper 5 000 heures par an (nuits et week-ends) permet une économie de 300 à 425 kWh/an.

## POINTS DE VIGILANCE

Attention aux horaires réglés sur les prises programmables. Si la plage horaire est trop courte au départ, l'équipement sera décrédibilisé auprès des usagers, qui l'enlèveront.

Attention aux équipements branchés sur prises ayant une clé de coupure. Si un équipement est coupé la nuit alors qu'il devait exceptionnellement rester allumé, la clé ne sera plus utilisée.



Source : Cerema (capitalisation Prebat)

# Privilégier l'équipement en ordinateurs portables

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Lors du remplacement d'un ordinateur, ou d'un parc informatique, il faut privilégier des ordinateurs portables.

Les ordinateurs portables auront une consommation plus faible car :

- les puissances de fonctionnement et de veille sont plus faibles ;
- il n'y a pas besoin d'onduleur, donc il n'y a pas de pertes.

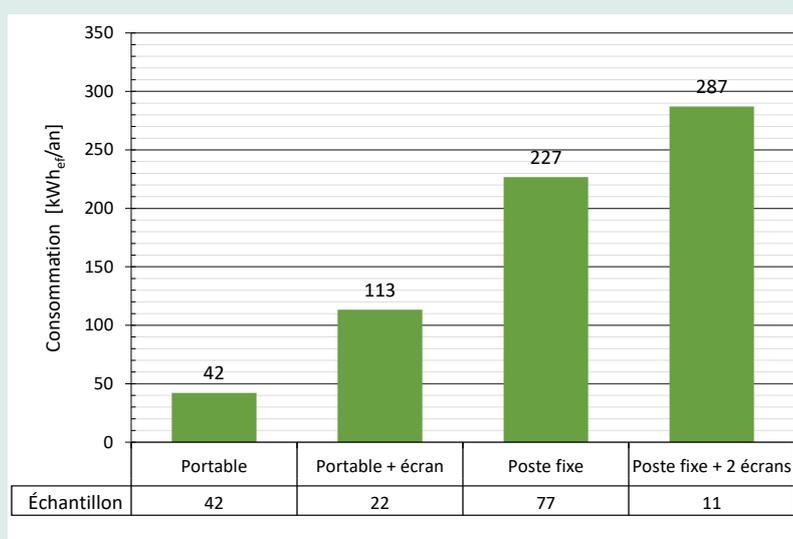
Le graphique ci-dessous présente des consommations moyennes issues des campagnes de mesures Prebat. Au-dessus des barres est indiqué le nombre de machines dans l'échantillon.

Un ordinateur portable aura une consommation plus de cinq fois inférieure à un ordinateur fixe.

Si on rajoute un écran à l'ordinateur portable, il consommera toujours deux fois moins qu'un ordinateur fixe.

## POINT DE VIGILANCE

Les remplacements éventuels doivent être faits au fur et à mesure, lors du renouvellement des ordinateurs devenus obsolètes (la notion d'énergie grise doit être prise en compte).



Source : Cerema (capitalisation Prebat)



Bureautique

# Rationaliser le matériel d'impression

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Mutualiser les équipements d'impression permet de réduire les points d'impression et donc baisser les consommations électriques.

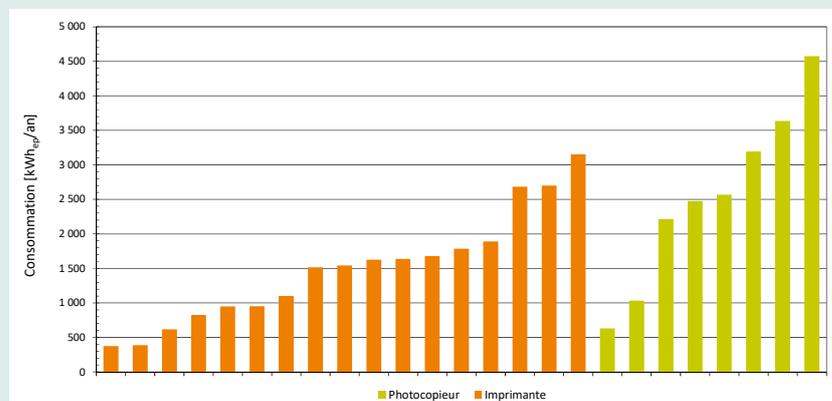
Sur le graphique ci-dessous sont tracées des consommations d'imprimantes (en orange), et des consommations de photocopieurs (en vert).

On voit que l'écart de consommation existe, mais n'est pas si important.

Il serait donc plus rentable d'avoir un photocopieur plutôt que plusieurs imprimantes.

## POINT DE VIGILANCE

Régler les mises en veille.



Source : Cerema (capitalisation Prebat)

# Acheter du matériel informatique à économie d'énergie

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	N

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les équipements de bureautique peuvent être labellisés (« Energy Star », ou A++ sur directive européenne Eco Design).

Ce label est le gage d'une consommation faible.

Ces équipements sont à favoriser lors de l'achat de matériel.

Les appareils ayant un label énergétique auront une puissance de fonctionnement et de veille optimisée. De plus, leur mise en veille sera bien réglée.

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.



Bureautique

# Rehausser la température de consigne des salles de serveurs

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		N	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les salles de serveurs sont climatisées pour assurer une température de fonctionnement optimal des serveurs. La température de consigne de ces salles est souvent basse (entre 15 et 20 °C). Il est possible de la rehausser pour limiter les consommations de refroidissement.

L'ASHRAE<sup>9</sup> (l'Association américaine des professionnels du conditionnement d'air) recommande une température comprise entre 18 °C et 27 °C.

La température communément admise pour une salle de serveurs oscille entre 18 et 27 °C, avec une sorte de consensus autour de 23 °C.

Plus la température de consigne est basse, plus la consommation de la climatisation est élevée.

## POINTS DE VIGILANCE

Ne pas trop rehausser la température, sinon il y a des risques de dysfonctionnement. De plus, la consommation électrique des serveurs pourrait également augmenter (ventilateurs intégrés pour extraire la chaleur).

La température de consigne d'une salle de serveurs dépend de la qualité et de la récence du matériel utilisé (plus il est ancien, moins il supporte les températures élevées).

<sup>9</sup> American society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.



# Virtualiser les serveurs



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓		€€	N	++

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

La virtualisation des serveurs est le fait de faire fonctionner plusieurs serveurs virtuels sur un seul et même serveur physique.

Cela permet de mutualiser plusieurs serveurs utilisés à faible capacité (un serveur tournant à capacité réduite ou à plein aura la même consommation).

La virtualisation permet des économies d'énergie directes (sur les serveurs) et indirectes (sur la climatisation).

Économie directe :

- la consommation électrique d'un serveur et d'un serveur virtuel embarqué est inférieure à la consommation de deux serveurs ;
- l'augmentation de la charge d'un serveur (par rapport à sa capacité) optimise l'efficacité énergétique.

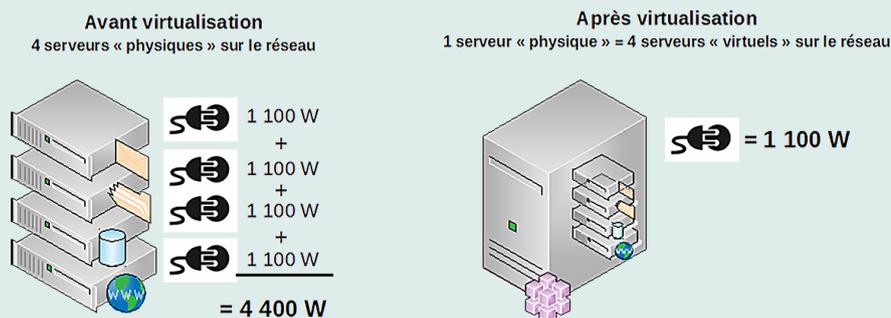
Économie indirecte :

- les besoins de climatisation sont plus faibles (moins de charge électrique => moins de chaleur libérée) ;
- les besoins du secours sont également plus faibles (onduleur).

## POINT DE VIGILANCE

Le serveur sera utilisé à plus forte capacité. Il y aura alors plus de chaleur libérée, la climatisation est à adapter.

Il est tellement simple d'installer des serveurs virtuels (par rapport à des serveurs physiques), que l'on peut rapidement dépasser les besoins. Il faut veiller à adapter l'utilisation de ces serveurs .



Source : Cerema

## > Quelques références utiles pour la bureautique

Sites internet :

- Cerema - Capitalisation Prebat : « *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT 2012-2017* » disponible en téléchargement gratuit sur la boutique du Cerema (<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/batiments-demonstrateurs-basse-consommation-energie-prebat>)
- <http://ademe.fr>
- <http://ecoinfo.cnrs.fr/?p=11059> - Pour une informatique responsable



Bureautique

# 3

AMÉLIORER  
LES INSTALLATIONS TECHNIQUES  
VIA DES PETITS TRAVAUX

# Installer des commandes automatiques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓*	✓	N	€	A*	+

\* Pour les espaces non appropriés<sup>10</sup> (espaces dits « communs »)

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Le détecteur (de mouvement ou de présence) permet la mise sous tension du circuit d'éclairage dès qu'une personne pénètre dans son champ de détection. La différence principale entre un détecteur de mouvement et un détecteur de présence réside notamment dans la sensibilité du détecteur (plus importante pour un détecteur de présence). Chaque détecteur est équipé d'une temporisation réglable qui coupe la mise en tension du circuit d'éclairage à partir du moment où la personne quitte le champ de détection.

Ce type de système limite les risques d'éclairage inutile, et permet d'optimiser les consommations énergétiques (allumage/extinction en fonction du besoin réel).

## POINTS DE VIGILANCE

Ce type d'équipement est adapté aux espaces non appropriés (espaces communs) et occupés de façon intermittente (circulations, sanitaires...).

Le choix entre l'utilisation de détecteur de mouvement ou de présence doit se faire au regard de l'usage du local concerné (détecteur de mouvement pour une circulation aveugle, des sanitaires/ détecteur de présence pour une salle de réunion, voire un bureau...). Pour les circulations bénéficiant de lumière naturelle, il peut être intéressant de coupler à ce type de détecteur, une sonde crépusculaire ou une cellule photoélectrique (cf. fiche n° 34 – Installer des cellules photoélectriques).

Les détecteurs de présence et de mouvement consomment de l'énergie en permanence que la lumière soit allumée ou non. Les modèles les plus anciens consomment jusqu'à 3 W, alors que les modèles récents sur le marché consomment moins de 1 W à 0,25 W pour les plus performants. Leur consommation peut dépasser les consommations d'éclairage dans les locaux faiblement utilisés tels que les caves, les locaux poubelles... Ils ne sont donc pas à installer de façon systématique dans tous les locaux.

La durée de la temporisation doit être réglée au regard de l'utilisation de chaque local (durée trop longue → éclairage inutile, durée trop courte → allumages/extinctions trop fréquents avec dégradation du confort des occupants).



Détecteur de mouvement dans une circulation  
Source : Cerema



Détecteur de mouvement dans des sanitaires  
Source : Cerema

<sup>10</sup> Un espace non approprié est un espace pour lequel un individu ne se sent pas personnellement responsable.





# Installer des cellules photoélectriques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les cellules photoélectriques permettent l'allumage d'une lampe à partir d'un niveau de rayonnement lumineux (seuil) réglé par l'utilisateur. Le réglage de ce seuil gère l'allumage de la lampe commandée si et seulement si le rayonnement lumineux naturel (lumière naturelle) est insuffisant (rayonnement lumineux mesuré < rayonnement lumineux réglé).

Ce type de cellule est souvent associé à un détecteur de mouvement ou de présence, ainsi les luminaires sont allumés si et seulement si un usager est détecté et que le seuil de luminosité est insuffisant. Il peut être également associé à des éclairages « gradables » ou « *dimmbles* » (terme anglophone). La gradation (variation) permet de prendre en compte l'apport de lumière naturelle, pour gérer l'ajout de lumière artificielle nécessaire afin d'assurer l'éclairage adéquat en fonction des besoins.

Ce type de système permet d'exploiter au mieux les apports en lumière naturelle et de limiter la consommation d'énergie aux besoins lorsque la lumière naturelle est insuffisante.

## POINTS DE VIGILANCE

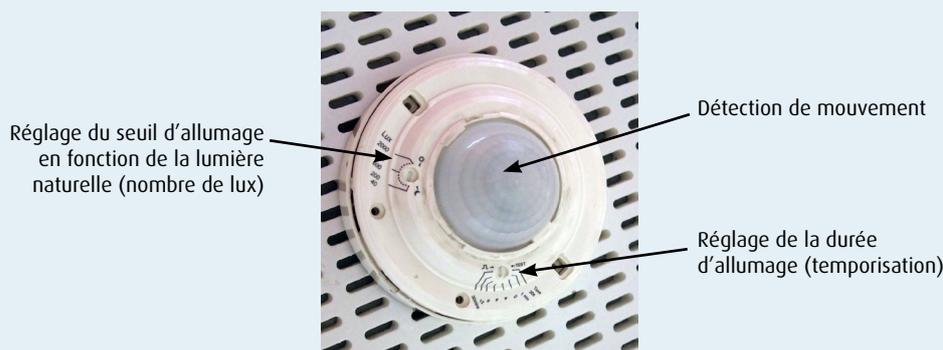
Ce type d'équipement est adapté aux circulations, salles de classe ou aux locaux de travail bénéficiant de la lumière naturelle. La position de la cellule doit être déterminée avec soin pour obtenir un résultat optimal et commander des luminaires situés dans un espace homogène en termes de rayonnement lumineux naturel (lumière naturelle).

Les réglages des cellules photoélectriques doivent être efficaces afin de piloter :

- l'allumage lorsque l'éclairage naturel est insuffisant ;
- l'extinction lorsque l'éclairage naturel est suffisant.

Le niveau du rayonnement lumineux (mesuré en lux) permettant l'allumage des luminaires doit être réglé pour garantir les niveaux d'éclairage réglementaires (accessibilité pour les ERP, Code du travail...).

Pour les systèmes d'éclairage « gradables », il faut bien entendu s'assurer que les lampes soient compatibles.



Cellule photoélectrique avec détecteur de mouvement  
Source : Cerema

## Installer des programmeurs (horloges)

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	++

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les programmeurs (horloges) permettent de gérer l'allumage ou l'extinction des luminaires en fonction de jours et de plages horaires déterminés par le gestionnaire. Ils doivent être installés sur les départs des circuits d'éclairage que l'on souhaite contrôler (par étage, par zone...).

Ce type d'équipement permet au gestionnaire de programmer des plages journalières et horaires pour que l'éclairage soit actif uniquement durant ces plages. Les plages programmées peuvent être modifiées en fonction de l'évolution des besoins de la structure (changement des horaires de fonctionnement).

Un programmeur permet de supprimer les consommations inutiles d'éclairage pour les zones concernées notamment durant la nuit et le week-end quand il n'y a plus d'occupants dans les locaux.

### POINT DE VIGILANCE

Les plages doivent être déterminées en fonction de l'organisation de la structure (jours et horaires de fonctionnement). Il est recommandé d'associer les occupants pour déterminer ces différentes plages.



Éclairage



# Installer des interrupteurs crépusculaires

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'interrupteur crépusculaire est un équipement de commande électrique permettant de gérer l'allumage et l'extinction de luminaires en fonction du rayonnement lumineux naturel. Le seuil d'allumage ou d'extinction doit être déterminé et réglé par l'utilisateur.

Il évite l'allumage des luminaires et les consommations électriques inutiles lorsque la luminosité extérieure est suffisante (rayonnement lumineux naturel > rayonnement lumineux minimum réglé par l'utilisateur).

Ce type de commande est utilisé principalement pour la gestion des éclairages extérieurs (parking, cheminements, accès au bâtiment...).

Il est recommandé d'associer ce dispositif de commande à une horloge programmable qui permettra de déterminer les jours de fonctionnement (par exemple : coupure le week-end), et des plages de fonctionnement (par exemple : coupure la nuit entre 23 heures et 5 heures), le cas échéant.

## POINT DE VIGILANCE

Il faut définir un seuil d'allumage et des plages de fonctionnement adaptés aux besoins de la structure et des zones concernées (cheminements piétons, parcs de stationnement, entrée du bâtiment...) pour limiter les consommations au strict nécessaire et éviter les risques d'inconfort des utilisateurs et usagers.

# Repeindre ou remplacer le revêtement des murs et plafonds foncés par un revêtement de couleur claire

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€€	A	N

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

La réflexion de la lumière naturelle dépend notamment de la couleur des surfaces concernées.

Repeindre ou remplacer le revêtement des murs et des plafonds par des couleurs claires permet d'assurer une bonne réflexion de la lumière.

## POINT DE VIGILANCE

Une couleur claire appliquée au plafond permet davantage la réflexion de la lumière artificielle émise par les luminaires fixés au plafond que la réflexion de la lumière naturelle.



Éclairage

## > Quelques références utiles pour l'éclairage

Sites internet :

- [www.legifrance.gouv.fr/](http://www.legifrance.gouv.fr/)
  - Code du travail
  - Arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement
- [www.accessibilite-batiment.fr/](http://www.accessibilite-batiment.fr/)
- [www.ademe.fr/](http://www.ademe.fr/)
- [www.syndicat-eclairage.com/](http://www.syndicat-eclairage.com/)
- [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)



Éclairage

## Isoler les réseaux de chaleur

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	++

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'isolation ou calorifugeage d'un réseau de chaleur limite les pertes de calories de l'eau chaude distribuée entre les systèmes de production (chaudière, cumulus...), de diffusion (émetteurs pour le chauffage) et de puisage (robinets pour l'ECS). Les réseaux étant souvent en tube acier ou cuivre, ils se comportent comme des émetteurs, s'ils ne sont pas isolés. Les calories sont alors perdues, surtout en extérieur ou dans un volume non chauffé.

Exemple :

Pour un tuyau d'eau chaude sanitaire avec une eau à 60 °C et traversant un volume chauffé à 20 °C :

- avec 1 cm de calorifugeage, les pertes seront de 5 W/ml. Au bout de 20 m, la température aura chuté de 22 °C.
- avec 8 cm de calorifugeage, les pertes seront divisées par 2 et la chute de température ne sera plus que de 14 °C.

À noter que les réseaux non isolés peuvent être rencontrés dans des bâtiments anciens. Pour information, la réglementation thermique 2005 (RT 2005) imposait leur isolation. Dans les bâtiments construits après 2006, les réseaux doivent donc être d'ores et déjà isolés.

**L'isolation des réseaux de chaleur (hors volume chauffé) est éligible au dispositif CEE (certificat d'économie d'énergie).**

### POINTS DE VIGILANCE

La performance du calorifugeage sera adaptée à la température et à la longueur du réseau, ainsi qu'à l'ambiance thermique dans laquelle se trouve ce réseau. Par exemple, une isolation renforcée sera nécessaire si le réseau se situe en extérieur avec une température d'eau élevée.

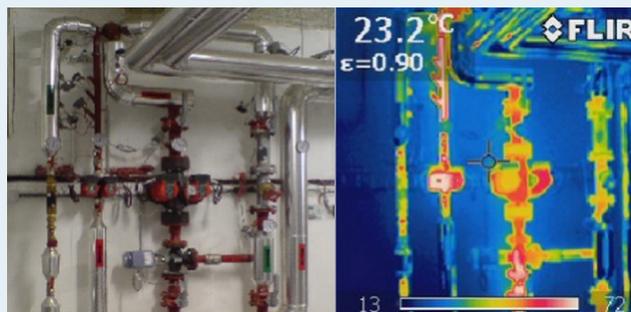
Les réseaux traversant des volumes chauffés doivent être isolés (cf. exemple ci-dessous concernant les pertes de chaleur d'un réseau traversant un volume chauffé).

La réglementation thermique des bâtiments existants (article 23 de l'arrêté du 18 décembre 2007) impose une isolation de classe 2 *a minima* pour tous les réseaux situés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés.

Le calorifugeage doit résister à la chaleur des tubes et aux conditions environnementales, notamment en extérieur (proscrire, par exemple, les bandes plâtrées en extérieur).

Pour le chauffage, tous les linéaires de réseau départ et retour doivent être isolés. Les vannes, les blocs pompes peuvent également être calorifugés. Pour l'eau chaude sanitaire, le bouclage doit être également isolé. Les vannes, raccords, ballons tampons peuvent également être calorifugés.

Une isolation mal dimensionnée ou insuffisamment étanche peut générer des points de condensation et à terme corroder les circuits acier. Une vérification en période de parfait achèvement et même au-delà est nécessaire.



Différenciation entre réseaux calorifugés (bleu) et non calorifugés (jaune/rouge). Source : Cerema

# Remplacer les calorifugeages dégradés

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'isolation ou calorifugeage d'un réseau de chaleur limite les pertes de calories de l'eau chaude distribuée entre les systèmes de production (chaudière, cumulus...), de diffusion (émetteurs pour le chauffage) et de puisage (robinets pour l'eau chaude sanitaire).

Les réseaux étant souvent en tube acier ou cuivre, ils se comportent comme des émetteurs, s'ils ne sont pas isolés. Les calories sont alors perdues, surtout en extérieur ou dans un volume non chauffé.

L'isolation des réseaux permet de réaliser des économies d'énergie en limitant les déperditions thermiques tant pour le chauffage que l'eau chaude sanitaire.

Les calorifugeages existants doivent être contrôlés, car, comme tous matériaux, ils se dégradent dans le temps et perdent de leur efficacité. En fonction de leur état, il peut être nécessaire de les remplacer avec le même type de matériau ou par un matériau plus performant.

## POINTS DE VIGILANCE

La performance du calorifugeage sera adaptée à la température et à la longueur du réseau, ainsi qu'à l'ambiance thermique dans laquelle se trouve ce réseau. Par exemple, une isolation renforcée sera nécessaire si le réseau se situe en extérieur avec une température d'eau élevée.

La réglementation thermique des bâtiments existants (article 23 de l'arrêté du 18 décembre 2007) impose une isolation de classe 2 *a minima* pour tous les réseaux situés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés.



Calorifugeages dégradés.  
Source : Cerema

## Équiper le départ de chaque circuit d'une vanne d'équilibrage

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>€€</b>	<b>A</b>	<b>+</b>

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Le rôle d'une vanne d'équilibrage est de freiner l'eau dans les circuits favorisés, afin qu'elle ne privilégie aucun chemin : la difficulté de passage est alors la même dans chacune des boucles de distribution.

La vanne d'équilibrage permet ainsi de répartir de façon équitable, selon le calcul ou les besoins, le débit global dans les différents émetteurs.

### POINT DE VIGILANCE

Ne pas oublier de calorifuger les vannes.



Chauffage

# Réparer ou remplacer les émetteurs

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les émetteurs défectueux (fuites notamment) sont à faire réparer, ou remplacer, le cas échéant.

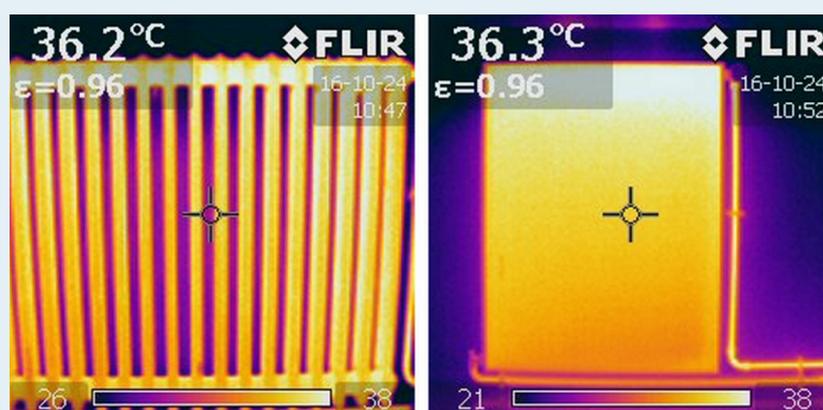
La réparation ou le remplacement des émetteurs défectueux permettent par ailleurs d'améliorer le confort des occupants.

Les émetteurs défectueux devront être remplacés par des émetteurs correctement dimensionnés par rapport aux besoins à couvrir en termes de chauffage. Dans certains cas, il sera alors nécessaire d'adapter la loi d'eau<sup>11</sup> en chaufferie pour prendre en compte les nouveaux émetteurs.

Pour contrôler des radiateurs, on peut utiliser une caméra thermique pour vérifier qu'ils émettent une chaleur homogène sur l'ensemble de leur surface (cf. exemple ci-dessous). Dans le cas où les émetteurs n'ont pas une diffusion de chaleur homogène, un désembouage du réseau doit être envisagé (cf. fiche 7 – Désembouer les réseaux de chauffage).

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.



Test à la caméra thermique : vérification de l'émission homogène de la chaleur.  
Source : Cerema

# Installer une régulation en cascade

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Lorsqu'il y a un besoin d'une production de chaleur (température inférieure au besoin), le premier étage de puissance s'enclenche (première chaudière, ou premier brûleur). Après un certain temps, si la température de consigne n'est toujours pas atteinte, un deuxième étage de puissance vient en complément (deuxième chaudière, ou deuxième brûleur), et ainsi de suite en fonction du nombre de chaudières, ou de brûleurs et des besoins.

Lorsque la température de consigne est dépassée, un premier étage de puissance s'arrête, puis un autre si la température de consigne est toujours dépassée et ainsi de suite jusqu'à ce que la température ne soit plus dépassée.

L'intérêt de la régulation en cascade réside entre autres dans l'adaptation de la puissance mise en œuvre aux « justes » besoins thermiques, et permet d'obtenir ainsi un temps de fonctionnement des brûleurs le plus long possible. En effet, plus le temps de fonctionnement d'un brûleur est long par rapport au temps d'utilisation, meilleur sera son rendement et plus les émissions polluantes associées au démarrage des brûleurs seront réduites.

Ce système est intéressant notamment à la mi-saison, car si le premier étage de puissance est suffisant à assurer le besoin en énergie, les autres étages ne seront pas sollicités.

Avec une cascade de chaudières, il est possible d'installer deux chaudières de puissances différentes.

En cas de rénovation d'une chaufferie, il est possible de ne remplacer qu'une des deux chaudières par une chaudière performante (à condensation par exemple). Dans le réglage de la cascade, cette nouvelle chaudière fonctionnera en priorité.

## POINTS DE VIGILANCE

Les chaudières les plus performantes doivent fonctionner en priorité.

En mi-saison, la chaudière de plus faible puissance peut fonctionner seule pour un rendement de génération optimal.

Les différentes chaudières doivent être équilibrées entre elles.

Des clapets antiretour doivent être installés en aval des chaudières pour éviter les phénomènes de thermosiphon lorsqu'elles ne fonctionnent pas.



Chauffage

# Installer des panneaux réflecteurs de chaleur derrière les radiateurs

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	+

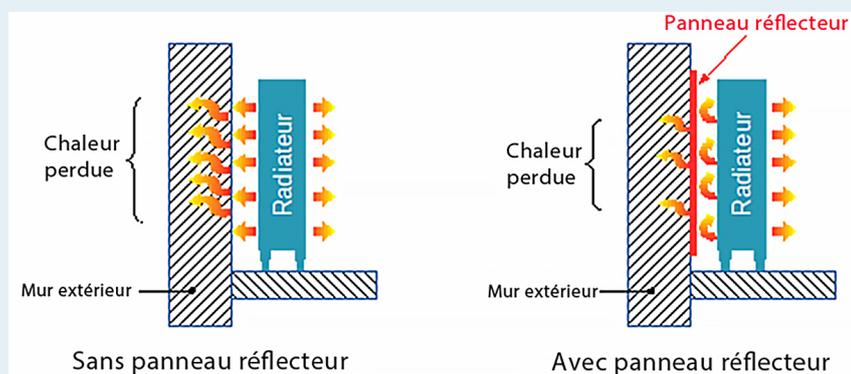
## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Un panneau correctement dimensionné et placé derrière un radiateur permet de renvoyer la chaleur émise par l'émetteur vers l'intérieur du local.

La mise en place de tels panneaux sur des murs extérieurs anciens ou mal isolés limite les déperditions thermiques vers l'extérieur.

## POINT DE VIGILANCE

Les panneaux réfléchissants n'ont aucune utilité s'ils sont installés sur des radiateurs accolés à des murs extérieurs bien isolés ou à des cloisons intérieures.



Test à la caméra thermique : vérification de l'émission homogène de la chaleur.  
Source : Cerema

# Installer des robinets thermostatiques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Un robinet thermostatique régule automatiquement le débit entrant dans un radiateur en fonction de la température du local.

Pour cela il s'ouvre plus ou moins pour réguler le débit d'eau chaude circulant dans le radiateur.

Dans le cas d'une régulation centralisée, un robinet thermostatique permet d'affiner la régulation faite en chaufferie local par local, en fonction des besoins, des apports solaires et des apports internes.

Il permet également de couper automatiquement le chauffage d'un local lorsque sa température est suffisante.

## POINTS DE VIGILANCE

Un robinet thermostatique doit toujours être installé horizontalement.

Les robinets sont souvent utilisés par les occupants totalement ou pas du tout : entièrement ouverts quand les occupants ont froid et complètement fermés dès qu'ils ont chaud. Une explication ou un rappel sur le fonctionnement de ces robinets sont souvent profitables.

En cas d'aération par ouverture des fenêtres, l'utilisateur ne doit pas oublier de fermer manuellement le robinet. En effet, si la température extérieure est basse (plus basse que la température demandée dans le local), le robinet thermostatique va augmenter le débit pour combler la différence de température, entraînant un gaspillage d'énergie.

Dans le cas d'une pompe de circulation à vitesse fixe, si de nombreuses vannes sont fermées, la pression dans le circuit d'eau augmente, et peut entraîner une usure prématurée de la pompe de circulation. Pour éviter ce problème, un radiateur de « décharge » doit être prévu, c'est-à-dire que ce radiateur possède une vanne « classique » toujours ouverte. Une autre solution consiste à installer des pompes de circulation à débit variable qui s'adaptent automatiquement aux demandes et consomment alors moins d'électricité.



Exemple de vanne thermostatique.  
Source : Cerema



Exemple de vanne « classique ».  
Source : Cerema



# Installer des horloges programmables de ralenti

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	++

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'horloge programmable de ralenti permet de régler des horaires pour des périodes d'inoccupation (nuit, week-end) durant lesquels le chauffage sera réduit (température plus basse).

Associée à un thermostat d'ambiance, elle permet de limiter la production de chaleur durant les périodes où le bâtiment est inoccupé, tout en garantissant une température minimum (température de consigne pour les périodes d'inoccupation).

Des économies d'énergie sont réalisées en limitant la production de chaleur lorsque le bâtiment est inoccupé.

## POINT DE VIGILANCE

Les périodes de ralenti sont déterminées par le gestionnaire en fonction de l'organisation interne de l'établissement (horaires de fermeture, d'ouverture...), tout comme la température de consigne qui sera programmée pour l'inoccupation.

Pour optimiser les plages de ralenti et garantir le confort thermique des utilisateurs, le gestionnaire doit tenir compte du ressenti des occupants et utilisateurs, des caractéristiques du bâtiment (inertie), ainsi que du temps nécessaire à la remise en température des locaux.

En prenant en compte les éléments cités précédemment, le gestionnaire peut par exemple :

- pour une fermeture de l'établissement à 19 heures (absence d'occupants), lancer le ralenti à partir de 18 heures ;
- pour une ouverture de l'établissement à 7 heures, arrêter le ralenti et relancer le chauffage des locaux à partir de 6 heures afin de garantir une température de confort dès l'ouverture.

# Remplacer les brûleurs des chaudières de plus de douze ans

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'usure des pièces mécaniques des brûleurs ne permet pas un réglage correct de la combustion (dosage entre l'air et le combustible) et l'obtention d'un rendement de production satisfaisant. Cela entraîne également une production d'imbrûlés plus importante, un encrassement et donc une perte de rendement plus rapide.

Le remplacement des brûleurs permet d'obtenir une meilleure combustion, une moindre production d'imbrûlés, ainsi qu'un meilleur rendement de production.

Le remplacement d'un brûleur « tout ou rien » par un brûleur « modulant » permet également d'augmenter le rendement de génération (moins de « marche/arrêt » du brûleur, donc moins de pertes par le corps de chauffe ou par balayage d'air à l'arrêt).

### POINT DE VIGILANCE

Lors du remplacement des brûleurs sur une chaudière ancienne, il peut être intéressant de s'assurer que les nouveaux brûleurs pourront être récupérés et installés sur une future chaudière en cas de renouvellement.

# Installer des pompes évitant les remontées dans la bouteille de découplage

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

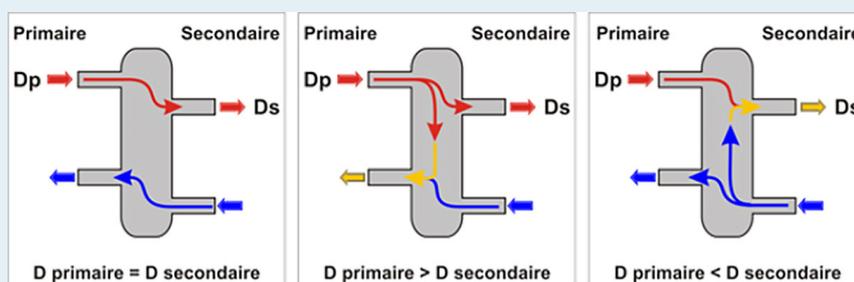
Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Une « bouteille de découplage » (ou « bouteille casse pression », ou encore « bouteille de mélange ») permet de dissocier les circuits primaires (côté chaudière), des circuits secondaires (côté départs du bâtiment).

Il faut absolument éviter que le retour du circuit secondaire, plus froid, remonte dans la bouteille pour repartir dans le bâtiment directement. Dans ce cas, l'eau chaude de la chaudière est refroidie et le chauffage n'est pas optimisé.

En général, en mettant des pompes avec un débit de 10 % supérieur sur le primaire par rapport au secondaire, on s'assure que le flux est descendant dans la bouteille et non montant. L'eau de retour ne refroidira donc pas l'eau de départ.



Source : Cerema

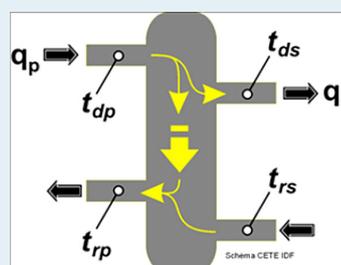
## POINTS DE VIGILANCE

Avant d'effectuer des travaux, il est possible de vérifier facilement s'il y a un flux montant ou descendant dans la bouteille grâce aux thermomètres installés partout en chaufferie.

Il faut ici que  $T_{dp} = T_{ds}$ . Si  $T_{ds} < T_{dp}$ , on a un flux qui remonte et qui refroidit le départ.

Le flux doit être descendant en permanence. Avec des pompes à débits variables, il faudra vérifier que le sens de circulation dans la bouteille est respecté.

Le débit des pompes sur le primaire doit être supérieur au débit total des pompes sur le secondaire.



Source : Cerema



Chauffage

## Remplacer ou déplacer les sondes d'ambiance

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	+

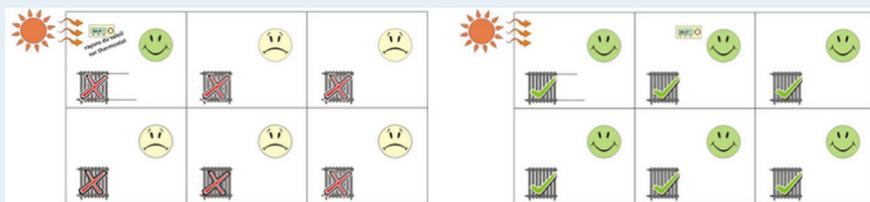
## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Une sonde d'ambiance agit sur la production et/ou la distribution de chaleur produite par le système de chauffage. Elle permet de réguler la température d'une zone du bâtiment par rapport à une température de consigne.

L'emplacement des sondes d'ambiance est primordial afin de ne pas perturber le fonctionnement du système. En effet, si la sonde est trop proche d'une source de chaleur, de fenêtres (apports solaires) ou de courants d'air (infiltration), etc., le système de chauffage risque de ne pas se mettre en fonctionnement alors qu'il y a un besoin de production de chaleur et réciproquement.

Sur l'illustration ci-dessous, dans le premier cas, le thermostat est situé à côté d'une fenêtre. La mesure réalisée par la sonde est influencée par les apports solaires (dépassement de la température de consigne) ce qui conduit à la coupure de l'ensemble des radiateurs dans le bâtiment même si la température de consigne n'est pas atteinte dans les autres locaux.

Dans le deuxième cas, le rayonnement n'interfère pas sur la mesure relevée par rapport à la température de consigne, tous les radiateurs restent allumés.



Source : Cerema

## POINTS DE VIGILANCE

Les sondes d'ambiance étant des instruments de mesure (mesure de température), leur précision peut dériver avec le temps. Il peut donc être intéressant de les vérifier et de les changer si la mesure est très différente de la réalité. Ces appareils présentent également une variable temporelle ou hystérésis, c'est-à-dire que la variation de température entre la demande de chaleur et la coupure du chauffage peut être plus ou moins importante. Si cette variation est importante, elle provoque de l'inconfort et de la surconsommation. Cette variable temporelle devrait être inférieure à 1 °C.

Pour que les occupants puissent agir sur la température des locaux en fonction de leur besoin, il faut que les radiateurs soient équipés de vannes thermostatiques.

# Remplacer les anciens émetteurs convectifs par des systèmes plus performants

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Certaines installations sont équipées de radiateurs convectifs qui chauffent l'air à partir d'une résistance électrique. Ces convecteurs génèrent des mouvements d'air et doivent chauffer d'abord l'air qui à son tour chauffe les personnes et les surfaces.

Ces convecteurs peuvent être remplacés par des radiateurs qui eux chauffent directement les objets et les personnes par rayonnement procurant plus de confort pour une température plus basse et une inertie de chauffage plus faible. Ils permettent ainsi des économies d'énergie.

## POINT DE VIGILANCE

Les radiateurs doivent avoir une surface plus importante, l'idéal étant le plancher chauffant, mais cela impliquerait de plus lourds travaux. Des solutions en plafond peuvent être efficaces, tout en étant moins onéreuses que celles d'un plancher chauffant.



Ancien convecteur électrique (à gauche) remplacé par un convecteur électrique plus récent (à droite) piloté par une centrale de programmation multizones.  
Source : Cerema

# Installer des centrales de programmation par courant porteur ou fil pilote

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	++

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Tous les convecteurs électriques récents sont équipés d'un fil pilote, qui permet de les réguler de façon centralisée.

La régulation, installée en tableau électrique, pilote tous les convecteurs branchés sur un même départ.

Les convecteurs électriques sont commandés avec une température de consigne et une horloge pour gérer les intermittences.

## POINTS DE VIGILANCE

S'il y a plusieurs zones avec une occupation différente, il ne faut pas mettre tous les convecteurs sur le même départ électrique en tableau. Chaque zone doit avoir sa régulation propre.

Tous les convecteurs électriques doivent être réglés sur « Auto ». Les usagers pourront modifier cette commande, en passant en mode manuel (par exemple lors d'une occupation différente), et dans ce cas, ils doivent être vigilants à remettre le système en mode « Auto » après l'utilisation du local. En effet, en mode manuel, le fil pilote ne permet plus de réguler la température émise par le radiateur.

Le positionnement de la sonde pour la mesure de la température de consigne est à choisir avec soin.

Trois zones de chauffage distinctes et deux modes de fonctionnement différents selon la période de la journée.

Lecture des numéros de zone et de leurs modes de fonctionnement :  
 Croissant = Eco  
 Soleil = Confort

Bouton de dérogation : appuyer sur le bouton de la zone choisie pour basculer du mode Eco au mode Confort et vice versa

Programmation : Toujours sur AUTO

Programmeur

La répartition des convecteurs s'effectue selon 3 zones de chauffage distinctes, à savoir :

- Zone 1 : les 4 convecteurs présents dans la grande salle de réunion
- Zone 2 : les convecteurs du couloir et du bureau de l'assistante sociale
- Zone 3 : le convecteur de la petite cuisine.

Ces 3 zones sont pilotées par le programmeur.

Source : Cerema

# Installer un compteur d'énergie électrique divisionnaire sur les départs des radiateurs électriques

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N <sup>12</sup>	€	N	+

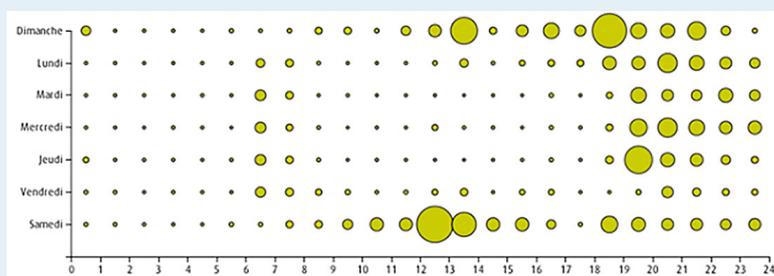
## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Installer un compteur électrique sur le départ des convecteurs permet de suivre la consommation de chauffage dans le bâtiment.

Il est possible de détecter les dérives du chauffage par l'analyse des consommations à travers plusieurs indicateurs. Ces indicateurs permettront de vérifier le bon fonctionnement de la régulation, en fonction de la température extérieure, des horaires d'occupation, et cela permet également de voir si les actions correctives apportées en cas de « dérives » constatées sont bénéfiques.

Par exemple :

- consommation de chauffage annuelle corrigée des degrés jours unifiés (DJU) ;
- consommation de chauffage entre les jours ouvrés et les jours d'inoccupation ;
- consommation de chauffage en fonction de la température extérieure moyenne.



Source : Cerema

## POINTS DE VIGILANCE

Le gestionnaire du bâtiment doit avoir des outils lui permettant d'analyser simplement ses consommations de chauffage. Il est inutile de les suivre, si elles ne peuvent pas être exploitées facilement.

Les départs sur les tableaux électriques des convecteurs doivent être bien identifiés et ne concerner que les convecteurs (attention aux piquages d'appoint sur les réseaux électriques notamment dans les bâtiments anciens).



Compteur d'énergie électrique sur quatre départs de convecteurs électriques.  
Source : Cerema

<sup>12</sup> Les services du gestionnaire seront sollicités dans le suivi des consommations. L'investissement sera d'autant plus important si les relevés sont manuels et que le nombre de compteurs est élevé.



## Améliorer la production de l'eau chaude sanitaire

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

-

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les problématiques du chauffage se retrouvent pour l'ECS :

- améliorer l'isolation des réseaux de distribution (fiches n° 38 et n° 39) ;
- améliorer la production (fiche n° 46) ;
- limiter la température de l'eau tout en respectant les températures de distribution (55 °C minimum) en sortie de production et les températures maximales aux points de puisage.

Dans la pratique, on règle la température de la boucle de distribution entre 50 et 55 °C par un mélangeur en sortie de distribution, la température de production étant souvent bien supérieure.

La boucle étant en service en permanence, son isolation est très importante (fiches n° 38 et 39).

Pour les bâtiments tertiaires ayant peu de besoins, et bénéficiant d'une production d'eau chaude sanitaire centralisée, il est opportun d'étudier la possibilité d'installer des petits ballons électriques au plus près des points de puisage. En effet, la dimension du réseau de distribution de l'eau chaude sanitaire (longueur des réseaux à chaque étage ou bâtiment) risque d'entraîner des consommations énergétiques importantes par rapport à la consommation d'eau chaude effective à cause des pertes de calories dues au bouclage entre autres.

Dans certains cas, on peut également envisager de découpler la production d'ECS et de chauffage en installant par exemple des systèmes de production par ballon thermodynamique ou panneaux solaires thermiques suivant les besoins et la configuration du bâtiment. Une étude approfondie doit être menée pour déterminer l'intérêt d'une telle mesure.

### POINT DE VIGILANCE

-

## > Quelques références utiles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

- Formations centres de valorisation des ressources humaines (CVRH) : CVC
- Sites internet :
  - Bâtiments neufs – Bâtiments existants, l'ensemble des dispositifs pour améliorer la performance énergétique des bâtiments : [www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr)
  - Cerema – Capitalisation Prebat : « *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT 2012-2017* » disponible en téléchargement gratuit sur la boutique du Cerema (<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/batiments-demonstrateurs-basse-consommation-energie-prebat>)
  - Portail expert de la performance énergétique : [www.xpair.com](http://www.xpair.com)
  - [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)
- Revue : CFP (« Chaud Froid Performance »)



## Isoler les réseaux de froid

### OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	++

### PRINCIPE ET INTÉRÊT

L'isolation des réseaux et des vannes par la mise en œuvre d'un calorifugeage limite les déperditions thermiques des réseaux de rafraîchissement, notamment dans les locaux non rafraîchis tels que les combles, les sous-sols, afin de réduire les échanges de chaleur avec un environnement plus chaud (pertes de « froid »).

Le calorifugeage permet de limiter les pertes de « froid » et ainsi les consommations d'énergie nécessaires à la production de froid. Cela permet également d'éviter la condensation sur les conduites.

### POINTS DE VIGILANCE

La performance du calorifugeage sera adaptée à la température et à la longueur du réseau, ainsi qu'à l'ambiance thermique dans laquelle se trouve ce réseau.

Les réseaux traversant des volumes non rafraîchis doivent également être isolés.

*N. B. Pour plus de détails, voir la fiche n° 38 - Isoler les réseaux de chaleur.*

# Remplacer les calorifugeages dégradés



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Il s'agit de remplacer les calorifuges dégradés sur les réseaux (tuyauteries, vannes...).

Le maintien en bon état de l'isolation des réseaux et des vannes permet de limiter les déperditions thermiques des réseaux de rafraîchissement.

## POINT DE VIGILANCE

La performance du calorifugeage sera adaptée à la température et à la longueur du réseau, ainsi qu'à l'ambiance thermique dans laquelle se trouve ce réseau.

Les réseaux traversant des volumes non rafraîchis doivent également être isolés.

*N. B. Pour plus de détails, voir la fiche n° 39 – Remplacer les calorifugeages dégradés de la thématique « chauffage/ECS ».*



Calorifugeages extérieurs dégradés.  
Source : Cerema

# Installer des protections solaires extérieures

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	<b>N</b>	<b>€€</b>	<b>A</b>	<b>+</b>

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Les protections solaires extérieures (stores, brise-soleil), sur les façades est, ouest ou sud, permettent de maîtriser la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur des locaux.

Elles diminuent l'inconfort lié au rayonnement direct du soleil sur les menuiseries, l'éblouissement et la chaleur en période estivale, tout en permettant de conserver la luminosité des locaux et de bénéficier des apports solaires en période froide.

## POINTS DE VIGILANCE

En fonction du type de protections extérieures retenues, il est important de veiller à leur résistance par rapport aux aléas météorologiques (force du vent notamment).

En fonction des règles d'urbanisme applicables, la mise en œuvre de certaines protections nécessitera une démarche administrative (permis de construire, déclaration de travaux) auprès des services d'urbanisme compétents.



Exemple de stores extérieurs.  
Source : Cerema

# Équiper le départ de chaque circuit d'une vanne d'équilibrage

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Le rôle d'une vanne d'équilibrage est de freiner l'eau dans les circuits favorisés, afin qu'elle ne privilégie aucun chemin : la difficulté de passage est alors la même dans chacune des boucles de distribution.

La vanne d'équilibrage permet ainsi de répartir de façon équitable selon le calcul ou les besoins le débit global dans les différents émetteurs.

## POINT DE VIGILANCE

Ne pas oublier de calorifuger les vannes.



## > Quelques références utiles pour le rafraîchissement

Sites internet :

- <https://www.legifrance.gouv.fr/>
  - Code du travail
  - Code de l'énergie
  - Arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiment.



Froid

# Réparer les fuites sur les circuits d'air

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	✓	✓	N	€	A	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Une inspection visuelle des points sensibles peut être réalisée en première approche, et complétée par des tests au moyen de fumigènes.

Les défauts les plus fréquemment constatés sont les suivants (source : guide « *étanchéité des réseaux hydrauliques* » CETIAT et PBC) :

- perforation ou déchirure des manchettes souples permettant de raccorder les groupes de ventilation aux réseaux ;
- jonctions entre conduits dont les adhésifs ou mastics peuvent être dégradés ;
- piquages non étanches ;
- jonctions entre conduits et bouches mal réalisées.

Un réseau de ventilation peu étanche est une source de pertes énergétiques :

- l'énergie utilisée pour faire fonctionner le ventilateur ne sert que partiellement au renouvellement de l'air dans les locaux ;
- l'air chaud ou froid qui s'échappe par les fuites ne passera pas par l'échangeur pour préchauffer ou refroidir l'air entrant.

La réparation des fuites permet de diminuer la vitesse de rotation du ventilateur nécessaire, tout en conservant le volume d'air soufflé ou extrait dans les locaux.

Dans le cas des installations en double flux, elle améliore également la maîtrise des pertes de froid ou de chaleur.

Enfin, la réparation des fuites dans les réseaux de ventilation contribue à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.



Ventilation

# Isoler les conduits de soufflage et d'extraction

## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N	€€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Il s'agit de mettre en œuvre des calorifugeages pour isoler les conduits de soufflage et d'extraction, dans les locaux non chauffés ou refroidis.

L'isolation des conduits permet à l'air préchauffé ou refroidi distribué par la centrale de traitement d'air (CTA) de limiter les pertes énergétiques pendant son transport.

Cela permet également de limiter les condensats sur les conduits.

## POINT DE VIGILANCE

Sans objet.



Exemple de conduit de soufflage isolé équipé d'une vanne d'équilibrage.

Source : Cerema

# Installer un compteur d'énergie électrique divisionnaire



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N <sup>13</sup>	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

Il s'agit d'installer ou de faire installer un compteur d'énergie divisionnaire dans le tableau électrique.

L'installation d'un compteur d'énergie divisionnaire permet de suivre les consommations par poste (ventilation, chauffage...). Avec ce compteur associé à un tableau de suivi des consommations, le gestionnaire peut suivre les variations des consommations pour détecter d'éventuelles dérives nécessitant une intervention (fuites, entrées d'air parasite...).

## POINT DE VIGILANCE

Le gestionnaire du bâtiment doit avoir les outils lui permettant d'analyser simplement les consommations de ventilation. Il est inutile de les suivre, si elles ne peuvent pas être exploitées facilement.

Les départs sur les tableaux électriques doivent être bien identifiés et correspondre aux équipements concernés (attention aux piquages d'appoint sur les réseaux électriques notamment dans les bâtiments anciens).

<sup>13</sup> Les services du gestionnaire seront sollicités dans le suivi des consommations. L'investissement sera d'autant plus important si les relevés sont manuels et que le nombre de compteurs est élevé.

## > Quelques références utiles pour la ventilation

- Agence régionale de santé (ARS) : règlement sanitaire départemental
- Sites internet :
  - [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)
  - Code du travail
  - [www.ars.sante.fr](http://www.ars.sante.fr)
  - [www.cetia.fr](http://www.cetia.fr)
  - [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)



# Installer des équipements pour suivre la consommation des appareils bureautiques



## OBJECTIFS / INVESTISSEMENT-GAIN

Objectifs				Investissement		Gain	
				Humain	Financier	Confort	Financier
✓	✓	-	✓	N <sup>14</sup>	€	N	+

## PRINCIPE ET INTÉRÊT

La consommation électrique des appareils de bureautique et des serveurs peut être suivie de deux manières différentes :

- installer des compteurs électriques divisionnaires s'il y a un réseau électrique dédié (réseau ondulé par exemple), ou sur le départ des « prises de courant » si seule de la bureautique est branchée ;
- installer des wattmètres séries sur un échantillon représentatif d'équipements de bureautique (ordinateurs, imprimantes...). Ce wattmètre série permettra d'enregistrer toutes les consommations sur une prise donnée.

Suite à l'exploitation des mesures, des ratios de consommation peuvent être calculés et comparés à des valeurs de référence. Les indicateurs suivants peuvent par exemple être utilisés :

- consommation en EP/m<sup>2</sup>.an (EP = énergie primaire) ;
- consommation en EF/ordinateur.an (EF = énergie finale) ;
- part de la consommation électrique en inoccupation en pourcentage ;
- évolution de la consommation électrique de bureautique au cours des mois.

Ces indicateurs permettront de cibler les consommations inutiles (aucun ou mauvais paramétrage des mises en veille...) et de détecter d'éventuelles dérives.

## POINT DE VIGILANCE

Si des wattmètres séries sont mis en place, il faut avoir l'accord des usagers concernés. Cette méthode peut induire un biais, auprès des utilisateurs qui auront tendance à faire plus attention à leurs habitudes durant la campagne de mesure.



Exemple de suivi de consommation d'un poste informatique à l'aide d'un wattmètre. Source : Cerema

<sup>14</sup> Les services du gestionnaire seront sollicités dans le suivi des consommations. L'investissement humain sera d'autant plus important si les relevés sont manuels et que le nombre de compteurs ou des wattmètres est élevé.

## > Quelques références utiles pour la bureautique

Sites internet :

- Cerema – Capitalisation Prebat : « *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT 2012-2017* » disponible en téléchargement gratuit sur la boutique du Cerema (<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/batiments-demonstrateurs-basse-consommation-energie-prebat>)
- <http://ademe.fr>
- <http://ecoinfo.cnrs.fr/?p=11059> - Pour une informatique responsable



## Points de vigilance

Les **actions décrites** tout au long de ce guide sont avant tout des **pistes de réflexion** pour aider les gestionnaires de bâtiments dans leur fonction.

Les **actions avec travaux** notamment ne dédouanent en aucun cas le gestionnaire de réaliser des diagnostics via une assistance à maîtrise d'ouvrage si besoin, afin de **vérifier tant leur faisabilité technique que financière**.

Les **actions d'optimisation** sont souvent des actions qui relèvent des contrats d'exploitation-maintenance. Les gestionnaires ont donc tout intérêt en fonction des actions, à vérifier la nature et le contenu de leurs contrats, la bonne réalisation des tâches contractuelles par le prestataire, et faire évoluer certains contrats, afin d'intégrer des tâches d'optimisation, le cas échéant.

**Une des premières actions à mener** par les gestionnaires est donc **l'analyse des contrats d'exploitation-maintenance en cours**.

Dans de trop nombreux cas :

- les contrats existants sont des contrats dits « à obligation de moyens ». En cas de problème de maintenance, avec ce type de contrat, il est **très difficile, voire impossible, d'engager la responsabilité du prestataire**, du moment qu'il a mis en œuvre les moyens nécessaires au titre du contrat (personnel qualifié...). **Il est recommandé au gestionnaire de mettre en œuvre des contrats « à obligation de résultats »**.
- le contenu des contrats existants a été établi par le prestataire. Le niveau de maintenance à mettre en œuvre doit être déterminé par **le gestionnaire et non l'entreprise**. Lors d'une nouvelle consultation, le gestionnaire doit rédiger les pièces du marché de maintenance, en fonction de ses besoins (niveaux de maintenance, délais d'intervention, astreintes, pénalités...).

Pour gérer leur contrat d'exploitation-maintenance, les gestionnaires de bâtiments peuvent s'appuyer sur les deux ouvrages suivants :



*L'exploitation, l'entretien et la maintenance des bâtiments publics : quels enjeux, quelles organisations ?*

Ouvrage disponible sur la boutique du Cerema : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/exploitation-entretien-maintenance-batiments-publics-quels>



*L'exploitation, l'entretien et la maintenance des bâtiments publics : préparer et suivre des contrats*

Ouvrage disponible sur la boutique du Cerema : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/exploitation-entretien-maintenance-batiments-publics>

## Pour aller plus loin...

---

Plus généralement, le Cerema peut assister les gestionnaires de patrimoine immobilier dans la mise en œuvre de démarches de réduction des consommations énergétiques (travaux, exploitation, utilisation) via une offre de services proposant :

### ■ Assistance à maîtrise d'ouvrage :

- réalisation d'audits techniques et organisationnels ;
- assistance à l'élaboration de stratégies patrimoniales ;
- assistance pour le suivi de patrimoine (suivi et maîtrise des consommations énergétiques, suivi des contrats...).

### ■ Développement d'outils et méthodes (outils informatiques, guides ...) ;

### ■ Formation professionnelle :

- interventions techniques dans les formations ou les journées techniques ;
- aide au montage, au pilotage et à l'animation de plans de formation ;
- animation de réseau.

## Quelques références du Cerema

### 2019

- Accompagnement sur les aspects techniques et humains de la Direction départementale des territoires du Jura (DDT 39) dans le cadre du concours Cube 2020 : réalisation d'un audit technique du bâtiment (pose de capteurs, analyse des données, proposition d'un plan d'actions...), assistance méthodologique pour le pilotage de la démarche et aide à l'organisation d'un événement à l'attention des agents afin d'améliorer leur implication dans la démarche.

### 2018

- Audits techniques de la Direction départementale des territoires Corse-du-sud (DDT 2A) dans le cadre du concours Cube 2020 (pose de capteurs, analyse des données, proposition d'un plan d'actions...).

### 2017

- Accompagnement sur les aspects techniques et humains de la Direction départementale des territoires et de la mer du Nord (DDTM 59) dans le cadre du concours Cube 2020 : réalisation d'un audit technique du bâtiment (description et expertise des installations de chauffage, de ventilation, de climatisation et d'électricité), et un diagnostic d'usage sur la base d'un questionnaire adressé aux agents. De ces diagnostics ont découlé des pistes d'amélioration tant techniques (amélioration de la régulation, menus travaux d'isolation, vérification du bon fonctionnement d'équipements tels que les têtes thermostatiques des radiateurs...) que d'usages (extinction de l'éclairage quand les bureaux sont inoccupés, gestion des veilles des ordinateurs et des imprimantes, modification de l'implantation du mobilier pour bénéficier d'un meilleur confort...). L'assistance du Cerema a également porté sur des actions de sensibilisation (mesures de consommations, éco-gestes, démonstration de caméra thermique...).
- Assistance à l'organisation d'ateliers de sensibilisation des agents aux démarches d'économies d'énergie à la Direction départementale des territoires du Territoire de Belfort (DDT 90).

## **Reducing the energy consumption of buildings** **Simple, practical action to be taken for the management of building stock**

At a time of restricted budgets, building stock managers do not always have the (financial) means to carry out work to make energy savings and reduce greenhouse gas emissions.

However, there are things that can be done at a lower cost to help achieve these goals. Such actions can be organized according to the following three topics:

- usage involving occupants,
- optimization of existing facilities,
- minor work carried out to improve the technical facilities.

Aimed mainly at managers of tertiary buildings, this publication presents the main courses of action that can be easily implemented as part of a rapid response strategy with available financial and human resources.

## **Disminuir el consumo energético de los edificios** **Acciones sencillas y concretas para la gestión del patrimonio mobiliario**

Dentro de un contexto presupuestario restringido, los administradores de patrimonio inmobiliario no siempre tienen los medios suficientes para realizar trabajos con el objetivo de realizar ahorros de energía, de reducir los gases de efecto de invernadero...

Sin embargo, existen pistas de acciones de menor coste que permiten contribuir a alcanzar estos objetivos. Esas acciones se pueden organizar según las tres siguientes temáticas:

- el uso, que implica a los ocupantes;
- la optimización de las instalaciones existentes;
- la realización de pequeños trabajos para mejorar las instalaciones técnicas.

Destinada principalmente a los administradores de edificios terciarios, este libro presenta las principales acciones que se pueden implementar con facilidad dentro del marco de una estrategia de intervención rápida con los medios financiero y humano que disponen.

© 2019 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (article L.122-4 du code de la propriété intellectuelle). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et L.335-3 du CPI.

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Jouve est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Coordination : Cerema Territoires et ville / service Édition (B. Daval)

Source photo de la couverture : Shutterstock

Impression : Jouve – 1 rue du Docteur Sauvé – 53100 Mayenne – tél. 01 44 76 54 40

Achevé d'imprimer : avril 2019

Dépôt légal : avril 2019

ISBN : 978-2-37180-374-9 (imprimé)

ISBN : 978-2-37180-375-6 (pdf)

ISSN : 2417-9701

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25, avenue François Mitterrand CS 92 803

69674 Bron Cedex

Bureau de vente

Cerema Territoires et ville

2 rue Antoine Charial

CS 33927

69426 Lyon Cedex 03 – France

Tél. 04 72 74 59 59 - Fax. 04 72 74 57 80

<https://www.cerema.fr>



## La collection « Connaissances » du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

## Diminuer la consommation énergétique des bâtiments

### Des actions simples et concrètes pour la gestion du patrimoine immobilier

Dans un contexte budgétaire contraint, les gestionnaires de patrimoine immobilier n'ont pas toujours les moyens suffisants pour réaliser des travaux dans le but de réaliser des économies d'énergie ou de réduire les gaz à effet de serre.

Pourtant, il existe des pistes d'actions à moindre coût permettant de contribuer à l'atteinte de ces objectifs. Ces actions peuvent être organisées suivant les trois thématiques suivantes :

- l'usage impliquant les occupants ;
- l'optimisation des installations existantes ;
- la réalisation de petits travaux pour l'amélioration des installations techniques.

Destiné principalement aux gestionnaires de bâtiment tertiaire, cet ouvrage présente les principales actions pouvant être mises en œuvre facilement, dans le cadre d'une stratégie d'intervention rapide, avec les moyens financier et humain dont ils disposent.

## Sur le même thème

### Recueil d'actions simples à l'attention des gestionnaires

Accessibilité des établissements recevant du public

2015 - *En téléchargement gratuit sur [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)*

### L'exploitation, l'entretien et la maintenance des bâtiments publics

Préparer et suivre ses contrats

2014

### Réduire l'impact environnemental des bâtiments

Agir avec les occupants

2013

### Les missions et les métiers de l'exploitation et de la maintenance des bâtiments publics

série de fiches

*En téléchargement gratuit sur [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)*

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

En téléchargement gratuit

ISSN : 2417-9701

ISBN : 978-2-37180-375-6

