

# Recueil de fiches d'actions à coûts maîtrisés pour réduire les consommations énergétiques

**RAPPORT D'ETUDE**

**Juillet 2022**

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

**Site web : [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)**

# Recueil de fiches d'actions à coûts maîtrisés pour réduire les consommations énergétiques

Commanditaire : DREAL Corse et DREAL Pays de la Loire

Auteurs : **Constance Lancelle, Emeric Roux, Camille Patard**

Responsable du rapport

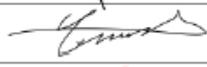
<b>Constance Lancelle – Direction Territoriale Ouest – Agence d'Angers / Groupe Bâtiment, Eclairage, Energie</b>
Tél. : +33(0)2 41 79 13 75
Courrier : <a href="mailto:constance.lancelle@cerema.fr">constance.lancelle@cerema.fr</a>
Direction Territoriale Ouest – Agence d'Angers

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
01	16/08/2018	
02	06/12/2018	
03	02/08/2022	Reprise du document pour ajouter des fiches en lien avec le confort d'été et le rafraichissement

## Références

N° d'affaire : 22-OU-0104

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
Constance LANCELLE	DTerOuest/AAn	Auteur principal		Constance Lancelle Signature numérique de Constance Lancelle Date : 2022.10.12 10:18:18 +02'00'
Emeric ROUX	DTerMed	Contributeur		
Camille PATARD	DTerOuest/DTT	Contributeur		
Jean-Noël GAUDIN	DTerOuest/AAn	Contrôlé par	11/10/22	GAUDIN Jean-noël Signature numérique de GAUDIN Jean-noël Date : 2022.10.11 17:10:33 +02'00'
Patrick INGLES	DTerOuest/AAn	Validé par	17/10/22	Patrick INGLES 3310003344ip Signature numérique de Patrick INGLES Date : 2022.10.17 10:00:00 +02'00'

## Résumé de l'étude

Ce guide a été réalisé par le Cerema en partenariat avec la DREAL Pays de la Loire. Il est destiné aux gestionnaires de bâtiments publics et propose une méthode pour bâtir un plan d'actions d'économie d'énergie. Il a fait l'objet de tests sur différents bâtiments du patrimoine Etat en région Pays de la Loire.

Le présent guide propose une cinquantaine de fiches présentant des actions d'investissement à temps de retour limité, permettant la réduction des consommations énergétiques. Ces fiches portent sur différents équipements des bâtiments tertiaires : chauffage et climatisation, ventilation, équipements mobiliers et immobiliers, eau chaude sanitaire et enveloppe.

Ce document a été mis à jour en partenariat avec la DREAL Pays de la Loire et la DREAL Corse pour y intégrer des fiches action sur la thématique du confort d'été et du rafraîchissement.

### 5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

<b>Consommations énergétiques</b>	
<b>Actions à coûts maîtrisés</b>	
<b>Confort d'été</b>	

### Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- Accès libre : document accessible au public sur internet
- Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx), via le dépôt de document : <https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Les fiches .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Glossaire des fiches .....</b>	<b>10</b>
	<b>Chauffage – Génération .....</b>	<b>13</b>
	<b>ACTION 01.a Isolation de la jaquette de la chaudière .....</b>	<b>14</b>
	<b>ACTION 01.b Régulation du fonctionnement des chaudières .....</b>	<b>15</b>
	<b>ACTION 01.c Amélioration du fonctionnement du volet d'air .....</b>	<b>17</b>
	<b>ACTION 01.d Réglage de l'arrivée d'air comburant .....</b>	<b>18</b>
	<b>ACTION 01.e Changement des brûleurs .....</b>	<b>19</b>
	<b>Chauffage – Réseau de distribution .....</b>	<b>20</b>
	<b>ACTION 02.a Isolation des conduites de chauffage et de refroidissement .....</b>	<b>21</b>
	<b>ACTION 02.b Modification de la vitesse du circulateur .....</b>	<b>23</b>
	<b>ACTION 02.c Remplacement des circulateurs .....</b>	<b>24</b>
	<b>ACTION 02.d Désembouage du réseau d'eau chaude .....</b>	<b>25</b>
	<b>Chauffage - Régulation.....</b>	<b>27</b>
	<b>ACTION 03.a Arrêt des équipements de chauffage l'été .....</b>	<b>28</b>
	<b>ACTION 03.b Mise en place d'un système de régulation pour le chauffage central ...</b>	<b>29</b>
	<b>ACTION 03.c Mise en place d'un système de régulation pour une installation électrique .....</b>	<b>31</b>
	<b>ACTION 03.d Mise en place d'un réducteur pour les périodes d'inoccupation .....</b>	<b>33</b>
	<b>ACTION 03.e Installation de robinets thermostatiques .....</b>	<b>35</b>
	<b>ACTION 03.f Adapter la température de consigne au local .....</b>	<b>37</b>
	<b>Ventilation - Réseau.....</b>	<b>39</b>
	<b>ACTION 01.a Entretien des circuits d'air .....</b>	<b>40</b>
	<b>ACTION 01.b Isolation des gaines de ventilation .....</b>	<b>42</b>
	<b>ACTION 01.c Entretien des équipements de ventilation.....</b>	<b>43</b>
	<b>ACTION 01.d Ventilation des salles serveur .....</b>	<b>44</b>
	<b>Ventilation - Régulation.....</b>	<b>45</b>
	<b>ACTION 02.a Modulation des débits du système général hors période d'occupation</b>	<b>47</b>
	<b>ACTION 02.b Arrêt des ventilateurs du système général en périodes d'inoccupation .....</b>	<b>49</b>
	<b>ACTION 02.c Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (détection de présence).....</b>	<b>51</b>
	<b>ACTION 02.d Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (sonde CO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>53</b>
	<b>Eclairage – Commande de l'éclairage intérieur.....</b>	<b>55</b>

<b>ACTION 01.a</b> Mise en place de minuteries.....	<b>57</b>
<b>ACTION 01.b</b> Mise en place de détecteur de présence.....	<b>59</b>
<b>ACTION 01.c</b> Mise en place de détecteur de luminosité.....	<b>62</b>
<b>ACTION 01.d</b> Mise en place d'une horloge .....	<b>64</b>
<b>Eclairage – Commande de l'éclairage extérieur .....</b>	<b>66</b>
<b>ACTION 02.a</b> Mise en place d'une horloge .....	<b>67</b>
<b>ACTION 02.b</b> Mise en place d'interrupteur crépusculaire .....	<b>69</b>
<b>ACTION 02.c</b> Mise en place de détecteurs de présence.....	<b>71</b>
<b>Eclairage – Amélioration .....</b>	<b>73</b>
<b>ACTION 03.a</b> Remplacement des ballasts .....	<b>74</b>
<b>ACTION 03.b</b> « Retrofit » Amélioration du rendement lumineux .....	<b>75</b>
<b>ACTION 03.c</b> Suppression de lampes .....	<b>77</b>
<b>ACTION 03.d</b> Relamping.....	<b>78</b>
<b>Eau Chaude Sanitaire - Production .....</b>	<b>80</b>
<b>ACTION 01.a</b> Isolation des conduites d'ECS .....	<b>81</b>
<b>ACTION 01.b</b> Isolation des ballons de stockage .....	<b>82</b>
<b>ACTION 01.c</b> Décentralisation de la production d'ECS .....	<b>83</b>
<b>ACTION 01.d</b> Limiter les consommations d'ECS au point de puisage.....	<b>85</b>
<b>ACTION 01.e</b> Limiter la température de chauffage de l'eau chaude sanitaire .....	<b>87</b>
<b>Equipements immobiliers .....</b>	<b>89</b>
<b>ACTION 01.a</b> Remplacement des BAES.....	<b>90</b>
<b>ACTION 01.b</b> Optimisation de l'éclairage de l'ascenseur.....	<b>91</b>
<b>Equipements mobiliers .....</b>	<b>93</b>
<b>ACTION 01.a</b> Paramétrage du fonctionnement de l'imprimante .....	<b>94</b>
<b>ACTION 01.b</b> Arrêter les équipements électriques pendant les heures d'inoccupation .....	<b>95</b>
<b>Enveloppe - Isolation.....</b>	<b>97</b>
<b>ACTION 01.a</b> Isolation d'une partie de la cage d'ascenseur .....	<b>98</b>
<b>ACTION 01.b</b> Isolation des combles perdus.....	<b>99</b>
<b>ACTION 01.c</b> Isolation de la toiture / murs en cas de réfection .....	<b>101</b>
<b>ACTION 01.d</b> Isolation du plancher bas en sous-face .....	<b>103</b>
<b>Confort d'été .....</b>	<b>104</b>
<b>ACTION 01.a</b> Dispositifs de protection solaire.....	<b>105</b>
<b>ACTION 01.b</b> Rafrachissement par ouverture des fenêtres .....	<b>107</b>
<b>ACTION 01.c</b> Rafrachissement par surventilation .....	<b>109</b>
<b>ACTION 01.d</b> Traitement enveloppe du bâtiment.....	<b>110</b>

<b>ACTION 01.e Végétalisation des abords du bâtiment.....</b>	<b>112</b>
<b>ACTION 01.f Installation de brasseurs d'air .....</b>	<b>114</b>

# 1 LES FICHES

## Avertissement concernant l'utilisation de ces fiches action

Les actions décrites sont avant tout des pistes de réflexion.

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 le contenu de leur contrat ainsi que la bonne réalisation des tâches contractuelles par le prestataire.

Les fiches ci-après proposent des actions de performance énergétique à faible coût d'investissement pour différents usages des bâtiments tertiaires principalement de bureaux :

- Chauffage,
- Ventilation,
- Eclairage,
- Eau chaude sanitaire,
- Equipements immobiliers,
- Equipements mobiliers,
- Enveloppe,
- Confort d'été.

Les actions pouvant être mises en œuvre dans le cas du refroidissement sont incluses dans la partie chauffage.

Certains sujets comme le chauffage, la ventilation et l'éclairage sont déclinés selon les éléments constitutifs des réseaux respectifs :

- Chauffage :
  - Actions sur la génération,
  - Actions sur le réseau de distribution,
  - Actions sur la régulation.
- Ventilation :
  - Actions sur le réseau de ventilation,
  - Actions sur la régulation.
- Eclairage :
  - Actions sur la commande de l'éclairage intérieur,
  - Actions sur la commande de l'éclairage extérieur,
  - Actions sur l'amélioration de l'éclairage.

Les actions proposées sont donc regroupées dans les différentes catégories précisées ci-avant.

Chaque groupement de fiches est constitué de la même manière :

- Présentation générale de contexte et d'actions pouvant être mise en œuvre pour la catégorie visée,
- Plusieurs fiches décrivant une à une les actions.

Ces fiches actions sont découpées selon le même modèle :

- Description de l'action
- Pré requis techniques : Cette partie décrit, le cas échéant, les conditions techniques requises avant la mise en œuvre de l'action.
- Points de vigilance technologique : Sont apportés ici des points de vigilance sur la ou les différentes technologies associées à l'action détaillée.
- Points de vigilance sur l'usage : Des indications quant à l'action que peuvent avoir les usagers sur la réalisation de l'action ou encore de l'impact de l'action sur les usagers sont apportées.
- Points de vigilance sur la mise en œuvre : Pour certaines actions, une attention particulière doit être apportée pendant la phase de mise en œuvre. Des indications sont apportées dans cette partie.
- Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance : Pour certaines actions, une attention particulière doit être apportée pendant la phase d'exploitation / maintenance afin que l'action soit efficace. Des indications sont apportées dans cette partie.
- Exemples / Coûts : Lorsque les informations sont disponibles des exemples de produits et de coûts généraux (issus principalement des bases de données de prix) sont présentés.
- Notion de temps de retour : Des indications sur les temps de retour déjà observées de certaines actions sont apportées. Ces chiffres, tout comme les coûts, ne sont présentés qu'à titre indicatif. Les coûts de mise en œuvre des actions peuvent varier significativement en fonction 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.

## 2 GLOSSAIRE DES FICHES

CHAUFFAGE	Génération (Page 13)	Isolation de la jaquette de la chaudière	CH 01.a	Page 14
		Régulation du fonctionnement des chaudières	CH 01.b	Page 15
		Amélioration du fonction du volet d'air	CH 01.c	Page 17
		Réglage de l'arrivée d'air comburant	CH 01.d	Page 18
		Changement des brûleurs	CH 01.e	Page 19
	Réseau de distribution (Page 20)	Isolation des conduites de chauffage (ou refroidissement)	CH 02.a	Page 21
		Modification de la vitesse du circulateur	CH 02.b	Page 23
		Remplacement des circulateurs	CH 02.c	Page 24
		Désembouage et équilibrage du réseau	CH 02.d	Page 25
	Régulation (Page 27)	Arrêt des équipements de chauffage l'été	CH 03.a	Page 28
		Mise en place d'un système de régulation pour du chauffage central	CH 03.b	Page 29
		Mise en place d'un système de régulation pour une installation électrique	CH 03.c	Page 31
		Mise en place d'un réduct pour les périodes d'inoccupation	CH 03.d	Page 33
		Installation de robinets thermostatiques	CH 03.e	Page 35
		Adapter la température de consigne au local	CH 03.f	Page 37
VENTILATION	Réseau de ventilation (Page 39)	Entretien des circuits d'air	VENT 01.a	Page 40
		Isolation des gaines de ventilation	VENT 01.b	Page 42
		Entretien des équipements de ventilation	VENT 01.c	Page 43

		Ventilation des salles serveur	VENT 01.d	Page 44
	Régulation (Page 45)	Modulation des débits du système général hors période d'occupation	VENT 02.a	Page 47
		Arrêt des ventilateurs du système général en périodes d'inoccupation	VENT 02.b	Page 49
		Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (détection de présence)	VENT 02.c	Page 51
		Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (sonde CO <sub>2</sub> )	VENT 02.d	Page 53
ECLAIRAGE	Commande d'éclairage intérieur (Page 55)	Mise en place de minuteries	ECL 01.a	Page 57
		Mise en place de détecteur de présence	ECL 01.b	Page 59
		Mise en place de détecteur de luminosité	ECL 01.c	Page 62
		Mise en place d'une horloge	ECL 01.d	Page 64
	Commande d'éclairage extérieur (Page 66)	Mise en place d'une horloge	ECL.02.a	Page 67
		Mise en place d'interrupteur crépusculaire	ECL.02.b	Page 69
		Mise en place de détecteurs de présence	ECL.02.c	Page 71
	Amélioration de l'éclairage (Page 73)	Remplacement des ballasts	ECL.03.a	Page 74
		« Retrofit » Amélioration du rendement lumineux	ECL.03.b	Page 75
		Suppression de lampes	ECL.03.c	Page 77
Relamping		ECL.03.d	Page 78	
EAU CHAUDE SANITAIRE	Production d'ECS (Page 80)	Isolation des conduites d'ECS	ECS 01.a	Page 81
		Isolation des ballons de stockage	ECS 01.b	Page 82

		Décentralisation de la production d'ECS	ECS 01.c	Page 83
		Limiter les consommations d'ECS au point de puisage	ECS 01.d	Page 85
		Limiter la température de chauffage de l'eau chaude sanitaire	ECS 01.e	Page 87
EQUIPEMENT IMMOBILIER	Equipements immobiliers (Page 89)	Remplacement des BAES	EQU IMM 01.a	Page 90
		Optimisation de l'éclairage de l'ascenseur	EQU IMM 01.a	Page 91
EQUIPEMENT MOBILIER	Imprimante (Page 93)	Paramétrage du fonctionnement de l'imprimante	EQU. MOB 01.a	Page 94
		Arrêter les équipements électriques pendant les heures d'inoccupation	EQU. MOB 01.b	Page 95
ENVELOPPE	Isolation (Page 97)	Isolation d'une partie de la cage d'ascenseur	ENV 01.a	Page 98
		Isolation des combles perdus	ENV 01.b	Page 99
		Isolation de la toiture / murs en cas de réfection	ENV 01.c	Page 101
		Isolation du plancher bas en sous-face	ENV 01.d	Page 103
CONFORT D'ETE	Confort d'été (Page 104)	Dispositif de protection solaire	CFE 01.a	Page 105
		Rafraîchissement par ouverture des fenêtres	CFE 01.b	Page 107
		Rafraîchissement par surventilation	CFE 01.c	Page 109
		Traitement de l'enveloppe du bâtiment	CFE 01.d	Page 110
		Végétalisation des abords du bâtiment	CFE 01.e	Page 112
		Installation de brasseurs d'air	CFE 01.f	Page 114

## CHAUFFAGE – GENERATION

Amélioration du rendement de production

CH

Chaufferie

01

### Consommations impactées

Energie pour le chauffage et électricité des auxiliaires.

### Contexte

Dans certains bâtiments, les chaudières sont anciennes et leur rendement n'est pas optimisé.

### Recommandation : choix des actions

Il est possible d'améliorer le rendement de la production en limitant les pertes de la chaudière. Pour cela, la jaquette (enveloppe extérieure de la chaudière) peut être re-isolée ou isolée totalement si aucune isolation d'origine n'est présente (cas peu probable).

Dans le cas où plusieurs chaudières sont installées, il est aussi recommandé de les faire fonctionner en cascade.

Enfin, des actions sur les brûleurs sont envisageables :

- s'assurer que le balayage de l'air est bien coupé lorsque la chaudière est à l'arrêt,
- le réglage de l'arrivée d'air comburant peut être modifié afin que seul un léger excès d'air soit présent,
- si les brûleurs sont anciens, ils peuvent être remplacés par des brûleurs plus récents et plus efficaces.

### Pour aller plus loin : bibliographie

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-travaux-renovation-logement-reglementation-thermique.pdf>

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10921#>

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

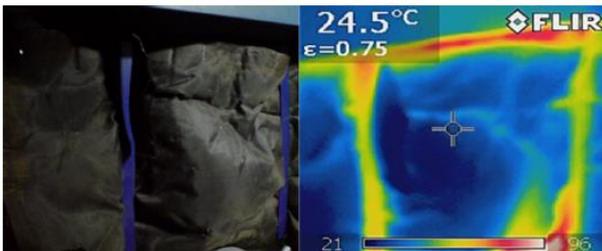
[Livret Agir sur le chauffage](#)

<b>ACTION 01.a Isolation de la jaquette de la chaudière</b>	<b>CH 01.a</b>
Remplacement ou mise en place d'une jaquette isolante	
Chaufferie	

## Description

Avec le vieillissement, l'isolant présent dans la jaquette de la chaudière est moins efficace. Son remplacement permet alors de réduire les pertes du corps de chauffe.

En l'absence de jaquette isolante, il est possible d'en ajouter une.



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

L'état de l'isolant (affaissement, dégradation, ...) peut être évalué à l'aide d'une analyse à la caméra thermique. La sensation de chaud émanant de la chaudière est également un indice.

## Pré-requis techniques

Cette solution doit être mise en place après vérification que l'extérieur de la chaudière est en bon état en particulier pour la détection de fuites. Dans le cas du remplacement de l'isolant, il faut vérifier l'état de la chaudière sous l'ancien isolant.

## Point de vigilance technologique

La catégorie au feu de l'isolant doit être compatible avec son usage.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Rester vigilant à l'état de la chaudière (apparition de tâches de coulure, de fuites d'air, ...).

## Exemples / coûts

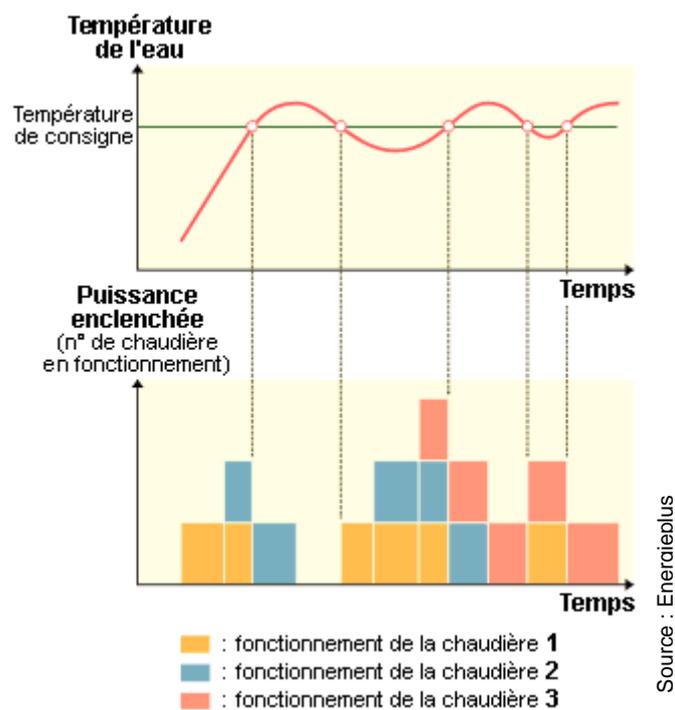
## Notions de temps de retour

<b>ACTION 01.b Régulation du fonctionnement des chaudières</b>	<b>CH 01.b</b>
Fonctionnement en cascade des chaudières	
Chaufferie	

## Description

Dans le cas où plusieurs chaudières sont installées et principalement des chaudières de même puissance, il est plus intéressant de les faire fonctionner en cascade plutôt qu'en parallèle.

Ce fonctionnement consiste à n'enclencher un étage de puissance que lorsque celui-ci est nécessaire. Il existe un roulement dans le fonctionnement des différentes chaudières afin que le temps de fonctionnement de chacune des chaudières soit comparable.



Lorsqu'il y a un besoin de production de chaleur, 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 en fonction 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 les émissions polluantes associées au démarrage des brûleurs seront réduites.

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

## Pré-requis techniques

Afin que cette solution permette d'obtenir des gains, il faut que l'installation permette la déconnexion hydraulique de la chaudière au moyen d'une vanne motorisée. La déconnexion permet de réduire les pertes à l'arrêt de la chaudière.

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

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Les chaudières les plus performantes doivent fonctionner en priorité.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

S'assurer que le fonctionnement en cascade ne dérive pas dans le temps.

## Exemples / coûts

Cette action peut ne pas engendrer de travaux mais seulement un réglage de la régulation en place.

Des travaux plus conséquents si l'installation hydraulique n'a pas été créée pour une régulation en cascade sont à prévoir (vannes, clapets anti-retours, modification du réseau, ...)

## Notions de temps de retour

Sans travaux, le temps de retour est inférieur à un an.

Dans le cas d'une intervention pour l'installation d'une régulation et de la mise en œuvre des vannes, clapets et autres équipements voire de la modification des réseaux, le temps de retour sur investissement est de l'ordre de 6 à 12 ans.

<b>ACTION 01.c Amélioration du fonctionnement du volet d'air</b>	<b>CH 01.c</b>
Réglage de la fermeture du volet d'air à l'arrêt de la chaudière	
Chaufferie	

## Description

Pour limiter les pertes de chaleur dans la chaudière lorsque celle-ci est à l'arrêt, il faut bloquer le balayage de l'air. Le brûleur peut être équipé d'un volet ou clapet qui se ferme.

Il faut alors que le servo-moteur qui assure le fonctionnement du clapet soit électriquement indépendant de l'alimentation du brûleur. Le découplage électrique permet de réduire les pertes par balayage.

Dans le cas d'un système mécanique, il faut juste s'assurer que le système de contrepoids n'est pas bloqué.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

S'assurer du fonctionnement du volet dans le temps.

## Exemples / coûts

Cette action n'engendre pas de coût de matériel. Une vérification ou intervention dans le cadre du contrat de maintenance peut être envisagée.

## Notions de temps de retour

Inférieur à un an.

<b>ACTION 01.d Réglage de l'arrivée d'air comburant</b>	CH 01.d
Réglage du débit d'air comburant au niveau des brûleurs	
Chaufferie	

## Description

Pour certaines installations, la quantité d'air comburant n'est pas optimisée par rapport au fonctionnement de la chaudière.

La vérification du débit d'air comburant peut conduire à la réduction de ce dernier, ce qui améliore le rendement de la production. Un léger excès d'air est nécessaire pour atteindre le rendement maximum. Il faut donc trouver cet optimum en réglant le registre d'air tout en mesurant le rendement et en surveillant l'apparition d'imbrûlés.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

La quantité d'oxygène dans l'air varie (elle est plus faible en plein hiver qu'à la mi-saison). Si une seule intervention de réglage est possible, il est donc préférable de la faire pendant l'hiver. La meilleure solution consiste à réaliser plusieurs réglages pendant la période de chauffe.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

S'assurer que la combustion se réalise bien dans d'autres conditions climatiques une fois l'intervention réalisée.

## Exemples / coûts

Cette action n'engendre pas de coûts d'achat de matériel.

Le réglage peut être vu dans le cadre du contrat de maintenance.

## Notions de temps de retour

Inférieur à un an.

**ACTION 01.e Changement des brûleurs**

Remplacement des brûleurs

Chaufferie

CH  
01.e**Description**

Les anciens brûleurs (plus de 12-15ans) peuvent être changés pour des brûleurs plus récents dont les performances sont meilleures (brûleurs avec plusieurs allures, voire brûleurs modulants).

**Pré-requis techniques**

RAS.

**Point de vigilance technologique**

RAS.

**Points de vigilance sur l'usage**

RAS.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

Lors de la mise en œuvre, les actions citées dans les fiches précédentes doivent être réalisées afin d'optimiser le fonctionnement.

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

RAS.

**Exemples / coûts**

Les coûts des brûleurs varient avec la puissance à installer de 3000 à 4000€ HT pose incluse pour un brûleur gaz et de 2200 à 3000€ HT pour un brûleur fioul.

**Notions de temps de retour**

Une réflexion doit être menée sur la pertinence de changer un brûleur, par rapport au changement de l'installation complète. Si le brûleur est changé avant la chaudière pour cause de panne, seul le surinvestissement pour le gain énergétique est pris en compte dans le calcul du retour sur investissement. Dans ce cas, le temps de retour sera inférieur à 15 ans.

# CHAUFFAGE – RESEAU DE DISTRIBUTION

Réseau de chauffage ou de refroidissement

CH

Ensemble du bâtiment

02

## Consommations impactées

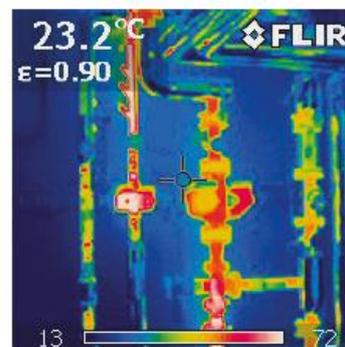
Energie pour le chauffage ou le refroidissement.

Electricité pour les auxiliaires de chauffage.

## Contexte

Le réseau de chauffage peut être source de déperditions de chaleur. Certains organes nécessitent d'être calorifugés afin d'optimiser le fonctionnement du réseau complet comme les circulateurs.

Ainsi, l'ensemble du réseau de chauffage et de refroidissement doit être isolé dans les espaces non chauffés y compris les organes tels que les pompes et les vannes afin de limiter les déperditions.



Dans le cas d'un réseau d'eau glacée, l'isolation des conduites doit être réalisée sur l'ensemble du réseau, y compris dans les espaces intérieurs.

Dans certains cas, les isolants en place sont fortement dégradés et demandent à être remplacés.

Les circulateurs à débit fixe peuvent être réglés sur différentes vitesses. Les anciens circulateurs peuvent être remplacés par des circulateurs à débits variables.

Enfin le réseau de chauffage doit être entretenu et le désembouage réalisé régulièrement.

## Recommandation : choix des actions

Plusieurs actions peuvent être réalisées sur les réseaux ou leurs organes :

- Isoler l'ensemble du réseau de chauffage hors volume chauffé et du réseau d'eau glacé dans tous les espaces ;
- Modifier la vitesse des circulateurs dont la vitesse est fixe ;
- Changer les circulateurs pour les remplacer par des circulateurs à vitesse variable ;
- Réaliser le désembouage du réseau ainsi que son équilibrage.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur le chauffage](#)

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10922#>

## ACTION 02.a Isolation des conduites de chauffage et de refroidissement

CH  
02.a

Conduite d'eau chaude et d'eau glacée

Ensemble du bâtiment

### Description

Isolation des conduites d'eau chaude en dehors des espaces chauffés et des conduites d'eau glacées sur l'ensemble du réseau (en particulier dans les espaces non refroidis), ainsi que des organes types pompes et vannes. Ces organes sont encore aujourd'hui très peu traités par rapport aux déperditions thermiques alors que des produits sont disponibles sur le marché.

Reprise des calorifugeages dégradés.



### Pré-requis techniques

Les conduites doivent être accessibles et l'espace disponible suffisant pour placer l'isolant.

Avant toute intervention sur les conduites d'eau, il faut s'assurer de l'absence de fuites ou de défauts sur les conduites.

Remarque : Les réseaux non isolés sont le plus souvent rencontrés dans des bâtiments anciens. Pour information, la réglementation thermique 2005 (RT 2005) imposait leur isolation. Dans les bâtiments construits après 2006, les réseaux devraient d'ores et déjà être isolés.

### Point de vigilance technologique

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

### Points de vigilance sur l'usage

RAS.

### Points de vigilance sur la mise en œuvre

La réglementation thermique des bâtiments existants (art. 22 de l'arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants) impose une isolation de classe 3 *a minima* pour tous les réseaux situés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés.

Le respect des critères d'éligibilité aux certificats d'économie d'énergie, plus ambitieux que les niveaux minimums de la réglementation, pourra être recherché lorsque cela est possible.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérification de l'état de l'isolant régulièrement par exemple aux périodes d'entretien.

## Exemples / coûts



Pour un mètre linéaire de coquilles en caoutchouc DN50 : Environ 20 € HT pose incluse.

Pour un mètre linéaire de laine de verre (30 mm) avec bande de plâtre en DN50 : 40€ HT pose incluse.

Pour un mètre linéaire de laine de verre (30mm) avec coque en acier en DN50 : 50€ HT pose incluse.

## Notions de temps de retour

2 à 3 ans.

<b>ACTION 02.b Modification de la vitesse du circulateur</b>	<b>CH 02.b</b>
Réglage du(es) circulateur(s)	
Chaufferie	

## Description

Certains circulateurs sont à vitesse fixe mais proposent différents réglages possibles. Aussi il est possible de revoir le réglage de ces équipements.

## Pré-requis techniques

S'assurer avec une personne compétente que la vitesse de circulation peut être abaissée. Cette vérification peut être basée sur un calcul rapide du débit d'eau maximal appelé par la régulation.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas.

## Exemples / coûts

Cette action n'engendre pas de frais d'achat de matériel.

## Notions de temps de retour

Temps de retour nul.

<b>ACTION 02.c Remplacement des circulateurs</b>	<b>CH 02.c</b>
Remplacement des circulateurs par des circulateurs à vitesse variable	
Chaufferie	

## Description

Afin d'optimiser le fonctionnement de l'installation, les circulateurs à vitesse fixe peuvent être remplacés par des circulateurs à vitesse variable.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

Il existe différents types de circulateurs à vitesse variable. Le point qui les différencie est leur capacité à moduler ou non la vitesse pour des petites puissances appelées. Il est plus intéressant d'avoir un circulateur capable de moduler la vitesse même dans les petites puissances appelées (en particulier pour le fonctionnement en mi-saison).

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

La modification du réseau de chauffage doit être réalisée hors période de chauffe.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas.

## Exemples / coûts

Circulateurs deux allures modulants de 3000 à 4000€ HT (pose incluse) en fonction de la puissance installée.

## Notions de temps de retour

En dehors des travaux d'entretien, cette solution peut présenter un temps de retour sur investissement assez long. Lors de travaux de remplacement des circulateurs, seul le surcoût de la mise en place de circulateur plus performant est pris en compte, ce qui abaisse le temps de retour.

5 à 15 ans.

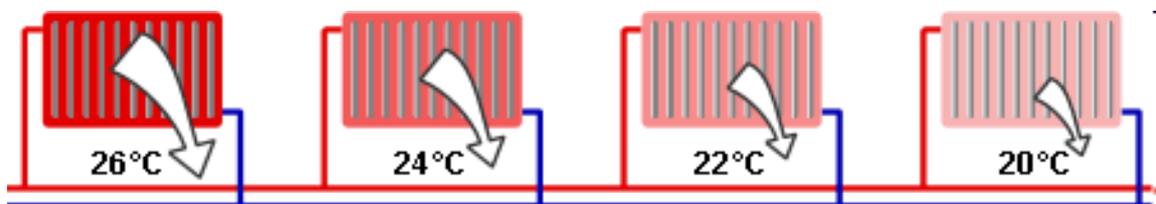
<b>ACTION 02.d Désembouage du réseau d'eau chaude</b>	<b>CH 02.d</b>
Désembouage du réseau de chauffage ainsi que des émetteurs	
Chaufferie et ensemble du bâtiment	

## Description

Pour limiter les pertes de charges et assurer un confort optimal dans l'ensemble du bâtiment, le réseau doit être entretenu et désemboué régulièrement.

Accompagner le désembouage par un équilibrage permet encore d'améliorer l'efficacité du réseau et le confort des occupants (équilibrage à réaliser après le désembouage par réglage des vannes en pied de colonne des départs secondaires mais aussi à chaque pied d'émetteurs).

Le désembouage ainsi que l'équilibrage sont particulièrement indiqués lorsque les radiateurs en bout de réseau sont plus froids que les autres (apparition de plaintes de froid dans les locaux en hiver).



Malgré tout, le désembouage et l'équilibrage sont des actions qui doivent être menées régulièrement pour l'entretien du réseau et du confort des occupants.

## Pré-requis techniques

Le choix de la méthode à appliquer va dépendre de l'état du réseau, de sa fragilité et de sa dimension.

## Point de vigilance technologique

Il existe différentes solutions pour désembouer un réseau :

- rinçage à grand débit d'eau (il faut une vitesse suffisante de l'eau pour pouvoir décoller les particules des canalisations) ;
- nettoyage hydropneumatique : mélange d'air et d'eau à haute pression ;
- nettoyage chimique des canalisations avec des produits plus ou moins corrosif ;
- nettoyage en continu avec mise en suspension des boues qui sont ensuite évacuées.

Les trois premières solutions permettent de nettoyer les réseaux de canalisation à un instant donné mais ne préviennent pas la formation de boues par la suite. Elles seront donc à renouveler régulièrement.

Il est possible en fonction de l'état du réseau qu'un nettoyage spécifique des émetteurs soit à prévoir.

Ces solutions ne remplacent pas la présence d'un pot à boues qu'il faut vider régulièrement (voir contrat d'entretien).

Dans tous les cas, il est essentiel d'avoir une bonne connaissance de l'état du réseau afin de ne pas mettre en œuvre une solution qui entrainerait des dégradations (en particulier les solutions chimiques ou jouant sur l'augmentation de la pression).

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

En dehors de la solution de nettoyage en continu, il faut que l'installation soit à l'arrêt.

L'installation du dispositif de nettoyage en continu doit se faire en dehors des périodes de chauffe.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Entre deux périodes de désembouage (sauf dans le cas de la solution de nettoyage en continu), il est important de rester attentif aux températures des radiateurs les plus froids, au bruit dans le réseau, signes de la formation de nouvelle boue.

## Exemples / coûts



Source : Drag'eau  
Système de  
désembouage  
continu sans  
produits chimiques

Exemple de prix pour un système de nettoyage en continu : 725 à 7800€ HT en fonction du diamètre de l'installation.

L'équilibrage ne demande aucun matériel spécifique mais nécessite l'intervention d'un technicien de maintenance (à voir au cas par cas si pris en compte dans le contrat de maintenance).

Pour le désembouage les prix varient de 1000 à 4000€ HT en fonction de la puissance de chauffage.

## Notions de temps de retour

1 à 7 ans.

# CHAUFFAGE - REGULATION

Gestion de la régulation du chauffage central

CH

Ensemble du bâtiment

03

## Consommations impactées

Energie pour le chauffage.

## Contexte

Dans les bâtiments à usage tertiaire, la régulation journalière et hebdomadaire du chauffage est essentielle pour réduire les consommations de chauffage. Un réduct des températures doit être envisagé pour les périodes hors occupation. La régulation peut aussi être l'occasion de réfléchir au choix de la température de confort demandée pendant les heures d'occupation.

D'autre part, le fonctionnement des circulateurs en période estivale peut engendrer une consommation supérieure à 10 kWhEP/m<sup>2</sup>.an<sup>1</sup>.

## Recommandation : choix des actions

Plusieurs actions peuvent être envisagées :

- Arrêt de la chaudière et des circulateurs pendant la période estivale ;
- En l'absence de régulation d'un système de chauffage central non électrique, installer un système de régulation au niveau de la chaufferie régulant les vannes trois voies (sonde(s) de température extérieure qui peu(ven)t être complétée(s) par des sondes intérieures pour affiner la régulation) ;
- Dans le cas d'une installation de chauffage électrique, mise en place d'une centrale de programmation par courant porteur ou par fil pilote ;
- Mise en place d'un réduct des températures pour la nuit et les week-ends par exemple 20°C en période d'occupation et 16°C en dehors des périodes d'occupation ;
- Installation de robinets thermostatiques sur l'ensemble des émetteurs.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur le chauffage](#)

<https://www.energieplus-lesite.be/>

---

<sup>1</sup> Source : Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie - 2012-2017

<b>ACTION 03.a Arrêt des équipements de chauffage l'été</b>	<b>CH 03.a</b>
Installation des différents organes de régulation en chaufferie et réglages	
Chaufferie	

## Description

La chaudière comme les circulateurs de chauffage doivent être arrêtés pendant la période estivale.

Dans le cas d'une chaudière qui assurerait aussi la production d'ECS, il faut basculer le fonctionnement de la chaudière en mode « été », mode pendant lequel la production de chaleur pour le chauffage est arrêtée.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

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

Dans le cas où les circulateurs sont asservis, il est souhaitable de vérifier pendant l'été que les circulateurs 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 boues ou de calcaire dans le circulateur. Pour éviter ce phénomène, il est préférable de programmer des redémarrages périodiques des circulateurs, ou de les relancer manuellement quelques minutes par semaine.

## Exemples / coûts

Coût nul.

## Notions de temps de retour

Temps de retour nul.

## ACTION 03.b Mise en place d'un système de régulation pour le chauffage central

CH  
03.b

Installation des différents organes de régulation en chaufferie et réglages

Chaufferie

### Description

Mise en place d'une chaîne de régulation automatique : régulation des vannes trois voies par loi d'eau avec une ou plusieurs sondes de température extérieure. Il est possible d'affiner le réglage de la loi d'eau par l'installation des sondes intérieures en particulier dans les cas où les différences de température sont importantes dans un même bâtiment (souvent liées aux apports solaires).

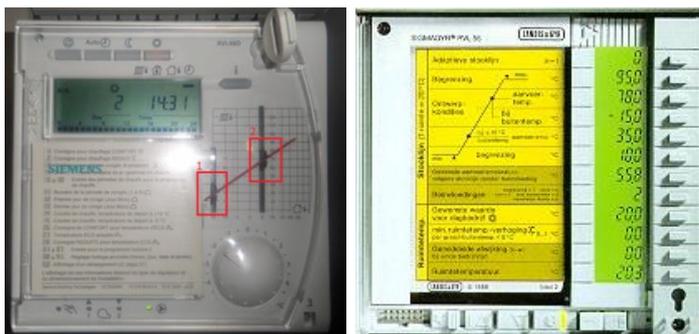
### Pré-requis techniques

Cette solution peut demander des travaux conséquents au niveau de la chaufferie avec le changement des vannes trois voies par exemple. Elle peut être mise en œuvre lors d'une rénovation de la chaufferie avec mise en œuvre de vannes trois voies et/ou du changement des vannes trois voies avec un surinvestissement spécifique à la réduction des consommations d'énergie (le calcul du temps de retour se fait alors uniquement sur le surinvestissement).

En amont de la mise en place d'un système de régulation, il est important de s'assurer que le réseau n'est pas emboué (désembouage avant la mise en œuvre du système) et que le réseau de chauffage est bien équilibré. Ces deux points peuvent être vus avec le mainteneur de l'installation.

### Point de vigilance technologique

Il existe différents systèmes de régulation allant du simple modèle analogique à des modèles numériques permettant la gestion de nombreux paramètres (pouvant aller jusqu'à une gestion centralisée du bâtiment dite GTC qui permet la gestion de tous les systèmes énergétiques).



Source : Cerema et energie+

Il est important de faire installer un équipement de régulation en connaissance des personnes qui auront à la manipuler : technicien du contrat de maintenance qui peut changer régulièrement, gardien ou gestionnaire du bâtiment, ...

### Points de vigilance sur l'usage

Plusieurs points de vigilance sont à prendre en compte lors de la mise en place d'une régulation :

- Le choix des températures intérieures en période d'occupation : il est important que le confort soit assuré dans l'ensemble du bâtiment (zone trop froide ou au contraire trop chaude). La

régulation centrale doit être complétée avec une régulation terminale constituée de robinets thermostatiques sur l'ensemble des émetteurs. Ces robinets permettront aux occupants d'affiner la température dans les différents espaces. Conformément au code de la construction et de l'habitation (article R. 131-20), les limites supérieures de température de chauffage sont, en période d'occupation, fixées en moyenne à 19°C. Une variation de +/-1°C est proposée pour répondre aux enjeux du confort thermique et aux variations de son ressenti, lorsque l'inconfort perçu ne peut pas trouver de solution s'appuyant sur les usages (gestion de la ventilation naturelle, des protections solaires, agencement du mobilier...).

- Le choix de la température de réduit: pour avoir un gain significatif, la baisse de température pour des périodes d'inoccupation courte (par exemple la nuit) doit être d'au moins 3°C. Un écart plus important peut être envisagé le week-end.;
- Le choix des horaires des réduits : l'inertie du bâtiment, ainsi que les horaires d'occupation du bâtiment doivent être pris en compte pour fixer les horaires d'abaissement de la température et de relance le matin. Une relance plus tôt le lundi matin peut être envisagée pour limiter l'inconfort. Des périodes de tests peuvent permettre de définir ces deux paramètres afin de limiter les plaintes au retour des occupants ;
- Dans le cas où le système est remis en mode manuel, il faut penser à le remettre en mode régulation à la fin de l'intervention.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Être à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas.

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. A température extérieure équivalente, il ne faut donc plus autant chauffer le bâtiment. La loi d'eau 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 diminuer les consommations.

## Exemples / coûts

Mise en œuvre d'un système de régulation de chauffage par action sur vanne mélangeuse et brûleur, programmeur numérique, fonction ECO et hors gel comprenant : 1 sonde extérieure et 1 sonde départ : 1400€ HT pose incluse.

## Notions de temps de retour

1 à 5 ans.

<b>ACTION 03.c Mise en place d'un système de régulation pour une installation électrique</b>	<b>CH 03.c</b>
Installation d'un système sur courant porteur, ondes radios ou fil pilote	
Chaufferie	

## Description

Mise en place d'un système de régulation par courant porteur, ondes ou fil pilote afin de commander le fonctionnement de l'ensemble des équipements électriques de chauffage.

## Pré-requis techniques

La solution courant porteur en ligne (CPL) sera choisie en particulier dans le cas où l'installation n'a pas de fil pilote (anciennes installations).

Il est possible avec ces solutions de créer un zonage et ne pas avoir la même gestion dans tous les espaces.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Plusieurs points de vigilance sont à prendre en compte lors de la mise en place d'une régulation :

- Le choix des températures intérieures en période d'occupation : il est important que le confort soit assuré dans l'ensemble du bâtiment (zone trop froide ou au contraire trop chaude). La régulation centrale doit être complétée avec une régulation terminale constituée de robinets thermostatiques sur l'ensemble des émetteurs. Ces robinets permettront aux occupants d'affiner la température dans les différents espaces. Conformément au code de la construction et de l'habitation (article R. 131-20), les limites supérieures de température de chauffage sont, en période d'occupation, fixées en moyenne à 19°C. Une variation de +/-1°C est proposée pour répondre aux enjeux du confort thermique et aux variations de son ressenti, lorsque l'inconfort perçu ne peut pas trouver de solution s'appuyant sur les usages (gestion de la ventilation naturelle, des protections solaires, agencement du mobilier,...) ;
- Le choix de la température de réduit et l'heure de la relance : pour avoir un gain, la baisse de température pour des périodes d'inoccupation courte (par exemple la nuit) doit être d'au moins 3°C. Un écart plus important peut être envisagé le week-end. L'heure de la mise en place du réduit et celle de la relance vont dépendre de l'inertie du bâtiment et de sa perméabilité à l'air. La relance peut avoir lieu plus tôt le lundi matin. Des périodes de tests peuvent permettre de définir ces deux paramètres afin de limiter les plaintes au retour des occupants ;
- Dans le cas où le système est remis en mode manuel, il faut penser à le remettre en mode régulation à la fin de l'intervention.

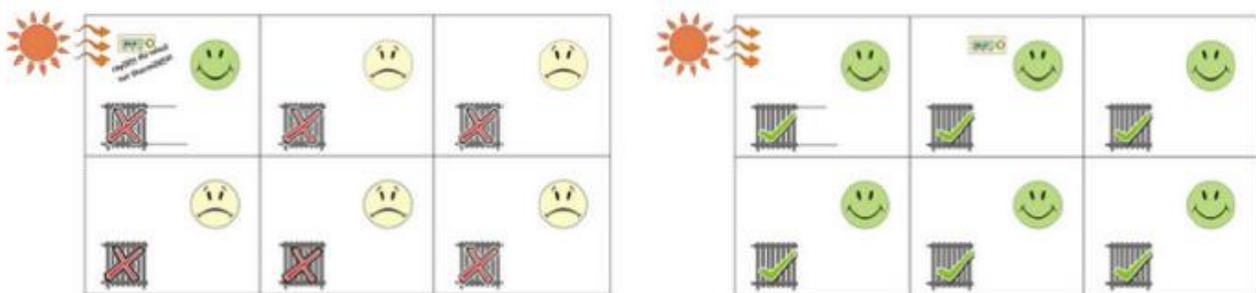
D'autres part, tous les convecteurs électriques doivent être réglés sur « Auto ». Les usagers sont susceptibles de modifier cette commande, en passant en mode manuel (par exemple lors d'une occupation différente), et dans ce cas, ils doivent être vigilants à remettre le système en mode « Auto »

après l'utilisation du local. En effet, en mode manuel, le fil pilote ne permet plus de réguler la température émise par le radiateur.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Si plusieurs zones ont des modalités d'occupation différentes, il ne faut pas mettre tous les convecteurs sur le même départ électrique en tableau. Chaque zone doit avoir sa régulation propre.

Le positionnement de la sonde pour la mesure de la température de consigne est à choisir avec soin : loin des sources de chaleur, des rayonnements et des courants d'air, placement à hauteur d'homme soit 1,50m du sol environ et dans une des zones les plus défavorisées en terme d'apports solaires comme le montre l'illustration ci-dessous.



Source : Cerema

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas.

## Exemples / coûts

Système central par courant porteur pour 1 à 2 zones : 1000€ HT pose incluse.

Système central par fil pilote pour 1 à 2 zones : 600€ HT pose incluse.

## Notions de temps de retour

1 à 5 ans.

<b>ACTION 03.d Mise en place d'un réduct pour les périodes d'inoccupation</b>	<b>CH 03.d</b>
Réglage des horaires et des températures	
Ensemble du bâtiment, régulation générale en chaufferie	

## Description

Définition des paramètres des différents réduits de nuit et de week-end :

- Températures,
- Horaires.

## Pré-requis techniques

Avoir en place un système de régulation qui permette la gestion des températures en fonction des heures.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Plusieurs points de vigilance sont à prendre en compte lors de la mise en place d'une régulation :

- Le choix des températures intérieures en période d'occupation : il est important que le confort soit assuré dans l'ensemble du bâtiment (zone trop froide ou au contraire trop chaude). La régulation centrale doit être complétée avec une régulation terminale constituée de robinets thermostatiques sur l'ensemble des émetteurs. Ces robinets permettront aux occupants d'affiner la température dans les différents espaces. Conformément au code de la construction et de l'habitation (article R. 131-20), les limites supérieures de température de chauffage sont, en période d'occupation, fixées en moyenne à 19°C. Une variation de +/-1°C est proposée pour répondre aux enjeux du confort thermique et aux variations de son ressenti, lorsque l'inconfort perçu ne peut pas trouver de solution s'appuyant sur les usages (gestion de la ventilation naturelle, des protections solaires, agencement du mobilier,...) ;
- Le choix de la température de réduct: pour avoir un gain, la baisse de température pour des périodes d'inoccupation courte (par exemple la nuit) doit être d'au moins 3°C. Un écart plus important peut être envisagé le week-end.
- Le choix des horaires des réduits vont dépendre de l'inertie du bâtiment et de sa perméabilité à l'air. La relance peut avoir lieu plus tôt le lundi matin. Des périodes de tests peuvent permettre de définir ces deux paramètres afin de limiter les plaintes au retour des occupants ;
- Dans le cas où le système est remis en mode manuel, il faut penser à le remettre en mode régulation à la fin de l'intervention.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas.

## Exemples / coûts

Mise en œuvre d'un système de régulation de chauffage par action sur vanne mélangeuse et brûleur, programmateur numérique, fonction ECO et hors gel comprenant : 1 sonde extérieure et 1 sonde départ : 1400€ HT pose incluse.

## Notions de temps de retour

1 à 5 ans.

## ACTION 03.e Installation de robinets thermostatiques

Régulation terminale : robinet thermostatique

Ensemble du bâtiment

CH  
03.e

### Description

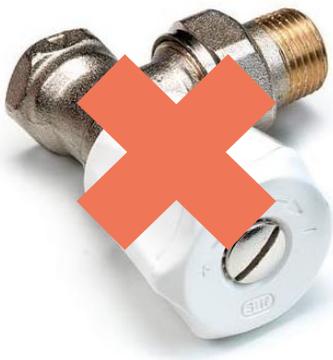
Pose de robinets thermostatique sur l'ensemble des émetteurs à eau de l'installation de chauffage.

### Pré-requis techniques

L'installation de chauffage ne doit pas être du type monotube.

### Point de vigilance technologique

Ne pas confondre les robinets thermostatiques et les autres robinets qui sont des vannes (ouverture ou fermeture du débit d'eau)



Source : Leroy Merlin



Source : Leroy Merlin

### Points de vigilance sur l'usage

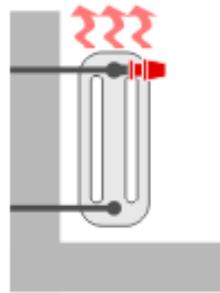
Un robinet thermostatique permet de finaliser la régulation dans chacun des espaces. Aussi il est inutile de le manipuler plusieurs fois par jour (par exemple, ne pas le fermer au moindre rayon de soleil et le rouvrir quelques heures plus tard parce le temps se couvre). Le robinet thermostatique n'est pas un interrupteur. Il s'agit de trouver le positionnement qui assure le confort dans le temps puis de laisser le robinet réguler.

Le robinet thermostatique réagit aux différentes sollicitations. Il faut ensuite compter sur l'inertie des émetteurs pour que l'action se fasse ressentir.

Une sensibilisation de leur utilisation peut être nécessaire. Certains mécanismes peuvent être bridés pour limiter l'écart de température à la consigne.

### Points de vigilance sur la mise en œuvre

Le robinet thermostatique doit être positionné sur le circuit de départ vers le radiateur, en respectant le sens d'écoulement indiqué par la flèche sur la vanne, avec la poignée à l'horizontale, de manière à ce que le capteur thermostatique ne soit pas influencé par la température du radiateur.



Source : Energier+

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Remplacement des robinets lors de dysfonctionnement.

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.

## Exemples / coûts

80 à 100€ HT pose incluse en fonction des dimensions. Ces montants peuvent varier en fonction du nombre de robinets installés.

## Notions de temps de retour

7 à 10 ans.

<b>ACTION 03.f Adapter la température de consigne au local</b>	<b>CH</b> <b>03.f</b>
Réglage des températures en période estivale	
Ensemble du bâtiment + salles serveurs	

## Description

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.

*Cas spécifique des salles de serveurs informatiques :*

*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 relever pour limiter les consommations de refroidissement.*

*L'ASHRAE9 (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 un consensus autour de 23 °C.*

## Pré-requis techniques

Présence d'un système de climatisation

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Dans les locaux autres que serveurs, éviter de déclencher la climatisation si la température intérieure est inférieure à 26 °C.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

L'augmentation de la température de consigne dans les salles serveurs doit être réalisée en s'assurant de sa bonne tolérance par le matériel informatique. Une hausse mal maîtrisée de la température de consigne peut entraîner des pannes ou des dégradations.

La température de consigne d'une salle de serveurs dépend de la qualité et de l'âge du matériel utilisé (plus il est ancien, moins il supporte les températures élevées), ainsi que de la configuration spatiale de la salle. Se référer aux prescriptions des fabricants.

## Exemples / coûts

Cette action n'engendre pas de coût. Une intervention dans le cadre du contrat de maintenance peut être envisagée.

## Notions de temps de retour

Temps de retour nul.

# VENTILATION - RESEAU

## Entretien du réseau de ventilation

Ensemble du bâtiment

VENT  
01

## Consommations impactées

Energie pour le chauffage.  
Electricité pour le poste de ventilation.

## Contexte

Les gaines d'un système de ventilation double flux doivent être isolées afin de conserver l'énergie soit pour chauffer le bâtiment soit pour récupérer le plus de calories possibles.

L'isolation des gaines permet aussi de limiter le risque de condensation ainsi que les bruits.

L'entretien des caissons et des réseaux de ventilation est essentiel non seulement pour ne pas engendrer de surconsommation du poste de ventilation mais aussi pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

L'absence d'entretien et donc l'encrassement des systèmes (filtres, gaines, caisson) génèrent des pertes de charges supplémentaires voire des déséquilibres dans le réseau. Le(s) ventilateur(s) compense(nt) ces pertes de charges. L'encrassement peut conduire à la rupture des filtres et accroît les risques d'incendie du système de ventilation.

## Recommandation : choix des actions

Isoler les gaines de ventilation de soufflage et de reprise (la priorité doit être donnée aux gaines qui sont dans des espaces non chauffés).

Assurer ou faire assurer l'entretien des équipements de ventilation :

- Remplacement régulier des filtres le cas échéant (particulièrement pour les systèmes double flux et CTA) ;
- Nettoyage de l'intérieur des caissons, des gaines de ventilation et des bouches (extraction et entrée d'air ou soufflage).

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur la ventilation](#)

<b>ACTION 01.a Entretien des circuits d'air</b>	<b>VENT 01.a</b>
Gaines de soufflage et d'extraction	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Réparation des fuites sur les circuits d'air.

Ces fuites peuvent être détectées par inspection visuelle de l'ensemble du réseau en première approche. Pour cela il faut que le réseau soit accessible dans sa grande majorité (gaines visibles dans les combles, présence de trappes de visite, ...). Cette approche peut être complétée par des tests au moyen de fumigènes ou par une mesure de perméabilité des réseaux.

Les défauts les plus fréquemment constatés sont les suivants<sup>2</sup>:

- 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 réalisés.

## Pré-requis techniques

Les gaines doivent être accessibles.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérification régulière de l'état des conduits.

## Exemples / coûts

Les coûts de réparation sont assez faibles si réalisées au moyen de ruban adhésif étanche.

En cas de remplacement d'une partie du réseau trop abimée, les coûts seront un peu plus élevés de l'ordre de 75 à 200 € HT le mètre linéaire pour de la gaine alu rigide (en fonction du diamètre) et de 13

<sup>2</sup> Source : Guide « étanchéité des réseaux hydrauliques » CETIAT et PBC

à 50 € HT le mètre linéaire pour de la gaine alu/polyester souple (en fonction du diamètre). Dans les deux cas, les prix comprennent la pose.

## Notions de temps de retour

2 à 5 ans.

## ACTION 01.b Isolation des gaines de ventilation

Gaines de soufflage et d'extraction

Ensemble du bâtiment

VENT  
01.b

### Description

Isolation des gaines existantes ou remplacement des gaines par des gaines isolées.

### Pré-requis techniques

Les gaines doivent être accessibles et en bon état.

### Point de vigilance technologique

RAS.

### Points de vigilance sur l'usage

RAS.

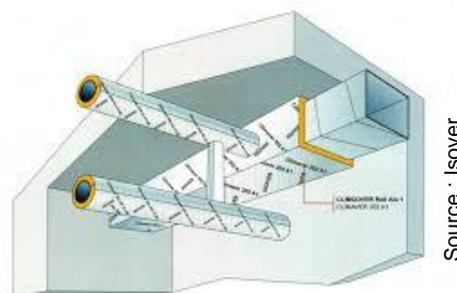
### Points de vigilance sur la mise en œuvre

Lors de la mise en œuvre de l'isolant, des espaces de visites de l'intérieur de la gaine doivent être prévus par exemple pour l'entretien.

### Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérification de l'état de l'isolant régulièrement par exemple aux périodes d'entretien.

### Exemples / coûts



Pour un mètre linéaire de coquilles de 25mm d'épaisseur de laine de verre : environ 35 € TTC pose incluse.

Pour un mètre linéaire d'isolation de conduite rigide en laine de verre et bandes de plâtre : 40€ HT le m<sup>2</sup> pose incluse.

### Notions de temps de retour

2 à 3 ans.

<b>ACTION 01.c Entretien des équipements de ventilation</b>	<b>VENT 01.c</b>
Caisson, gaines et bouches	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Le nettoyage des caissons, gaines et bouches ainsi que le remplacement des filtres le cas échéant.

## Pré-requis techniques

Il faut que les équipements soient les plus accessibles possibles en particulier l'intérieur des gaines.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

L'absence d'entretien et de changement des filtres dégrade la qualité de l'air intérieur.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérifier régulièrement l'état de conservation des équipements et porter une attention aux retours des occupants sur les odeurs ou l'absence de ventilation dans les sanitaires par exemple.

## Exemples / coûts

Le coût de cette action est associé à l'achat des filtres. Il est possible que le coût des filtres soit compris dans la maintenance en fonction des contrats.

## Notions de temps de retour

Inférieur à 1 an dans le cas du nettoyage.

1 à 3 ans pour le changement des filtres.

<b>ACTION 01.d Ventilation des salles serveur</b>	<b>VENT 01.d</b>
Caisson, gaines et bouches	
Salles serveur	

## Description

Les serveurs informatiques émettent de la chaleur. Celle-ci doit être évacuée pour maintenir la température du local dans une plage permettant le bon fonctionnement du matériel présent.

La solution généralement privilégiée est d'extraire l'air chaud pour le refroidir (avec un système frigorifique) puis le réinjecter dans la salle.

Or il est beaucoup plus économique d'injecter directement de l'air extérieur filtré et de rejeter l'air chaud à l'extérieur. Cette solution est appelée le free-cooling direct. Un appoint frigorifique reste nécessaire pour refroidir l'air de la salle en cas de température extérieure élevée.

Le système de free-cooling est généralement installé en remplacement du groupe froid.

## Pré-requis techniques

A compléter

## Point de vigilance technologique

Les serveurs informatiques sont sensibles aux poussières, l'air entrant doit être filtré avant d'être introduit dans le local.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Dans le cas d'une salle serveur climatisée, l'extraction du système de ventilation doit être placée le plus loin possible du soufflage d'air froid.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Les filtres de l'installation doivent être changés régulièrement.

## Exemples / coûts

## Notions de temps de retour

L'apport d'air extérieur par la ventilation est susceptible de générer des économies d'énergie par une baisse de la consommation du système de climatisation. Le temps de retour dépend fortement de la complexité du système de ventilation installé.

# VENTILATION - REGULATION

**Gestion du fonctionnement des ventilateurs en période d'inoccupation**

**VENT  
02**

Ensemble du bâtiment ou zone à occupation intermittente excepté des zones spécifiques qui demandent à être ventilées en continu

## Consommations impactées

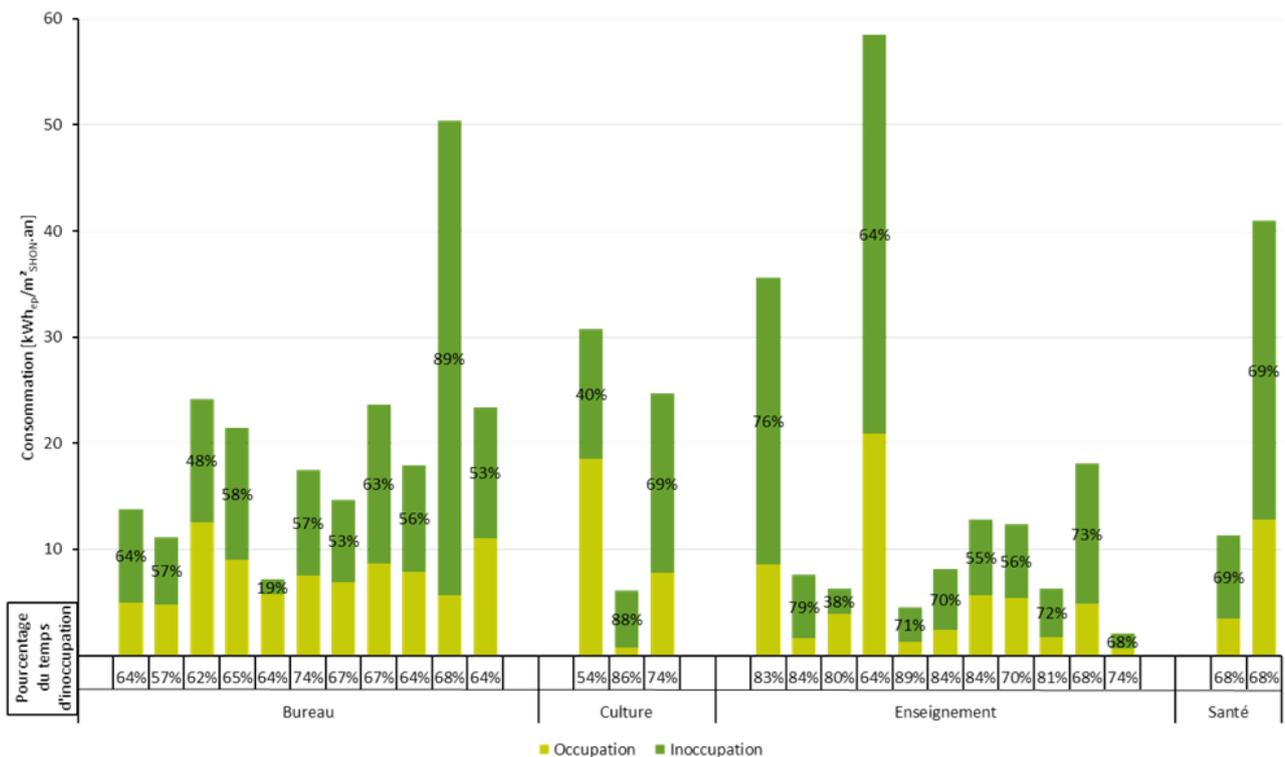
Electricité pour la ventilation.

Energie pour le chauffage car les pertes par ventilation sont réduites pendant la nuit et le week-end.

## Contexte

Dans les bâtiments à usage tertiaire, la réglementation n'impose un renouvellement d'air permanent. Il est donc possible de réduire les débits voire d'arrêter les équipements de ventilation pendant les périodes d'inoccupation du bâtiment.

Il est régulièrement constaté que les consommations des ventilateurs en période d'inoccupation représentent plus de 50% des consommations totales de ventilation (voir graphique ci-dessous).



## Recommandation : choix des actions

Deux actions peuvent être envisagées pour réduire les consommations de ventilation du système principal :

- Réduction des débits pendant les horaires d'inoccupation par la mise en place d'un variateur de puissance couplé à une horloge ;
- Arrêt de la ventilation pendant les horaires d'inoccupation par la mise en place d'une horloge.

Concernant les espaces à occupation intermittente comme les salles de réunion ou les espaces de restauration peuvent être équipés d'une ventilation indépendante. Dans ce cas, la réduction des consommations passe par l'asservissement du fonctionnement de la ventilation à la présence d'occupants. Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Détection de présence : mise en fonctionnement dès l'arrivée des occupants ;
- Capteur d'hygrométrie ou de CO<sub>2</sub> : mise en fonctionnement lorsque le taux d'humidité ou de CO<sub>2</sub> dépasse un certain seuil. Ce taux est lié à la présence ou non d'occupants.

Ce système peut en complément être asservi d'une horloge dont les horaires sont calés sur les horaires de fonctionnement du système général.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur la ventilation](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 02.a Modulation des débits du système général hors période d'occupation</b>	<b>VENT 02.a</b>
Réduction des débits de ventilation en périodes d'inoccupation	
Ensemble du bâtiment, système général	

## Description

Mise en place ou réglage d'un modulateur de débit associé à une horloge hebdomadaire.

## Pré-requis techniques

Afin de pouvoir moduler les débits de ventilation, il faut s'assurer que le ventilateur en place possède plusieurs modes de fonctionnement (moteur multi-vitesse ou vitesse variable). Depuis 2016 et la directive Eco-conception, l'ensemble des ventilateurs conçus pour les bâtiments tertiaires doivent présenter la caractéristique de modulation.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Dans les premières semaines de mise en place de cette solution, il est important de s'assurer que la qualité de l'air lors des périodes d'occupation n'est pas dégradée (odeurs le matin par exemple) et qu'il n'y pas d'apparition de traces d'humidité en particulier dans les espaces humides.

En cas de plainte des occupants, il est possible de modifier les horaires de relance de la ventilation afin d'évacuer l'air vicié de la nuit et/ou du week-end et/ou de modifier la vitesse des ventilateurs (si plusieurs vitesses pour le réduit). Dans certains cas, un tâtonnement pour trouver le juste équilibre sera utile.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Être à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements de réglages.

S'assurer que dans le temps la régulation ne dérive pas et qu'en période d'utilisation les débits réglementaires sont bien assurés (Articles R.4212-1 à R.4212-7 et R.4222-1 à R.4222-26 du code du travail pour les salariés et Titre III du Règlement Sanitaire Départemental Type pour les usagers. Si un local reçoit ces deux types de publics, les 2 textes s'appliquent.).

## Exemples / coûts

Exemples d'horloges pouvant être installées sur les compteurs électriques au niveau du départ des ventilateurs (ne permet pas la gestion du débit). Les prix sont indiqués hors mise en œuvre.



Figure 1 Horloge numérique hebdomadaire (80-150€ TTC)



Figure 2 Horloge journalière (40-50€TTC)

L'ajustement du débit des ventilateurs en fonction des plages horaires se fait directement sur les caissons. Lors du changement d'un caisson de ventilation, opter préférentiellement pour un modèle programmable.

## Notions de temps de retour

Le temps de retour est d'environ 2 à 3 ans pour un système simple flux et d'un à 2 ans pour un système double flux.

<b>ACTION 02.b Arrêt des ventilateurs du système général en périodes d'inoccupation</b>	<b>VENT 02.b</b>
Arrêt de la ventilation	
Ensemble du bâtiment, système général	

## Description

Mise en place d'une horloge journalière ou hebdomadaire permettant l'arrêt de la ventilation pendant les périodes d'inoccupation du bâtiment.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Dans les premières semaines de mise en place de cette solution, il est important de s'assurer que la qualité de l'air lors des périodes d'occupation n'est pas dégradée (odeurs le matin par exemple) et qu'il n'y pas d'apparition de traces d'humidité en particulier dans les espaces humides.

En cas de plainte, il est possible de modifier les horaires de relance de la ventilation afin d'évacuer l'air vicié de la nuit et/ou du week-end. Dans certains cas, un tâtonnement pour trouver le juste équilibre sera utile.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, la régulation ne dérive pas et qu'en période d'utilisation les débits réglementaires sont bien assurés (Articles R.4212-1 à R.4212-7 et R.4222-1 à R.4222-26 du code du travail pour les salariés et Titre III du Règlement Sanitaire Départemental Type pour les usagers. Si un local reçoit ces deux types de publics, les 2 textes s'appliquent.).

## Exemples / coûts

Exemples d'horloges pouvant être installées sur les compteurs électriques au niveau du départ des ventilateurs (ne permet pas la gestion du débit). Les prix sont indiqués hors mise en œuvre.



Figure 3 Horloge numérique hebdomadaire (80-150€ TTC)



Figure 4 Horloge journalière (40-50€TTC)

## Notions de temps de retour

Le temps de retour est d'environ 2 à 3 ans pour un système simple flux et d'un à 2 ans pour un système double flux.

<b>ACTION 02.c Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (détection de présence)</b>	<b>VENT 02.c</b>
Détection de présence	
Espaces à occupation intermittente (salles de réunion, de restauration, ...)	

## Description

Asservissement du fonctionnement du système de ventilation des espaces à occupation intermittente par la mise en place d'un détecteur de présence.

Le fonctionnement peut reposer soit reposer sur le principe du tout ou rien, soit sur une augmentation des débits lors de la présence.

## Pré-requis techniques

Dans le cas où le système viendrait augmenter le débit par rapport à un débit de base, il faut s'assurer que le(s) ventilateur(s) présente(nt) plusieurs modes de fonctionnement (moteur multi-vitesse ou vitesse variable).

## Point de vigilance technologique

Il peut être intéressant d'associer une temporisation du fonctionnement sur détection de présence. Ainsi la ventilation continuera à fonctionner pendant plusieurs minutes après le départ des occupants pour évacuer le reste des polluants.

## Points de vigilance sur l'usage

Si l'on passe d'un système manuel (mise en marche et arrêt par l'occupant du système) à un système avec détection automatique, il est intéressant de sensibiliser l'occupant à ce nouveau fonctionnement pour éviter qu'il n'intervienne sur le nouveau dispositif (si jamais la commande de la ventilation est visible dans l'espace concerné).

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Le capteur de présence (qui ne doit pas être un capteur de mouvement mais bien de présence) doit être placé de façon à couvrir toute la pièce.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Être à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, le système fonctionne toujours et qu'en période d'utilisation les débits réglementaires sont bien assurés (Articles R.4212-1 à R.4212-7 et R.4222-1 à R.4222-26 du code du travail pour les salariés et Titre III du Règlement Sanitaire Départemental Type pour les usagers. Si un local reçoit ces deux types de publics, les 2 textes s'appliquent.).

## Exemples / coûts

## Notions de temps de retour

2 à 5 ans.

<b>ACTION 02.d Asservissement du fonctionnement des systèmes de ventilation à l'occupation (sonde CO2)</b>	<b>VENT 02.d</b>
Mesure de l'humidité ou du taux de CO <sub>2</sub>	
Espaces à occupation intermittente (salles de réunion, de restauration, ...)	

## Description

Asservissement du fonctionnement du système de ventilation des espaces à occupation intermittente par la mise en place d'un capteur d'humidité relative ou de CO<sub>2</sub>.

Le fonctionnement peut être sur la base du on/off ou alors entrainer une augmentation des débits lors de la présence.

## Pré-requis techniques

Dans le cas où le système viendrait augmenter le débit par rapport à un débit de base, il faut s'assurer que le(s) ventilateur(s) présente(nt) plusieurs modes de fonctionnement (moteur multi-vitesse ou vitesse variable).

## Point de vigilance technologique

Il peut être intéressant d'associer une temporisation à cette régulation. Ainsi la ventilation continuera à fonctionner pendant plusieurs minutes après le départ des occupants pour évacuer le reste des polluants.

## Points de vigilance sur l'usage

Si l'on passe d'un système manuel (ie mise en marche et arrêt par l'occupant du système), il est intéressant de sensibiliser l'occupant à ce nouveau fonctionnement pour éviter qu'il n'intervienne sur le nouveau dispositif (si jamais la commande de la ventilation est visible dans l'espace concerné).

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

La sonde de mesure doit être placée de façon à maximiser sa mesure : loin des entrées d'air (bouches, fenêtres, portes, ...) et plutôt proche des sources ou de la zone d'extraction.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Etre à l'écoute des plaintes qui pourraient apparaître suites aux changements.

S'assurer que dans le temps, le système fonctionne toujours et qu'en période d'utilisation les débits réglementaires sont bien assurés (Articles R.4212-1 à R.4212-7 et R.4222-1 à R.4222-26 du code du travail pour les salariés et Titre III du Règlement Sanitaire Départemental Type pour les usagers. Si un local reçoit ces deux types de publics, les 2 textes s'appliquent.).

## Exemples / coûts

## Notions de temps de retour

2 à 5 ans.

# ECLAIRAGE – COMMANDE DE L'ECLAIRAGE INTERIEUR

<b>Mode d'allumage et d'extinction</b>	<b>ECL 01</b>
Espaces à usage intermittent (circulations, escaliers, garages, salles de réunion, salles d'archives, locaux techniques, ...) et bureaux	

## Consommation impactée

Electricité pour l'éclairage.

## Contexte

Dans les locaux à usage intermittent, comme les circulations, sanitaires, cages d'escaliers, garages, le mode d'allumage/d'extinction de l'éclairage a un impact non négligeable sur les consommations d'électricité.

Les éclairages permanents, même dans les petits locaux, génèrent des consommations importantes [Prébat, 2018].

Dans une moindre mesure, des actions peuvent être aussi menées dans les bureaux. Pour ces espaces, l'occupant a un rôle plus important à jouer dans la réduction des consommations.

## Recommandation : choix des actions

Il est généralement intéressant d'éviter l'interrupteur simple pour les locaux à usage intermittent afin de limiter le temps pendant lequel la lumière est allumée.

Le plus efficace d'un point de vue énergétique est le détecteur de présence.

Cependant, la veille de ce type de capteur engendre une consommation qui peut être non négligeable en particulier dans les bâtiments performants. C'est pourquoi la minuterie sera préférée pour des locaux peu fréquentés (local poubelles, local technique, certains couloirs). L'objectif est de rationaliser la consommation de la veille par rapport à la consommation d'éclairage.

Le détecteur de présence devra être associé à une détection de luminosité lorsque le local dispose de vitrages donnant sur l'extérieur. Dans le cas contraire, l'éclairage s'allumera même s'il y a assez d'éclairement naturel.

Si possible, que ce soit avec une minuterie ou de détecteur de présence, l'éclairage devra être zoné / piloté de manière différenciée selon les parties qui ont accès ou non à l'éclairage naturel, pour éviter l'allumage dans les zones où la lumière naturelle assure un éclairage suffisant.

La réglementation thermique pour les bâtiments existants (élément par élément) impose que pour les circulations ainsi que les parcs de stationnement que l'éclairage soit intermittent (sauf réglementation contraire) dans le cas de la modification de l'éclairage de ces zones.

Pour tous les autres espaces, hors habitation, une gestion centralisée de l'éclairage ou une coupure automatique doit être installée lors de la modification de l'éclairage afin que les locaux soient éteints en période d'inoccupation (sauf réglementation contraire)

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur l'éclairage](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 01.a Mise en place de minuteriers</b>	<b>ECL 01.a</b>
Mode d'allumage et d'extinction	
Circulations/escaliers/garage/locaux entretien - maintenance	

## Description

Remplacement des interrupteurs manuels par des interrupteurs temporisés.

## Pré-requis techniques

La solution proposée peut être mise en place dans des locaux avec les caractéristiques suivantes :

- usage intermittent (sanitaires, circulations, escaliers, garage, locaux techniques) ;
- lampes adaptées à une forte intermittence (pas de tubes fluo ou d'ampoules fluocompactes) et pouvant assurer une extinction progressive, sinon prévoir un relamping ;
- pas de lampes à décharge haute pression (utilisées souvent en extérieurs/garages) ;
- absence de dispositif de type détection de présence / minuteriers.

## Point de vigilance technologique

RAS

## Points de vigilance sur l'usage

L'usage qui est fait de l'espace où est mise en œuvre cette solution doit être pris en considération afin de ne pas déranger les occupants. Par exemple, si une imprimante est présente dans un couloir, cette solution pourra présenter des désagréments (extinction de la lumière alors que la personne est à l'imprimante).

Concernant les contraintes d'accessibilité, l'extinction de la lumière doit se faire progressivement ou un système doit prévenir que la lumière va s'éteindre (par exemple 2 ou 3 flashes pour annoncer l'extinction).

Bien anticiper les conséquences d'une extinction non souhaitée (interrupteurs suffisamment proches et visibles dans le noir notamment).

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Avoir suffisamment de points d'allumage :

- pour les cages d'escalier au minimum un par palier ;
- pour les espaces de garages souterrains, optimiser le nombre de points d'allumage ;
- pilotage par zone d'éclairage naturel homogène.

S'assurer que les points d'allumage sont visibles même dans le noir.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Le temps d'allumage doit être cohérent avec le temps estimé que passent les occupants dans ces espaces en particulier dans les escaliers. Le temps de minutage ne doit pas être trop long pour pouvoir générer des économies d'énergie (moins de 4 minutes).

## Exemples / coûts



Figure 5 Interrupteur temporisé Legrand destiné cave, ateliers, cuisine, garage ou extérieur. Prix indicatifs : 95 €TTC



Figure 6 Interrupteur temporisé Schneider Electric pour l'intérieur. Prix indicatif : 76€TTC

## Notions de temps de retour

Temps de retour rapide pour les locaux fréquentés.

Outil de calcul de rentabilité (excel) disponible sur [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be) (menu « Evaluer-> Eclairage -> Evaluer les bénéfices d'une rénovation -> Diminution des consommations électriques : calcul »)

<b>ACTION 01.b Mise en place de détecteur de présence</b>	<b>ECL 01.b</b>
Mode d'allumage et d'extinction	
Salle de réunions / Circulations/ escaliers/ garage	

## Description

Remplacement des interrupteurs manuels par des interrupteurs associés à des détecteurs de présence et/ou de mouvements.

En cas d'accès à la lumière naturelle, le détecteur de présence doit être associé à un détecteur de luminosité afin que l'allumage ne fasse qu'en cas d'éclairage naturel insuffisant.

## Pré-requis techniques

La solution proposée peut être mise en place dans des locaux avec les caractéristiques suivantes :

- usage intermittent (salle de réunion, sanitaires, circulations, escaliers, garage) ;
- absence de dispositif de type détection de présence / minuteries ;
- lampes adaptées à une forte intermittence (pas de tubes fluo ou d'ampoules fluocompactes) et pouvant assurer une extinction progressive, sinon prévoir un relamping ;
- non recommandé avec des lampes à décharge : avec des lampes à décharge haute pression, la gestion en fonction de la présence des occupants ne consiste pas à allumer l'installation en cas de présence et à l'éteindre en cas d'absence, mais à faire varier le flux lumineux d'un niveau bas en cas d'absence vers un niveau élevé en cas de présence ;
- absence de ballasts électromagnétiques : ceux-ci impliquent une forte diminution de la durée de vie des lampes avec le nombre d'allumages. En ce cas, prévoir le remplacement par des ballasts électroniques.

## Point de vigilance technologique

En cas d'accès à la lumière naturelle, le détecteur de présence doit être associé à un détecteur de luminosité afin que l'allumage ne se fasse que si l'éclairage naturel est insuffisant.

Le choix entre l'installation de détecteur de mouvement ou de présence doit se faire au regard de l'usage du local concerné (détecteur de mouvement pour une circulation, des sanitaires / détecteur de présence pour une salle de réunion, voire un bureau...).

En salle de réunion, un interrupteur doit être maintenu en sus pour permettre d'éteindre pour faire le noir. Le détecteur doit être à « dérogation ».

## Points de vigilance sur l'usage

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).

Dans les locaux de bureaux, les détecteurs peu sensibles risquent de ne pas détecter les mouvements légers engendrés par le travail sur ordinateur ou la lecture. Dans ce cas, les désagréments pour l'occupant sont importants et du fait du retour à une solution plus standard (type interrupteur), les

économies d'énergie sont peu avérées. Les détecteurs de mouvement dans les bureaux sont donc peu adaptés à l'usage.

Concernant les contraintes d'accessibilité, l'extinction de la lumière doit se faire progressivement.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

En cas d'accès à la lumière naturelle, il est intéressant d'associer le détecteur de présence à un détecteur de luminosité.

Avoir suffisamment de points de détection est essentiel afin d'assurer un pilotage par zone d'éclairage naturel homogène d'assurer l'allumage de la lumière de n'importe quel point de la zone concernée.

Les bonnes pratiques sont :

- pour les cages d'escalier au minimum un par palier ;
- pour les espaces de garages souterrains, d'optimiser le nombre de points de détection pour être vu en tout point de la zone.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Le temps de minutage ne doit pas être trop long pour pouvoir générer des économies d'énergie (moins de 4 minutes).

Les pannes de détecteur doivent être signalées rapidement car elles entraînent un éclairage permanent (attention notamment aux parkings souterrains) : à titre d'exemple une panne de détecteurs induisant un éclairage permanent d'un parking pendant un mois, représente 33% de la consommation de l'éclairage du parking [Prébat 2018].

## Exemples / coûts



Figure 1 . Détecteur de mouvements LEGRAND toutes lampes 2 fils avec dérogation Prix indicatifs : 62 € TTC



Figure 2 Schneider Electric Odace, détecteur de présence et de luminosité avec interrupteur temporisé: Prix indicatif : 92€ TTC

## Notions de temps de retour

La rentabilité d'un détecteur de présence dépend :

- du temps de coupure supplémentaire par rapport au fonctionnement normal ;

- de la puissance électrique gérée par un détecteur ;
- de la présence de ballasts électromagnétiques : la durée de vie de ces équipements dépend du nombre d'allumages. Leur remplacement par des ballasts électroniques peut être cohérent ;
- du coût du kWh. L'outil de calcul de rentabilité (excel) disponible sur [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be) (menu « Evaluer-> Eclairage -> Evaluer les bénéfices d'une rénovation -> Diminution des consommations électriques : calcul ») permet une évaluation plus fine.

<b>ACTION 01.c Mise en place de détecteur de luminosité</b>	<b>ECL 01.c</b>
Mode d'allumage et d'extinction	
Bureaux et espaces à usage intermittent	

## Description

Mise en place de détecteurs de luminosité commandant la gestion des luminaires dans les bureaux (on/off par des cellules crépusculaires ou dimmable/gradable en fonction de l'éclairage naturel perçu).

Ils peuvent gérer :

- l'extinction des luminaires lorsque l'accès à la lumière naturelle est suffisant ;
- la mise en route des luminaires lorsque l'accès à lumière naturelle n'est pas suffisant ;
- l'intensité des luminaires en fonction de l'accès à la lumière naturelle.

## Pré-requis techniques

La solution proposée peut être mise en place dans des locaux avec les caractéristiques suivantes :

- occupation de type bureaux ;
- espaces à usage intermittent lorsque le système est couplé avec une minuterie ou détecteur de présence ;
- accès à la lumière naturelle modéré, nécessitant un éclairage artificiel une partie de la journée ;
- luminaires dimmables.

## Point de vigilance technologique

Préférer des ballasts électroniques dimmables à une commande ON/OFF pour des raisons de confort visuel.

## Points de vigilance sur l'usage

La conception de ce type d'installation doit être pensée en accord avec l'occupant. En effet, la gestion automatique de l'éclairage peut être mal perçue par l'occupant. Une solution peut être de proposer l'extinction automatique mais qu'un contrôle manuel permette de rallumer le cas échéant ou alors la présence d'une lampe de bureau pour compenser dans le cas d'espaces plus grands.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

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 luminosité naturelle.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Des retours sur la dérive du fonctionnement du système doivent être pris en compte rapidement. Ce type de cellules demande à être nettoyé régulièrement.

## Exemples / coûts



Détecteur de luminosité / placé au plafond avec photocellule  
ALC

## Notions de temps de retour

La rentabilité d'un détecteur de présence dépend :

- du temps de coupure supplémentaire par rapport au fonctionnement normal ;
- de la puissance électrique gérée par un détecteur ;
- de la présence de ballasts électromagnétiques. Ceux-ci impliquent une forte diminution de la durée de vie des lampes avec le nombre d'allumages. Ceci peut être évité avec des ballasts électroniques.
- du coût du kWh : L'énergie économisée grâce au détecteur n'est pas facturée au prix pratiqué pendant les heures pleines, mais risque de se rapprocher de celui des heures creuses.

L'outil de calcul de rentabilité (excel) disponible sur [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be) (menu « Evaluer-> Eclairage -> Evaluer les bénéfices d'une rénovation -> Diminution des consommations électriques : calcul ») permet d'aller plus loin sur un projet précis.

<b>ACTION 01.d Mise en place d'une horloge</b>	<b>ECL 01.d</b>
Mode d'allumage et d'extinction	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Mise en place d'une horloge commandant l'éclairage en tout ou rien par zone ou pour l'ensemble du bâtiment. Ce système permet d'éteindre les luminaires en dehors des périodes d'occupation.

## Pré-requis techniques

La solution proposée peut être mise en place dans des locaux avec les caractéristiques suivantes :

- Inoccupation sur des horaires réguliers,
- Grands bureaux dans lesquels le gain sera plus conséquent,
- Absence de dispositif de type détection de présence / minuteriers sur toute la zone.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Dans les bureaux partagés, les occupants se sentent moins concernés par la gestion de l'éclairage général. Ceci justifie une coupure générale en dehors des plages horaires d'occupation.

Dans les petits bureaux, l'occupant est plus conscient de son rôle. Les systèmes automatiques auront donc moins d'impact.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Attention, la coupure automatique de l'ensemble de l'éclairage est dangereuse si elle plonge tout le bâtiment dans le noir alors que des personnes sont encore présentes. Une solution peut être une extinction graduelle par groupes de luminaires avec possibilité de relance.

Cette solution peut être couplée en termes d'horaires à la mise sous alarme du bâtiment.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

L'horaire peut intégrer le passage à un éclairage réduit pour les tâches d'entretien, par exemple la coupure de 2/3 des appareils.

## Exemples / coûts

Il est possible d'installer une minuterie ou horloge directement sur le tableau électrique.



Figure 7 Horloge numérique hebdomadaire (80-150€ TTC)



Figure 8 Horloge journalière (40-50€TTC)

Il existe des interrupteurs programmables qui s'éteignent à partir d'une certaine heure par exemple le soir (allumage manuel).

## Notions de temps de retour

Temps de retour rapide.

Outil de calcul de rentabilité (excel) disponible sur [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be) (menu « Evaluer-> Eclairage -> Evaluer les bénéfice d'une rénovation -> Diminution des consommations électriques : calcul »).

# ECLAIRAGE – COMMANDE DE L'ECLAIRAGE EXTERIEUR

Mode d'allumage et d'extinction

Espaces extérieurs

ECL

02

## Consommation impactée

Electricité pour l'éclairage.

## Contexte

L'éclairage, en particulier dans les bâtiments de bureaux, est un poste de consommation important. Les consommations d'éclairage en période d'inoccupation peuvent représenter plus de 30% des consommations totale d'éclairage<sup>3</sup> : une des causes de cette consommation est l'éclairage permanent, en particulier dans les espaces extérieurs. Des actions sur la gestion et les commandes de l'éclairage permettent de réduire ces consommations.

## Recommandation : choix des actions

Suivant la commande d'éclairage extérieur choisie, on peut observer jusqu'à un facteur 40 entre les consommations les plus faibles et les plus élevées.

En tertiaire, les plus faibles consommations d'éclairage extérieur sont obtenues avec une commande qui associe horloge et détecteur crépusculaire, à condition que l'horloge soit réglée uniquement sur les heures de présence.

Installés seuls, le détecteur de présence, le détecteur crépusculaire ou l'horloge génèrent toujours des consommations plus élevées :

- la commande avec détecteur de présence seul déclenche l'éclairage toute la journée dès qu'il y a un passage,
- la commande avec détecteur crépusculaire seul induit une consommation continue toute la nuit.

Par ailleurs, on évitera les détecteurs de présence avec des lampes à décharge (souvent installées en extérieur). En effet, après extinction des lampes, celles-ci nécessitent un certain temps avant de se refroidir. En cas de rallumage prématuré, le ballast va envoyer une tension élevée aux électrodes de la lampe. Cette tension ne suffira pas à allumer la lampe tant que celle-ci est chaude. Cette répétition va user la lampe et diminuer sa durée de vie.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur l'éclairage](#)

---

<sup>3</sup> Source : Capitalisation de 141 opérations de suivi de bâtiments performants : *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2017, Enseignements opérationnels tirés de 141 constructions et rénovation du programme PREBAT, Collection Connaissances Cerema 2018*

**ACTION 02.a Mise en place d'une horloge**

Mode d'allumage et d'extinction

Espaces extérieurs

ECL

02.a

**Description**

Mise en place d'une horloge commandant l'éclairage extérieur.

**Pré-requis techniques**

Espaces extérieurs éclairés.

Absence d'horloge ou de programmation de l'éclairage.

**Point de vigilance technologique**

Les lampes à décharge haute pression doivent être utilisées avec des cycles de 8 à 12 h de fonctionnement. Avec des cycles plus courts, la durée de vie des lampes diminue fortement. Pour des cycles de 3 heures, par exemple, la durée de vie des lampes chute à 50 %.

Ce système autorise le fonctionnement continu de la lumière extérieure sur la plage définie. Pour réduire les consommations aux seuls moments où l'éclairage est utile (variation du temps de jour sur l'année et de la présence ou non de personnes), il est recommandé d'associer ce dispositif à un interrupteur crépusculaire et/ou d'un dispositif de détection de présence.

**Points de vigilance sur l'usage**

Les plages de fonctionnement doivent être adaptées au besoin de la structure et des zones concernées (cheminements piétons, parcs de stationnement, entrée de bâtiment...)

Afin de limiter les consommations au strict nécessaire, la programmation doit être réalisée en fonction des jours d'ouverture du bâtiment (par ex : coupure le week-end), et des plages de fonctionnement (par ex : coupure la nuit entre 23 h et 5 h du matin), le cas échéant.

Il s'agira aussi de vérifier que l'éclairage de certaines zones ne doit pas être maintenu pour des raisons de sécurité.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

RAS.

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

S'assurer dans le temps que le système ne dérive pas.

## Exemples / coûts

Interrupteur crépusculaire programmable  
HAGER EE171 –

Prix indicatif : 437€TTC



## Notions de temps de retour

Rapide (règle de trois sur les durées de fonctionnement : la consommation est égale à la puissance de l'éclairage fois le temps d'utilisation. Si 16W sont installés et utilisés initialement pendant 24h, la consommation est de 384Wh. Si on réduit le temps d'utilisation à 10h, la nouvelle consommation est de 160 Wh soit un gain de 42%).

<b>ACTION 02.b Mise en place d'interrupteur crépusculaire</b>	<b>ECL 02.b</b>
Mode d'allumage et d'extinction	
Espaces extérieurs	

## Description

Mise en place d'interrupteur crépusculaire pour l'éclairage extérieur.

## Pré-requis techniques

Espaces extérieurs éclairés.

Absence d'interrupteur crépusculaire.

## Point de vigilance technologique

Les lampes à décharge haute pression doivent être utilisées avec des cycles de 8 à 12 h. Avec des cycles plus courts, la durée de vie des lampes diminue fortement. Pour des cycles de 3 heures, par exemple, la durée de vie des lampes chute à 50 %.

La sonde crépusculaire fonctionne de par sa sensibilité à la lumière. Son emplacement doit être optimisé pour ne recevoir que de la lumière naturelle.

Il est recommandé d'associer ce dispositif de commande à une horloge programmable qui permettra de déterminer les jours de fonctionnement (par ex : coupure le week-end), et des plages de fonctionnement (par ex : coupure la nuit entre 23 h et 5 h du matin), le cas échéant. Il peut aussi être associé à un détecteur de présence afin de maximiser le gain.

## Points de vigilance sur l'usage

Il s'agira de vérifier que l'éclairage de certaines zones ne doit pas être maintenu pour des raisons de sécurité.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Le seuil d'allumage et les plages de fonctionnement adaptés au besoin de la structure et des zones concernées (cheminements piétons, parcs de stationnement, entrée de bâtiment...) doivent être définis pour limiter les consommations au strict nécessaire.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

S'assurer dans le temps que la sonde ne s'encrasse pas et devienne moins performante.

## Exemples / coûts

Figure 2 :  
Interrupteur crépusculaire programmable  
HAGER EE171 –  
Prix indicatif : 437€TTC



## Notions de temps de retour

Rapide (règle de trois sur les durées de fonctionnement par rapport à un éclairage allumé en continu sur une période plus longue : la consommation est égale à la puissance de l'éclairage fois le temps d'utilisation. Si 16W sont installés et utilisés initialement pendant 24h, la consommation est de 384Wh. Si on réduit le temps d'utilisation à 10h, la nouvelle consommation est de 160 Wh soit un gain de 42%).

## **ACTION 02.c Mise en place de détecteurs de présence**

Mode d'allumage et d'extinction

Espaces extérieurs

**ECL**

**02.c**

### **Description**

Mise en place de détecteurs de présence.

### **Pré-requis techniques**

Espaces extérieurs éclairés.

Absence de détections de présence.

### **Point de vigilance technologique**

Les lampes à décharge haute pression doivent être utilisées avec des cycles de 8 à 12 h. Avec des cycles plus courts, la durée de vie des lampes diminue fortement. Pour des cycles de 3 heures, par exemple, la durée de vie des lampes chute à 50 %.

Il est recommandé d'associer ce dispositif de commande à une horloge programmable qui permettra de déterminer les jours de fonctionnement (par ex : coupure le week-end), et des plages de fonctionnement (par ex : coupure la nuit entre 23 h et 5 h du matin), le cas échéant. Il peut aussi être associé à un détecteur crépusculaire afin de maximiser le gain.

### **Points de vigilance sur l'usage**

Il s'agira de vérifier que l'éclairage de certaines zones ne doit pas être maintenu pour des raisons de sécurité.

### **Points de vigilance sur la mise en œuvre**

Le nombre et l'emplacement des sondes de détection de présence doivent être réfléchis en amont de l'installation du système. L'ensemble des zones à éclairer doivent être couvertes par le système.

### **Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

S'assurer dans le temps que les sondes sont toujours opérationnelles.

### **Exemples / coûts**



Détecteur de mouvements LEGRAND  
toutes lampes 2 fils avec dérogation  
Prix indicatifs : 60 € TTC

## Notions de temps de retour

Rapide (règle de trois sur les durées de fonctionnement par rapport à un fonctionnement continu de l'éclairage la nuit : la consommation est égale à la puissance de l'éclairage fois le temps d'utilisation. Si 16W sont installés et utilisés initialement pendant 24h, la consommation est de 384Wh. Si on réduit le temps d'utilisation à 10h, la nouvelle consommation est de 160 Wh soit un gain de 42%).

# ECLAIRAGE – AMELIORATION

Rénovation de l'éclairage

Ensemble du bâtiment

ECL  
03

## Consommation impactée

Electricité pour l'éclairage.

## Contexte

Le système d'éclairage dans son ensemble a un impact sur les consommations d'électricité. Outre les mesures pouvant être mises en place sur le système de commande (voir les fiches actions associées), il est possible d'agir sur les luminaires eux-mêmes (lampes, ballast ou drivers, optiques, réflecteur, ...).

## Recommandation : choix des actions

Plusieurs actions sont envisageables sur les luminaires :

- Remplacement des ballasts électromagnétiques en fin de vie par des ballasts électroniques plus performants. Cette action peut être l'occasion de modifier la commande et de passer sur une gestion de l'intensité lumineuse en installant des ballast dimmables. ;
- Action de « retrofit » qui permet d'améliorer le rendement lumineux ;
- Relamping LED qui peut être associé à la réduction du nombre de points lumineux.

Ces différentes actions peuvent être menées soit de manière globale sur l'ensemble du bâtiment soit au coup par coup au fur et à mesure des remplacements.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur l'éclairage](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 03.a Remplacement des ballasts</b>	<b>ECL 03.a</b>
Amélioration des luminaires	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Remplacement des ballasts magnétiques par des ballasts électroniques pouvant être choisis dimmables. Cette action, en particulier dans les bureaux, peut être accompagnée d'un système de gestion simple de gradation en fonction de la lumière du jour pour augmenter le gain énergétique (voir la fiche action associée en particulier pour les points de vigilance).

## Pré-requis techniques

L'installation de ballasts dimmables n'est pas utile dans les espaces n'ayant pas accès à l'éclairage naturel sauf si pour un usage précis, un besoin de variation de l'intensité lumineuse est présent.

## Point de vigilance technologique

Choisir des ballasts électroniques à préchauffage dès que l'installation est susceptible d'être allumée et éteinte plus de 2 fois par jour.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemples / coûts

Ballast électronique non posé de 10 à 70€ TTC en fonction du nombre d'éléments dans le luminaire et du type (tube fluo ou LED).

## Notions de temps de retour

Cette action présente un faible temps de retour sur investissement si les ballasts changés sont anciens. En effet, leur remplacement nécessite une main d'œuvre importante : pose et dépose des luminaires, démontage des ballasts, modification du câblage interne et placement du nouveau ballast. L'équipement en lui-même est peu coûteux en particulier si la commande est passée pour une grosse quantité.

Si les ballasts existants sont électromagnétiques, l'économie d'énergie réalisée est d'environ 20 % par leur simple remplacement.

Toutefois si les optiques et des lampes sont déjà performantes, le remplacement est peu rentable.

Ce lien permet d'aider au calcul : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=19073>

<b>ACTION 03.b « Retrofit » Amélioration du rendement lumineux</b>	<b>ECL 03.b</b>
Amélioration	
Ensemble du bâtiment mais plus particulièrement bureaux et salles de réunion	

## Description

L'amélioration du rendement lumineux des luminaires existant peut être obtenue en remplaçant l'optique, les ventelles et le ballast (voir fiche action spécifique au ballast).

Cette action consiste à incorporer un dispositif comprenant une optique à miroir, des ventelles paraboliques et un ballast électronique. Le dispositif est préassemblé et il suffit de le raccorder dans le boîtier existant.

L'amélioration du rendement est aussi assurée par un nettoyage complet et régulier des luminaires.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

Le seul remplacement des optiques ne diminue pas les consommations mais améliore le confort visuel. L'amélioration du rendement des luminaires doit donc être accompagnée de la diminution de la puissance totale des lampes (suppression de lampes, diminution de la puissance des lampes).

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Cette opération ne demande pas de modification des plafonds, ni de la commande, ni parfois de démontage des luminaires.

Elle peut donc se faire rapidement, sans interruption significative des activités. Dans les cas idéaux, un travail de 5 minutes est nécessaire par luminaire.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

L'inconvénient de cette rénovation est le maintien de l'emplacement des luminaires, qui peut ne pas être optimum ou ne plus convenir à l'occupation des locaux.

L'entretien fréquent des luminaires.

## Exemples / coûts

Exemple issu du site energie + : avant / après

<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10553>



## Notions de temps de retour

Le temps de retour sur investissement dépendra de la réduction de la puissance des luminaires en place après les travaux et de la réduction de leur nombre.

<b>ACTION 03.c Suppression de lampes</b>	<b>ECL</b> <b>03.c</b>
Amélioration	
Bureaux, salle de réunion	

## Description

Suppression de certaines lampes ou luminaires lorsque les éclairagements légaux sont largement dépassés (peut aller jusqu'à 1 tube sur 4) ou diminution de la puissance des lampes.

Cette action est souvent menée conjointement avec les actions de « retrofit » et de relamping.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Une réflexion sur l'emplacement final des luminaires doit être menée en amont pour convenir à l'occupation des locaux et continuer à respecter les obligations réglementaires en terme d'éclairage.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Lorsque l'on supprime des lampes dans un luminaire, il faut prévoir un dispositif (morceaux de tôle, panneaux semblables au faux plafond, ...) pour refermer l'espace laissé libre par la nouvelle optique plus petite.

Cette situation survient également si on diminue la puissance des lampes, puisque les nouvelles lampes auront des dimensions moindres.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemples / coûts

Cette solution requiert uniquement l'intervention d'un technicien pour la suppression des luminaires. Une analyse préalable peut être envisagée.

## Notions de temps de retour

Très rapide.

<b>ACTION 03.d Relamping</b>	<b>ECL 03.d</b>
Amélioration	
Ensemble du bâtiment intérieur et extérieur	

## Description

Lors d'une campagne globale de rénovation de l'éclairage d'un bâtiment ou de remplacement de luminaires en fin de vie, les luminaires actuels peuvent être remplacés par des luminaires LED ou alors par des tubes néons T8 voire T5.

Cette action peut conduire, en particulier lors du passage en LED, à réduire le nombre de luminaires dans des espaces donnés tout en respectant les obligations d'éclairage.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

Concernant les tubes, plusieurs paramètres sont à prendre en compte. Les tubes T8 ont un maximum d'efficacité à 25°C, ce qui ne correspond pas forcément à leur température d'utilisation à l'intérieur d'un luminaire (surtout à l'intérieur de luminaires étanches). Ils ont été conçus pour un fonctionnement avec un ballast magnétique et sont adaptés également pour les ballasts électroniques. La gradation électronique est possible et largement utilisée.

Les tubes T5 ont un maximum d'efficacité à 35°C, ce qui correspond mieux à la réalité (mais attention aux cas particuliers où la température peut monter sensiblement comme à l'intérieur de luminaires étanches). Ces tubes ont été conçus pour des ballasts électroniques uniquement (pas de ballast magnétique possible pour les puissances supérieures ou égales à 14W) et reprennent à peu près les dimensions des tubes T8.

Le changement des tubes qu'ils soient toujours néon ou alors qu'ils soient LED n'implique pas automatiquement le changement complet du luminaire. Il existe aujourd'hui des systèmes qui permettent d'adapter les nouveaux tubes sur les anciens luminaires.

Concernant les LED, une attention particulière doit être portée sur le rendu de la lumière pour privilégier un rendu chaud. Le type de luminaire en particulier lorsque ce dernier n'est pas changé, peut avoir un impact sur l'éblouissement.

Respect des réglementations :

L'intervention sur les luminaires et en particulier leur remplacement doit être en cohérence avec les exigences de la réglementation thermique pour les bâtiments existants en vigueur.

Le respect des critères d'éligibilité aux certificats d'économie d'énergie, plus ambitieux que les niveaux minimums de la réglementation, pourra être recherché lorsque cela est possible.

Lors de la suppression des luminaires, il faudra s'assurer que les éclairagements obligatoires sont respectés (Article R4223-4 du code du travail, mesure au niveau du plan de travail ou du sol).

Locaux affectés au travail et leur dépendance	Valeurs minimales d'éclairément
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux

Espaces extérieurs	Valeurs minimales d'éclairément
Zones et voies de circulation extérieures	10 lux
Espaces extérieurs où sont effectués des travaux à caractère permanent	40 lux

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemples / coûts



Les coûts sont très dépendants du nombre de luminaires remplacés pouvant aller de 40 à 80€ TTC le luminaire.

## Notions de temps de retour

Rapide.

# EAU CHAUDE SANITAIRE - PRODUCTION

Réduire les pertes de production et de distribution

Tout le bâtiment

ECS

01

## Consommations impactées

Energie pour la production d'eau chaude sanitaire.

## Contexte

La consommation d'eau chaude sanitaire n'est pas toujours anecdotique dans les bâtiments tertiaires. Pour certaines installations, la production d'ECS est centralisée et présente un bouclage maintenu en température en continu. Ce type d'installation est très déperditif, d'autant si les besoins sont faibles. Certains ballons très anciens sont peu ou mal isolés, ce qui engendre d'autres déperditions.

## Recommandation : choix des actions

Plusieurs actions peuvent être envisagées pour réduire les pertes :

- Isoler ou améliorer l'isolation des conduites d'eau chaude sanitaire aussi bien dans les espaces non chauffés que chauffés ;
- Isoler le ballon de stockage ;
- Décentraliser la production d'eau chaude de la production de chauffage pour placer la production d'ECS au plus près des points de puisage.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur l'ECS](#)

<b>ACTION 01.a Isolation des conduites d'ECS</b>	<b>ECS 01.a</b>
Remplacement ou mise en place d'isolant sur l'ensemble du réseau ECS	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Isolation des conduites d'ECS sur l'ensemble du réseau y compris les vannes et les circulateurs. Cette action est essentielle en particulier dans le cas d'un réseau bouclé.

## Pré-requis techniques

Les conduites doivent être accessibles et l'espace suffisant pour isoler.

Avant toute intervention sur les conduites d'eau, il faut s'assurer de l'absence de fuites ou de défauts sur les conduites.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérification de l'état de l'isolant régulièrement par exemple aux périodes d'entretien.

## Exemples / coûts



Pour un mètre linéaire de coquilles en caoutchouc DN50 : Environ 20 € HT pose incluse

Pour un mètre linéaire de laine de verre (30 mm) avec bande de plâtre en DN50 : 40€ HT pose incluse.

Pour un mètre linéaire de laine de verre (30mm) avec coque en acier en DN50 : 50€ HT pose incluse.

## Notions de temps de retour

2 à 3 ans.

<b>ACTION 01.b Isolation des ballons de stockage</b>	<b>ECS 01.b</b>
Remplacement ou mise en place d'isolant sur les ballons de stockage	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Isolation ou amélioration de l'isolation des ballons de stockage pour l'ECS par des jaquettes isolantes.

## Pré-requis techniques

Les ballons doivent être accessibles et l'espace suffisant pour isoler.

Avant toute intervention, il faut s'assurer de l'absence de fuites ou de défauts sur les conduites.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérification de l'état de l'isolant régulièrement par exemple aux périodes d'entretien.

## Exemples / coûts



Environ 200€ TTC.

## Notions de temps de retour

2 à 3 ans.

**ACTION 01.c Décentralisation de la production d'ECS**

Placer la production au plus près des points de puisage

Ensemble du bâtiment

**ECS  
01.c****Description**

Lors de la réfection d'une chaufferie avec remplacement de la chaudière, si cette dernière produisait à la fois le chauffage et l'eau chaude sanitaire, il est intéressant de la remplacer par une chaudière de plus petite puissance pour ne produire que le chauffage et de mettre en place un ou plusieurs ballons électriques au plus près du puisage (sanitaires, cuisines).

Peuvent être installés des ballons électriques ou alors des unités de production d'ECS instantanée électriques.

**Pré-requis techniques**

RAS.

**Point de vigilance technologique**

Il existe différentes technologies de production de l'ECS au point de puisage :

- Production avec stockage : il s'agit des ballons types « cumulus » qui stockent l'eau chaude et chauffent cette eau à des horaires précis (par exemple la nuit) ou maintiennent la température en continu ;
- Production instantanée de l'ECS avec micro-stockage. Cette solution est la plus économique en terme d'énergie car seule la quantité d'eau puisée est chauffée et l'absence de stockage réduit les pertes.

**Points de vigilance sur l'usage**

RAS.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

RAS.

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

Prévoir la maintenance des chauffe-eaux électriques.

**Exemples / coûts**



Entre 100 et 300€ TTC (sans les travaux de plomberie) en fonction du nombre de litres stockés.

## Notions de temps de retour

3 à 5 ans.

<b>ACTION 01.d Limiter les consommations d'ECS au point de puisage</b>	<b>ECS 01.c</b>
limiter le puisage d'ECS	
Ensemble du bâtiment	

## Description

La baisse des consommations d'eau chaude est possible en limitant les quantités d'eau puisées par les utilisateurs. Plusieurs dispositifs existent et certains peuvent être cumulés :

- Les aérateurs ou mousseurs : ce sont des embouts placés à l'extrémité des robinets existants, ils diminuent le débit d'eau puisé. Il existe plusieurs gammes de débits.
- Les détecteurs infrarouge : intégrés à la robinetterie, ils activent l'écoulement d'eau uniquement lorsque l'utilisateur approche ses mains.
- Les commandes temporisées, qui font couler l'eau sur une faible durée après actionnement par l'utilisateur

Ces dispositifs contribuent à la baisse de la consommation d'eau, mais peuvent également générer des économies d'énergie si les points de tirage proposent de l'eau chaude.

## Pré-requis techniques

Pour la pose de mousseurs, s'assurer que les robinets existants sont compatibles.

## Point de vigilance technologique

RAS

## Points de vigilance sur l'usage

Les caractéristiques de ces équipements doivent être choisies avec précaution en fonction de l'usage du point de puisage.

Un débit trop faible ou une durée d'écoulement trop brève peut amener les utilisateurs à faire couler l'eau plus longtemps.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Pour les robinets à infrarouge, penser à changer la pile.

## Exemples / coûts



*Mousseurs*



Source : Presto

*Mitigeur temporisé*



Source : Presto

*Mitigeur à détection infrarouge*

Coût d'un mousseur : entre 1 et 5€ selon les modèles.

Robinets à débit temporisé : à partir de 40€, variable selon les modèles

## Notions de temps de retour

Le temps de retour sur investissement d'un mousseur est généralement inférieur à un an.

Le temps de retour sur investissement des autres dispositifs est bien supérieur, car il nécessite un changement de la robinetterie. Il dépend notamment de l'intensité de l'usage.

<b>ACTION 01.e Limiter la température de chauffage de l'eau chaude sanitaire</b>	<b>ECS 01.e</b>
Optimiser la température de production de l'ECS	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Si la capacité de production d'ECS est supérieure au besoin, il est possible de baisser la température de production. Cet abaissement doit cependant respecter des règles pour prévenir le risque de développement de légionnelles.

Les règles à respecter sont définies par l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.

Il y est précisé que :

- lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible, et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres ;
- lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage, doit :
  - être en permanence à une température supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements ;
  - ou être portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures, (2 minutes à 70°C, 4 minutes à 65°C, 60 minutes à 65°C)

## Pré-requis techniques

La baisse de la température de production en dessous de 55°C nécessite de disposer d'équipements permettant une montée en température temporaire automatisée.

## Point de vigilance technologique

Sans objet

## Points de vigilance sur l'usage

Dans le cas de ballons de stockage dont le chauffage se fait sur des plages temporelles réduites (par exemple la nuit), s'assurer au préalable que la baisse de température n'entraînera pas un épuisement total de l'eau chaude avant le cycle de remise en chauffe.

En cas de remontée temporaire de température, s'assurer que le système est prévu pour éviter les brûlures au point de puisage.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Sans objet

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Vérifier régulièrement les réglages pour s'assurer du respect de l'arrêté du 30 novembre 2005.

## Exemples / coûts

Coût nul

## Notions de temps de retour

Sans objet, l'action est rentable immédiatement.

# EQUIPEMENTS IMMOBILIERS

## Autres équipements immobilier

Eclairage de sécurité, ascenseurs

EQU  
IMM  
01

## Consommation impactée

Electricité pour la consommation immobilière autres qu'éclairage et auxiliaires chaud/froid/ventilation.

## Contexte

Dans les bâtiments tertiaires, certains équipements immobiliers présentent des consommations importantes, consommations qui pourraient facilement être limitées voire annulées en particulier en dehors des périodes d'occupation.

Cette consommation présente une part de plus en plus importante dans la consommation totale des bâtiments, part d'autant plus marquée dans les bâtiments performants.

Cette fiche s'intéresse à deux équipements : les blocs autonomes d'éclairage de sécurité et les ascenseurs.

D'un BAES à l'autre, des mesures ont montré qu'un facteur 8 de consommation pouvait être relevé.

La consommation des ascenseurs est liée à leur veille et à l'éclairage qui souvent fonctionnent en continu. La consommation des ascenseurs est souvent plus élevée pendant les périodes où ils ne fonctionnent pas par rapport à la consommation en fonctionnement.

## Recommandation : choix des actions

Concernant les BAES, il n'est pas possible de réduire leur consommation par des actions de régulation. Mais il s'avère que le choix de la technologie peut avoir un impact sur la consommation.

Concernant les ascenseurs, des actions peuvent être menées sur la régulation et le type de leur éclairage et sur la gestion de la veille.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur les équipements immobiliers](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 01.a Remplacement des BAES</b>	<b>EQU IMM 01.a</b>
Amélioration équipements immobilier	
Espaces intérieurs	

## Description

Remplacement des BAES pour des BAES moins consommatrices fonctionnant avec des LED.

## Pré-requis techniques

RAS.

## Point de vigilance technologique

Les puissances unitaires des BAES peuvent varier de 0,6 à 4,8 W/équipement : on choisira donc des BAES avec une puissance unitaire inférieure à 1 W.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Notions de temps de retour

L'éclairage étant permanent, il suffit de faire une règle de trois sur la diminution en puissance : la consommation est égale à la puissance de l'éclairage fois le temps d'utilisation. Si 16W sont installés et utilisés initialement pendant 24h, la consommation est de 384Wh. Si on réduit le temps d'utilisation à 10h, la nouvelle consommation est de 160 Wh soit un gain de 42%.

<b>ACTION 01.b Optimisation de l'éclairage de l'ascenseur</b>	<b>EQU IMM 01.b</b>
Amélioration équipements immobilier	
Espaces intérieurs	

## Description

Eclairage et veille des ascenseurs à optimiser:

- Eclairage à asservir à l'utilisation d'une temporisation de maximum 30 minutes ;
- Puissance d'éclairage à limiter : pour assurer le niveau d'éclairage d'une cabine d'ascenseur de grande taille<sup>4</sup>, une installation de tubes fluorescents de 30 W ou de LEDS de 25 W peut suffire ;
- Panneau de contrôle très consommateur à remplacer (peut atteindre 215W).

## Pré-requis techniques

La consommation des ascenseurs varie principalement en fonction de la puissance de veille. Cette dernière n'est pas corrélée à l'année d'installation de l'ascenseur, mais au choix de régulation et de panneau de contrôle réalisé lors de la conception.

La puissance de veille dépend :

- de l'éclairage de la cabine (permanent dans plus de 50 % des cas, avec une puissance installée souvent surdimensionnée) ;
- et du contrôle commande de la cabine.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

La mise en place d'escaliers agréables peut permettre une utilisation limitée des ascenseurs par les usagers et diminuer les consommations afférentes au trafic.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Notions de temps de retour

<sup>4</sup> D'après la norme EN 81-20, 100 lx pour une cabine d'ascenseur de type 3 (cabine de 2 m x1,4 m).

Le temps de retour sur l'éclairage peut être calculé au cas par cas par une règle de trois lorsque l'éclairage est initialement permanent : la consommation est égale à la puissance de l'éclairage fois le temps d'utilisation. Si 16W sont installés et utilisés initialement pendant 24h, la consommation est de 384Wh. Si on réduit le temps d'utilisation à 10h, la nouvelle consommation est de 160 Wh soit un gain de 42%.

# EQUIPEMENTS MOBILIERS

<b>Equipement mobilier</b>	<b>EQU. MOB 01</b>
Ensemble du bâtiment	

## Consommations impactées

Electricité.

## Contexte

Dans les bâtiments tertiaires et principalement les bâtiments de bureaux, de nombreux équipements mobiliers peuvent être arrêtés pendant les heures d'inoccupation du bâtiment. La consommation pendant les périodes d'inoccupation peut représenter plus que pendant les périodes d'occupation.

Pour les copieurs, ils possèdent souvent plusieurs modes de fonctionnement :

- Mode impression ;
- Mode « faible consommation » : l'imprimante ne se met pas en veille mais est en attente d'une impression ;
- Mode veille.

Dans certains cas, les temps d'attente avant le passage en mode « faible consommation » et en mode « veille » sont longs. La consommation de l'imprimante en est d'autant plus impactée.

Toutes ces consommations peuvent être réduites ou évitées.

## Recommandation : choix des actions

Le paramétrage des temps d'attente entre chaque mode doit être repris pour limiter les consommations.

Des équipements de coupure peuvent être installés pour arrêter les imprimantes, ordinateurs et autres équipements mobiliers pendant les heures d'inoccupation.

## Pour aller plus loin : bibliographie

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur les équipements mobiliers](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 01.a Paramétrage du fonctionnement de l'imprimante</b>	<b>EQU. MOB 01.a</b>
Modification des temps d'attente entre les différents modes	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Les temps d'attente entre les différents modes de fonctionnement d'une imprimante (en particulier pour passer aux modes économie d'énergie) doivent être paramétrés de façon à réduire la consommation d'énergie de l'imprimante.

## Pré-requis techniques

Avoir accès aux paramétrages de l'imprimante ou en faire la demande au service technique qui assure la maintenance des imprimantes.

## Point de vigilance technologique

RAS.

## Points de vigilance sur l'usage

Les temps d'attente entre chaque mode de fonctionnement peuvent selon les modèles des machines être réduits voire annuler. Après une mise en veille, l'imprimante peut mettre un certain temps à se relancer, ce qui peut bloquer les personnes dans leur travail. Il faut donc trouver un compromis entre réduction des consommations et service rendu.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemples / coûts

Cette action ne demande pas d'achats de matériel ni de prestation extérieure.

Une analyse rapide du fonctionnement de l'imprimante peut être utile (par exemple installation d'un wattmètre pendant une semaine puis analyse rapide des données)

## Notions de temps de retour

Inférieur à 1 an.

<b>ACTION 01.b Arrêter les équipements électriques pendant les heures d'inoccupation</b>	<b>EQU. MOB 01.b</b>
Installation d'équipement de coupure	
Ensemble du bâtiment	

## Description

Mise en place d'équipement de coupure type prise programme ou coupe générale de plateau pour arrêter les équipements électriques qui peuvent l'être afin d'annuler leur consommation en dehors des périodes d'occupation du bâtiment.

Il s'agit d'équipements qui coupent l'arrivée du courant à la machine.

Les équipements concernés peuvent être les imprimantes, les ordinateurs ou tout équipement qui puisse être arrêté la nuit sans que cela n'entraîne de problématique (calculs en cours la nuit, chaîne du froid, ...)

## Pré-requis techniques

En fonction des équipements, s'assurer auprès du constructeur, du technicien de maintenance ou encore de l'utilisateur que l'équipement peut être éteint la nuit ou encore le week-end.

Sinon prévoir en amont un paramétrage des temps de mises à jour et de suppression des listes d'impression.

Ces informations permettront d'affiner le temps d'arrêt des machines.

## Point de vigilance technologique

Il existe différentes solutions pour la coupure du courant sur tout ou partie des prises :

- des prises mécaniques ou numériques qui s'installent sur chacun des équipements. Ces dernières permettent de définir des programmes hebdomadaires et non pas seulement journaliers. Le gain sera plus important ;
- des clés de coupures générales (par exemple par plateau de bureaux) qui coupent l'arrivée du courant aux prises (sauf certaines prises placées sur un circuit indépendant)

Des systèmes connectés existent aussi mais leur prix peut être trop élevé pour être rentable.

Pour les postes informatiques, il est aussi possible de prévoir une mise en veille ou arrêt automatique via le réseau informatique.

## Points de vigilance sur l'usage

Il faut en amont bien définir les horaires de fonctionnement des équipements, le besoin de garder certains équipements allumés la nuit (calculs en cours sur des ordinateurs, chaîne du froid, ...)

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

RAS.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemples / coûts



Coût entre 8€ et 15€ TTC (prix issu des grandes surfaces de bricolage hors prise connectée)

Si la clé de coupure n'existe pas encore, le coût peut être élevé car il s'agit de revoir le réseau électrique.

## Notions de temps de retour

3 à 5 ans.

Nul s'il s'agit d'un paramétrage

# ENVELOPPE - ISOLATION

## Amélioration de l'isolation

Cage d'ascenseur, combles, façades, plancher bas

ENV  
01

## Consommation impactée

Consommation de chauffage ou climatisation.

## Contexte

Plusieurs éléments du bâtiment sont très déperditifs comme la toiture. Seule leur isolation peut permettre de réduire les pertes de chaleur en hiver et protéger contre la chaleur en été.

## Recommandation : choix des actions

Plusieurs éléments du bâtiment peuvent être isolés pour réduire les consommations comme les combles ou toitures, les planchers bas en particulier sur les espaces non chauffés, les cages d'ascenseurs et les murs extérieurs.

Les temps de retour d'action d'isolation peuvent être faibles :

- Si l'investissement est faible comme pour l'isolation de la cage d'ascenseur, l'isolation des combles non aménagés et l'isolation en sous-face du plancher bas (garage), car le temps de main d'œuvre est faible ;
- S'ils sont associés à d'autres travaux qui s'imposent : réfection de la toiture, des sols ou ravalement de façades, ce qui limite le surcoût lié à la main d'œuvre.

## Pour aller plus loin : bibliographie

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-travaux-renovation-logement-reglementation-thermique.pdf>

[Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie PREBAT - 2012-2019](#)

[Livret Agir sur les parois opaques](#)

Site internet « Outil d'aide à la décision en efficacité énergétique des bâtiments tertiaires » [energie +](#)

<b>ACTION 01.a Isolation d'une partie de la cage d'ascenseur</b>	<b>ENV 01.a</b>
Amélioration de l'isolation	
Cage d'ascenseur	

## Description

Isoler les parois du pied et du sommet de la gaine d'ascenseur (ou du local des machines si existant).  
Isoler le pied de la gaine d'ascenseur réduit les ponts thermiques et, par conséquent, les déperditions thermiques. Les gaines d'ascenseur et leurs espaces annexes rompent la continuité du volume chauffé de l'immeuble par leur mise en communication thermique directe avec des locaux non chauffés ou l'extérieur.

## Pré-requis techniques

Bâtiment comportant un ascenseur dont le pied et/ou le sommet de la cage sont accessibles.

## Point de vigilance technologique

Les isolants mis en place doivent être choisis en regard de la sécurité incendie.

## Points de vigilance sur l'usage

RAS.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Dans le cas du remplacement d'une isolation déjà existante, il faut faire attention à la présence éventuelle d'amiante. Dans le cas d'un désamiantage nécessaire, l'investissement sera plus important.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemple / Coûts

Isolation par 18 cm de laine minérale : 20€ HT/m<sup>2</sup> pose comprise.

## Notions de temps de retour

Temps de retour rapide : modification et mise en place assez simple, très peu d'investissement.

<b>ACTION 01.b Isolation des combles perdus</b>	ENV 01.b
Amélioration de l'isolation	
Combles	

## Description

En hiver, les déperditions par la toiture sont très importantes. L'isolation des combles perdus permet de réduire la consommation de chauffage. La toiture étant aussi la surface du bâtiment la plus exposée aux rayons du soleil, il est particulièrement avantageux de l'isoler pour le confort d'été.

Isolation des combles perdus avec par exemple 30cm de laine de roche en vrac ou déroulée, ou bien complément d'isolation : déroulé d'une couche supplémentaire.

## Pré-requis techniques

Bâtiment comportant des combles perdus non ou faiblement isolés (<20cm), ou isolation ancienne (>20ans).

## Point de vigilance technologique

L'isolant mis en œuvre doit être cohérent avec la sécurité incendie.

La valeur finale de la résistance (R en m<sup>2</sup>.K/W) doit respecter *a minima* les valeurs cibles de la réglementation thermique (Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants).

Le respect des critères d'éligibilité aux certificats d'économie d'énergie, plus ambitieux que les niveaux minimums de la réglementation, pourra être recherché lorsque cela est possible.

L'inertie thermique de l'isolant est également à prendre en compte (notamment pour le confort d'été et les stratégies de ventilation nocturne). Elle permet à la fois d'amortir les variations de la température intérieure, mais également de déphaser cette variation, en transmettant ou en restituant la chaleur stockée avec un décalage dans le temps.

Les isolants biosourcés apportent un plus grand déphasage thermique. Ils sont donc plus intéressants.

## Points de vigilance sur l'usage

L'inertie générée par l'isolation, qui est un atout lorsqu'une stratégie de rafraîchissement passif est mise en œuvre (protections extérieures, surventilation nocturne, limitation des apports internes, ...), va jouer contre le retour à la normale si aucune action n'est mise en place pour limiter les surchauffes.

## Points de vigilance sur la mise en œuvre

Des bonnes pratiques de mise en œuvre doivent être suivies afin que les résultats escomptés soient au rendez-vous, en particulier le suivi des DTU.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Une vérification ponctuelle de l'état de l'isolant en particulier l'apparition de moisissures est à prévoir.

## Exemple / Coûts

Isolation des combles perdus par soufflage de laine minérale (30 cm d'isolant) : 40€ HT/m<sup>2</sup> pose incluse.

Isolation des combles perdus par panneaux de laine déroulées (30 cm d'isolant) : 25€ HT/m<sup>2</sup> pose incluse.

Isolation des combles perdus par panneaux de laine de bois (inertie thermique plus forte - 35 cm d'isolant) : 35 à 45€ HT/m<sup>2</sup> pose incluse.

## Notions de temps de retour

Temps de retour rapide : assez simple en mise en œuvre.

## ACTION 01.c Isolation de la toiture / murs en cas de réfection

Amélioration de l'isolation

Toiture / murs extérieurs

ENV  
01.c

### Description

En hiver, les déperditions par la toiture sont très importantes. L'isolation des combles perdus permet de réduire la consommation de chauffage. La toiture étant aussi la surface du bâtiment la plus exposée aux rayons du soleil, il est particulièrement avantageux de l'isoler pour le confort d'été.

Isolation de toiture terrasse en cas de réfection avec par exemple la mise en œuvre de 12 à 20 cm de laine de roche en dessous de l'étanchéité.

Isolation des murs extérieurs avec par exemple la mise en œuvre d'une isolation extérieure en PSE 10 à 15 cm recouverte d'un crépi.

### Pré-requis techniques

Cette action est coûteuse en particulier en terme de main d'œuvre et d'équipement de sécurité à mettre en œuvre (échafaudage). Elle peut en revanche être mise en place en cas de réfection : ravalement de façade ou réfection de toiture (étanchéité).

Dans le cas de l'isolation de la toiture, un calcul de descente de charge peut être à réaliser afin de s'assurer que la structure porteuse supportera un poids supplémentaire (poids uniformément réparti).

### Point de vigilance technologique

La valeur finale de la résistance (R en m<sup>2</sup>.K/W) doit respecter *a minima* les valeurs cibles de la réglementation thermique existante (Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants)

Le respect des critères d'éligibilité aux certificats d'économie d'énergie, plus ambitieux que les niveaux minimums de la réglementation, pourra être recherché lorsque cela est possible.

Dans le cas de toitures terrasses disposant d'un bon ensoleillement ayant donc un potentiel d'installation de panneaux photovoltaïques, les travaux d'isolation devront être compatibles avec la pose future des panneaux. Le complexe "isolant-étanchéité-revêtement" devra avoir à minima une résistance au poinçonnement de classe 3 et une classe de compressibilité de niveau C.

### Points de vigilance sur l'usage

L'inertie générée par l'isolation, qui est un atout lorsqu'une stratégie de rafraîchissement passif est mise en œuvre (protections extérieures, surventilation nocturne, limitation des apports internes, ...), va jouer contre le retour à la normale si aucune action n'est mise en place pour limiter les surchauffes.

### Points de vigilance sur la mise en œuvre

Des bonnes pratiques de mise en œuvre doivent être suivies afin que les résultats escomptés soient au rendez-vous, en particulier le suivi des DTU.

Dans le cas de la rénovation, il existe des guides accompagnant la démarche issue du programme PACTE :

<https://www.programmepacte.fr/catalogue>

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS.

## Exemple / Coûts

Isolation extérieure des murs par 12 cm de laine de roche : 65€ HT/m<sup>2</sup> pose comprise.

Isolation de la toiture pour combles aménageables par 18 cm de laine minérale : 20€ HT/m<sup>2</sup> pose comprise.

## Notions de temps de retour

Temps de retour inférieur à 10 ans si l'on ne considère que le surcoût lié à l'isolation en cas de travaux de réfection prévus.

Dans certains cas où les consommations de chauffage sont très élevées et dans le cas d'une architecture simple, le temps de retour sur investissement de la mise en œuvre d'isolation par l'extérieur des murs peut être faible.

**ACTION 01.d Isolation du plancher bas en sous-face**

Amélioration de l'isolation

Plancher bas

ENV  
01.d**Description**

Isolation en sous-face des planchers bas sur espaces non chauffés comme les garages. Cette isolation peut être réalisée par projection de laine minérale, solution la plus efficace car elle permet de supprimer les ponts thermiques intégrés ou par mise en œuvre de panneaux sous dalle.

**Pré-requis techniques**

Avant de lancer des travaux d'isolation en sous face, il est important de s'assurer du bon état du plancher et des conduites qui pourraient être prises dans l'isolation (fuites, ...)

**Point de vigilance technologique**

La valeur finale de la résistance (R en m<sup>2</sup>.K/W) doit respecter a minima les valeurs cibles de la réglementation thermique existante (Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants).

Le respect des critères d'éligibilité aux certificats d'économie d'énergie, plus ambitieux que les niveaux minimums de la réglementation, pourra être recherché lorsque cela est possible.

L'isolant doit être choisi en regard de la sécurité incendie.

**Points de vigilance sur l'usage**

RAS.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

Des bonnes pratiques de mise en œuvre doivent être suivies afin que les résultats escomptés soient au rendez-vous, en particulier le suivi des DTU.

Des recommandations ont été rédigées lors des travaux du programme PACTE : [http://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/recommandation-pro-rage-isolation-sous-face-planchers-bas-2014-03\\_0.pdf](http://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/recommandation-pro-rage-isolation-sous-face-planchers-bas-2014-03_0.pdf)

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

RAS.

**Notions de temps de retour**

Temps de retour inférieur à 10 ans, car mise en œuvre simple.

# CONFORT D'ETE

<b>Amélioration du confort d'été</b>	<b>CFE</b> <b>01</b>
Protection solaire, surventilation, traitement des parois	

## Consommation impactée

Consommation de climatisation.

## Contexte

Plusieurs solutions peuvent être mises en place pour réduire l'inconfort thermique d'été et limiter ainsi l'usage de la climatisation.

## Recommandation : choix des actions

Les solutions proposées portent sur le traitement des parois (utilisation des protections solaires, gestion de l'albedo ou végétalisation), la surventilation qu'elle soit naturelle ou mécanique aux heures les plus fraîches ou encore la mise en œuvre de brasseurs d'air.

## Pour aller plus loin : bibliographie

**ACTION 01.a Dispositifs de protection solaire**

Protection solaire baies vitrées

Façades

CFE  
01.a**Description**

Afin de limiter les apports solaires directs au niveau des parois vitrées recevant un certain ensoleillement direct en été, il est possible d'installer des dispositifs de protection solaire fixes (masques architecturaux) ou amovibles (volets, stores...).

**Pré-requis techniques**

Identifier les masques solaires plus ou moins lointains déjà présents (l'orientation et l'architecture du bâtiment peuvent générer des ombres portées).

Déterminer l'orientation et l'exposition des baies vitrées au rayonnement solaire.

Sur des bâtiments existants, l'ajout de masques architecturaux sur des façades déjà isolées par l'extérieur est complexe et vivement déconseillé.

Cependant, la mise en place de masques peut être envisagée lors d'un projet d'isolation par l'extérieur.

**Point de vigilance technologique**

Il est fortement recommandé de mettre en place des protections solaires extérieures. Celles-ci sont nettement plus efficaces que les protections intérieures pour lutter contre les surchauffes. En effet, pour un même dispositif de protection (exemple : store en tissu), s'il est positionné à l'extérieur le facteur solaire associé sera 5 à 10 fois plus faible que s'il est positionné à l'intérieur. Positionné à l'intérieur, le dispositif répond davantage à la problématique d'éblouissement (confort visuel) qu'au confort thermique.

Les protections extérieures sont soumises aux perturbations atmosphériques (vent, pluie) ou encore au vandalisme. Les protections utilisées pour les bâtiments en zone exposée au vent important ou encore à hauteur d'homme dans des lieux fréquentés (vandalisme) devront être choisies résistantes à ces aléas (attention notamment aux protections en toile).

Le choix du dispositif de protection devra également prendre en compte les enjeux d'apports lumineux naturels dans les locaux et la capacité de mettre à profit le rafraîchissement par surventilation notamment (vérifier la porosité à l'air du dispositif).

En cas d'utilisation de protections solaires fixes, veiller à ce que le dispositif bloque le moins possible le rayonnement solaire d'hiver (apport gratuit de chaleur). Les masques fixes verticaux (utilisés pour les façades exposées Est ou Ouest) ont plus de conséquences sur les apports de chaleur en hiver que les masques horizontaux.

Un masque solaire se calcule. A titre d'exemple, le Cerema a publié un outil de simulation des facteurs solaires des menuiseries en fonctions de la protection solaire prévue et des masques lointains (<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-publie-outil-permettant-calculer-benefices-etehiver>).

**Points de vigilance sur l'usage**

L'utilisation de protections amovibles (volets, stores, ...) nécessite une gestion au quotidien par les usagers : favoriser la simplicité d'usage et sensibiliser les occupants.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

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.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Les systèmes devront être accessibles pour l'entretien et la maintenance.

## Exemple / Coûts

Les tarifs sont très variables et dépendent de chaque situation.

## Notions de temps de retour

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

**ACTION 01.b Rafraîchissement par ouverture des fenêtres**

Menuiseries extérieures

Ensemble du bâtiment

CFE  
01.b**Description**

En période estivale, aux heures où la température est plus faible dehors que dedans, il est envisageable de surventiler le bâtiment de manière naturelle par ouverture des fenêtres. Cela permet d'évacuer la chaleur accumulée durant la journée dans le bâtiment et de rafraîchir les espaces intérieurs du bâtiment en renouvelant l'air avec une consommation énergétique nulle.

**Pré-requis techniques**

Déterminer les fenêtres à ouvrir pour obtenir une ventilation naturelle transversale ou verticale. Déterminer l'efficacité de cette ventilation.

Dans le cas de ventilation en période d'inoccupation, évaluer le niveau de protection contre l'intrusion (premiers étages) et les intempéries, en position ouverte, des fenêtres préalablement repérées.

Identifier s'il est possible de rajouter des équipements lorsque le niveau de protection est insuffisant.

Certains équipements (menuiseries oscillo-battantes, grilles, volets à lames ajourés...) permettent de maintenir un passage d'air conséquent en limitant la pénétration de l'eau en cas de pluie et/ou le risque d'intrusion.

**Point de vigilance technologique**

Le rafraîchissement passif par ouverture des fenêtres est d'autant plus performant s'il est associé à une stratégie de limitation de pénétration de chaleur en journée (protection solaire, bonne isolation de la toiture/murs...).

Il existe des systèmes motorisés qui permettent de programmer l'ouverture des fenêtres. Ces systèmes sont intéressants pour l'ouverture le soir, en revanche ils brident l'utilisation des fenêtres dans la journée.

**Points de vigilance sur l'usage**

Informers les occupants sur les meilleures pratiques d'ouverture des baies contribue à l'atteinte du confort, par exemple concernant les meilleurs horaires d'ouverture (fenêtres ouvertes dès que la température extérieure est inférieure à la température intérieure). Sans oublier de refermer les fenêtres dès que la température extérieure augmente.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

RAS

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

S'assurer du bon fonctionnement des menuiseries afin que ces dernières puissent être facilement manipulables.

## Exemple / Coûts

Action gratuite

## Notions de temps de retour

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

**ACTION 01.c Rafraîchissement par surventilation**

Système de ventilation

Ensemble du bâtiment

CFE  
01.c**Description**

En période estivale, aux heures où la température est plus faible dehors que dedans, il est envisageable de surventiler le bâtiment en augmentant les débits du système de ventilation mécanique si celui-ci le permet. Ainsi, la chaleur accumulée durant la journée dans le bâtiment est évacuée plus rapidement et les espaces intérieurs du bâtiment sont rafraîchis en renouvelant l'air avec une consommation énergétique faible.

**Pré-requis techniques**

Si la VMC mise en place est de type double flux, vérifier qu'elle dispose du système « by pass ». S'il n'est pas géré automatiquement, veiller à mettre en place une gestion manuelle. Ce système permet de rafraîchir l'air en été, en supprimant les échanges d'airs dans le caisson de ventilation lors des nuits fraîches (température extérieure plus faible que la température intérieure).

**Point de vigilance technologique**

RAS

**Points de vigilance sur l'usage**

RAS

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

RAS

**Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance**

S'assurer que les débits souhaités sont effectivement obtenus et programmer la surventilation en fonction de la météo.

**Exemple / Coûts**

Action gratuite

**Notions de temps de retour**

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

## ACTION 01.d Traitement enveloppe du bâtiment

Traitement façades et toiture

Façade et toiture du bâtiment

CFE  
01.d

### Description

L'objectif est de limiter l'absorption des rayonnements solaires directs :

- par le toit en créant une toiture végétalisée, principalement une végétation extensive. Dans une moindre mesure, il est également possible d'agir sur le pouvoir réfléchissant de la toiture en augmentant son albédo (mise en place d'une peinture claire par exemple).
- par les façades et baies vitrées en faisant grimper des plantes spécifiques sur ces façades. Comme pour la toiture, l'albédo des façades peut être augmenté.

Ces solutions sont des compléments au confort apporté par une bonne isolation thermique.

### Pré-requis techniques

Concernant la végétalisation des façades par plantes grimpantes, il faut identifier la structure porteuse et le type de mur. Cela conditionnera le choix des végétaux et leur maintien. Un support devra éventuellement être installé selon la capacité de portance de la structure, afin de doubler la façade originelle et permettre à la végétation de s'y installer sans compromettre la solidité du bâtiment. Plusieurs types de supports existent mais ils sont plus ou moins adaptés selon la plante.

L'installation d'une toiture végétalisée sur un bâtiment déjà existant est complexe du fait de la charge supplémentaire. Les toitures extensives, avec un substrat plus fin, seront le mieux adaptées.

Dans tous les cas une étude sur la capacité de la structure à reprendre les descentes de charge prenant en compte le dispositif devra être réalisée.

### Point de vigilance technologique

Pour les façades verticales, il est préférable de choisir des plantes grimpantes d'origine régionale, adaptées au contexte local (climat, amplitude thermique entre hiver et été...). L'exposition du mur, sa hauteur doivent également être prises en compte.

Exemples de plantes fréquemment utilisées en France : Lierres, clématites, vigne vierge, jasmin étoilé, chèvrefeuille, rosiers grimpants etc.

Lorsque l'objectif est de réduire l'albédo des parois et principalement pour les façades et les toitures en pente, une attention particulière devra être portée sur les revêtements à fort albédo qui peuvent être éblouissants et causer une gêne quotidienne.

### Points de vigilance sur l'usage

Une toiture végétalisée de type extensive ne peut pas être rendue accessible aux occupants.

### Points de vigilance sur la mise en œuvre

La plantation des plantes grimpantes se fera de préférence en pleine terre, au printemps ou à l'automne.

Effectuer un contrôle de l'étanchéité et l'isolation de la toiture avant la mise en place du substrat.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Prévoir des opérations de taille une à deux fois par an pour garantir le dégagement des accès et fenêtres.

Les surfaces claires, parce qu'elles se salissent plus rapidement, nécessitent un entretien plus important.

## Exemple / Coûts

Coût d'une toiture végétalisée extensive : entre 70 et 120€ HT/ m<sup>2</sup>

Coût de végétalisation de façade par plantes grimpantes : de l'ordre de 50€ HT / m<sup>2</sup> (varie en fonction du support et des plantes choisies)

La mise en place de revêtements à fort albédo ne nécessite pas forcément d'investissements ou de travaux importants : l'application d'une peinture blanche sur une surface permet déjà d'augmenter son albédo.

Exemple de coût remise en peinture d'une façade (préparation + couche de base + couches finition) de 15 à 80€ / m<sup>2</sup>. Le montant dépendra notamment de la nécessité ou non d'utiliser des échafaudages.

## Notions de temps de retour

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

## ACTION 01.e Végétalisation des abords du bâtiment

Végétalisation

Abords du bâtiment

CFE  
01.e

### Description

La végétalisation haute (les arbres) peut être mise à profit pour faire de l'ombrage sur les espaces extérieurs, mais aussi sur les façades exposées des bâtiments.

### Pré-requis techniques

Déterminer le type de sol.

Evaluer la place disponible pour accueillir les végétaux.

### Point de vigilance technologique

Les principes du bioclimatisme, visant un optimum pour toutes les saisons, conduisent à privilégier les arbres à feuilles caduques (qui permettront de faire entrer un maximum de luminosité en hiver, tout en limitant le rayonnement solaire en été).

La végétalisation est pertinente quelle que soit la localisation géographique, sous réserve d'un choix adapté des essences au contexte : microclimat local (températures ambiantes et extrêmes potentielles, précipitations, ensoleillement, contraintes urbaines...), les caractéristiques du sol et l'évolution possible des aléas climatiques.

Il est recommandé de favoriser une diversité d'espèces.

En zones d'exposition aux risques de retraits-gonflements des argiles, la présence d'arbres trop proches du bâtiment pourrait entraîner des désordres dans le bâti. Privilégier dans ce cas les essences peu gourmandes en eau.

Eviter de planter des essences présentant un pouvoir allergisant (par exemple le bouleau) et nuire à la santé des individus.

### Points de vigilance sur l'usage

RAS

### Points de vigilance sur la mise en œuvre

Une implantation d'arbre proches à l'ouest/sud-ouest permettra de minimiser les apports solaires du bâtiment en été tout en les autorisant en hiver pour les espèces à feuilles caduques.

### Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

Une maintenance sera nécessaire : taille, tonte, ramassage des feuilles.

Un arrosage est également nécessaire pour une efficacité optimale. La gestion des eaux pluviales et leur récupération est donc aussi un élément à prendre en considération.

## Exemple / Coûts

Lors d'une réhabilitation, intervenir sur l'environnement du bâti requiert un budget spécifique notable. Les coûts d'entretien doivent également être anticipés.

## Notions de temps de retour

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

**ACTION 01.f Installation de brasseurs d'air**CFE  
01.f

Ensemble du bâtiment

**Description**

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.

Les brasseurs d'air permettent le rafraîchissement des occupants par une augmentation de la vitesse de l'air au contact de leur peau.

A titre indicatif, une vitesse d'air de 1 m/s peut créer un abaissement de la température ressentie (ou température résultante) allant jusqu'à 4°C.

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

Ils permettent d'améliorer des situations ponctuelles ou localisées d'inconfort thermique (bureau situé à proximité d'une façade ensoleillée par exemple) tout en ayant un faible impact environnemental.

**Pré-requis techniques**

Déterminer les salles de réunion et bureaux présentant un inconfort thermique.

Relever les hauteurs sous plafond.

Vérifier si les supports (plafonds) sont adaptés et capables de supporter la fixation de brasseurs d'air de plafond.

Ces éléments permettent de choisir quels types de brasseurs d'air peuvent être mis en place (brasseur d'air de plafond avec ou sans pales, ventilateur portatif).

**Point de vigilance technologique**

Les brasseurs d'air installés en plafond sont plus efficaces que les équipements portatifs, mais leur installation nécessite des travaux qui peuvent être conséquents.

Privilégier des brasseurs d'air performants (vitesse d'air, volume d'air brassé, niveau sonore plus faible). Le niveau sonore émis par les équipements est limité par la réglementation acoustique (35dB).

**Points de vigilance sur l'usage**

Le brasseur d'air peut être associé à une stratégie de surventilation naturelle. Celui-ci permettra d'augmenter les vitesses d'air en l'absence de vent et lorsque le tirage thermique est faible.

**Points de vigilance sur la mise en œuvre**

L'efficacité des brasseurs d'air à pales décroît vite lorsque l'on s'éloigne de leur axe, le brassage d'air étant maximal dans la projection des pales. Le ventilateur de plafond est généralement installé au centre de la pièce pour assurer une meilleure compatibilité avec les options d'aménagement. Les extrémités des pales doivent être à une distance de 50 cm de tout élément qui pourrait gêner le bon fonctionnement.

## Points de vigilance sur l'exploitation / maintenance

RAS

## Exemple / Coûts

Les prix de fourniture vont de 100€ pour les modèles d'entrée de gamme jusqu'à plus de 500€ pour les modèles haut de gamme intégrant un luminaire ou les brasseurs d'air sans pales.

## Notions de temps de retour

L'objectif est d'éviter au maximum le recours au rafraîchissement par climatisation.

Les brasseurs d'air permettent de faire des économies d'énergie de 30 à 70 % par rapport à un système de climatisation.



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Cerema**

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN