

Enseignements des bâtiments
performants en énergie

AGIR SUR LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE



Série de livrets « Bâtiments performants en énergie – Agir »

Agir sur les parois opaques	Agir sur les parois vitrées	Agir sur la production de chauffage-refroidissement	Agir sur la production d'eau chaude sanitaire	Agir sur la ventilation mécanique contrôlée
Agir sur la production d'électricité	Agir sur l'installation d'éclairage	Agir sur les autres équipements immobiliers	Agir sur les équipements mobiliers	Agir pour le confort thermique *

* À paraître en 2022

Enseignements opérationnels tirés de 166 constructions et rénovations du programme PREBAT Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie

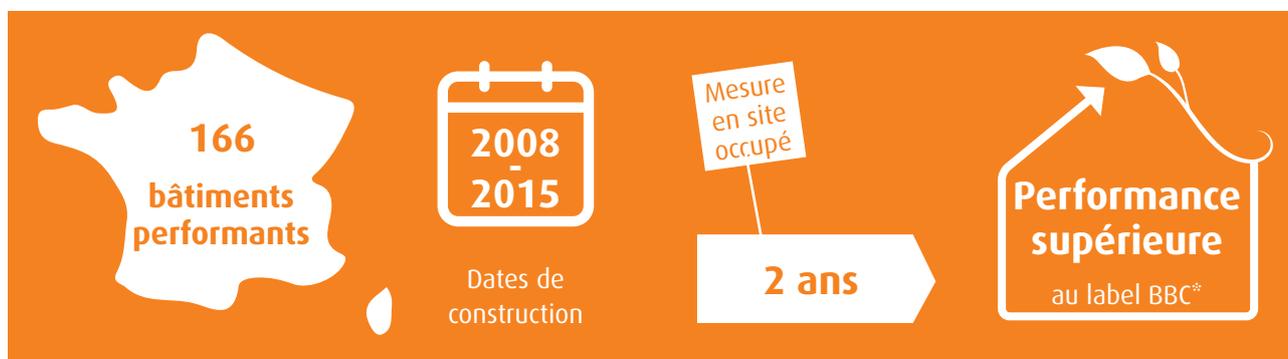
De 2006 à 2015, ce programme national de la Plate-forme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT), soutenu par les régions conjointement avec les directions régionales de l'Ademe, a permis la réalisation de près de 3 000 bâtiments d'un niveau de **performance** énergétique équivalent à celui de la **réglementation thermique 2012**, dans le but d'apporter aux professionnels et aux particuliers des solutions performantes de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre.

Cent soixante-six d'entre eux, résidentiels et tertiaires, dont les caractéristiques générales sont présentées ci-contre, ont fait l'objet d'une campagne sans précédent de **mesure**, d'expérimentation, d'observation et d'enquête, pendant leurs deux premières années d'occupation, avec

évaluation technico-socio-économique sur tous les postes de consommation, menée de 2012 à 2019 par le Cerema et des BET.

À partir des résultats des mesures de consommation, de performance et de confort, des pratiques des acteurs, des modes d'occupation, de l'appropriation des systèmes et de l'appréciation du confort par les utilisateurs, des **enseignements** en ont été tirés et consignés dans un **rapport** et une **synthèse** à destination de tous les acteurs de la chaîne de la performance énergétique (cf. références en fin de livret). Ils sont à la base des recommandations dégagées dans cette série de livrets.

Les typologies constructives de ces démonstrateurs et leurs principales performances sont données en fin de livret.



(*) Bâtiment basse consommation énergétique en chauffage, refroidissement, réduction d'eau chaude sanitaire, ventilation et éclairage.

Cette série de livrets a été réalisée collectivement sous la direction de Pascal Cheippe (Cerema Territoires et ville) et sous le pilotage de Constance Lancelle (Cerema Ouest).

Ont participé à l'élaboration de ce livret :

- en tant que rédacteurs au sein du Cerema : Constance Lancelle (Ouest) et Teddy Connan (Centre Est), avec la contribution de François Marconot (Ile-de-France) et Pierrick Nussbaumer (Est) ;

- en tant que relecteurs : Aloïs Thiébaud et Baptiste Jeannet (DGALN), Pierre-Edouard Vouillamoz (Ademe), Benoît Rozel (Enertech), Samuel Daucé (AQC) ainsi qu'au Cerema, Jordan Gauvrit (Ouest), Myriam Humbert (Ouest), Rémy Pugeat, Laurent Saby, Noémie Simand, Sarah Talandier-Lespinasse et Anne Vial (Territoires et ville).

INTRODUCTION

De très nombreux corps de métiers sont acteurs des performances énergétiques, économiques et de confort, à chacune des phases de conception, de réalisation, puis d'exploitation-maintenance. Mais nous le sommes également tous, en tant qu'utilisateurs de locaux, dans la façon de les occuper, de les gérer, de piloter leurs équipements ou de les entretenir. Notre impact est immédiat et capital quand il s'agit de bâtiments performants en énergie, à savoir, fortement isolés thermiquement, étanches à l'air et dotés d'équipements à hauts rendements.

C'est pourquoi les enseignements tirés des évaluations des bâtiments performants PREBAT (cf. la présentation du programme en page précédente) ont été traduits en aide plus directement opérationnelle, sous forme d'**actions principales sur les différents composants du bâtiment ou pour le confort thermique**. Ces actions s'adressent à tous les contextes de bâtiments, de métier ou de moment d'intervention, et à tous les niveaux de pratique ou de connaissance. Elles sont présentées en fiches au sein de livrets par composant du bâti ou équipement technique. Neuf livrets traitent des consommations et performances de tous les équipements (production de chaleur, ventilation, éclairage, mais aussi ascenseurs ou encore bureautique et électroménager...) ainsi que de la production d'électricité photovoltaïque. Un dixième livret les complète sur le confort thermique.

Chaque fiche d'action donne d'abord le contexte des bâtiments concernés, et notamment si l'action est **spécifique aux bâtiments performants ou non**, puis les constats motivant les actions, et les actions elles-mêmes. Celles-ci sont ensuite précisées à travers les **pratiques** observées, qui sont alors, soit à éviter, soit à reproduire, et ce, pour chacune des **trois phases** suivantes de la vie

du bâtiment, dans lesquelles chaque acteur pourra se retrouver :

- conception (programme de l'ouvrage et conception de l'œuvre) ;
- réalisation (fabrication, chantier et réception) ;
- utilisation (occupation, pilotage et entretien).

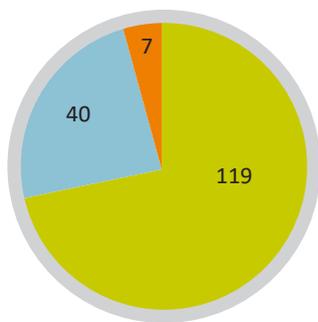
! La liste des recommandations proposées, d'action ou de pratique, n'est **pas exhaustive**. Ne figurent ici que celles qui émanent des constats remontés des évaluations du panel PREBAT.

Enfin, pour éviter tout conflit entre consommation et confort, et réciproquement... les actions sont accompagnées d'une indication de leur **impact**, à la fois, **sur la consommation** énergétique, et **sur le confort** lié à l'équipement concerné, sur une échelle à cinq niveaux (plus ou moins positifs ou négatifs autour de l'impact neutre). Le cas échéant, d'autres impacts directs sont mentionnés, notamment au **croisement d'autres besoins à satisfaire** (qualité de l'air, confort visuel, acoustique, fonctionnalité, sûreté, coûts, durabilité...). Néanmoins, pour les exigences ou contraintes non directement liées, il y a lieu de se reporter aux guides relatifs à la démarche de programmation.

Le présent livret porte sur la **production d'eau chaude sanitaire**, dont les différents systèmes rencontrés sont présentés ci-après. Les fiches d'actions s'en suivent, après avoir précisé leurs conventions de présentation.

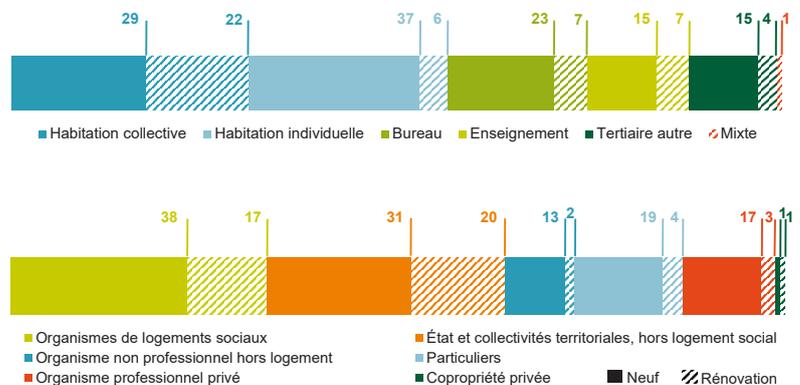
! Compte tenu des données disponibles, les actions proposées peuvent être basées sur des échantillons restreints de bâtiments dont le nombre est alors précisé.

Nature des travaux



■ Neuf ■ Rénovation ■ Rénovation avec extension

Destination d'usage et maîtrise d'ouvrage diversifiées



LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Dans ce livret, différents systèmes de production pour le chauffage sont cités.

- Les chaudières dont le combustible peut aussi bien être le gaz ou le bois (pas de chaudière au fioul dans l'échantillon). Pour la plupart, il s'agira de chaudières double service qui produisent aussi le chauffage.

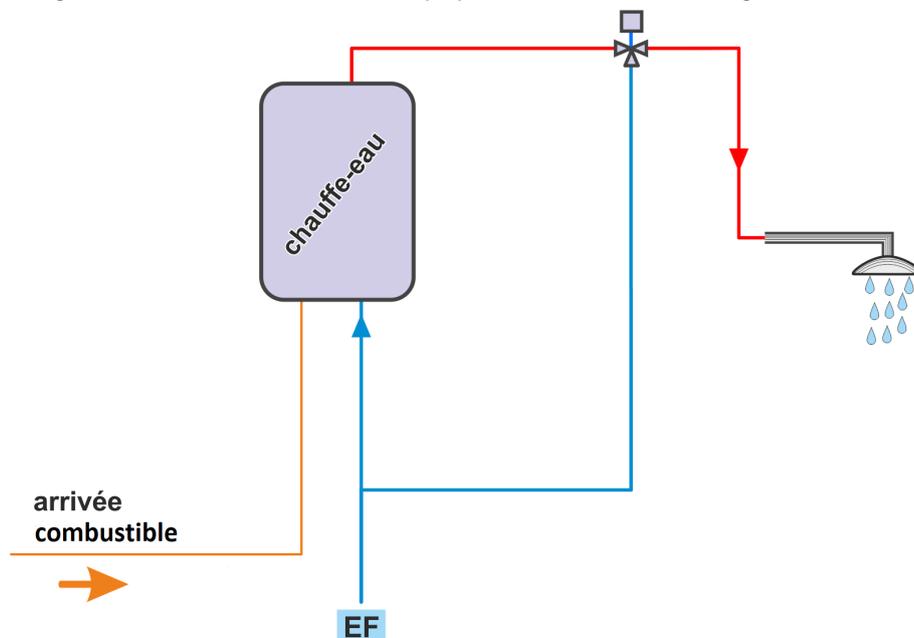


Illustration 1 - Schéma d'une installation ECS avec une chaudière

- Les systèmes thermodynamiques: pompes à chaleur (PAC) double service ou chauffe-eau thermodynamique (la source amont de la PAC peut être variée (air extérieur, PAC géothermique...)).

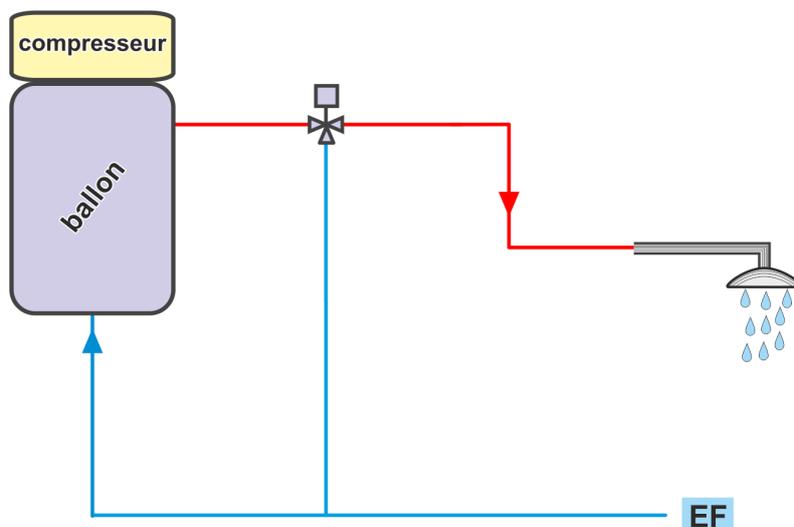


Illustration 2 - Schéma d'une installation ECS avec ballon thermodynamique

- La production d'ECS via un système solaire thermique. Cette production est complétée par un appoint qui peut être une chaudière gaz ou bois, un appoint électrique (résistance électrique dans le ballon solaire), une PAC ou un réseau de chaleur urbain. Hormis les appoints électriques, l'appoint est souvent fourni par le système de production de chauffage.

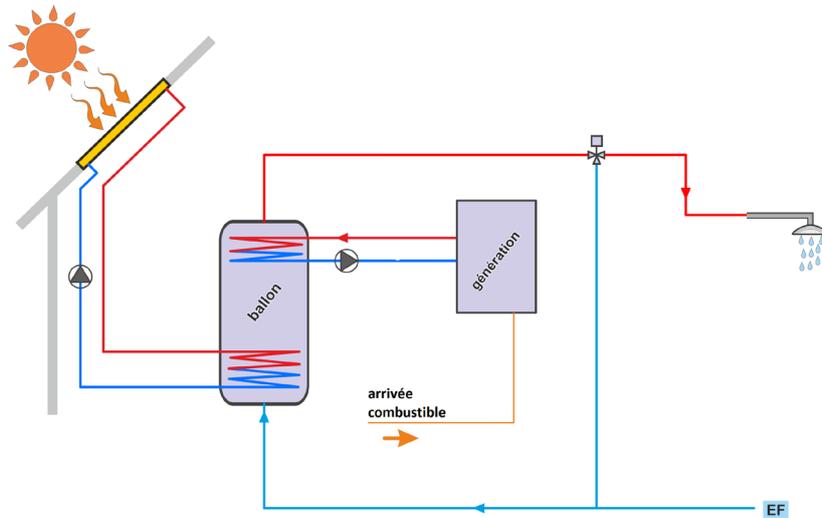


Illustration 3 - Schéma d'une installation solaire et appoint chaudière

- Les ballons électriques.

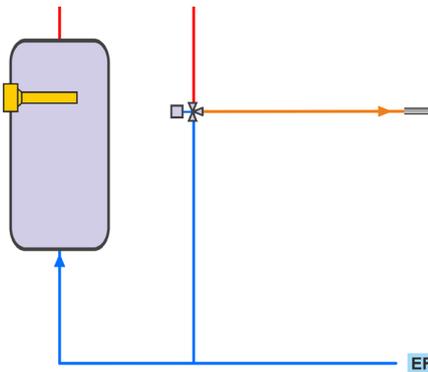


Illustration 4 - Schéma d'une installation ECS avec ballon électrique

- Le réseau de chaleur urbain.

L'installation peut être :

- individuelle, aussi bien dans les habitations individuelles que certaines habitations collectives ;
- centralisée, et dans ce cas l'installation présente un réseau bouclé ;
- répartie, pour être au plus près des points de puisage principalement dans les bâtiments de bureaux.

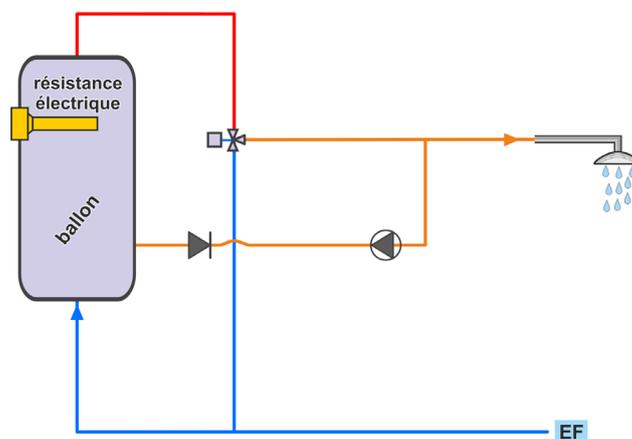


Illustration 5 - Schéma d'une production ECS avec bouclage

FICHES ACTIONS



Fiche 01

Étudier l'intérêt du solaire en habitation et de la production électrique au plus près des puisages dans les bureaux

Fiche 02

Estimer les besoins ECS en tenant compte de leur disparité

Fiche 03

Isoler complètement les réseaux de bouclage ECS

Fiche 04

Viser au moins 30 % de taux de couverture solaire pour une installation solaire thermique

CONVENTIONS DE PRÉSENTATION DES FICHES

Dans ce document, les consommations sont données en énergie primaire et par surface hors œuvre nette (SHON), sauf indication contraire. Pour simplifier, cette unité sera notée $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2/\text{an}$.

Les coefficients de conversion en énergie primaire retenus sont de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour les autres énergies.

Destination d'usage des bâtiments et performance

Habitation



Toute habitation



Habitation énergétiquement performante

Tertiaire



Tous



Bâtiment énergétiquement performant

Description des pratiques

Les pratiques sont présentées à l'origine du constat réalisé.

- Pratique à **éviter** signalée par
- Pratique à **reproduire** signalée par

Cette rubrique permet de faire le lien, à la fois avec les acteurs et avec leurs actions ou tâches principalement concernées, via les **trois phases de travail/vie suivantes** :

Conception

- Tâches de définition intellectuelle de l'ouvrage et de l'œuvre :
 - par la maîtrise d'ouvrage : programme de l'ouvrage (conception de l'ouvrage), notamment ici, les programmes techniques d'avant-projet sommaire, puis d'avant-projet définitif ;
 - et par le maître d'œuvre (architecte et bureau d'études) : plans et descriptifs (conception de l'œuvre) en réponse au programme.
- En cas d'acteurs différents, les citer impérativement.

Réalisation

- Tâches principalement des entreprises de chantier et des industriels.
- Jusqu'à la réception (comprise).
- En cas d'acteurs différents, les citer impérativement.

Utilisation

- Actions des occupants, gestionnaires, exploitants ou mainteneurs.

Description des impacts de l'action

- Impact sur la **consommation**.
- Impact sur le **confort**.

Ces deux impacts sont estimés sur une échelle :



Plus le curseur est dans le vert, plus l'action a un impact positif, et inversement plus le curseur est dans le rouge, plus l'impact est négatif.

Point de vigilance ou point réglementaire



Ce sigle signale un point de vigilance ou un point réglementaire.

01

Étudier l'intérêt du solaire en habitation et de la production électrique au plus près des puisages dans les bureaux

Bâtiments concernés



Bâtiments performants, d'habitation ou tertiaires



Constats

Pour près de 50 % des bâtiments du panel des bâtiments démonstrateurs, le choix s'est porté sur la production d'ECS via un système solaire thermique (87 opérations sur 166).

Ce système a essentiellement été installé dans les bâtiments d'habitation, alors que les bâtiments de bureaux sont plutôt équipés d'une production d'ECS électrique installée au plus près des points de puisage.

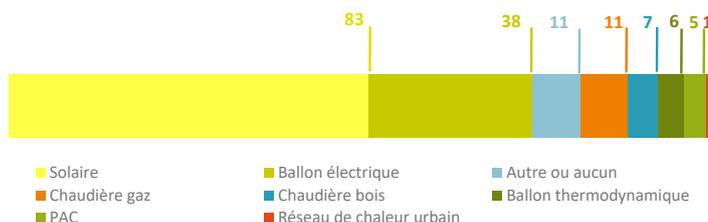


Illustration 6 - Les productions solaire et électrique prépondérantes dans l'échantillon.

Actions

- Étudier au cas par cas le choix du système de production d'ECS en fonction du besoin au puisage et des pertes de distribution que telle ou telle solution peut engendrer.
- Dans les bâtiments de bureaux, penser à installer une production ECS au plus près des points de puisage pour annuler les pertes de distribution.
- Dans les habitations, envisager la solution d'une production d'ECS solaire thermique pour préchauffer l'ECS et réduire les consommations (cf. action n° 4).

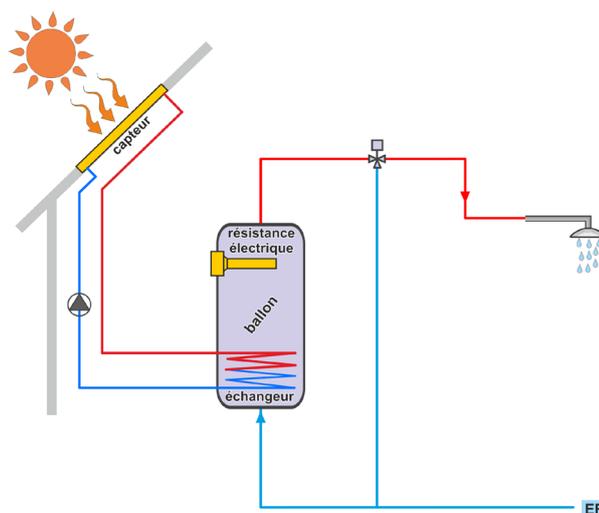


Illustration 7 - La production d'ECS par un système solaire associé à un appoint (électrique ou thermique) permet de réduire les consommations d'énergie dans les habitations.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✓ Recherche d'une meilleure performance énergétique via la récupération de la chaleur solaire.
- ✓ Installation de la production au plus près des points de puisage lorsque les besoins sont réduits.

RÉALISATION

○ Aucun constat.

UTILISATION

○ Aucun constat.

Impacts

Consommation



Les **consommations pour la production d'ECS (toutes énergies confondues)** sont très variables pour une même énergie et une même destination d'usage.

Le besoin effectif d'ECS, la présence d'une installation solaire et/ou d'un bouclage sanitaire, ou encore le choix de l'énergie, sont des paramètres influents de cette consommation (118 opérations mesurées).

Toutefois, la présence d'un système solaire ne garantit pas une moindre consommation d'énergie, notamment si celui-ci ne fonctionne pas correctement (cf. action n° 4).

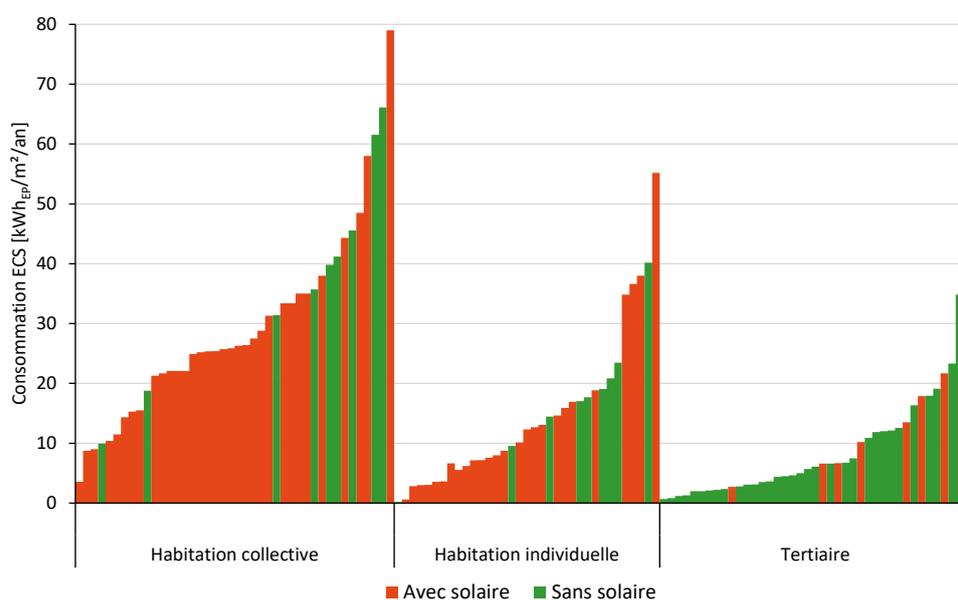


Illustration 8 - Les consommations mesurées pour la production d'ECS sont très variables pour une même énergie et une même destination d'usage.

Confort



Le choix du système de production est neutre sur le **confort d'accès à l'ECS** (sauf dans certains cas de bouclages où le temps d'attente est jugé trop long par les occupants). Dans le cas des systèmes solaires thermiques ou thermodynamiques, un appoint prend systématiquement le relais en cas de dysfonctionnement.

02

Estimer les besoins ECS en tenant compte de leur disparité

Bâtiments concernés



Bâtiments d'habitation ou tertiaires



Constats

Le **besoin d'ECS mesuré** est très variable d'une opération du panel à une autre (27 opérations) et est fortement **lié à l'usage**.

Il varie généralement de 5 à 15 kWh/m²/an, sans être nécessairement corrélé au nombre d'occupants.

Actions

- Dimensionner la production ECS en tenant compte de la disparité des besoins pour une même destination d'usage notamment au moyen des valeurs fournies dans le guide « Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif » (ADEME, COSTIC)¹.

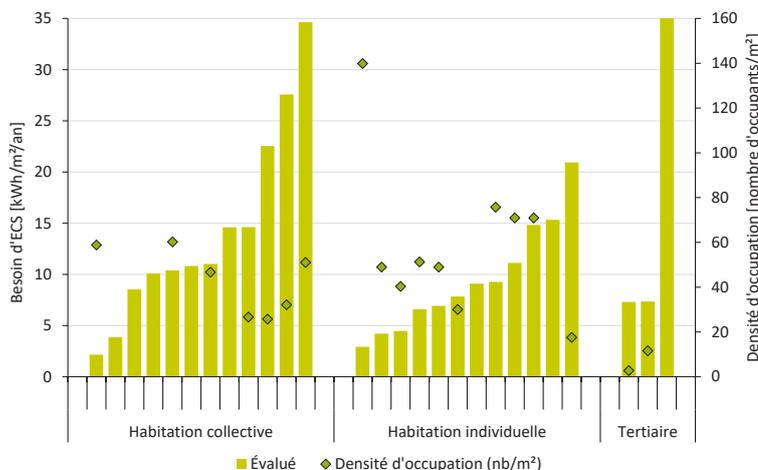


Illustration 9 - Le besoin ECS mesuré varie fortement d'une opération du panel à l'autre sans être nécessairement corrélé au nombre d'occupants.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✓ Estimation fine du besoin pour le dimensionnement de la production, tout particulièrement lorsque cette production a recours au solaire thermique (cf. action n° 4).

RÉALISATION

- Aucun constat.

UTILISATION

- Aucun constat.

Impacts

Consommation



La définition du besoin en amont permet de dimensionner la production ECS en cohérence avec l'utilisation qui en sera faite. Par conséquent, la **consommation énergétique de la production d'ECS** est optimisée.

Confort



L'impact sur le **confort d'accès à l'ECS** est amélioré par la définition en amont du besoin, car celle-ci permet de réduire les plaintes liées, par exemple, à des volumes prévus trop faibles.

Usure et coût

L'estimation au plus près des besoins réduit l'usure et le coût des appareils.

1. <https://www.ademe.fr/besoins-deau-chaude-sanitaire-habitat-individuel-collectif>
<https://www.costic.com/ressources-techniques-et-reglementaires/telechargement/les-guides-a5>

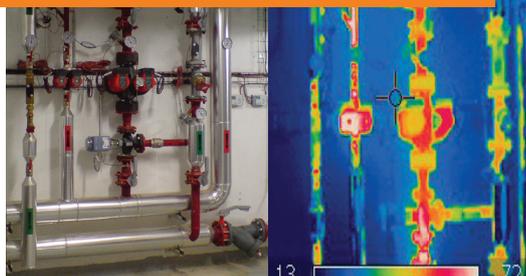
03

Isoler complètement les réseaux de bouclage ECS

IR

Bâtiments concernés

 Bâtiments d'habitation collective avec une production d'ECS centralisée



Constats

Dans 10 cas sur 12, le bouclage sanitaire mis en place dans les habitations collectives est à l'origine de plus de 20 % des consommations d'ECS, et parfois plus de 60 %.

Ces pertes de bouclage peuvent augmenter lors d'une baisse de la demande en ECS.

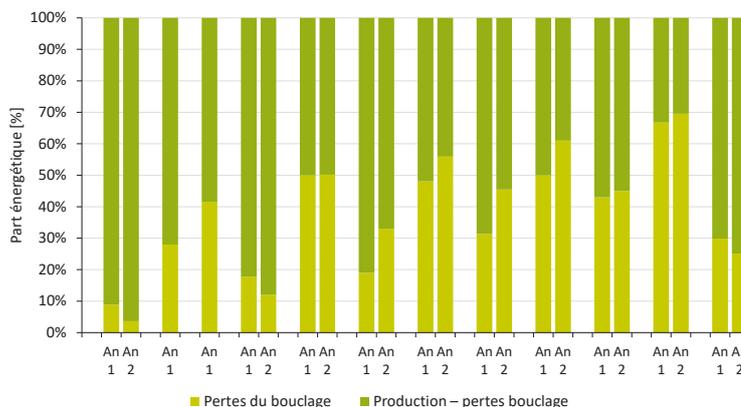


Illustration 10 - Les pertes énergétiques liées au bouclage sanitaire dans des bâtiments d'habitation sont à l'origine de plus de 20 % des consommations.

Actions

➤ Lorsque la solution d'un bouclage ne peut être écartée, isoler de manière continue le réseau, aussi bien dans les espaces chauffés que non chauffés, à la fois les linéaires et les organes de régulation (cannes, pompes...).

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✘ Sous-estimation des déperditions dans le calcul thermique.
- ✘ Longueur importante des bouclages.

RÉALISATION

- ✘ Discontinuité de l'isolation des réseaux d'ECS, en particulier au niveau des pompes et des vannes et dans les parties chauffées.
- ✘ Présence de ponts thermiques au niveau des colliers, vannes et compteurs...

UTILISATION

○ Aucun constat.

Impacts

Consommation



L'isolation du bouclage ECS permet de réduire les pertes et la consommation énergétique de la production d'ECS par rapport à un bouclage peu ou mal isolé.

Confort



Un bouclage, dans le cas où il est correctement dimensionné et isolé, est favorable au confort d'accès à l'ECS car il permet à l'occupant d'avoir en permanence de l'eau chaude aux points de puisage.

Autre

 Dans le cas de conduite non isolée dans les espaces chauffés, le confort thermique d'été est dégradé par l'apport de calories venant du réseau ECS.

Le bouclage permet de supprimer les risques sanitaires liés à la légionelle du fait du maintien continu en température de l'eau sanitaire.

04

Viser au moins 30 % de taux de couverture solaire pour une installation solaire thermique

Bâtiments concernés

 **Bâtiments performants, d'habitation ou tertiaires avec production d'ECS solaire thermique**



Constats

Pour la plupart des opérations, le taux de couverture solaire évalué² est supérieur à 30 % (24 cas sur 38) et dépasse rarement les 60 %.

Lorsque le taux de couverture est inférieur à 30 % (10 cas sur 38), un dysfonctionnement lié à la conception ou à la mise en œuvre, est généralement observé :

- mauvais dimensionnement des installations ;
- mauvaise orientation ;
- mauvaise estimation des besoins ;
- défauts de mise en œuvre.

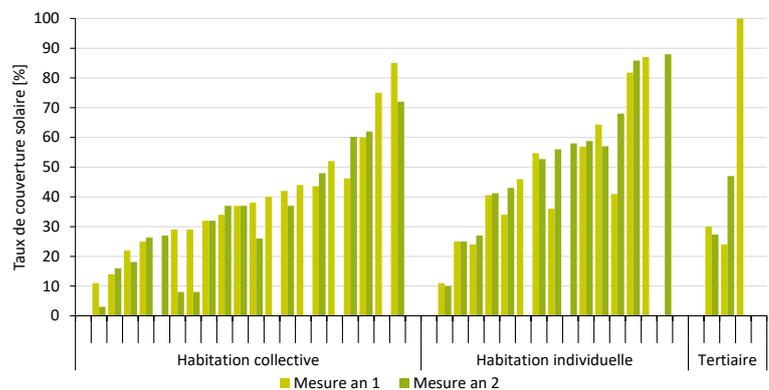


Illustration 11 - Les taux de couverture solaire évalués dans le panel sont supérieurs à 30 %.

Actions

- Le niveau de 30 % de production solaire peut être considéré comme la valeur minimale de performance à atteindre.
- Bien concevoir et réaliser le montage des systèmes solaires.
- Estimer les besoins ECS au plus près (cf. action n° 2).
- Estimer le taux de couverture en amont de l'installation.

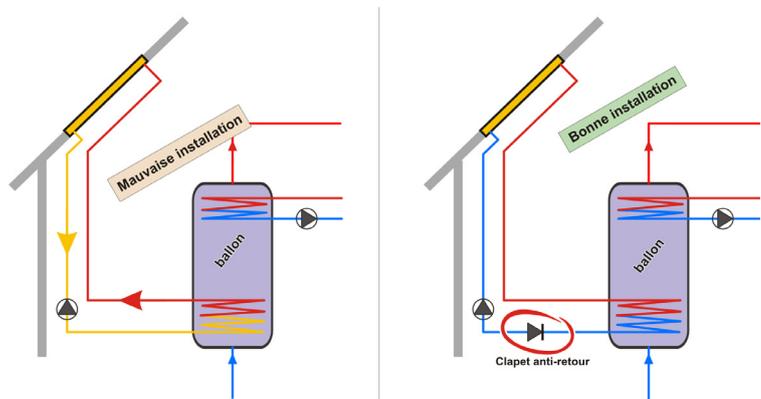
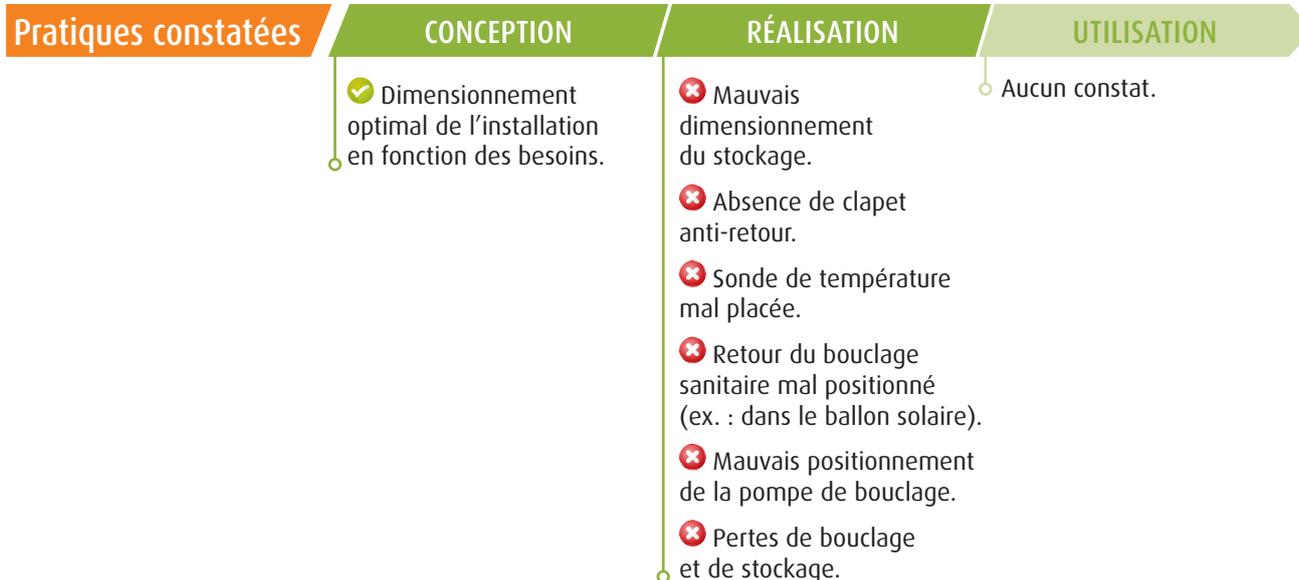


Illustration 12 - Le mauvais positionnement du clapet anti-retour ne permet pas une récupération optimale des calories solaires.

2. Le taux de couverture solaire correspond à la part des besoins en ECS qui sont couverts par la production des panneaux solaires.



Impacts

Consommation



Un taux de couverture solaire élevé garantit une baisse de la **consommation énergétique pour la production ECS**.

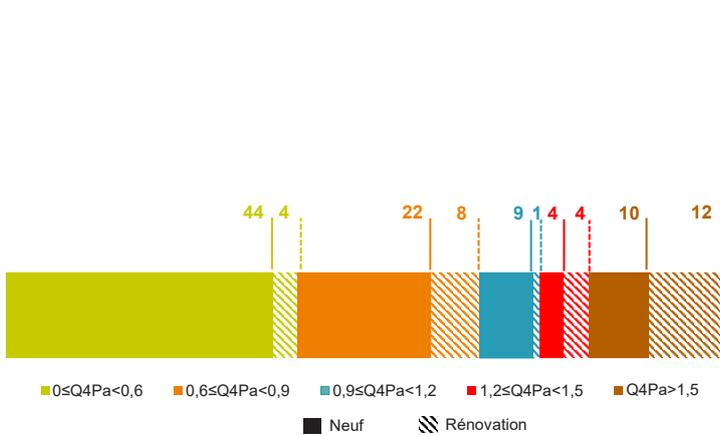
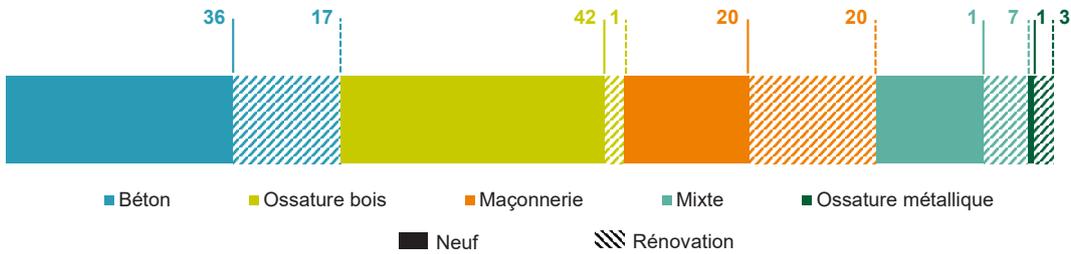
Confort



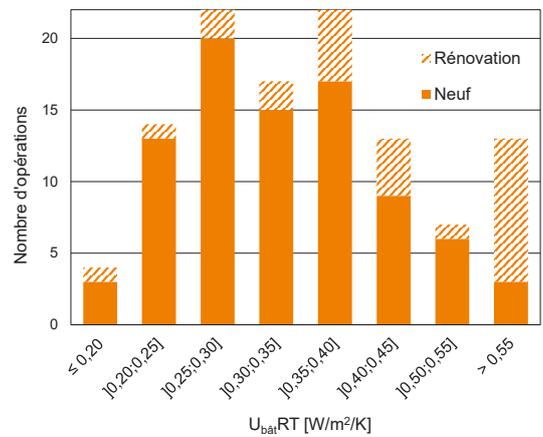
Le **confort d'accès à l'ECS** n'est pas impacté par le recours à une production solaire thermique car, pour tous les systèmes, un appoint prend le relais en cas de dysfonctionnement du solaire.

LE PANEL DE BÂTIMENTS DÉMONSTRATEURS ÉVALUÉS

Système constructif et qualité de l'enveloppe

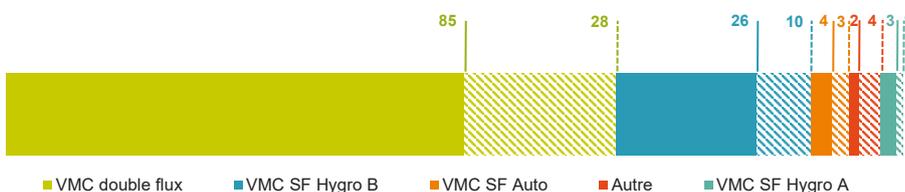
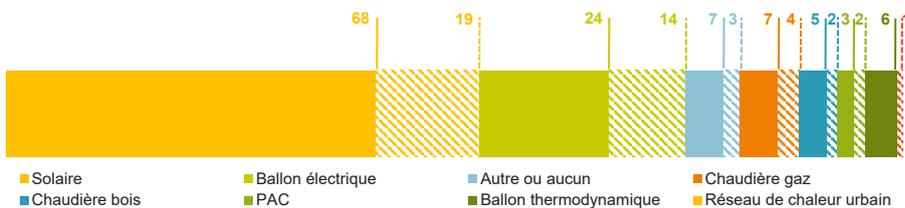
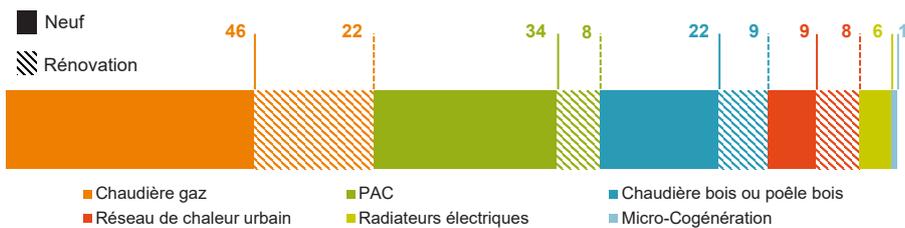


Mesure de la perméabilité à l'air à réception ou en phase chantier

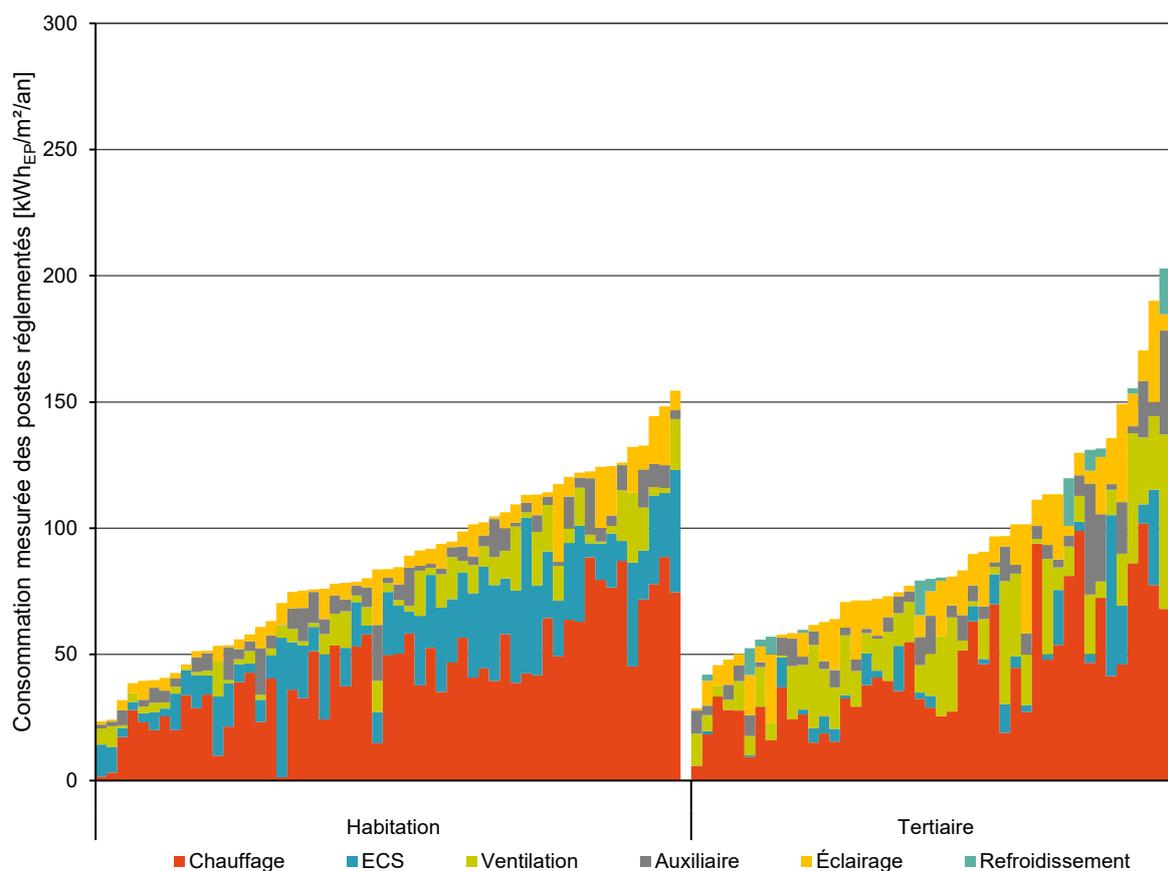
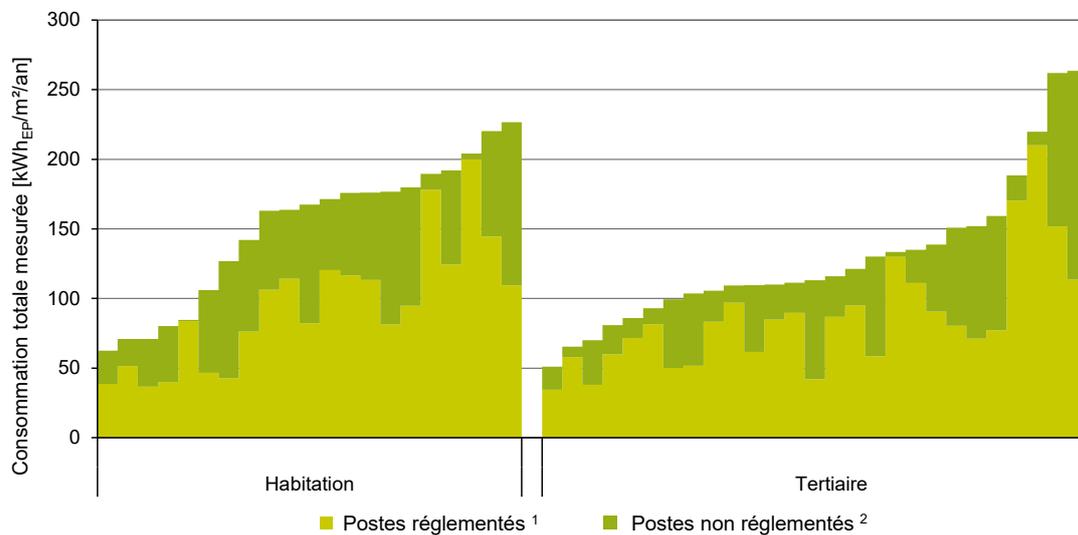


U_{bât} théorique saisi dans le calcul RT

Équipements de chauffage, production ECS et ventilation



Consommation mesurée



Détail de la consommation des postes réglementés

1. Postes de consommation réglementés : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, auxiliaires des systèmes thermiques, ventilation et éclairage.
2. Postes non réglementés : autres équipements immobiliers (ascenseurs, éclairage de sécurité, portes automatiques, pompes de relevage, gestion des accès...) et équipements mobiliers (bureautique, éclairage d'appoint, audiovisuel, électroménager...).

Pour aller plus loin

■ Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie

Enseignements opérationnels tirés de 166 constructions et rénovations du programme Prebat – 2012-2019 (2021)
Fiche de synthèse (2021)

En téléchargement gratuit sur : www.cerema.fr

■ Diminuer la consommation énergétique des bâtiments

Des actions simples et concrètes pour la gestion du patrimoine immobilier (2019)

En téléchargement gratuit sur : www.cerema.fr

■ 500 maisons rénovées basse consommation

Enseignements opérationnels des programmes « Je rénove BBC » en Alsace (2017)

En téléchargement gratuit sur : www.cerema.fr

■ Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA)

www.rehabilitation-bati-ancien.fr

■ Réduire l'impact environnemental des bâtiments

Agir avec les occupants (2013)

■ Prise en compte des usages dans la gestion patrimoniale des bâtiments : expériences internationales

Série de fiches

En téléchargement gratuit sur : www.cerema.fr

■ Les missions et les métiers de l'exploitation et de la maintenance des bâtiments publics - Série de fiches

- Fiche n° 01 : La maîtrise des consommations d'énergie
- Fiche n° 02 : L'entretien et l'exploitation des installations de chauffage CVC
- Fiche n° 03 : Des repères pour optimiser ses contrats
- Fiche n° 04 : Le contrat de performance énergétique
- Fiche n° 05 : L'instrumentation : quels enjeux ?
- Fiche n° 06 : La Gestion technique du bâtiment - GTB

En téléchargement gratuit sur : www.cerema.fr

Accompagnement du Cerema

<https://www.cerema.fr/fr/activites/services/mieux-gerer-votre-patrimoine-immobilier>

Contacts

Constance.Lancelle@cerema.fr

Pascal.Cheippe@cerema.fr

Nicolas.Dore@ademe.fr

qc1.dgaln@developpement-durable.gouv.fr

Le Cerema, l'expertise publique pour la transition écologique et la cohésion des territoires.

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

www.cerema.fr

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