



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RAPPORT

RETOURS D'EXPÉRIENCES (REX)

BÂTIMENTS PERFORMANTS & RISQUES

« Partager ses erreurs et apprendre de l'expérience des autres »

VERSION 3 - OCTOBRE 2014

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les Recommandations Professionnelles « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les Calepins de chantier « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les Rapports « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les Recommandations Pédagogiques « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

1 - Introduction	7
2 - Présentation du mode opératoire	8
2.1. • Sélection des opérations performantes	8
2.2. • Sélection des acteurs.....	9
2.3. • Déroulement des entretiens et visites de sites.....	9
2.4. • Enrichissement de la base de données dédiée	9
2.5. • Analyse des données et évaluation des risques	11
2.6. • Récapitulatif de la méthode	12
3 - Déroulement de l'enquête	13
3.1. • Les partenaires	13
3.2. • Bilan 2013 et perspectives.....	14
4 - Profil de l'échantillon	15
4.1. • Une part importante d'opérations de rénovation.....	15
4.2. • Une diversité de localisations géographiques	15
4.3. • Une part conséquente d'opérations non labellisées.....	16
4.4. • Des visites pendant la phase chantier et jusqu'à deux ans après la livraison.....	17
4.5. • Utilisation privilégiée du gaz pour le chauffage et du solaire pour l'ECS.....	17
4.6. • Quelques chiffres	18
5 - Profil des intervenants rencontrés	20
6 - Restitution des résultats.....	22
7 - Résultats généraux	24
7.1. • L'enveloppe.....	25
7.2. • Phénomènes physiques	63
7.3. • Les équipements.....	75
7.4. • Etude thermique et bioclimatisme	128
8 - Résultats spécifiques à la rénovation	135
8.1. • L'enveloppe	136
8.2. • Les équipements.....	147
8.3. • Autres observations.....	151
9 - Principaux enseignements	152
10 - Conclusion.....	155

11 - Annexe 1 : Définitions	156
11.1. • Qualité de la construction	156
11.2. • Les non-qualités.....	157
11.3. • Les opportunités de qualité	158
12 - Annexe 2 : Glossaire.....	159



Version	Date	Modifications
Version initiale	Juin 2012	
Version 2	Juillet 2013	Mise à jour Intégration des résultats 2012
Version 3	Octobre 2014	Mise à jour Intégration des résultats 2013

AVERTISSEMENT

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

Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail. En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux Recommandations professionnelles produites dans le cadre du programme RAGE.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

Introduction

1



Depuis l'avènement de la RT 2012, le recours à des produits et procédés nouveaux se généralise ; les exigences se renforcent et les acteurs de la construction sont confrontés à des obligations de résultats. L'amélioration de la performance énergétique et de la qualité environnementale des bâtiments est à l'origine d'une nouvelle génération de constructions plus confortables et plus économes. Cependant, le fonctionnement et les équilibres de ces bâtiments performants sont très sensibles et ne tolèrent pas l'approximation. Cette rupture avec le passé implique une montée en compétences, qui se fait par l'expérimentation, étape naturellement génératrice d'erreurs, de désordres...

Dans ce contexte de transition, l'AQC a décidé en 2010, de lancer l'étude REX Bâtiments performants & Risques (REX BP&R) afin de compléter ses outils historiques d'observation. L'apprentissage par l'erreur et le partage des expériences sont à l'origine de cette étude dont le but est de faire connaître au plus grand nombre les erreurs qui ont pu être commises par les acteurs précurseurs des constructions performantes. Cette action n'a pas pour vocation de stigmatiser la construction des bâtiments d'avenir ; bien au contraire, elle vise à en améliorer la qualité et à faire progresser les filières.

Basée sur une enquête de terrain, l'étude REX BP&R a pour objet d'identifier les non qualités qui ont un impact sur la performance énergétique ou la qualité environnementale des bâtiments. Les désordres liés à l'utilisation de produits ou de procédés innovants sont également recherchés. La collecte de ces observations se fait in situ, lors de la visite de bâtiments performants et par la rencontre des acteurs ayant participé à leur conception, à leur construction ou à leur utilisation. Dans l'objectif de fournir des leviers d'amélioration de la qualité, les bonnes pratiques mises en œuvre dans ces projets exemplaires sont également capitalisées.



Présentation du mode opératoire

2



2.1. • Sélection des opérations performantes

Le principal critère de sélection des opérations est la performance énergétique. Les bâtiments doivent atteindre, *a minima*, un niveau de performance basse consommation d'un point de vue conventionnel ¹. Ceci comprend les projets « BBC », labélisés ou non, ainsi que toutes les opérations conformes à la RT 2012. Les bâtiments choisis peuvent également être passifs ou BEPOS qu'ils soient labellisés ou non.

Les opérations bénéficiant du statut de « bâtiments à haute qualité environnementale » sont favorisés lors de la sélection ainsi que celles qui font appel à des produits ou procédés innovants ou peu employés.

La sélection des opérations se fait également en fonction :

- de la nature des travaux (neuf ou rénovation) ;
- du type constructif ;
- des zones géographiques RT ² dans lesquelles se situent les bâtiments ;
- de l'ancienneté des projets à la date de leur visite.

L'ancienneté de l'opération est un critère de choix important. En effet, la visite d'un bâtiment livré depuis plusieurs mois permet de collecter des informations à la fois sur les phases conception, construction et utilisation. Beaucoup de désordres sont observés lors de la première année d'exploitation, notamment en ce qui concerne les équipements et le confort des utilisateurs. Cependant, il est important de visiter certains bâtiments pendant la phase chantier pour connaître les difficultés que rencontrent les constructeurs.

■ 1 Défini par l'étude thermique réglementaire

■ 2 Définie par la Réglementation Thermique (RT)



2.2. • Sélection des acteurs

Une partie importante du travail consiste à identifier et rencontrer les personnes souhaitant partager leurs expériences. La motivation de ces dernières est primordiale pour pouvoir faire remonter une information complète et de qualité.

Les acteurs interviewés appartiennent aux trois catégories suivantes : concepteurs, constructeurs et exploitants. Certains utilisateurs ont également été rencontrés. Croiser leurs interprétations sur un même désordre est essentiel pour permettre une compréhension globale et objective des problèmes rencontrés. *A minima*, deux acteurs différents sont interviewés par opération.

2.3. • Déroulement des entretiens et visites de sites

La visite du site est indispensable et permet à l'enquêteur de bien comprendre le contexte. Ceci permet également d'observer directement certains désordres. La visite du site a aussi pour avantage d'orienter les futurs entretiens en fonction des non-qualités qui sont suspectées aux vues du contexte. La prise de photos par l'enquêteur est très importante pour conforter les informations collectées et pour faciliter l'analyse qui est faite *a posteriori* par les experts.

L'entretien est généralement conduit par un seul interviewer et se déroule en tête à tête. Il apparaît que les acteurs ont plus de mal à livrer des informations sur les non-qualités lors d'entretiens collectifs. De plus, pour un même désordre les acteurs n'ont pas systématiquement la même interprétation. Il est donc intéressant de recueillir individuellement tous leurs témoignages afin d'avoir une restitution au plus juste. Malgré cela, il reste des cas où l'identification des origines du désordre observé reste délicate à identifier.

La durée de l'entretien est très variable. Elle dépend du temps que peut consacrer l'interviewé à l'enquête mais également de sa motivation et des caractéristiques de l'opération. Le plus souvent le temps imparti est compris entre 1 et 3 heures.

2.4. • Enrichissement de la base de données dédiée

Après la visite des opérations, les enquêteurs remplissent une base de données configurée pour la collecte des désordres et/ou des savoir-faire. L'accès à cette base de données se fait en ligne via internet ce qui permet une consolidation continue. Le format de restitution est pré-défini ainsi que la nomenclature afin de pouvoir faire des recherches ciblées *a posteriori*. Les caractéristiques des opérations, ainsi que les informations recueillies sur les désordres y sont capitalisées.

Les difficultés, les dysfonctionnements ou les dommages³ observés sont décrits par un texte explicatif et répertoriés en fonction de

■ 3 Ces termes sont expliqués dans la partie « Définitions »



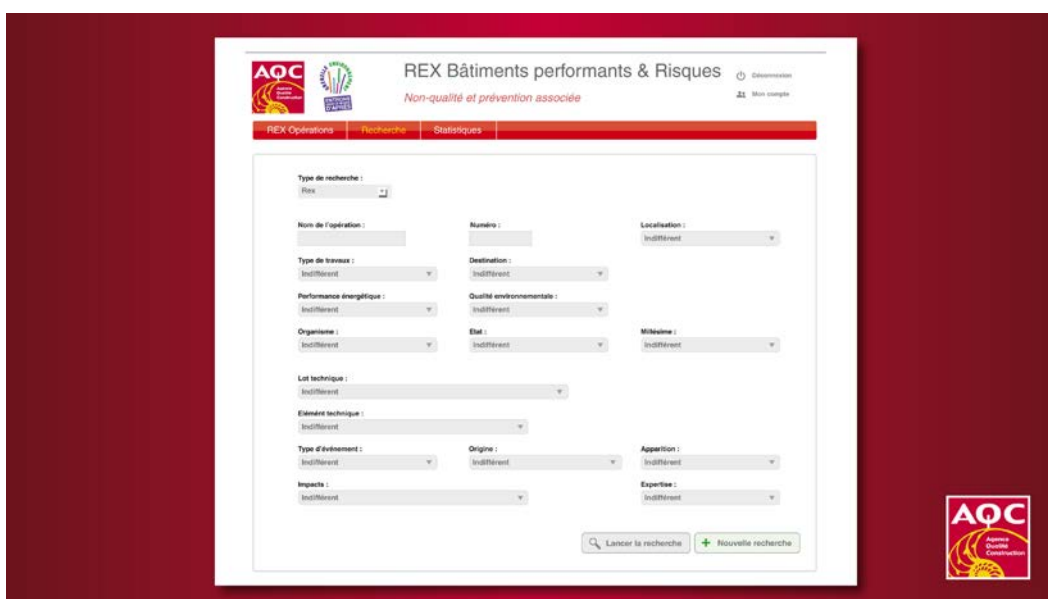
l'élément technique concerné, de l'origine du désordre et de son impact. Les solutions correctives et les bonnes pratiques associées à ces désordres sont également décrites. Elles représentent des pistes d'amélioration pour tous les acteurs de la construction.



▲ Illustration 1 : portail de connexion de la base REX BP&R. Chaque enquêteur dispose de son propre compte

La base de données intègre plusieurs niveaux de fonctionnalité :

- une interface de saisie des retours d'expériences ;
- une interface de recherche qui permet d'extraire les données :
 - par lots techniques ou éléments techniques ;
 - par origines ;
 - par impacts ;
- une interface de gestion administrative et technique qui recense les comptes des partenaires et qui offre, en temps réel, une description statistique de l'échantillon d'opérations visitées.



▲ Illustration 2 : interface de recherche permettant l'extraction des données depuis la base de données REX BP&R en fonction de différents critères

2.5. • Analyse des données et évaluation des risques

L'analyse des données s'effectue en plusieurs étapes.

Des experts construction suivent le travail des enquêteurs et relisent en continu les nouvelles fiches enregistrées dans la base de données. Ceci permet d'objectiver les retours d'expériences bruts et d'aider à la détermination des causes techniques des désordres. Des compléments d'information peuvent également être demandés aux enquêteurs s'il y a lieu.

Suite à ce travail de relecture, un groupe de travail spécialisé est chargé de déterminer le niveau de risque que représente chaque non qualité en regard de sa nouveauté. Le consensus entre les parties prenantes est au cœur de cette action.

Ce groupe de travail est composé :

- de représentants des entreprises et des artisans ;
- de représentants de la maîtrise d'œuvre (bureaux d'études et architectes) ;
- de contrôleurs techniques ;
- d'experts ;
- d'assureurs.

Afin de réaliser l'évaluation des risques, le groupe de travail tient compte de la récurrence des constats au sein de l'échantillon et de la gravité des désordres. L'échantillon étant de taille très réduite il n'est pas représentatif des parts de marché des différents systèmes. De plus, la part de ces systèmes au sein de l'échantillon lui-même n'est pas connue. Ainsi, il n'est pas possible de raisonner sur la fréquence d'occurrence des désordres constatés. Le travail d'analyse présente donc une part de subjectivité et l'évaluation du risque dépend avant tout de l'expertise des différents spécialistes membres du groupe de travail. Ceci vaut également pour les procédés et les produits innovants sur lesquels nous n'avons pas ou peu de recul.

La formule théorique retenue pour faire l'analyse de risque est classique :

(Récurrence du constat) X (Gravité du constat)

Cependant, la récurrence a parfois été modulée par l'estimation du développement potentiel du désordre ou par l'estimation du développement des parts de marché du système concerné.

Description du constat, de son origine principale et de ses impacts	Récurrence*	Niveau de dégradation de la performance énergétique**		
		Faible	Moyen	Fort
	Fort	M	Fo	Fo
	Moyen	Fa	M	Fo
	Faible	Fa	Fa	M

▲ **Evaluation du risque de dégradation de la performance énergétique**

* Nombre d'apparitions du constat dans la base de données

** Mis à part dans les bâtiments instrumentés, il n'y a pas de critères quantitatifs précis pour évaluer l'impact de tel ou tel désordre sur la performance énergétique. Il a donc été décidé que l'évaluation du risque de défaut de performance énergétique se ferait à partir de l'expérience de chacun et du peu d'éléments dont nous disposons à l'heure actuelle. C'est là que le consensus entre les membres du groupe de travail prend tout son sens car il s'agit d'anticiper des risques à partir de données lapidaires ou peu connues. Les conclusions produites seront donc évolutives.

Description du constat, de son origine majeure et de ses impacts	Récurrence*	Niveau de gravité de la pathologie**		
		Faible	Moyen	Fort
	Fort	M	Fo	Fo
	Moyen	Fa	M	Fo
	Faible	Fa	Fa	M

▲ **Evaluation du risque de pathologie**

* Nombre d'apparitions du constat dans la base de données

** Le risque de pathologie englobe les risques d'inconfort, les risques sanitaires, les risques de défaut de sécurité, les risques pour la santé, les risques d'incendie, les risques d'atteinte à la stabilité de l'ouvrage, les risques d'impropriété à destination, les risques financiers, les risques juridiques, ect. C'est à partir de ces éléments que le risque de pathologie est évalué. Le niveau de gravité, faible, moyen ou fort est donné en fonction du coût de réparation et de la complexité de la solution de reprise.

Le travail d'analyse et l'évaluation des risques ont pour but de proposer une hiérarchisation des désordres afin d'identifier les constats de non qualité les plus préoccupants.

2.6. • Récapitulatif de la méthode



▲ **Illustration 2 : interface de recherche permettant l'extraction des données depuis la base de données REX BP&R en fonction de différents critères**



Déroulement de l'enquête

3



3.1. • Les partenaires

Différents partenaires ont successivement été associés à l'étude REX Bâtiments performants & Risques et ont permis la collecte d'information grâce à leurs enquêteurs.

Les certificateurs BBC Effinergie :

- CERTIVEA ;
- CERQUAL ;
- CEQUAMI ;
- PROMOTELEC.

Certains représentants des bailleurs sociaux :

- la Fédération des PACT ;
- l'Union Sociale pour l'Habitat (USH).

Certains membres de programmes :

- EDF et Electricité de Strasbourg (Es) via le programme « jerenoveBBC.info » ;
- La région Alsace et l'ADEME via le programme « energivie.info »

Certains membres du réseau BEEP :

- Ville et Aménagement Durable (VAD) ;
- Envirobat Méditerranée;

Au total, 31 enquêteurs se sont succédés et ont conduit les visites et les entretiens depuis le lancement de l'étude. Les profils des enquêteurs sont variés, mais ce sont tous des spécialistes du bâtiment



ORGANISME	NOMBRE D'ENQUÊTEURS	PROFESSION	SPÉCIALITÉ
AQC	4	Ingénieur d'étude	Eco construction, construction
CEQUAMI	4	Technicien chargé de mission Technicien auditeur Vérificateur	Conception générale, coordination de chantier
CERQUAL	4	Architecte auditeur Habitat & Environnement	Conception générale, coordination de chantier Thermique
CERTIVEA	7	Ingénieur d'étude	Thermique
PACT	2	Ingénieur d'étude Technicien	Sociologie Thermique
PROMOTELEC	1	Technicien chargé de mission	OEB Communication
USH	3	Ingénieur d'étude	Thermique Sociologie
Energivie.info	2	Ingénieur d'étude	Thermique
JérénoveBBC	2	Ingénieur d'étude	Thermique
Ville et Aménagement Durable (VAD)	1	Ingénieur d'étude	Thermique
Envirobot Méditerranée	1	Ingénieur d'étude	Eco-construction
TOTAL	31		



▲ Illustration 4 : profils des enquêteurs par partenaire

3.2. • Bilan 2013 et perspectives

Depuis son lancement en 2010, l'enquête de terrain a permis la visite de plus de **400** bâtiments performants et la rencontre de **1100** acteurs. Ceci correspond à un total d'environ **2800** observations qui ont été renseignées dans la base de données REX BP&R. En moyenne, **7** observations sont capitalisées par projet mais l'écart type est très important. Le nombre d'observations varie fortement d'une opération à l'autre : de 2 à plus de 20.

Ces chiffres sont amenés à croître puisque l'enquête se poursuit en 2014 avec notamment la participation de nouveaux partenaires membres du réseau BEEP :

- Ekopolis ;
- Réseau Breton Bâtiment Durable ;
- Pôle Eco-construction Limousin ;
- CeRCAD Midi-Pyrénées.

Il est prévu pour la fin de l'année 2014, la visite de 150 opérations supplémentaires ce qui portera à 550 le nombre total d'opérations visitées.



▲ Illustration 5 : historique de l'étude et partenaires

4

Profil de l'échantillon



4.1. • Une part importante d'opérations de rénovation

L'échantillon d'opérations visitées contient 60% d'opérations neuves et 40% d'opérations rénovées. La rénovation étant le principal enjeu des années à venir, un effort particulier a été fait pour identifier des projets en rénovation malgré leur nombre moins important.

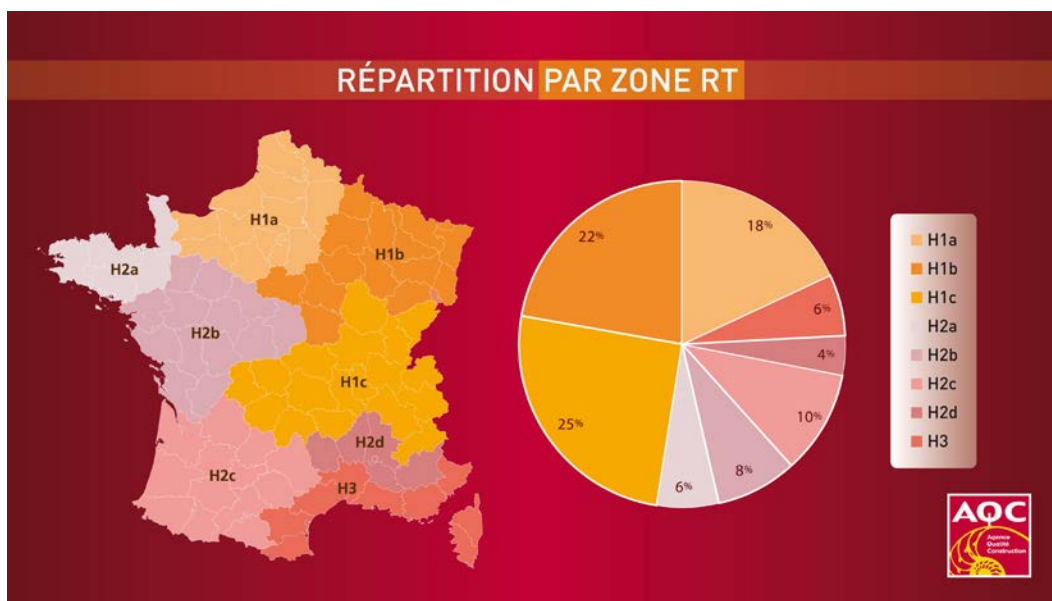
Les bâtiments visités sont répartis équitablement selon les types d'usages suivants :

- 1 tiers de maisons individuels ;
- 1 tiers de logements collectifs ;
- 1 tiers de bâtiments tertiaires (bureau, commerce, hôtel, bâtiment de santé, bâtiment culturel, enseignement, etc.).

La plus petite opération visitée présente 97 m² de SHON ; la plus grande présente une SHON de 80 700 m².

4.2. • Une diversité de localisations géographiques

Les opérations ont été sélectionnées de façon à couvrir les huit zones géographiques définies par la réglementation thermique (RT). Les partenariats mis en place ont eu un impact sur la répartition des opérations visitées.



▲ Illustration 6 : répartition des opérations par zones géographiques



▲ Illustration 7 : répartition détaillée des opérations

4.3. • Une part conséquente d'opérations non labellisées

D'un point de vue énergétique, 56 % des opérations visitées ne sont pas labellisées mais ont un niveau de performance énergétique élevé (A minima BBC d'un point de vue de leur étude thermique). 36 % des opérations visitées sont labellisées BBC Effinergie. Le reste de l'échantillon correspond à des bâtiments labellisés Minergie ou Passivhaus.

D'un point de vue environnemental, 1/3 des opérations visitées sont certifiées (HQE, LEED, BREAM, etc.).

4.4. • Des visites pendant la phase chantier et jusqu'à deux ans après la livraison

Suivant l'ancienneté du bâtiment au moment de la visite par l'enquêteur, ce ne sera pas le même type d'information qui sera collecté.

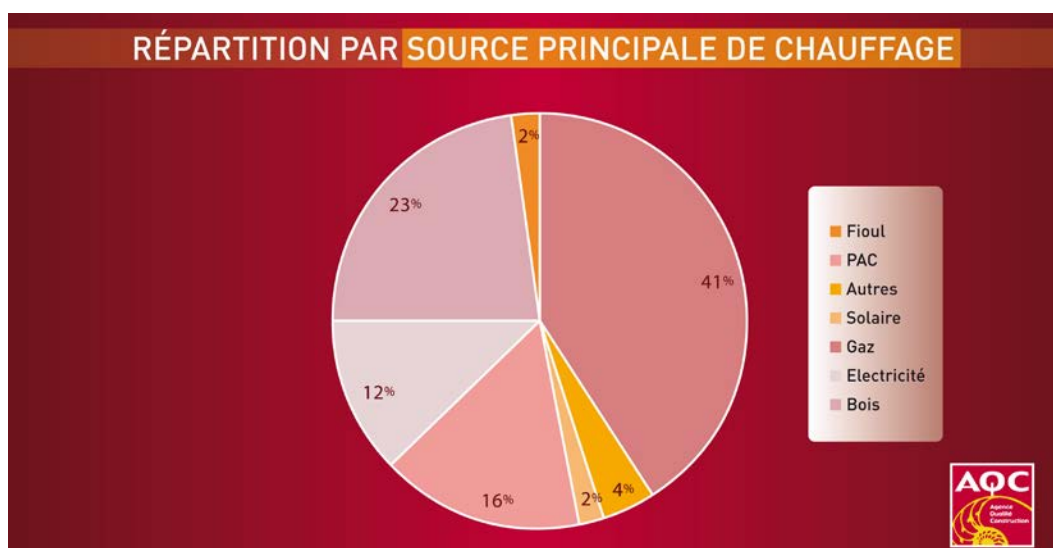
Par exemple, pour collecter des données sur les difficultés rencontrées par les entreprises, il est indispensable que la visite s'effectue pendant la phase chantier. Ceci permet d'échanger sur les difficultés propres au chantier, souvent rapidement oubliées une fois le bâtiment achevé. La participation à des tests d'étanchéité à l'air, lors des visites est également très instructive, notamment pour constater l'importance et la localisation des fuites.

Pour collecter des informations sur le confort et l'exploitation par exemple, il est préférable de visiter le bâtiment au moins deux ans après sa construction.

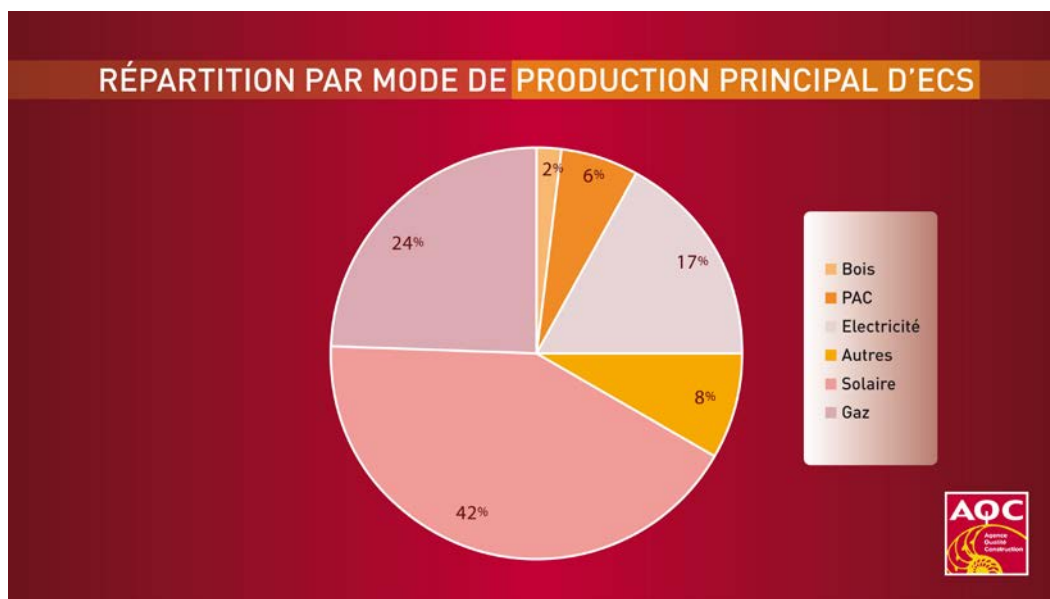


▲ Illustration 8 : répartition par ancienneté des opérations au moment de la visite

4.5. • Utilisation privilégiée du gaz pour le chauffage et du solaire pour l'ECS



▲ Illustration 9 : répartition par source principale de chauffage



▲ Illustration 10 : répartition par mode de production principal d'ECS

4.6. • Quelques chiffres

L'outil statistique de la base de données permet de caractériser la typologie de l'échantillon (400 opérations). Ceci est important pour procéder au travail d'analyse et d'évaluation des risques.

A titre d'exemple, les bâtiments qui ont recours à l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) représentent 53 % du total des opérations visitées (tous types d'usage confondus). Cependant, ce chiffre doit être utilisé avec du recul du fait de la taille réduite de l'échantillon. De plus, la surreprésentation des opérations mettant en œuvre une ITE peut s'expliquer par le fait que certains projets subventionnés avaient l'obligation d'y avoir recours (opérations démonstratrices).



▲ Illustration 11 : répartition des opérations en fonction du type d'isolation

Les isolants bio-sourcés (principalement la fibre de bois et la ouate de cellulose) ont été utilisés dans 28% des opérations.

De la même façon, les statistiques montrent que l'utilisation d'une ventilation double flux est notable dans l'échantillon puisque 43% des bâtiments en sont équipés. Cette fois encore ce chiffre doit être analysé avant d'être exploité. On observe par exemple que des disparités énormes existent suivant le type d'usage (quasiment la totalité des bâtiments tertiaires sont équipés d'une VMC DF, alors que les bâtiments collectifs sont majoritairement équipés de ventilation Hygro B).

Des panneaux photovoltaïques ont été installés dans 15% des opérations. Le triple vitrage a été utilisé dans 10% des cas.

Enfin, plus d'un quart des projets sont à ossature bois et 15% des opérations disposent d'une toiture végétalisée.



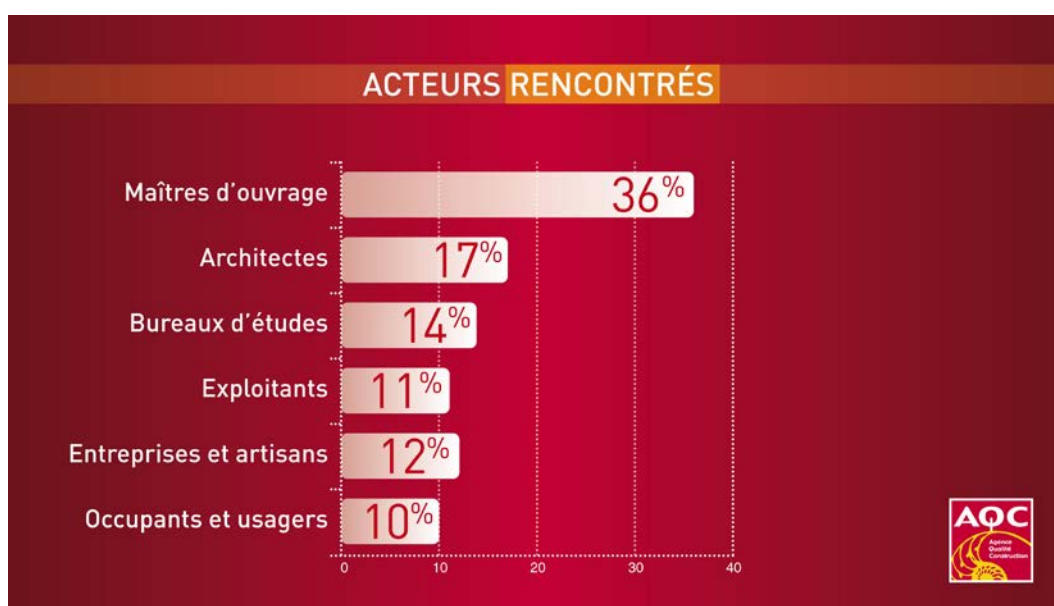
Profil des intervenants rencontrés

5



Il a été décidé de toucher le public le plus large possible pour collecter des informations sur tous les aspects de la construction (réglementaire, technique, confort, logistique, économique...). Il était important de rencontrer les personnes qui conçoivent et construisent les bâtiments ainsi que celles qui les utilisent et les exploitent.

Le choix de se rendre sur le lieu de l'opération a imposé de rencontrer un grand nombre de maîtres d'ouvrage. Pour le reste des acteurs, aucune distinction n'a été faite dans le choix des personnes à rencontrer.



▲ Illustration 12 : répartition par rôle des acteurs rencontrés dans les opérations

Globalement, l'accueil réservé par les acteurs est bon et leur motivation à participer à l'enquête confirme l'utilité de cette étude. Le besoin d'information concernant les bâtiments performants s'est clairement

révélé au cours des visites. Les acteurs sont curieux et très souvent les entretiens prennent la forme d'un échange « donnant-donnant ».

On peut cependant noter des inégalités dans la qualité et la quantité des informations collectées au cours des différents entretiens. Les acteurs qui ont l'habitude de bien analyser leurs erreurs et qui sont dans un processus d'amélioration continue sont souvent ceux qui ont apporté le plus à ce travail.



6

Restitution des résultats



Les chapitres suivants présentent les principales non-qualités observées depuis 2010. Ils sont la synthèse des 2800 observations actuellement capitalisées dans la base de données REX BP&R. Les observations similaires ont été compilées pour ne faire qu'un seul constat (qu'une seule ligne). Pour la première fois cette année, les matricules des opérations visitées en 2013 et concernées par le désordre figurent en dessous du descriptif de la non-qualité. Ceci n'avait pas été fait les années précédentes ce qui explique l'absence de numéro dans certains cas : preuve que l'observation n'a pas été réitérée en 2013. Les observations du millésime 2013 sont venues corroborer les constats des années précédentes tout en apportant leur lot de nouveautés. Il faut considérer ce rapport comme un document évolutif qui est enrichi chaque année par de nouveaux retours d'expériences.

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux.

Les observations faites sur le terrain sont brièvement décrites dans la colonne *Constats* ainsi que leur origine principale et leur impact principal. Un même désordre peut avoir plusieurs origines et plusieurs impacts. Toutes et tous ne sont pas mentionnés.

Pour chaque constat, les conclusions de l'évaluation des risques figurent dans les colonnes *Performance énergétique* et *Pathologie*. Les critères qui ont été pris en compte pour faire l'évaluation sont parfois indiqués dans ces colonnes.

Plusieurs niveaux de risque ont été déterminés :

Fo	Risque fort
M	Risque moyen
Fa	Risque faible
V	Risque variable
So	Sans objet

Une information sur le type d'usage est fournie dans la colonne *Type d'usage* pour préciser si le constat a été fait dans :

- une maison individuelle MI
- un bâtiment collectif C
- un bâtiment tertiaire T

Enfin, des solutions correctives ou préventives, ainsi que des bonnes pratiques, sont présentées en face des désordres constatés. Certaines de ces opportunités de qualité ont été observées sur le terrain ; d'autres sont issues de l'expérience des spécialistes composant le groupe de travail (voir partie « Analyse des données et évaluation des risques »). Elles figurent dans la colonne *Solution préconisée*.

Exemple d'évaluation des risques

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Les panneaux d'isolants fibreux posés en façade ont été exposés aux intempéries avant la mise en œuvre du pare pluie et du bardage. Ils se sont gorgés d'eau et ont été dégradés. Origine : mise en œuvre Impact : perte de performance de l'enveloppe	C, T	Fo Risque de dégradation de l'isolant Risque d'augmentation de sa conductivité thermique	M Risque de développement de moisissures dans la masse	Bâchage du chantier

	Niveau de dégradation de la performance énergétique		
Réurrence	Faible	Moyen	Fort
Fort	M	Fo	Fo
Moyen	Fa	M	Fo
Faible	Fa	Fa	M

	Niveau de gravité		
Réurrence	Faible	Moyen	Fort
Fort	M	Fo	Fo
Moyen	Fa	M	Fo
Faible	Fa	Fa	M

Les fibres de l'isolant risquent de s'agglomérer.
L'isolant risque de se tasser.
Sa conductivité est provisoirement ou durablement augmentée par l'accumulation d'eau.
Le niveau de dégradation de la performance énergétique est donc jugé fort dans ce cas.

Des moisissures ou des micro-organismes peuvent se développer dans les isolants générant des pathologies.
Le niveau de gravité est jugé moyen dans ce cas.



Résultats généraux

7



Sommaire détaillé

- 7.1 L'enveloppe
 - Etanchéité à l'air
 - Isolation thermique des parois opaques
 - Ponts thermiques
 - Ouvertures
 - Modification des caractéristiques initiales de l'enveloppe
 - Revêtements extérieurs, bardages, platelages, toitures végétalisées
- 7.2 Phénomènes physiques
 - Surchauffes d'été et d'intersaison
 - Séchage en phase chantier et première année d'utilisation
 - Risque d'incendie en phase chantier
- 7.3 Les équipements
 - Chauffage, rafraîchissement & Eau Chaude Sanitaire (ECS)
 - Energie solaire
 - Réseaux de chauffage, de refroidissement et d'ECS
 - Ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF)
 - Ventilation mécanique contrôlée simple flux
 - Puits climatiques (canadien /provençal)
 - Récupération des eaux pluviales
 - Eclairage
 - Modification des caractéristiques initiales des équipements
 - Interactions entre équipements
 - Optimisation des systèmes
- 7.4 Etude thermique et bioclimatisme

7.1. • L'enveloppe

▲ Étanchéité à l'air

ÉTANCHÉITÉ A L'AIR

Préambule : généralités concernant l'étanchéité à l'air

De façon générale, il a pu être observé que la réalisation d'une bonne étanchéité à l'air a un impact positif sur la qualité finale du bâtiment. Les finitions sont mieux réalisées et le soin porté aux détails accru. Cependant, dans la quasi-totalité des projets, l'étanchéité à l'air est réalisée en utilisant ponctuellement ou massivement des matériaux non adaptés (mousse polyuréthane, joint à base de silicone, ruban adhésif non adapté...). Les résultats au moment du test de la porte soufflante sont bons, mais quelle sera la durabilité de la performance dans le temps ? La majorité des problèmes recensés se situe au niveau des interfaces :

- entre les produits ;
- entre les corps d'état.

Pour limiter ces non-qualités il est préférable de réaliser des plans de détail en amont pour valider les concepts et les procédés d'étanchéité à l'air retenus (matériaux, etc..) et faire un travail de synthèse avec tous les lots. Un test des solutions retenues sur un prototype ou dans une zone témoin après passage de tous les corps d'état est également préconisé. Outre les problèmes liés à la conception et à l'exécution, les produits et les équipements présentent des défauts d'étanchéité à l'air intrinsèques qu'il faut prendre en compte dans la définition des projets.

Pour remédier aux différents constats ci-dessous, de nombreuses solutions existent et permettent de bien réaliser l'étanchéité à l'air des bâtiments. A titre d'exemples, les travaux suivants apportent un grand nombre de réponses aux problèmes liés à la réalisation de l'étanchéité à l'air :

- les carnets de détails du projet « MININFIL » (CETE de Lyon) qui présentent cependant des incohérences avec les DTU en cours d'identification dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012;
- le film « Étanchéité à l'air des bâtiments » (5 parties). Ce film a été édité par les Région Alsace, Bourgogne, Franche-Comté et Pays de Loire et les directions de l'ADEME de ces régions.
- de nombreuses formations existent et peuvent être suivies par les entreprises désireuses de se perfectionner.

CONSTRUCTION BOIS

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Fuites d'air parasites par les passages des solives ou des poteaux au travers du plan d'étanchéité à l'air (mauvais traitement de l'interface, déformation du bois dans le temps...) Fuites d'air parasites par les fissures des poutres et des poteaux. Origine : conception de l'ossature bois. Impact : déperditions thermiques.	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque de condensation et pourrissement de la structure à long terme.	Eviter les passages de solives dans l'enveloppe isolée et au travers du plan d'étanchéité à l'air par une conception adaptée. Sinon, utiliser une bande adhésive pour rendre étanche la traversée de la solive. Cette bande adhésive, à base de butyle, assurera la jonction entre la solive et le matériau qu'elle traverse (membrane, murs, etc). Bien choisir la nature de l'adhésif en fonction de la nature de ce matériau La pose de cette bande doit se faire avec un certain jeu, pour supporter les variations dimensionnelles du bois, en fonction de l'hygrométrie.

ÉTANCHÉITE A L'AIR



▲ Fuites d'air parasites au niveau des têtes de solives

Fuites d'air au niveau des jonctions mur/toit, des jonctions plancher/mur.
Origine : défaut de mise en œuvre.
Impact : déperditions thermiques.

MI, C, T

Fo
Débits de fuites importants dégradant le bilan thermique.

Fo
Risque d'exfiltration d'air chargé en humidité et donc de condensation.

Consulter les travaux cités en préambule.
Il existe des mastics permettant de coller la membrane au sol.

Fuites d'air par les espaces entre pièces de charpente au niveau des assemblages (écarts de l'ordre du cm) dans la construction poteau-poutre.
Origine : caractéristiques liées au produit.
Impact : déperditions thermiques.

T

Fo
Débits de fuites importants dégradant le bilan thermique.

Fo
Risque de condensation et pourrissement de la structure à long terme.

Consulter les travaux cités en préambule.




▲ Fuites d'air parasites au niveau de l'assemblage de la charpente



ÉTANCHÉITE A L'AIR

Perçements et déchirures du plan d'étanchéité à l'air souple pendant le chantier. Les brèches ainsi créées n'ont pas été rebouchées. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : fuites parasites. (467)	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque d'exfiltration d'air chargé en humidité et donc de condensation.	Une solution consiste à utiliser les contreventements, positionnés à l'intérieur, pour réaliser le plan d'étanchéité à l'air (en dur) en veillant aux caractéristiques des voiles travaillant utilisés (Sd) et au bon jointoiement des panneaux entre eux. Ceci permet de s'affranchir de l'utilisation d'une membrane. Une autre solution consiste à positionner la membrane au sein de l'isolant (entre deux couches) en respectant les règles de pose en vigneure (1/3 ou < 1/2 de l'épaisseur en fonction des caractéristiques géographiques).
Fuites d'air à la jonction entre les panneaux à ossature bois préfabriqués (observées lors du test d'étanchéité à l'air). Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (454)	MI, C	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque d'exfiltration d'air chargé en humidité et donc de condensation.	Utiliser des adhésifs à base de butyle pour étancher les jonctions entre panneaux. Préférer les panneaux bouvetés.
Fuite d'air au niveau des trous qui ont permis d'insuffler la ouate de cellulose en vrac à l'intérieur des caissons. Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe, risque de condensation dans la masse en cas d'exfiltrations. (432)	MI	Fa	M Risque de migration de vapeur d'eau et de condensation dans la structure.	Traiter ces interfaces avec des adhésifs adaptés (à base de butyle) pour occluser les orifices après achèvement du séchage de l'isolation soufflée. Intégrer cette contrainte au marché.

CONSTRUCTION MACONNEE


Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Fuites d'air par les joints verticaux non maçonnés entre les briques (et les briques de chaînage) quand le mur n'est pas destiné à être recouvert d'un enduit (mur mitoyen, mur du côté garage...) Origine : conception (absence de plan d'étanchéité à l'air). Impact : déperditions thermiques.	MI, C	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Projeter un enduit mince intérieur assurant l'étanchéité à l'air. Veiller à ce que le produit choisi sur le marché soit durable dans le temps. Mettre en place une membrane d'étanchéité à l'air à l'intérieur (côté chaud).

ÉTANCHÉITE A L'AIR					
T	V	Fa	Fa	Utiliser des adhésifs à base de butyle.	
Fuites d'air aux jonctions entre panneaux de façade pré-fabriqués et pré-isolés en construction poteau-poutre. Origine : caractéristiques du produit. Impact : déperditions thermiques.	Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Fa	Utiliser des adhésifs à base de butyle.	
Fuites d'air par les passages de gaines à l'intérieur des briques (l'air circule dans les alvéoles des briques « monomur »). Origine : mise en œuvre du réseau électrique. Impact : déperditions thermiques.	Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Fa	En phase de conception, il est préférable d'organiser l'activité intérieure de façon à éviter tout passage de gaines et réseaux dans les murs donnant sur l'extérieur. Si ce n'est pas le cas, il est possible d'utiliser des "passe-câble" pour rendre étanche le passage du câble vers l'intérieur de la brique. C'est une membrane adhésive muni d'un orifice dans une membrane en caoutchouc qui s'adapte au diamètre effectif du câble.	
					
<p>▲ Risques de fuites d'air parasites par les passages de gaines à l'intérieur des briques</p>					
Fuites d'air au niveau des joints de dilatation (béton). Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (512)	M Bilan thermique affecté par les entrées d'air parasites.	Fa Gêne pour les occupants.	Fa Gêne pour les occupants.	Fixer des membranes EPDM ou similaire pour fermer, par l'extérieur de l'enveloppe tout le linéaire des joints de dilatation. Attention : ces membranes ne doivent pas être tendues entre les lèvres du joint de dilatation lors de leur pose (afin d'absorber une dilatation éventuelle du bâtiment).	

ÉTANCHÉITE A L'AIR				
CONSTRUCTION METALLIQUE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Réalisation de l'étanchéité à l'air délicate en présence de matériaux ondulés (tôles, bardage métallique...) Difficultés pour épouser la forme de ces matériaux notamment à la liaison mur /toit. Par exemple, la liaison « couverture en bac acier / mur extérieur » est difficile à traiter : des tolérances mécaniques sont structurellement nécessaires générant un passage d'air à cette interface. Origine : caractéristiques des produits. Impact : déperditions thermiques. (434, 516)</p>	T	Fo	Fa	<p>Réaliser un « vrai » plan d'étanchéité à l'air côté intérieur du bâtiment avec des produits spécialement conçus à cet effet (membranes...) En conception, à défaut de précisions spécifiques à ces configurations dans les règles de l'art, prévoir des carnets de détails élaborés. NB : il est difficile d'avoir une bonne étanchéité à l'air à la jonction d'un mur et d'un bac acier. En plus d'un closoir adapté, il faut aussi assurer l'étanchéité entre le closoir et le bac acier, ce qui est très difficile, voire impossible.</p>
				
<p>▲ Fuites d'air parasites à la liaison mur-plancher haut ▲ Fuites d'air parasites à la liaison mur-plancher haut</p>				
<p>Fuites d'air à l'interface entre la maçonnerie et la charpente métallique. Les matériaux (métal et béton ne travaillent pas de la même façon ; dilatation). Origine : conception. Impact : déperditions thermiques. (434)</p>	T	Fo	Fo	<p>Réaliser un plan d'étanchéité à l'air à l'intérieur du bâtiment.</p>
				

ÉTANCHÉITE A L'AIR				
T	Fo	Fa	Fa	
Fuites d'air par les doublages et bardages métalliques (notamment les bardages côté intérieur qui sont perforés pour améliorer l'acoustique). NB : Ce problème n'est pas propre aux ossatures métalliques (c'est la majorité des cas rencontrés cependant). Origine : caractéristiques des produits. Impact : déperditions thermiques.			Réaliser un plan d'étanchéité à l'air dans la paroi (côté chaud). Bien préciser quel corps d'état est responsable de ce lot.	
Fuites d'air parasites au niveau de la jonction des acrotères. Origine : mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques.	Fa		Fo Risque de condensation notamment dans les bâtiments à ambiance régulée.	Réaliser un plan d'étanchéité à l'air à l'intérieur du bâtiment.
INTERFACES ENTRE PROCEDES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		
		Performance énergétique	Pathologie	Solution préconisée
Absence de traitement de l'étanchéité à l'air au niveau des joints de fractionnement à la jonction entre les parties maçonnées et les parties à ossature bois. Origine : organisation. Impact : déperditions thermiques.	C, T	Fo Débits de fuite importants.	Fa Cependant, attention aux infiltrations d'eau si l'interface n'est pas traitée.	Doubler la jonction maçonnerie/ossature bois avec une membrane, une paroi étanche ou tout autre élément pouvant assurer l'étanchéité à l'air. Cette opération doit être prévue dans les carnets de détails.
OUVERTURES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		
		Performance énergétique	Pathologie	Solution préconisée
Déformation des portes se situant entre les locaux chauffés et les locaux non chauffés (garage, cave, combles...) engendrant des fuites d'air parasites. Ceci est dû à la différence de température et d'humidité de part et d'autre de la porte. Origine : choix d'un produit inadapté lors de la conception. Impact : pertes thermiques.	MI	Fa Débits de fuites ne remettant pas en question l'obtention du test	Fa Coût de remplacement des portes peu élevé	Utilisation de portes indéformables et garanties pour les ambiances différentielles (cf. critère S du classement FASTE – stabilité entre climats différents). Privilégier les seuils à la « suisse ». Privilégier les portes à fermeture 3 points. Traiter ces ouvertures comme des portes d'entrée.

ÉTANCHÉITE A L'AIR

<p>Fuite d'air à la jonction entre les dormants des menuiseries et le gros œuvre. Origine : mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques et risque de condensation (observé dans certains cas avec pour conséquence la déformation des tablettes en bois entourant les ouvertures). (436, 487, 479, 466, 455)</p>	MI, C, T	Fo Récurance très importante du problème.	Fo Risque de condensation et de dégradation des isolants.	Réaliser des plans de détail en amont pour valider les concepts et les procédés d'étanchéité à l'air. Utiliser des matériaux adaptés (bandes adhésives spécifiques...) Valider le procédé sur un prototype suivant la taille de l'opération (zone témoin). Formaliser la réception des supports.
				
<p>▲ Traitement de l'étanchéité à l'air insuffisant à l'interface menuiserie-paroi opaque ▲ Défaut de mise en œuvre lors du jointolement de la membrane d'étanchéité à l'air au dormant de la menuiserie ▲ Bonne pratique, étanchéité à l'air correctement réalisée à l'interface entre la menuiserie et la paroi opaque</p>				
<p>Pas de retour d'étanchéité au niveau de l'embrasure des fenêtres de toit. Origine : défaut d'exécution. Impact: infiltrations d'air parasite / déperditions thermiques. (411)</p>	MI, C	Fo Déperditions importantes.	Fo Risque de condensation et d'accumulation d'eau dans les isolants.	Réaliser des plans de détail en amont pour valider les concepts et les procédés d'étanchéité à l'air. Toute interface doit être "conçue" et traitée avec soin. Tout oubli se paye cher. Le plus généralement, au niveau de la toiture, c'est une membrane d'étanchéité qui est utilisée. Il faut donc solidariser cette membrane avec l'embrasure grâce à l'utilisation de bande adhésive au butyle ou de mastic (en fonction de la nature de celle-ci).
<p>Difficulté pour réaliser l'étanchéité à l'air des menuiseries posées au nu extérieur des murs dans l'épaisseur de l'isolant (ITE). L'entreprise est intervenue à trois reprises avant que le test d'étanchéité à l'air soit conforme. Origine : défaut d'exécution. Impact: déperditions thermiques. (455)</p>	MI	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Dans ce cas l'étanchéité ne peut se faire que par l'intérieur en posant un ruban adhésif solidarissant le mur et la menuiserie. Ce type d'interface doit faire l'objet de plans de détail en amont pour valider les concepts et les procédés d'étanchéité à l'air choisis.

ÉTANCHÉITE A L'AIR

Fuites d'air par les trappes de désenfumage et les lanternes. Origine : caractéristiques des produits. Impact : déperditions thermiques.	C, T	Fo Débits de fuites importants.	Fa Risque d'inconfort si circulation d'air importante.	Veiller au choix de produits performants. Il existe aujourd'hui des lanternes munis de joints d'étanchéité à l'air. Des classements précis de ces produits existent avec des tables de correspondance entre les classes AP et les Q4 ou N50 recherchés.
Fuites d'air entre les deux ouvrants ou à la jonction entre l'ouvrant et le dormant de fenêtres, portes fenêtres ou fenêtres de toit. Le défaut a été révélé par thermographie IR dans certains cas ou pendant le test de la porte soufflante. Origine : défaut de produit (joints) ou de réglage. Impact : déperditions thermiques. (466, 497, 479)	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa Sauf retour produit.	Exiger un classement AEV minimal des menuiseries A*4 et certifié. Vérifier les tolérances et fluages possibles en plus du classement AEV. NB : Attention à ce que les protections des joints soient systématiquement enlevées à la livraison des bâtiments. Ceci représente un risque supplémentaire de fuites parasites. Un nettoyage des joints peut être à prévoir s'ils sont encrassés ou dégradés pendant le chantier.
Fuites d'air par les parclozes des menuiseries (principalement les profilés creux et les menuiseries aluminium). Origine : défaut de produit ou de mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques.	MI, C, T	V Variable en fonction de la performance à atteindre et en fonction du classement des menuiseries.	Fa	Exiger un classement AEV minimal des menuiseries A*4 et certifié. L'étanchéité des parclozes peut se faire par le menuisier de plusieurs façons. Il faut la considérer comme une opération obligatoire. Elle peut être obtenue par pose d'un filet de silicone entre vitrage et menuiserie, ou bien sur les deux faces de la parcloze (contre le vitrage et contre la menuiserie) avant sa pose. On peut aussi poser un petit adhésif faisant la jonction entre le vitrage et la menuiserie avant la pose de la parcloze. Le procédé retenu peut-être validé par un test sur une zone témoin (suivant la taille de l'opération).
Fuites d'air à l'interstice entre les deux vitrages coulissants des baies. Origine : défaut du produit. Impact : déperditions thermiques.	MI, C	Fo Produits difficilement compatibles avec les exigences de la RT 2012.	Fa	Privilégier les baies coulissantes à frappe certifiées (se pose alors le problème d'accès PMR). Il existe des baies coulissantes dont le classement AEV est A*4.
Fuites d'air sur le pourtour des trappes de visites (combles...) élaborées de façon rudimentaire. Origine : choix du produit. Impact : déperditions thermiques.	MI, C, T	Fa	Fa	Utiliser les trappes de visites étanches commercialisées. Installer la trappe d'accès aux combles froid à l'extérieur (en pignon par exemple) afin d'éviter la création d'une discontinuité de l'étanchéité à l'air au niveau du plancher haut.

ÉTANCHÉITE A L'AIR					
Fuites d'air (intrinsèques) au niveau des joues ou des commandes des coffres de volets roulants (CVR). Origine : défaut de produit. Impact : déperditions thermiques. (487, 479)	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa Cependant, attention aux problèmes acoustiques avec l'extérieur..	Privilégier le positionnement des CVR à l'extérieur. Privilégier les systèmes à commande électrique et non pas manuel (en veillant à bien traiter le passage des gaines dans l'enveloppe).	
Fuites d'air à la jonction entre les CVR (qu'ils soient pré-fabriqués, traditionnels ou intégrés) et le gros œuvre. Origine : mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques.	MI, C	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Pour les CVR traditionnels montés in situ, vérifier systématiquement le calfeutrement du coffre par rapport au gros œuvre, avant pose des doublages et fermeture du coffre.	
Dérèglement ou dégradation des menuiseries intégrées aux panneaux à ossature bois préfabriqués en usine pendant le transport, le stockage ou le montage de la structure sur site. Les menuiseries étanches en sortie d'usine ne le sont plus à la livraison. Origine : erreur dans la chaîne d'approvisionnement et de montage. Impact : déperditions thermiques.	MI	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa	Renforcer les panneaux à ossature bois préfabriqués avec des croix de Saint-André pendant leur transport de l'usine au chantier afin d'éviter les mouvements de cisaillement du panneau et ne pas endommager les menuiseries. Être attentif à ce problème au moment du levage et de la mise en œuvre des panneaux.	
Défauts d'étanchéité à l'air au niveau des seuils d'accès PMR des portes d'entrée et des portes fenêtres donnant sur les balcons. Origine : caractéristiques du produit et incompatibilité entre réglementations. Impact : déperditions thermiques.	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa		

ÉTANCHÉITÉ A L'AIR

MI	Fo	Fa	NB : par définition, les galandages ne peuvent pas être vraiment étanches à l'air. C'est constitutif.
Défaut d'étanchéité à l'air au niveau des baies à galandage. Origine : caractéristiques propres au produit. Impact : déperditions thermiques.	Systèmes difficilement compatibles avec les exigences de la RT 2012.	Fa	
Dégrada-tions des joints des menuiseries en bois suite à leur « encollage » lors du traitement à la lasure des châssis. Les fenêtres ont été refermées avant que les tâches et les projections de produit présent sur les joints n'aient eu le temps de sécher. A la première réouverture les joints ont été en partie dégradés et ne présentent plus une bonne étanchéité à l'air (révélé lors du test). Origine : Défaut d'exécution. Impact : Défaut d'étanchéité à l'air.	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa Attention aux joints entièrement peints qui deviennent rigides et ne jouent plus leur rôle.	Protéger systématiquement les joints des menuiseries avant de peindre. Une protection est fournie en sortie d'usine avec comme objectif de protéger le joint. La protection doit être enlevée après le lasurage.
Fuites d'air parasites dues aux déformations des menuiseries liées au poids important des vitrages ou à des dérèglements de ces dernières du fait du sous-dimensionnement des pannelles. Le problème a été observé pour : – des fenêtres ou baies de grande taille en triple vitrage ou polycarbonate ; – une porte vitrée en double-vitrage anti-intrusion ; – une porte en bois massif. Origine : défaut de produit. Impact : mauvaise qualité d'usage, défaut d'étanchéité à l'air. (443, 447, 466, 516, 531)	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fa Réparation ou remplacement des éléments défectueux.	Pour les ouvertures de grande taille, privilégier les châssis aluminium à rupture de pont thermique, ou mixtes bois-alu mécaniquement plus résistants. Lors de la conception, intégrer cette contrainte en limitant la taille des vitrages. Il est possible de fractionner les surfaces. Attention au bon dimensionnement des charnières.



▲ Dérèglement de la menuiserie engendrant des fuites d'air parasites

ÉTANCHEÏTE A L'AIR

TRAVERSEES DU PLAN D'ÉTANCHEÏTE A L'AIR PAR LES RESEAUX


Toutes les traversées des murs extérieurs ou des planchers (haut et bas), quels que soient la nature du réseau et le type constructif, présentent un risque de fuites parasites. Il convient donc de les limiter au maximum afin de diminuer les risques. Ceci implique de faire passer, tant que possible, les réseaux à l'intérieur du bâtiment (dans les cloisons, les planchers intermédiaires, les murs mitoyens...) en veillant toutefois à ne pas dégrader le confort acoustique. Il est également nécessaire que les doublages disposent d'un véritable vide technique (d'une largeur suffisante) afin de faire passer les réseaux intérieurs sans endommager le plan d'étanchéité à l'air. Il est rappelé qu'en aucun cas, ce n'est au parement intérieur (BA 13, plaque de gypse...), de jouer le rôle de plan d'étanchéité à l'air. Les fuites parasites constatées concernent l'interface entre le plan d'étanchéité à l'air et les réseaux mais également l'intérieur des fourreaux.

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Particulièrement dans les projets à ossature, présence de fuites d'air parasites au niveau des traversées du plan d'étanchéité à l'air (membrane) par les gaines électriques (prises, interrupteurs...). Dans certains cas, le test final est moins bon que le test intermédiaire du fait de la dégradation du plan d'étanchéité à l'air au niveau des passages des réseaux électriques.</p> <p>Origine : mise en œuvre non soignée.</p> <p>Impact : déperditions thermiques.</p> <p>(487, 530, 466, 501)</p>	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque de condensation dans la masse.	<p>Eviter de faire passer les gaines électriques dans l'enveloppe (isolant) afin de ne pas percer le plan d'étanchéité à l'air (membrane)</p> <p>Créer un vide technique suffisamment large entre le plan d'étanchéité à l'air et les parements intérieurs afin de faire passer les réseaux sans risque et prévenir les futures dégradations par percements (installation de cadres, meubles suspendus...)</p> <p>Privilégier le positionnement des prises sur les cloisons et les murs de refend</p> <p>Privilégier la distribution par les planchers intermédiaires.</p> <p>Utiliser des manchons adaptés quand la traversée du plan d'étanchéité à l'air est indispensable (sonnette, alimentation électrique CVR ou brise-soleil orientables, etc.).</p>






- ▲ Bonne pratique, présence d'un véritable vide technique, aucune gaine ne perce le plan d'étanchéité à l'air
- ▲ Bonne pratique, présence d'un véritable vide technique, aucune gaine ne perce le plan d'étanchéité à l'air
- ▲ Bonne pratique, présence d'un véritable vide technique, tous les réseaux sont à l'intérieur du volume étanche à l'air
- ▲ Bonne pratique, les réseaux de ventilation, plomberie et électricité sont à l'intérieur de l'enveloppe étanche et ne traversent pas la membrane

ÉTANCHÉITE A L'AIR

<p>Particulièrement dans les projets à ossature, présence de fuites d'air parasites au niveau des traversées du plan d'étanchéité à l'air (membrane) par les tuyaux de plomberies (réseau de chauffage...).</p> <p>Origine : mise en œuvre.</p> <p>Impact : déperditions thermiques. (487, 530)</p>	MI, C, T	<p>V</p> <p>Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque de condensation dans la masse.</p>	<p>Eviter de faire passer le réseau de plomberie dans l'enveloppe (isolant) afin de ne pas percer le plan d'étanchéité à l'air.</p> <p>Créer un vide technique suffisamment large entre le plan d'étanchéité à l'air et les parements intérieurs afin de faire passer les réseaux sans risque et prévenir les futures dégradations par percements des parements intérieurs.</p> <p>Privilégier le positionnement des radiateurs sur les cloisons et les murs de refend.</p> <p>Privilégier la distribution par les planchers intermédiaires.</p> <p>Utiliser des manchons adaptés si la traversée du plan d'étanchéité à l'air est indispensable.</p>
<p>Les gaines électriques passent en « paquet » au travers du plan d'étanchéité à l'air (membrane). L'utilisation de manchons est alors impossible quand les gaines électriques sont groupées</p> <p>Origine : mise en œuvre et conception.</p> <p>Impact : déperditions thermiques.</p>	MI, C, T	<p>Fo</p> <p>Fuites importantes difficile à traiter.</p>	<p>M</p> <p>Risque de condensation.</p>	<p>A éviter absolument.</p>
				
<p>▲ Passage de gaines groupées au travers du plan d'étanchéité à l'air impossible à traiter</p> <p>Dégradações de la membrane d'étanchéité à l'air au moment de la mise en œuvre des boîtiers électriques (percements, déchirures...).</p> <p>Origine : mise en œuvre, non-respect de l'étanchéité à l'air déjà réalisée.</p> <p>Impact : déperditions thermiques.</p>	MI, C	<p>V</p> <p>Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque de condensation dans la masse au droit des déchirures.</p>	<p>En conception, créer un vide technique suffisamment large entre le plan d'étanchéité à l'air et les parements intérieurs (plaque de plâtre...).</p> <p>Privilégier les membranes les moins fragiles (armées...).</p> <p>Laisser la membrane d'étanchéité un peu plus lâche aux emplacements des futurs boîtiers électriques afin qu'elle ne soit pas « blessée » au moment de leur installation.</p> <p>La communication entre les corps d'état qui réalise le plan d'étanchéité à l'air et l'électricien doit être renforcé même si leurs interventions sont décalées dans le temps.</p>

ÉTANCHÉITÉ A L'AIR

<p>Fuites d'air autour des tuyaux de diamètre important (eaux grises, gaines de VMC...) qui traversent l'enveloppe. Origine : mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques. (479, 413, 468)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.</p>	<p>M Risque de condensation si exfiltration d'air.</p>	<p>Il est important de rappeler aux différents corps d'état, en début de chantier, où se situe l'enveloppe et par quoi est matérialisé le plan d'étanchéité à l'air afin d'identifier les tâches les plus complexes. En effet, tous les travaux qui touchent à l'enveloppe doivent faire l'objet de la plus grande attention. Utiliser les manchons adaptés au passage des tuyaux de diamètre important.</p>
				
<p>▲ Traitement inadapté de l'étanchéité à l'air autour des gaines de VMC ▲ Traitement correcte de l'étanchéité à l'air autour d'un tuyau de diamètre important grâce à un manchon adapté ▲ Vide technique de largeur suffisante permettant le passage des gaines de ventilation sans percer le plan d'étanchéité à l'air</p>				
<p>Négligences dans le traitement de l'étanchéité à l'air au niveau des traversées des planchers intermédiaires situées dans des endroits inaccessibles (derrière les toilettes, sous les baignoires). Origine : mise en œuvre. Impact : déperditions thermiques. (479)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa Risque limité car les fuites sont au sein du volume isolé.</p>	<p>M Attention aux problèmes acoustiques entre logements et à l'impact sur la ventilation.</p>	
<p>Fuites d'air par l'intérieur des fourreaux à l'arrivée des réseaux principaux (électricité, eau) dans des locaux techniques situés dans le volume chauffé. Origine : méconnaissance / absence d'un produit adapté pour traiter le problème. Impact : déperditions thermiques. NB : Une attention particulière doit être portée sur l'arrivée du réseau de gaz (conformité au DTU).</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fo Le diamètre des gaines est important.</p>	<p>Fa</p>	<p>Utilisation de matériaux résilients (type mastic souple) pour boucher les espaces laissés ouverts.</p>

ÉTANCHÉITE A L'AIR					
C	So	M	Fa	Fo	
<p>Circulations d'air par l'intérieur des fourreaux (gaines électriques, réseaux de plomberie, TV, téléphone...) au sein du bâtiment (entre les appartements et les parties communes non chauffées).</p> <p>Origine : mise en œuvre.</p> <p>Impact : circulations d'air non contrôlées entre les pièces et les étages.</p>		<p>M</p> <p>Attention aux problèmes acoustiques entre logements et à l'impact sur la ventilation.</p>			<p>Boucher l'intérieur des gaines et des fourreaux avec des produits adaptés (bouchons).</p>
<p>MI, C, T</p> <p>Défauts d'étanchéité à l'air (révélés lors du test de la porte soufflante) des tableaux électriques positionnés hors du volume isolé et étanche à l'air (ex : garage).</p> <p>Si l'intérieur des gaines n'est pas bouché, l'air circule depuis le tableau électrique jusqu'à l'intérieur du bâtiment et se répartit dans toutes les pièces.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : pertes thermiques. (444, 435, 468, 487)</p>	<p>Fo</p> <p>Débits de fuites pouvant être importants.</p>	<p>Fa</p> <p>Risque possible de condensation dans les gaines.</p>			<p>Placer le tableau électrique à l'intérieur, dans le volume isolé et étanche à l'air.</p>
<p>C, T</p> <p>Fuites d'air parasites par les gaines d'ascenseur dont la ventilation est obligatoire. Phénomène de tirage important.</p> <p>Origine : réglementation (1% de la surface de la gaine doit être ouverte).</p> <p>Impact : pertes thermiques / fort tirage.</p>	<p>Fo</p> <p>Déperditions thermiques très importantes.</p>	<p>Fa</p>			<p>Ouverture de l'orifice de ventilation haute de la gaine par clapet motorisé asservi au fonctionnement de l'ascenseur et compatible avec les exigences de la maintenance.</p> <p>Positionner la gaine d'ascenseur à l'extérieur du bâtiment ou dans un atrium.</p>
<p>MI, C, T</p> <p>Défauts d'isolation et d'étanchéité à l'air autour des conduits d'évacuation des produits de combustion au niveau de leur traversée de l'enveloppe.</p> <p>Origine : réglementation / respect de la distance de sécurité.</p> <p>Impact : déperditions thermiques.</p>	<p>Fo</p> <p>Passages d'air pouvant être très importants.</p>	<p>Fa</p>			<p>Utiliser les produits sous Avis Technique (coquilles) spécifiquement conçus pour limiter les fuites d'air parasites et améliorer l'isolation thermique autour des conduits au niveau de leur passage dans l'enveloppe.</p>

ÉTANCHEÏTE A L'AIR



- ▲ Défauts d'isolation et d'étanchéité à l'air autour des conduits d'évacuation des produits de combustion
- ▲ Bonne pratique, utilisation d'un produit adapté pour réaliser l'étanchéité à l'air autour des conduits d'évacuation des produits de combustion

<p>Défauts d'étanchéité à l'air (révélés lors du test) par les interphones. Il s'agit d'une infiltration d'air soit par le fourreau d'amenée du câble de l'interphone, soit par les alvéoles de la cloison (briques creuses) sur laquelle il est posé. Origine : défaut d'exécution. Impact : pertes de performances thermiques. (487)</p>	C	Fa	Fa	<p>Utiliser un mastic souple afin de boucher l'espace entre le câble et les parois du fourreau. Si les fuites proviennent des alvéoles de la cloison, il faut les occulter et reboucher le mur autour des gaines avant la pose de l'interphone.</p>
CHANGEMENTS APPORTÉS PAR L'EXIGENCE D'ÉTANCHEÏTE A L'AIR				
<p>Constat</p> <p>Incompatibilité des produits ou des procédés qui ont été utilisés pour réaliser l'étanchéité à l'air car des changements ont eu lieu en cours de chantier. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	Type d'usage	Evaluation du risque		<p>Solution préconisée</p> <p>Tenir informé le concepteur en cas de changement de produits (rubans adhésifs, colles...) pour qu'il valide les modifications. Nécessité d'un suivi de chantier régulier et formalisé.</p>
	Performance énergétique	Pathologie		
	MI, C, T	V	M	
		Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Risque de condensation si exfiltration.	

ÉTANCHÉITE A L'AIR

<p>Les résultats du test final ont été moins bons que ceux du test intermédiaire (blower door). Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (425, 448)</p>	MI, C	So	So	<p>S'assurer que quelles que soient leurs fonctions, les différents corps d'état : – respectent l'étanchéité à l'air qui a déjà été réalisée par les corps d'état précédents ; – assurent correctement l'étanchéité à l'air en lien avec leurs spécialités, leurs lots. NB : il a été observé que certaines entreprises en charge du lot isolation, étanchéité à l'air et menuiseries, réalisaient elles-mêmes un test d'étanchéité à l'air en fin de prestation. Cela leur permet de désengager leur responsabilité en cas de dégradation de l'étanchéité à l'air par les autres corps d'état qui se succèdent.</p>
<p>Les résultats du test final n'étant pas satisfaisants, il a fallu démonter les parements intérieurs pour réparer le plan d'étanchéité à l'air aux endroits ou des fuites d'air parasites avaient été localisées. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : allongement des délais de mises en œuvre, surcoûts.</p>	MI, C	So	Fo Allongement des délais et coût de réparation.	<p>Effectuer un test d'étanchéité à l'air intermédiaire permet de déceler les points sensibles avant qu'il ne soit trop tard.</p>
<p>Difficulté pour prévoir et synchroniser le test d'étanchéité à l'air intermédiaire en fonction de l'avancement du chantier. En effet, le test intermédiaire impose que l'étanchéité à l'air soit terminée le jour J à défaut de ne pouvoir être réalisé dans de bonnes conditions (et le RDV est souvent pris un certain temps à l'avance). Origine : défaut de coordination. Impact : allongement des délais d'exécution. (501, 433)</p>	MI, C, T	So	So	<p>Une solution consiste à se procurer le matériel nécessaire pour effectuer les tests d'infiltrométrie intermédiaires en interne (pour les entreprises de grandes tailles). Cela permet d'être indépendant et de mieux gérer les écarts de planning.</p>
<p>La réglementation concernant les maisons individuelles impose de prévoir un conduit de cheminée pour un possible changement d'énergie ultérieurement (principe de réversibilité ; loi sur l'air de 1996). Outre qu'il faut dans un premier temps prévoir l'étanchéité à l'air de ce conduit (détails au niveau de la conception) les acteurs s'inquiètent du type de poêle qui sera installé ultérieurement et de la manière dont sera traitée l'étanchéité à l'air au moment de ces changements. Dans certains projets des fuites d'air parasites ont été localisées au niveau de ces conduits en attente. Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre. Impact : défaut d'étanchéité à l'air, risque de perte de performance de l'enveloppe. (496)</p>	MI	Fo	Fa Attention au type de poêle qui sera installé (penser à l'arrivée d'air indépendante).	<p>Ces conduits sont en attente, si un usager souhaitait un jour les utiliser. Dans cette attente on peut parfaitement rendre étanches à l'air et les isoler. Cette étanchéité sera supprimée le jour où ils seront raccordés. Informer les futurs occupants des choix d'équipements (poêles, etc.) compatibles avec la conception de l'ouvrage.</p>

ÉTANCHÉITE A L'AIR

Lors des réunions de sensibilisation sur l'étanchéité à l'air, mises en place par certains MO, il a été constaté que ce sont souvent les chefs d'entreprise ou les chefs de chantier qui y assistent sans assurer la transmission de cette information au personnel sur le chantier. Origine : défaut de coordination. Impact : risque de perte de performance de l'enveloppe. (512)	T	So	So	Il est indispensable que la maîtrise d'œuvre forme de façon pratique les différentes équipes qui se relayeront sur le chantier. Pour cela, la mise en situation de test à la porte soufflante sur le chantier en question est très formatrice et elle permet de toucher tous les acteurs et notamment les compagnons. Il est possible de prévoir plusieurs réunions pratiques tout au long du chantier afin de toucher l'ensemble des personnes concernées.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	----	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES

L'amélioration de l'isolation thermique des enveloppes a pour conséquence d'accroître la perception des nuisances sonores à l'intérieur des logements (bruits des équipements...) et entre logements (problèmes de voisinage).
 L'aspect acoustique doit donc être une préoccupation forte en conception et notamment dans le choix des équipements et de leur positionnement au sein du logement.
 L'étude montre également que la découpe des isolants (panneaux rigides ou isolants fibreux) est souvent peu précise aussi bien lors de la mise en œuvre de procédés d'ITI que d'ITE. Ceci a pour conséquences la mauvaise jonction entre les éléments composant l'isolation d'où la création de nombreux ponts thermiques qui dégradent la performance de l'enveloppe initialement modélisée. Il est donc indispensable d'optimiser la conception pour limiter le nombre de découpes (calepinage) et éviter les découpes complexes. La mise en œuvre des isolants devra également être irréprochable et les outils de découpe spécifiques à chaque matériau devront être utilisés.

ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTERIEUR (ITI)

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Constat Présence d'un vide d'air important (jusqu'à 10 cm) entre les 2 couches d'isolant (panneaux posés en couches croisées). Circulation d'air froid possible dans la lame d'air ainsi créée. Origine : mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe.	MI, C, T	M	Fa Attention au décalage du point de rosée.	Poser les couches d'isolant en contact, sans vide d'air entre les deux.



▲ Présence d'un vide d'air important entre les 2 couches d'isolant

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES					
Les isolants fibreux ont été trop tassés lors de leur mise en œuvre. Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe.	MI, C, T	M	Fa Risque de condensation si création d'un pont thermique.	Il ne faut jamais tasser les isolants, car ils perdent alors leur pouvoir d'isolation.	
Les panneaux d'isolants qui ont été mis en œuvre pendant le chantier étaient humides car : – livrés très abimés suite à leur stockage au soleil et à la pluie chez le négociant (sur une longue période). Une partie des panneaux était gorgée d'eau. – stockés à l'extérieur du chantier sans protection et à la pluie. Origine : vice de procédure (négociant) et défaut de mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (410)	MI, C, T	Fo Dégradation de l'isolant Augmentation de sa conductivité thermique.	M Risque de développement fongique.	A la réception, refuser les produits non conformes ou dégradés. Ne jamais mettre en œuvre des isolants humides.	
Il a été observé que la projection d'isolant par voie humide entre des montants en bois (ossature bois) a eu pour conséquence de faire gonfler le bois. Lors du séchage, le bois s'est rétracté en reprenant sa taille moyenne. Un vide d'air a ainsi été créé sur le pourtour de tous les caissons créant un pont thermique entre les montants et l'isolant (qui a durci). Origine : caractéristiques du produit. Impact : déperditions thermiques.	MI, C, T	M La somme des ponts thermiques peut être importante.	M Risque de condensation.	Préférer le remplissage par voie sèche en construction à ossature bois.	
Une partie de l'isolant en vrac, insufflé dans les caissons de l'ossature bois, a été mis en œuvre humidifié, suite à son stockage à la pluie sur le chantier (certains ballots étaient éventrés et prenaient l'eau). Origine : négligence lors de l'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe.	MI, C, T	Fo Dégradation de l'isolant Augmentation de sa conductivité thermique.	M Risque de développement de moisissures dans la masse.	Il est indispensable de stocker les isolants à l'abri des intempéries (à noter qu'un isolant qui a pris l'eau sera d'autant plus difficile à insuffler). Autre élément important : il faut que la migration de vapeur dans ce mur ait été conçue pour assurer un "potentiel de séchage", c'est à dire la capacité de ce matériau à laisser repartir de l'eau ou de la vapeur emmagasinées accidentellement.	

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES

<p>En construction bois, le plancher haut a été imbibé d'eau suite à un défaut d'étanchéité à l'eau de la toiture terrasse dû au mauvais assemblage par soudage du complexe d'étanchéité en polychlorure de vinyle (PVC) plastifié. L'humidité s'est retrouvée piégée dans l'isolant (entre la membrane d'étanchéité à l'air à l'intérieur et la membrane d'étanchéité à l'eau à l'extérieur) et l'isolant a mis des mois à sécher (ouverture des doublages nécessaires).</p> <p>Origine : défaut de mise en œuvre.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe par altération de l'isolant et piégeage d'eau dans les murs.</p> <p>NB : la localisation des points d'infiltration s'est relevée délicate en raison de la présence de la couche de lestage en gravier.</p> <p>(479)</p>	C	Fo Destruction de l'isolant et augmentation de sa conductivité.	Fo Coût de réparation.	Spécifier dans le cahier de charges que chaque applicateur devra recevoir avant tous travaux, une formation théorique et pratique, portant sur les soudages, leur contrôle et les détails de mise en œuvre. Se référer au CPT des revêtements d'étanchéité en PVC (cahier du CSTB 3502) qui prévoit un contrôle systématique des soudures. Faire ce contrôle avant d'isoler. Ceci met en évidence une lacune quasi généralisée dans la conception des parois : l'absence de prise en compte de la migration de la vapeur d'eau. Il faudrait toujours concevoir des parois présentant un "potentiel de séchage" en cas d'incident ou d'accident (comme dans le cas de ce constat). L'eau qui s'est accumulée dans le mur accidentellement doit pouvoir en sortir. C'est une des raisons qui doit faire préférer les freins vapeur (réversibles) au pare vapeur (pas de réversibilité). Le frein vapeur va permettre à l'humidité emprisonnée de sortir.
<p>Fuites d'eau au niveau des joints de fractionnement dans des bâtiments où se joignent des parties en béton et des parties en bois. Les infiltrations d'eau ont imbibé l'isolant fibreux (construction mixte).</p> <p>Origine : défauts d'étanchéité à l'eau.</p> <p>Impact : destruction de l'isolant / perte de performance de l'enveloppe.</p>	C, T	Fo Destruction de l'isolant et augmentation de sa conductivité.	Fo Coût de réparation important.	Bien définir quel corps d'état est responsable d'étancher cette interface. Voir remarque ci-dessus sur l'importance d'avoir un bon potentiel de séchage des murs.
<p>Les panneaux à ossature bois préfabriqués et pré-isolés ont été exposés à la pluie pendant leur transport, leur stockage ou leur mise en œuvre (jusqu'à l'intervention du couvreur).</p> <p>Origine : méconnaissance ou négligence.</p> <p>Impact : diminution de la performance des isolants (tassement, piégeage de l'eau dans les murs).</p>	MI, C, T	Fo Destruction et augmentation de la conductivité de l'isolant.	Fo Risque de développement de moisissures et pourriture de l'isolant. Coûts de réparation importants.	Protéger les panneaux tout au long du processus (de la sortie d'usine, jusqu'à la mise hors d'eau). Prévoir le bâchage du chantier. Il est nécessaire de changer les panneaux afin de ne pas piéger de l'eau à l'intérieur.
<p>L'isolant en vrac, insufflé dans les combles perdus, n'a pas été protégé après sa pose. Il a donc été soufflé lors d'épisodes de forts vents (région ventée). Une partie de l'isolant s'est retrouvé à l'extérieur du bâtiment.</p> <p>Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p> <p>(437)</p>	MI	Fo Déperditions très importantes au niveau du plancher haut.	Fo Inconfort Risque de condensation Coût de réparation.	Préférer des isolants en panneaux pour les combles aérés. Mettre en place des déflecteurs. Mettre en place un pare poussière ou un fixateur sur les isolants en vrac pour éviter leur déplacement par le vent.

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES

<p>Tassement localisé des isolants soufflés dans les combles dû à l'absence de cheminements pour accéder aux équipements techniques. Les techniciens ont marché sur le pare-poussière compactant ainsi l'isolation à l'emplacement de leur passage.</p> <p>Dans d'autres cas, pour accéder à la VMC DF dans les combles perdus, les équipes de maintenance ont retiré les panneaux d'isolant depuis la porte jusqu'aux équipements lors de la première intervention. Les panneaux ont été entassés dans un coin et jamais remis. Les cheminements ainsi créés sont à l'origine de ponts thermiques importants dus à la discontinuité de l'isolant au sol.</p> <p>Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (434, 446, 461, 514)</p>	T	M Déperditions importantes au niveau du plancher haut.	M Inconfort lié au pont thermique créé Risque de condensation au niveau des zones sans isolants.	Créer un cheminement d'accès fixe (plafond bois par exemple) au-dessus de la couche d'isolation du plancher haut permettant un cheminement et un accès aux équipements (pour les employés de maintenance notamment) sans risque de dégradation de l'isolant.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	-----------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTERIEUR (ITE)

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Vides importants (jusqu'à plusieurs centimètres) à la jonction entre les panneaux d'isolant entre eux (plastiques alvéolaires, fibres de bois HD, etc.) liés à une pose non jointive. Du silicone, ou de la colle ont parfois été utilisés pour combler les vides. Ces isolants non jointifs, tout comme les discontinuités de support, peuvent être responsables de la fissuration des enduits (au niveau des points durs notamment). Dans le temps, les infiltrations d'eau dans les complexes d'isolation peuvent avoir des conséquences graves sur la durabilité et la performance des isolants.</p> <p>Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe / risque de condensation. (465, 477, 497, 485, 491, 516, 501)</p>	MI, C, T	Fo Risque important de dégradation de la performance en cas de faïençage ou fissuration engendrant des entrées d'eau.	Fo Risque de pathologie en façade (fissuration, décollement...) Il existe également un risque de point de condensation en face interne.	Privilégier les découpes au fil chaud plutôt qu'à la scie à main. Stocker les panneaux au frais pour éviter la pose de panneaux dilatés. Privilégier les isolants dont les panneaux sont dotés d'un rainurage. NB : ces malfaçons sont facilement identifiables par thermographie IR.

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES



- ▲ Défauts de mise en œuvre ayant nécessité la dépose de l'isolant
- ▲ Découpe de l'isolant inadaptée, ponts thermiques, etc.
- ▲ Défaut de mise en œuvre, panneaux non jointifs, espaces comblés à la colle créant des points durs, etc.

<p>L'étude de thermographie infrarouge met en évidence de nombreux petits ponts thermiques correspondant aux chevilles de fixation de l'isolant, qui additionnés, nuisent à la performance thermique de l'enveloppe. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (451)</p>	<p>C</p>	<p>Fa</p>	<p>Fa</p>	<p>Utiliser des chevilles de fixation plastiques « sans pont thermique » (bouchons spécifiques avec rondelle d'isolant...). Faire une évaluation précise de l'impact de ces ponts thermiques en phase de conception pour aider à la décision et évaluer les risques de pathologie.</p>
<p>Création d'une lame d'air entre la couche d'isolant rigide (ITE) et son support (mur). A cause d'un collage « en plots » les plaques d'isolant ne sont pas plaquées au mur et de l'air froid peu circuler dans cet espace (environ 2cm) entre le support et l'ITE. Origine : mise en œuvre. Impact : pertes de performance de l'enveloppe. (501, 526)</p>	<p>C, T</p>	<p>Fo</p>	<p>Fa</p>	<p>Privilégier le collage en plein sur toute la surface du panneau ou sous forme de cordon pour éviter les circulations d'air entre l'isolant et le support. Il faut éviter absolument qu'une lame d'air vienne court-circuiter l'isolant au risque de diminuer de beaucoup les performances thermiques de l'enveloppe.</p>





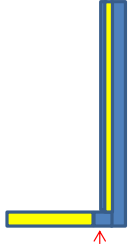
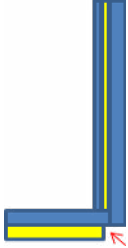
- ▲ Présence d'une lame d'air entre l'isolant (ITE) et son support (mur en béton)



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES

<p>Infiltrations d'eau dans les isolants composant l'ITE au niveau de l'acrotère car les couvertines ont été mal posées (non jointives) ou se sont envolées (mauvaise fixation). Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (526, 530, 503, 471, 491, 428)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fo Augmentation de la conductivité.</p>	<p>Fo Dégradation des isolants voire des structures.</p>	<p>Lorsque l'isolant monte jusqu'à l'acrotère, il faut à tout prix qu'il la recouvre sur ses trois faces afin de supprimer le pont thermique que constitue la liaison de la toiture terrasse et du mur extérieur. Dans tous les cas, le dessus de l'acrotère doit être protégé par une couverture dont l'étanchéité à l'eau doit être garantie. NB : Attention au degré de pente et à l'orientation des couvertines afin d'éviter le ruissellement contre la façade.</p>
<p>Les panneaux d'isolant en laine minérale souple sont ponctuellement désolidarisés de la façade et sont ponctuellement non jointifs entre eux. Ceci génère des ponts thermiques. Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (451)</p>	<p>C</p>	<p>Fa</p>	<p>M</p>	<p>Utiliser un plus grand nombre de rosaces de fixation au m² lorsque c'est nécessaire. Imposer une liste de contrôles obligatoires en phase EXE.</p>
<p>Les panneaux de polystyrène graphité n'ont pas été protégés du rayonnement solaire pendant leur stockage et leur mise en œuvre. Ils se sont dilatés et ont été posés dilatés. En reprenant une taille « normale » des vides sont apparus au niveau de toutes les jonctions entre panneaux. Origine : caractéristiques du produit / mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa Les déperditions liées à ces ponts thermiques sont faibles.</p>	<p>Fo Risque de pathologie en façade (fissuration, décollement...).</p>	<p>Entreposer les panneaux d'isolant (plastiques alvéolaires) à l'abri du soleil ou de toute source de chaleur. Respecter les règles de mise en œuvre. Prévoir un bâchage du chantier. Réduire le délai de recouvrement des isolants (bardages...). Privilégier les produits proposant une bonne stabilité dimensionnelle.</p>
<p>Ponts thermiques à l'interface entre l'ITE enterrée et l'ITE de la façade, réalisées par deux corps d'état différents. Les murs ne sont pas isolés par endroits. Origine : mise en œuvre et organisation. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	<p>C, T</p>	<p>M Pont thermique linéaire.</p>	<p>M Risque de condensation à la jonction Mur/Plancher bas.</p>	<p>Assurer un contrôle formalisé des interfaces.</p>
<p>Dégradation importante de l'isolation enterrée en pied de mur par le lot ossature métallique lors de son intervention ayant entraîné des ponts thermiques par la suite. Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (501)</p>	<p>T</p>	<p>M</p>	<p>M Risque de condensation.</p>	<p>Protéger l'ITE enterrée le temps du chantier.</p>

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES				
	MI, C, T	So	Fa	
<p>La projection d'isolant par voie humide (à l'intérieur comme à l'extérieur) nécessite des temps de séchage conséquents (exemple : 2 X 10 jours pour 2 X 10 cm d'isolant projeté en deux fois).</p> <p>Origine : caractéristiques du produit.</p> <p>Impact : allongement des délais.</p>				<p>Anticiper ce délai de séchage en amont.</p> <p>Ventiler si projection à l'intérieur.</p> <p>Veiller à ne pas emprisonner d'humidité dans les murs en cas de non-respect des temps de séchage.</p> <p>Pour cela prévoir un "potentiel de séchage" dans la conception de la migration de vapeur de la paroi. Ceci peut conduire à utiliser des frein-vapeur (réversibles) plutôt que des pare vapeur (non réversibles).</p>
<p>Les isolants (ITE) placés à l'extérieur du bâtiment (laine minérale, isolants bio-sourcés...) ont été exposés à la pluie pendant leur stockage ou leur mise en œuvre (jusqu'à la pose du bardage ou leur protection par l'enduit).</p> <p>Origine : méconnaissance ou négligence.</p> <p>Impact : diminution de la performance des isolants (tassement, piégeage de l'eau dans les murs).</p>	MI, C, T	Fo Dégradation des isolants Augmentation de leur conductivité thermique.	M Risque de développement de moisissures dans l'isolant.	<p>Mettre en place une protection provisoire des façades contre les intempéries.</p> <p>Mettre en place le pare-pluie immédiatement après la pose des panneaux d'isolant en façade.</p>
				
<p>▲ Isolant laissé à la pluie sur le chantier</p> <p>Ponts thermiques ponctuels liés aux points d'ancrage sur le mur de la structure métallique qui supporte le bardage.</p> <p>Origine : caractéristiques propres au produit.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe. (501)</p>	MI, C, T	M	Fa	<p>Privilégier les structures en bois pour supporter le bardage en ITE ou les fixations avec rupture de ponts thermiques (voir les Avis Techniques des procédés et le cahier du CSTB 3585 v2 d'avril 2009).</p> <p>Faire une évaluation précise de l'impact de ces ponts thermiques en phase de conception pour aider à la décision et évaluer les risques de pathologie.</p>

PONTS THERMIQUES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
CONSTATS GENERAUX				
<p>Absence d'isolation au niveau des seuils des portes d'entrée et des baies vitrées (en construction bois et en construction maçonnée avec isolation par l'extérieur). Origine : négligences lors de la mise en œuvre ou mauvaise conception. Impact : déperditions thermiques.</p> 	MI, C, T	M Ponts thermiques linéaires.	Fo Risque de condensation.	Tous les principaux procédés d'isolation (ITE et ITI) sont élaborés en tenant compte des ouvertures. Les seuils de portes d'entrées et de baies vitrées sont un point faible qu'il est possible de régler en conception par la réalisation de dessins de détails précis en ayant recours à une liste de produits limitée compte tenu des exigences fortes à respecter dans ces endroits : résistance à la compression, aux insectes, aux termites, à l'eau, au gel... Le plus souvent c'est un isolant rigide, incompressible et non putrescible <i>a minima</i> qui est utilisé.
<p>▲ Ponts thermiques au niveau du nez de dalle et sous les ouvertures</p> <p>Dans des cas de construction à ossature bois, présence de ponts thermiques sur tout le pourtour du nez de dalle car l'isolation des murs (entre montants) s'arrête au niveau du surbau sur lequel repose l'ossature bois. Il n'y a pas de reprise de l'isolation par l'extérieur afin de régler ce problème. Origine : conception. Impact : déperditions thermiques.</p> 	MI, C, T	Fo Ponts thermiques linéaires.	Fo Risque de condensation en pied de paroi.	Anticiper ce problème lors de la conception. Se référer aux recommandations professionnelles révisées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.
<p>Pour isoler des murs en maçonnerie pleine par l'extérieur, tout en restant conforme au DTU, un relevé d'au moins 15 cm de hauteur a été laissé en pied de bardage afin d'assurer la ventilation de la façade (et la préservation du bardage). L'ouvrage s'est donc trouvé sans aucun isolant en pied de mur sur tout son pourtour et sur près de 20 cm de hauteur. Origine : conception. Impact : déperditions thermiques.</p> 	MI, C, T	Fo Ponts thermiques linéaires.	Fo Risque de condensation en pied de paroi.	Utiliser un autre isolant, rigide, plus mince (type polystyrène), qui sera enduit et permettra d'isoler la jonction entre la façade et le sol sans empêcher la circulation de l'air derrière le bardage. Ce détail de principe doit être anticipé dès la conception Il est possible d'envisager une entrée d'air horizontale pour ventiler le bardage au-dessus de l'isolant du soubassement. Se référer aux recommandations professionnelles révisées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.

PONTS THERMIQUES

	MI, C, T	M	Fo Risques de condensation en périphérie des ouvertures.	Imposer une réception formalisée des supports avec vérification des tolérances. Envisager des mesures compensatoires en cas de défauts avérés.
Dans le cas d'une pose en tunnel, présence de ponts thermiques sur le pourtour des ouvertures liés à un non-respect des seuils de tolérance et/ou à des défauts de géométrie de la maçonnerie (flaches, faux angles). La pose des bandes de mousses imprégnées ne suffit pas à combler ces écarts. Origine : défaut d'exécution. Impact : déperditions thermiques.		M	Fo Risques de condensation en périphérie des ouvertures.	Le retour de l'isolant en tableau a pour objet d'éviter des pathologies bien connues liées aux ponts thermiques. Le retour de l'isolant en tableau fait partie des règles de l'Art de base.
Le retour d'isolant au niveau des tableaux des fenêtres n'a pas été envisagé en conception. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (451)		M	Fo Risque de moisissures à l'intérieur.	Pour ne pas faire d'erreur en conception, un bon moyen consiste à considérer les CVR comme si c'était l'extérieur. L'isolant des CVR doit toujours se retrouver en face arrière du coffre et non en face avant (une ITE en face avant ne peut pas améliorer la performance puisque le volume du coffre est à l'air libre, donc à température extérieure). Eviter que les CVR soient traversants et préférer les CVR blocs-baies ou les CVR positionnés à l'extérieur. Privilégier les produits qui présentent une isolation (classement VEMCROS avec R minimal certifié) Dans tous les cas, veiller à l'accessibilité pour la maintenance des systèmes.
Ponts thermiques liés à l'absence d'isolation des coffres de volet roulant. Origine : défaut de produit. Impact : perte de performance de l'enveloppe.	MI, C, T	M	Fo Risque de condensation.	Pour ne pas faire d'erreur en conception, un bon moyen consiste à considérer les CVR comme si c'était l'extérieur. L'isolant des CVR doit toujours se retrouver en face arrière du coffre et non en face avant (une ITE en face avant ne peut pas améliorer la performance puisque le volume du coffre est à l'air libre, donc à température extérieure). Eviter que les CVR soient traversants et préférer les CVR blocs-baies ou les CVR positionnés à l'extérieur. Privilégier les produits qui présentent une isolation (classement VEMCROS avec R minimal certifié) Dans tous les cas, veiller à l'accessibilité pour la maintenance des systèmes.
Ponts thermiques ponctuels dus à la présence de volets sur des murs isolés par l'extérieur. Les tiges de fixation traversent l'isolant. Origine : choix de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe.	MI, C	Fa	Fa	Ne pas oublier de tenir compte de ces ponts thermiques lors de la conception (Etude thermique).
Absence d'isolation sur les poteaux béton et les murs de refend dans les sous-sols ou dans les caves. Ces éléments sont solidaires de la dalle du plancher bas isolée en sous face. Ils sont donc à l'origine de ponts thermiques. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (485, 482)	C	M	M	Rajouter de l'isolant sur une hauteur de 80 cm a minima sur tous les éléments de structure en lien avec la dalle du plancher bas (poteaux, murs de refend, etc.).


PONTS THERMIQUES



▲ Bonne pratique, isolation des poteaux béton et des murs de refend dans les sous-sols

RUPTEURS DE PONTS THERMIQUES

C	Fa	Fo	Texte
<p>La conception de balcons solidaires des planchers intermédiaires nécessite le recours à des rupteurs de ponts thermiques. Des infiltrations d'eau, par l'extérieur, au droit des joints des balcons ont été identifiées. Ce constat est aggravé pour les balcons du dernier niveau, non couverts. Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre (difficile). Impact : défaut d'étanchéité à l'eau.</p>			<p>S'informer et se former auprès des fabricants afin d'éviter les défauts d'étanchéité à l'eau. S'assurer de la mise en œuvre d'aciers inox pour éviter la dégradation des ferrallages en cas de fuites. Des détails d'exécution doivent être proposés.</p>
<p>Mise en œuvre non conforme des rupteurs de ponts thermiques. Les liaisons et les recouvrements des fers n'ont pas été traités avec la précision requise. Origine : défaut d'exécution. Impact : atteinte à la stabilité de l'ouvrage.</p>		<p>Risque de perte de liaison mécanique sur des éléments de structure, en particulier aux efforts tranchants. Risque d'éclatement du béton, de perte de résistance</p>	<p>Renforcer les procédures de suivi et de vérifications sur le chantier. Imposer un contrôle formalisé avant coulage.</p>

OUVERTURES				Solution préconisée
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		
		Performance énergétique	Pathologie	
CONSTATS GENERAUX				
Nuisance sonore due aux gouttes d'eau tombant sur les bavettes métalliques des fenêtres d'étage. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort acoustique. (446)	T	So	Fa Inconfort acoustique	
TRIPLE VITRAGE				
Le poids élevé du triple vitrage rend l'ouverture des fenêtres simple vantail difficile (personnes âgées...). Cause : méconnaissance en conception. Impact : mauvaise qualité d'usage.	MI, C, T	So	M Mauvaise qualité d'usage.	Essai préalable dans des maisons ou appartement témoin Eviter les surfaces de vitrages trop importantes (fractionner).
				
▲ Triple vitrage oscillo-battant simple vantail de très grande taille, difficile à utiliser du fait de son poids élevé				
Le poids élevé du triple vitrage rend l'ouverture des portes d'entrée difficile (personnes âgées...). Cause : méconnaissance en conception. Impact : mauvaise qualité d'usage.	T	So	M Coût des solutions de réparations.	Respecter la réglementation accessibilité qui impose un effort de manœuvre très faible pour l'ouverture des portes (50 N). Motoriser les portes (solution corrective mise en œuvre par certains acteurs rencontrés).
Le poids élevé du triple vitrage a augmenté les difficultés de pose des menuiseries et la pénibilité du travail. L'organisation et la composition des équipes ont été revues. Origine : caractéristiques du produit. Impact : allongement des délais / risque pour la santé des constructeurs. (503)	MI, C, T	So	Fa Risque pour la santé des professionnels.	Demander aux concepteurs de limiter les trop grands vitrages en fractionnant les surfaces afin d'installer des menuiseries de plus petite taille.

OUVERTURES			
<p>Le verre central des fenêtres triple vitrage a cassé par choc thermique. Origine : défaut d'exécution, usage inadapté. Impact : surcoût lié au remplacement.</p>	C	Fa	<p>Fa Coût des solutions de réparations.</p>
<p>Il est nécessaire de veiller à l'équilibre thermique des surfaces vitrées. Elles doivent restées libres et il faut absolument éviter de les couvrir. NB : Ce choc thermique ne peut pas se produire sur des ouvrants à la française en usage normal. Il peut cependant s'observer : – dans le cas de fenêtres coulissantes. Le choc et la rupture du vitrage sont dus à l'impossibilité qu'à la glace du centre de se refroidir lors de l'ouverture ; – dans le cas où un matériau (panneau d'isolant, plaques, etc.) a été posé contre le vitrage, ce qui empêche l'équilibre thermique.</p>			
PROTECTIONS SOLAIRES			
<p>NB : l'inconfort thermique lié aux surchauffes n'a pas été pris en compte pour faire l'évaluation des risques dans les différents cas suivants</p> <p>Les brise-soleil fixes qui ont été installés rendent difficile voire impossible tout nettoyage des vitres côté extérieur. Le plus souvent ceci est dû au fait que l'espace entre les vitres et les BS est trop restreint. Dans d'autres cas, il peut arriver que les BS ou casquettes empêchent la mise en œuvre des échafaudages qui permettraient de venir faire le nettoyage des vitres. L'encrassement engendre une diminution de la pénétration de lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment. Origine : défaut de conception. Impact : diminution des apports solaire gratuits / inconfort visuel. (436, 508, 506)</p>	T	Fa Diminution du facteur solaire par encrassement.	M Mauvaise qualité d'usage.
<p>Nécessité de prévoir dès la conception l'entretien et le nettoyage. Il est possible de désolidariser les lames des montants pour les rendre démontables ou d'envisager les BS comme des volets amovibles grâce à des charnières.</p>			

OUVERTURES




▲ Brise-soleil fixes rendant impossible tout nettoyage des vitres côté extérieur

<p>C</p> <p>Les brise-soleil orientables, fragiles de manipulation, ont été dégradés par les locataires et/ou endommagés par temps de vents forts (descente non horizontale des lames). Le MOA envisage de mettre en place un contrat d'entretien sur la base de 2 visites par an pour vérification et réparation éventuelle. Cette dépense supplémentaire n'a pas été budgétée initialement.</p> <p>Origine : Caractéristiques propres au produit. Impact : Mauvaise qualité d'usage, surcoût. (451, 471)</p>	<p>So</p>	<p>M</p> <p>Coût des solutions de réparations.</p>	<p>Sensibiliser les utilisateurs à l'utilisation de telles protections solaires. S'assurer de la robustesse des produits choisis. Envisager des contrats de maintenance adaptés. Intégrer des alarmes pour les systèmes de BSO et autres protections solaires extérieures sensibles au fort vent.</p>
<p>T</p> <p>Les stores extérieurs ont été livrés avec asservissement total à la GTB en fonction du rayonnement extérieur. Les utilisateurs déplorent certaines difficultés : mouvements d'ouverture/fermeture incessants les jours où l'éclairage est variable. impossibilité de fermer les stores alors qu'on les voudrait fermés (projection en salle de réunion, etc...). Dans d'autres cas où les utilisateurs disposent de commandes manuelles, il a été observé des « conflits » entre la GTB et l'utilisateur qui devra très régulièrement (en fonction du pas de temps) revenir faire ses réglages. Par exemple : les stores remontent automatiquement toute les 30 minutes ce qui oblige l'utilisateur à les descendre à nouveau.</p> <p>Origine : défaut de réglage ou choix de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (436, 527)</p>	<p>So</p>	<p>M</p> <p>Mauvaise qualité d'usage</p>	<p>Adapter les paramètres de la GTB avec un filtrage sur la mesure d'ensoleillement couplé à une temporisation (afin d'éviter les oscillations). Faire en sorte que les usagers puissent avoir la main sur le système. Par exemple, limiter l'asservissement de l'orientation des BSO entre 12h et 14h et entre 18h et 9h. Le reste du temps, permettre une orientation manuelle selon les besoins de l'utilisateur.</p>

OUVERTURES

<p>La commande des brise-soleil s'effectue par façade entière or les besoins ne sont pas les mêmes en fonction des étages et du positionnement des pièces dans le bâtiment.</p> <p>Dans d'autres cas il a été constaté que 2 façades pouvaient être asservies à la même commande ce qui ne permet pas de répondre au besoin qui diffèrent selon les orientations.</p> <p>Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage.</p>	T	So	M Mauvaise qualité d'usage.	<p>Etablir un zonage par façade et par niveau de façon à pouvoir affiner la commande des brise-soleil en fonction des besoins. Adopter une solution de zonage et pilotage du type "shadow management".</p> <p>Intégrer une phase de commissionnement pour valider les réglages.</p> <p>Maintenir la possibilité d'action volontaire.</p> <p>NB : le zonage complexifie l'architecture GTB et a un surcoût. ceci doit donc être pris en compte lors de la conception et l'élaboration des CCTP.</p>
<p>Existence d'une seule commande de BSO dans des salles bi-orientées, ne donnant pas la possibilité de dissocier les deux orientations pour faciliter l'éclairage naturel.</p> <p>Tous les BSO fonctionnent ensemble, quelque soit leur orientation.</p> <p>Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (466)</p>	T	Fa Optimisation des apports solaires réduite.	M Mauvaise qualité d'usage.	<p>Rendre indépendante les commandes des BSO des deux façades.</p>
<p>Le fonctionnement des brise-soleil étant asservie à une photodiode, il arrive qu'ils se ferment en hiver lors des journées ensoleillées. Ceci est incompatible avec la récupération des apports solaire.</p> <p>Origine : choix de conception. Impact : surconsommation (lumière et chauffage).</p>	T	M Manque à gagner compensé par le chauffage	M Mauvaise qualité d'usage	<p>Adapter les paramètres de la GTB pour prendre en compte la saisonnalité (été/hiver) et les températures extérieures.</p> <p>NB : Le confort visuel doit également être considéré lors des réglages. Attention à l'éblouissement des occupants (surtout en tertiaire).</p>
<p>A certains horaires de la journée, les rayonnements solaires passent entre les lames des brise-soleil fixes qui sont trop espacées ou mal orientées. Ceci crée une gêne pour l'occupant.</p> <p>Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre. Impact : mauvaise qualité d'usage / inconfort visuel (éblouissement du personnel). (460)</p>	C, T	So	Fa Mauvaise qualité d'usage.	<p>Avoir une réflexion adaptée afin de dimensionner correctement les brise-soleil en fonction de l'environnement et des besoins.</p> <p>Concevoir les brise-soleil sur mesure en tenant compte de l'angle d'inclinaison des lames, de la largeur et de l'écartement des lames et des raidisseurs. Ainsi, il est possible de définir précisément les brise-soleil les plus adaptés.</p>

OUVERTURES				
<p>A l'inverse, le « surdimensionnement » des brise-soleils fixes (trop opaques) a également été observé dans certains projets. Ceci entraîne des surconsommations par une plus grande utilisation de l'éclairage artificiel, trop peu de lumière naturelle entrant dans la pièce. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort visuel / surconsommation. (433)</p>	<p>C, T</p>	<p>Fa Manque à gagner.</p>	<p>Fa Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Privilégier les BSO qu'il est possible de piloter à volonté, à la fois sur le niveau de descente (couverture de la baie vitrée) et sur l'orientation des ailettes. Concevoir les brise-soleil fixes sur mesure en tenant compte de l'angle d'inclinaison des lames, de la largeur et de l'écartement des lames et des raidisseurs. Ainsi il est possible de définir précisément les brise-soleil les plus adaptés. Il est important de spécifier les caractéristiques des produits souhaités dans les CCTP avec leur mode de pilotage qui doit être compatible avec le système GTC.</p>
	<p>C, T</p>	<p>Fa Pas d'optimisation possible.</p>	<p>Fa Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Mettre en place une temporisation permettant de relever les interrupteurs en position haute et ainsi permettre une gestion à distance en permanence.</p>
<p>▲ Surdimensionnement des brise-soleil fixes entraînant une utilisation quasi-permanente de l'éclairage artificiel</p>				
<p>Les BSO peuvent être commandé à distance par la GTC pour permettre leur ouverture / fermeture (ceci est utile, par exemple, pour fermer les BSO en hiver pendant la nuit et limiter les pertes par rayonnement). Cependant, lorsque les interrupteurs de commande manuelle sont laissés en position basse par les utilisateurs, la commande à distance n'est plus possible. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (466)</p>	<p>C, T</p>	<p>Fa Pas d'optimisation possible.</p>	<p>Fa Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Mettre en place une temporisation permettant de relever les interrupteurs en position haute et ainsi permettre une gestion à distance en permanence.</p>
<p>PORTES ET PORTE-FENETRES</p>				
<p>Défaut d'étanchéité à l'eau au niveau des seuils d'accès PMR des portes fenêtres donnant sur les balcons. Dans certaines conditions de pluie et de vent, de l'eau pénètre dans les bâtiments. Cause : défaut de produit. Impact : défaut d'étanchéité à l'eau.</p>	<p>C, T</p>	<p>Fa Passage d'air donc déperditions thermiques.</p>	<p>Fo Dégât des eaux.</p>	<p>Prévoir dès la conception des solutions préventives, type caniveau avec grille, devant les ouvertures concernées.</p>



MODIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DE L'ENVELOPPE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Les menuiseries préconisées en conception ont été remplacées par d'autres menuiseries moins performantes en cours de chantier, dont les caractéristiques ne correspondent plus à celles modélisées dans l'étude thermique.</p> <p>Origine : mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	M, C, T	M La différence de performance par rapport à l'étude thermique peut-être conséquente.	Fa	<p>Réaliser un suivi de chantier régulier et attentif. Vérifier les caractéristiques des produits auprès des fabricants. Respecter les caractéristiques des produits préconisés en conception (Uw, FS et TL). En cas de changement en cours de réalisation, informer les concepteurs. Mettre en place un suivi formalisé (PAQ par exemple) du respect des performances des composants (fiches techniques, certification) à valider avant confirmation de commande (visa MOE ou BET Th par exemple), puis avant mise en œuvre.</p>
<p>Les menuiseries initialement prévues (fabriquées et certifiées en Allemagne) ont reçu un avis défavorable par le contrôleur technique car elles ne bénéficiaient pas d'un avis technique. Le remplacement s'est fait par un produit moins performant (pas d'équivalent en France).</p> <p>Origine : normes. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	M, C, T	M La différence de performance par rapport à l'étude thermique peut-être conséquente.	Fa	<p>S'assurer avant passation des marchés que la prescription comporte des produits évalués (Avis techniques, homologation pour les procédés non traditionnels...) dans le cadre normatif français (garantie décennale), et bénéficiant des niveaux de performance recherchés.</p>
<p>L'isolant préconisé en conception a été remplacé par un autre isolant moins performant, dont les caractéristiques ne correspondent plus à celles modélisées dans l'étude thermique.</p> <p>Origine : mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	M, C, T	M La différence de performance par rapport à l'étude thermique peut-être conséquente.	Fa	<p>Respecter les caractéristiques des produits préconisés en conception (λ, R) En cas de changement instaurer un dialogue entre le BE et l'entreprise. Mettre en place un suivi formalisé (PAQ par exemple) du respect des performances des composants (fiches techniques, certification) à valider avant confirmation de commande (visa MOE ou BET Th par exemple), puis avant mise en œuvre.</p>

MODIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DE L'ENVELOPPE

Le plan d'étanchéité à l'air a été percé après la livraison (et donc, après le test d'étanchéité à l'air) :

- lors de la fixation de tableaux, d'étagères, de décorations diverses...
- lors de l'installation des meubles de cuisine, de la hotte aspirante...
- lors de l'installation de paraboles, de prises électriques extérieures ou de luminaires...
- lors de l'ajout de robinets, etc.

Origine : comportement des usagers
Impact : perte de performance de l'enveloppe.

M, C, T

M
Les débits de fuites parasites peuvent être conséquents.

M
Risque de condensation en cas d'exfiltration.

Sensibiliser les occupants.
Intégrer cette contrainte programmatique dans la conception pour réaliser des parois pouvant recevoir des objets sans percement du plan d'étanchéité à l'air (renforcer les parements, créer un vide technique d'une largeur suffisante, décaler légèrement le plan d'étanchéité à l'air dans l'isolant, etc...).
Mettre en œuvre un règlement intérieur ou un guide d'usage explicatif (joint au bail de location et affiché de façon permanente dans le hall d'entrée) interdisant aux occupants de percer les parements intérieurs pour ne pas risquer d'endommager la membrane d'étanchéité à l'air située derrière (solutions observées dans le logement collectif).
Fournir aux utilisateurs des constructions en bois, les plans de l'ossature au format numérique, en vue d'éventuels futurs percements (de façon à savoir où se situent les montants) (solution utilisée par un constructeur de M1).



▲ Percement du plan d'étanchéité à l'air après la livraison lors de l'installation d'une parabole
▲ Percement des parois opaques après la livraison pour faire passer de nouveaux réseaux

Percements, dégradations par effritement ou tassement de l'ITE au pied des immeubles (au niveau du RDC) et sur les balcons. (suite à des jeux de balles, à des coups de guidons (vélos), etc.).
Origine : comportement des usagers / mauvaise conception.
Impact : perte de performance de l'enveloppe. (460)

C

Fo

M
Risque d'apparition de ponts thermiques et condensation.

Plusieurs causes à dissocier :

- Résistance mécanique inadaptée du système dans les zones accessibles sollicitées (problème de prescription, de mise au point à l'exécution). Adapter la prescription et le choix des systèmes en fonction de celles-ci (cf. norme P 08-302, AT, classement REVETIR).
- Comportement des usagers qu'il faut informer des risques générés par certaines pratiques via le règlement de copropriété ou un guide d'usage à caractère explicatif.

Utilisation d'un bardage plutôt qu'un enduit pour protéger l'isolant de toute dégradation ou utilisation des vêtements plus résistants encore. En pied de bâtiment on peut aussi protéger l'isolant par un double mur sur une hauteur d'étage.

MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES INITIALES DE L'ENVELOPPE				
MI	Fa	Fa	Fa	Afin d'éviter les ajouts après la livraison, tout doit être prévu en conception. Il est possible d'anticiper les adaptations des usagers avec des attentes intégrant des rupteurs de ponts thermiques (fixation de paraboles, stores etc..) existant aux catalogues des industriels.
Malgré l'information faite aux occupants de ne rien fixer sur les façades isolées par l'extérieur, un locataire a installé un store banne sans demander l'autorisation au bailleur. Ceci entraîne une perte de performance de l'enveloppe puisque l'isolant a été percé et dégradé. Un pont thermique est ainsi créé. Origine : comportement des occupants. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (530)				
REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
ENDUITS EXTERIEUR				
Apparition de fissures verticales en façade (longues de 1m à 1,2m) au niveau des sangles servant à comprimer les bottes de paille porteuses. Chaque sangle encercle 2 bottes entre une lisse basse et une lisse intermédiaire. Ces sangles ont été noyées dans l'enduit. Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la solidité de l'ouvrage (si infiltration) / défaut esthétique. (457)	T	M	Fo	Se référer aux règles professionnelles de construction en paille.
		M	M	Respecter les règles professionnelles et choisir des matériaux d'enduit adaptés.
Incompatibilité entre l'enduit en plâtre et le support en paille. Le support est trop souple pour accueillir un enduit plâtre rigide. Le bâtiment s'est un peu « tassé » les premières années et des fissures sont apparues. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la solidité de l'ouvrage (si infiltration) / défaut esthétique. (445)	T	M	M	
		M	M	

REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES					
Décollement de l'enduit en pied de mur de la façade extérieure (sur 80 cm) dû à l'absence de protection contre le rejaillissement des eaux de pluie. Des infiltrations d'eau peuvent dégrader l'isolation. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance enveloppe. (475)	T	M Augmentation de la conductivité de l'isolant si infiltration d'eau.	M Risque de pourrissement de l'isolant.	Installer un lit de gravier le long des façades pour éviter la stagnation de l'eau et donc les projections.	
Présence d'humidité en pied de mur de la façade ouest sur une hauteur de 60cm (façade très exposée aux intempéries) du fait de l'absence de barrière étanche entre le soubassement maçonné et les murs en paille, enduit à la chaux aérienne. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément / défaut esthétique. (457)	T	M Augmentation de la conductivité de l'isolant si infiltration d'eau	M Risque de pourrissement de l'isolant	Se référer aux règles professionnelles de construction en paille. Il est indispensable d'avoir une barrière étanche pour limiter les remontées capillaires. Installer un lit de gravier le long des façades pour éviter la stagnation de l'eau et donc les remontées capillaires.	
BARDAGES					
Le bardage bois est fortement ajouré (espacement volontaire important entre les lames de bois) et le pare-pluie est apparent et dégradé (vandalisme). Origine : choix de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément / perte de performance de l'enveloppe si infiltration d'eau. (425)	T	M Augmentation de la conductivité de l'isolant si infiltration d'eau.	M Risque de pourrissement de l'isolant.	Les bardages à claire-voie génèrent aussi une exposition accrue du pare-pluie aux contraintes climatiques (pluie, ensoleillement, etc.) qui impliquent de vérifier, au préalable, que ces derniers possèdent les caractéristiques adaptées.	
Dans une crèche, formation de nids de guêpes entre les lames du bardage du fait de leur espacement important. Ceci est dangereux pour les enfants en bas âge. Les répulsifs qui pourraient être appliqués sont toxiques ; se pose alors un problème de qualité sanitaire. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (438)	T	So	M Mauvaise qualité d'usage Risque sanitaire difficilement quantifiable.	Solution corrective : il existe des insecticides du commerce à base de pyrèthre, qui sont moins nocifs. Attention aux conditions d'épandage et de dispersion (hors de la présence des enfants).	

REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES

▲ Les bardages ajourés facilitent l'installation des guêpes

Le bardage en douglas et mélèze a été dégradé par des piveris (trous).
 Origine : défaut de conception.
 Impact : défaut esthétique.
 (472)

Il a été jugé par les occupants ou MDA que les bardages (mélèze, douglas, peuplier, pin) de diverses opérations ont grisé plus que prévu ou de façon prématurée et/ou ont noirci fortement et de façon hétérogène à certains endroits du fait de l'absence de traitement, suivant les orientations ou l'exposition aux intempéries (pluie, soleil).
 Origine : caractéristiques propres au produit.
 Impact : défaut esthétique.
 (450, 448, 457, 500, 472, 479, 446, 433, 442)

Fa
 Problème esthétique essentiellement.

M
 « Problème » esthétique souvent très mal vécu par les occupants

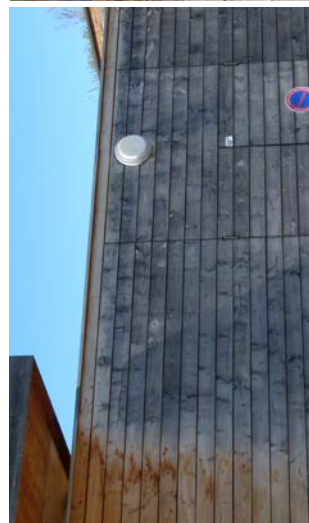
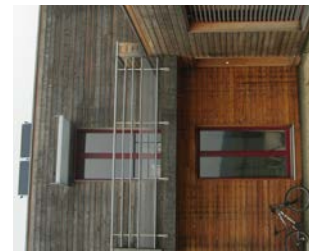
So

So

T

MI, C, T

Définir des règles d'entretien, et surtout, expliquer qu'un bois gris est normal.
 Si l'on ne traite pas le bois, ce matériau, rare matériau vivant du bâtiment, ne peut qu'évoluer fortement suivant son exposition au soleil, la pluie, les remontées d'eau... Il est cependant possible de protéger le bois, comme dans les pays de tradition bois, avec des peintures naturelles à base de Sulfate de fer.
 NB : le phénomène décrit est un processus naturel connu et tout à fait normal, cependant, il faut avertir les exploitants et propriétaires qui très souvent sont surpris voir déçu de constater ces évolutions.





- ▲ Vieillesse hétérogène du bardage suivant l'exposition aux intempéries
- ▲ Vieillesse hétérogène du bardage suivant l'exposition aux intempéries
- ▲ Bardage taché par les écoulements d'eau provenant du platelage situé au niveau supérieur

REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES					
T	Apparition d'importantes tâches sur le bardage bois de la façade dues à l'absence de raccordement des eaux pluviales lors de la phase chantier pendant la pose du bardage (raccordement effectué après). Origine : défaut de coordination. Impact : défaut esthétique. (467)	So Sauf si infiltrations d'eau dans l'isolant.	M Défaut esthétique.	Prévoir le raccordement définitif des eaux pluviales avant la pose du bardage ou prévoir un raccordement provisoire éloignant l'eau des façades (dauphins provisoires par exemple).	
T	Le bardage se prolonge jusqu'au sol (il n'y a pas d'espacement entre le bardage et le sol conformément au DTU). Ceci entraîne son vieillissement prématuré en pied de mur par contact avec l'humidité du sol. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément / défaut esthétique. (457)	M Augmentation de la conductivité de l'isolant si infiltration d'eau.	M Risque de pourrissement de l'isolant.	Respecter les règles de l'Art. Un lit de gravillon disposé au sol en périphérie des murs permet d'éviter les accumulations d'eau.	
PLATELAGES, COURSIVES ET TERRASSES					
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée	
			Pathologie		
Les terrasses des balcons comportent une séparation longitudinale à mi-largeur à travers laquelle coule de l'eau sur la terrasse en-dessous. Des objets peuvent tomber également. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (453)	C	Fa		Installer une gouttière sous cette séparation.	
Espacement trop important entre les lames du platelage bois des balcons induisant un manque d'intimité et le passage d'eau et de poussière sur les balcons des étages inférieurs. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort visuel / mauvaise qualité d'usage. (499)	C	Fa		Veiller à l'installation d'un platelage à vide de largeur limitée. NB : il y a un avantage tout de même, le niveau FLJ des logements des étages de dessous s'en trouve amélioré.	

REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES

<p>L'extrémité des lames composant le platelage bois des coursives est en contact avec les murs. Ceci provoque d'importantes coulures noires et salissures sur l'enduit des façades. Origine : défaut d'exécution. Impact : défaut esthétique. (450)</p>	T	Fa	Laisser un espace de 2 cm minimum entre les lames du platelage et les murs afin qu'il n'y ait pas de contact avec l'enduit.
<p>Le platelage bois de la circulation principale est glissant par temps de pluie et de léger verglas. Celui-ci est exposé nord (séchage plus lent) et les rainures ne sont pas assez prononcées pour jouer le rôle antidérapant. Origine : défaut de produit ou mauvais choix de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage / défaut de sécurité d'utilisation. (425)</p>	T	M Risque pour la sécurité.	Il existe des traitements antidérapants pour surfaces en bois à base de silice ou par rainure profonde.
<p>Les locataires accèdent à leurs logements par des escaliers extérieurs métalliques, puis par des coursives. Les bruits de pas et les vibrations génèrent une gêne acoustique chez certains occupants. Origine : choix de conception. Impact : inconfort acoustique. (491)</p>	C	Fa	Prévoir des joints iso-phoniques ou des résilients acoustiques.
TOITURES VEGETALISEES			
<p>Assèchement de toitures végétalisées la première année dans le cas : – de bacs végétalisés pré-cultivés à réserve d'eau pour-tant exposé au Nord, en l'absence d'irrigation. – d'une toiture végétalisée extensive en climat méditerranéen (sec). Etant asséchée, la toiture végétale n'assume plus son rôle d'évapotranspiration. Origine : choix de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (440, 455)</p>	M, T	So	<p>M Le remplacement de la végétation représente un coût important.</p> <p>So Se référer aux règles professionnelles de la CSFE. Privilégier les essences très robustes, nécessitant pas ou peu d'arrosage. Toutefois, au démarrage d'une toiture végétalisée, et pour l'aider à prendre racine, il est souvent nécessaire de l'arroser. Ne pas prescrire des toitures végétalisées extensives dans les régions à climat trop sec. NB : Il est important de rappeler que placée sur un isolant d'épaisseur importante, une toiture végétalisée ne joue qu'un rôle thermique assez mince. Le rôle d'évapotranspiration est néanmoins intéressant à l'échelle du quartier pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur.</p>

REVETEMENTS EXTERIEURS, BARDAGES, PLATELAGES, TOITURES VEGETALISEES				
<p>La végétation de la toiture est irrégulière et présente des zones sans végétation tandis que d'autres sont très prolifiques. Origine : défaut de maintenance. Impact : risque pour la durabilité de l'élément (dégradation de la membrane d'étanchéité par les racines). (469, 499)</p>	C, T	So Sauf si infiltrations d'eau dans l'isolant.	M Risque en cas de dégradation de l'étanchéité à l'eau.	Nécessité d'un contrat de maintenance pour la toiture végétalisée. Une zone stérile de 40 cm (cf. règles professionnelles de la CSFE) sur le pourtour de la toiture doit être laissée libre de végétation pour éviter le percement de l'étanchéité par les racines.
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>▲ Toiture terrasse non entretenue, disparition progressive de la végétation ▲ Toiture terrasse non entretenue, débordement de la végétation sur la zone stérile</p>				

7.2. • Phénomènes physiques

SURCHAUFFES D'ETE ET D'INTERSAISON			
PROTECTIONS SOLAIRE ABSENTES OU INADAPTEES			
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque	
		Pathologie	
<p>Protections solaires non prévues lors de la conception ; il n'a pas été envisagé d'en installer. Cette absence a pour conséquence des surchauffes en été comme en intersaison. Origine : méconnaissance lors de la conception Impact : inconfort thermique. (464, 471, 500, 504, 516, 517, 448)</p>	MI, C, T	Fo Inconfort pouvant conduire à l'impropriété à destination.	<p>Solution préconisée</p> <p>Etude thermique approfondie (STD) du confort d'été à mener systématiquement, particulièrement pour les façades exposées (Sud et Ouest). Les bâtiments à faible consommation d'énergie sont des bouteilles thermos dans lesquelles tout apport d'énergie est piégé, ne peut pas ressortir, et se transforme en chaleur. C'est la raison pour laquelle ces bâtiments sont très sensibles à l'inconfort en été. Il faut prévoir des occultations extérieures, prévoir un maximum d'inertie intérieure, limitée impérativement la taille des vitrages et, quand c'est possible, ouvrir les fenêtres en grand la nuit pour évacuer la chaleur emmagasinée et refroidir les structures. En intersaison, on peut aussi observer des surchauffes : le soleil est encore bas, mais les besoins du bâtiment sont très réduits. Dans ce cas, il suffit d'ouvrir les fenêtres en journée pour évacuer cette chaleur (le chauffage étant en principe coupé).</p>



SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON			
<p>Protections prévues lors de la conception mais pas installées ou réduites. Origine : changement au cours de la réalisation (pour des raisons de budget). Impact : inconfort thermique, surcout. (438)</p>	MI, C, T	Fo Inconfort pouvant conduire à l'impropriété à destination.	<p>S'assurer du suivi du respect des hypothèses prises en compte dans l'étude thermique initiale (par un PAQ par exemple). Soumettre toute modification ultérieure à l'avis du BET. Importance de la mission VISA et de l'OPC sur ces points (information et formation auprès des MOE).</p>
<p>Des protections ont été prévues au sud mais toutes les autres façades ont été négligées. Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique.</p>	MI, C, T	Fo Inconfort pouvant conduire à l'impropriété à destination.	<p>Une étude thermique approfondie (STD) du confort d'été doit être menée systématiquement et complètement. Elle doit concerner toutes les orientations du bâtiment et même les façades nord (à cause de l'apport du rayonnement diffus). Concernant la problématique des surchauffes d'été il est primordial de traiter les façades orientées à l'ouest.</p>
<p>Des protections solaires ont été prévues sur les différentes façades des bâtiments cependant certaines ouvertures ont été négligées telles que les verrières centrales, les atriums, les lanternaux, des portes en verres, les trappes de désenfumage... Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique.</p>	T	Fo Inconfort pouvant conduire à l'impropriété.	<p>Etude thermique (STD) du confort d'été à mener systématiquement et complètement, particulièrement pour tous les éléments d'éclairage. Il faut éviter désormais toutes les surfaces vitrées horizontales car elles rendent quasi impossible le confort d'été. S'il n'est pas possible de faire autrement, des protections solaires devront impérativement être installées sur les ouvertures zénithales en trouvant le meilleur compromis entre le besoin de lumière naturelle et le risque de surchauffe. NB : En plus de générer de l'inconfort en été, ces ouvertures sont particulièrement déperditives l'hiver.</p>
<p>Absence ou croissance insuffisante des végétaux sur les treilles, les casquettes ou les pergolas. Origine : négligence ou défaut d'entretien. Impact : inconfort thermique. (448, 503, 471, 504)</p>	MI, C, T	Fo Inconfort pouvant conduire à l'impropriété pour certains locaux.	<p>Eviter la prise en compte trop optimiste de composants dont la participation réelle et effective est aléatoire. Réaliser une STD avec un modèle réaliste de croissance des végétaux. Toujours prévoir l'évolution de l'environnement en particulier avec la survie ou non des espèces végétales sur les 20 à 30 années d'exploitation des bâtiments. Les STD doivent évaluer la robustesse des solutions, ce qui mènera à l'ajout de protections complémentaires s'il y a lieu. La prise en compte des treilles végétalisées comme protections solaire doit se faire avec beaucoup de prudence en conception.</p>



- ▲ Absence de végétation sur les treilles
- ▲ Absence de végétation sur les treilles
- ▲ Absence de végétation sur la pergola
- ▲ Absence de végétation sur la pergola

SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON			
MI, C	Fa	Le cas échéant, un pilotage des protections mobiles permet de corriger cela.	
MI, C	M	Adopter des solutions fiables et robustes ne nécessitant que peu d'entretien surtout quand l'accès aux systèmes est rendu difficile (grande hauteur, etc.).	
T		Conception de protections solaires inadaptées : la protection solaire mobile ne coulisse plus dans le rail en bois qui fait office de cornière. Ce dernier a travaillé au fil des saisons et il n'est plus linéaire. Le rail est également encombré par des feuilles et des branches. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (447)	
CHOIX DE CONCEPTION INADAPTES			
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque	
		Pathologie	
Des stores intérieurs ont été installés en guise de protections solaires. Cependant, ils sont inutiles pour limiter les surchauffes estivales et d'intersaison. Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique.	T	Fo Risque d'impropriété à destination.	Seules les protections installées à l'extérieur du bâtiment ont une véritable action pour limiter les apports solaires. Etude thermique (STD) du confort d'été à mener systématiquement, et assurer le suivi des prescriptions qui en résultent.
Présence de fenêtres de toit orientées au sud (et non équipée de protections solaire). Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique.	MI, C, T	Fo Risque d'impropriété à destination.	Éviter absolument l'implantation de fenêtre de toit au sud. Le cas échéant, mettre en œuvre des protections solaires (stores extérieurs...).
Positionnement du caisson de la VMC DF dans les combles non isolés ou à l'extérieur du bâtiment. Le système (moteur, échangeur et gaines), peu ou pas isolé, se retrouve dans une atmosphère très chaude l'été (particulièrement dans les combles non isolés). Ceci limite la participation de la VMC DF au maintien de la fraîcheur dans le logement. Cause : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique.	MI, C, T	M	Disposer la VMC DF dans un local technique adapté et situé à l'intérieur du volume isolé pour maintenir la fraîcheur à l'intérieur du bâtiment grâce à l'échangeur thermique sans oublier le traitement acoustique du bruit de l'équipement. <i>Un problème similaire se pose en période froide (voir chapitre : Les équipements – Ventilation mécanique contrôlée double flux).</i>

SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON



▲ VMC DF d'une maison individuelle placée dans les combles non isolés donc très chauds en été

Dans des bâtiments équipés de planchers chauffants traditionnels, des surchauffes ont été observées en intersaison. Ces surchauffes ponctuelles sont dues au cumul des calories liées aux apports solaires avec celles liées au chauffage. La forte inertie des planchers chauffants est la cause principale de ce problème. En effet, la régulation de ce type d'installation est difficile et l'inertie oblige à une anticipation très à l'avance des apports solaires prévus afin d'éviter les cumuls.
 Origine : choix lors de la conception.
 Impact : inconfort thermique.
 (468, 465, 504, 516)

M, C, T

M

Il est impératif de procéder à une simulation thermique dynamique pour orienter les choix de conception relatifs au système de chauffage quand il est prévu une captation importante des apports solaires. Le problème est relativement complexe et met en cause différents facteurs dont l'inertie. Cette dernière présente néanmoins de nombreux avantages notamment en ce qui concerne le confort d'été... Le recours à une STD est donc le seul moyen d'optimiser les choix au cas par cas.
 Dissocier la régulation des planchers chauffants par circuits disposés en fonction de l'exposition des façades.

Les besoins de chauffage sont différents suivant les orientations du bâtiment. En intersaison, des surchauffes sont observées dans les logements situés sur les façades les plus ensoleillées alors que sur les façades « nord » il y a encore un besoin de chauffage et ce dernier est donc toujours en fonctionnement.
 Origine : conception du réseau de chauffage.
 Impact : inconfort thermique dans les logements bien orientés.
 (460)

C, T

M

Prévoir des réseaux de chauffage séparés en fonction des orientations afin de pouvoir couper le chauffage dans les logements qui n'en ont pas besoin (la régulation n'est pas toujours bien faite par les occupants eux-mêmes).
 Informer les occupants de l'anticipation nécessaire de l'usage des protections solaires.

SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON			
<p>Les murs en béton banché censés apporter de l'inertie au bâtiment, ne remplissent pas leur mission du fait qu'ils ont été recouverts par des étagères de rangement qui limitent les échanges entre l'air chaud et le mur. Dans d'autres bâtiments, l'inertie est réduite par les faux-plafonds et par les revêtements de sol. La surventilation nocturne est donc inefficace dans ces bâtiments. Les ventilateurs brassent de l'air en sur-débit sans capter les calories du bâtiment. Origine : comportement des usagers (aménagements non adéquates). Impact : inconfort thermique. (446, 468, 474)</p>	T	M	<p>NB : il faut savoir que les principales sources d'inertie dans un bâtiment sont les dalles de plancher dont la surface et la masse sont plus importantes que celles des murs.</p>
LES APPORTS INTERNES			
<p>Les apports internes (machines, électroménager, personnes, matériel informatique, hifi...) sont beaucoup plus importants que prévus. Ils participent fortement aux surchauffes estivales et d'intersaison. Origine : défaut de conception ou changement d'usage du bâtiment. Impact : inconfort thermique. (446, 460, 471, 507)</p>	T, C	M	<p>Prendre en compte cette thématique lors de la programmation. Evaluer aussi précisément que possible les équipements futurs du bâtiment en fonction de sa destination (quand elle est suffisamment connue) et leur impact en termes d'apport énergétique. En phase conception, il est recommandé de procéder par simulation dynamique, en prenant en compte avec un soin extrême tous les apports, quelle que soit leur nature. Il existe aujourd'hui beaucoup de documents qui permettent de déterminer assez précisément la valeur de ces différents apports. Par ailleurs, en conception, il est nécessaire de prévoir un système de ventilation adapté pour évacuer l'excédent de calories notamment la nuit. Dans la mesure du possible, la ventilation naturelle doit être privilégiée (car elles ne génèrent pas de consommations électriques). Sensibiliser les utilisateurs au choix d'appareils peu consommateurs qui devront par ailleurs être débranchés en dehors des périodes d'utilisation.</p>
<p>La présence des ballons de stockage de l'eau chaude sanitaire solaire à l'intérieur des logements participe aux surchauffes d'été. Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : inconfort thermique. (455, 473)</p>	MI, C	M	<p>Assurer l'isolation des installations de production (réseau, ballon, local) Il faut toujours placer les ballons ECS à l'intérieur du volume chauffé, mais il vaut mieux les calorifier avec au moins 10 cm d'isolant, voire les placer dans un placard ou un local dédié.</p>



SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON



▲ Présence de ballons d'ECS solaire dans un bâtiment collectif. Ceci participe aux surchauffes estivales

<p>C</p> <p>Absence de calorifugeage des tuyaux d'eau chaude sanitaire accolés à un mur en béton banché créant un inconfort thermique en période chaude. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : surchauffes. (435)</p>		<p>M</p> <p>Calorifier les conduits d'ECS systématiquement, même en volume chauffé, et les faire passer si besoin dans des gaines ou des coffres.</p>
<p>T</p> <p>La forte densité des lampes (éclairage surdimensionné) génère un fort rayonnement de chaleur dans les couloirs sans lumière naturelle car bagnes de toute ouverture directe sur l'extérieur. La température monte rapidement malgré les détecteurs de présence qui permettent de limiter les durées d'éclairage. Origine : défaut de conception (dimensionnement, choix des luminaires et du type de lampes). Impact : inconfort thermique.</p>		<p>Fa</p> <p>Choisir des appareils d'éclairage dont l'effet Joule est faible et dont le rendement lumineux est élevé dans les locaux peu ventilés, et adapter le chauffage de ceux-ci aux appareils qui y sont installés. L'efficacité lumineuse peut être améliorée par l'ajout de réflecteurs et en travaillant sur la couleur et les matériaux composant ces espaces.</p>
<p>VENTILATION NATURELLE / FREE-COOLING / SURVENTILATION NOCTURNE</p>		
<p>T</p> <p>Inadaptation du système de ventilation choisi par rapport à l'usage du bâtiment. Dans une salle de concerts, la surventilation nocturne prévue par ouverture des fenêtres ne peut pas être réalisée en période d'occupation à causes des nuisances sonores occasionnées. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (428)</p>		<p>M</p> <p>Choisir des dispositifs adaptés aux contraintes environnantes en phase conception.</p>

SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON

<p>Ventilation naturelle nocturne prévue par inclinaison des sheds. Cependant, l'ouverture limitée à 35° est insuffisante pour rafraîchir le bâtiment. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (471)</p>	<p>T</p>	<p>Fa</p>	<p>Le procédé de ventilation naturelle nocturne ne peut pas être évalué facilement. Une approche globale avec STD voir CFD se révèle nécessaire mais ne garantit pas toujours le résultat. Il semble judicieux de préconiser des études rigoureuses et approfondies en conception et d'informer sur le fait que les systèmes non actifs ne garantissent pas le résultat.</p>
<p>Impossibilité de procéder au rafraîchissement nocturne par ouverture des sheds ou des lanterneaux suite à une panne ou une casse des vérins permettant l'ouverture mécanique de ces derniers. Origine : défaut de produit / défaut de mise en œuvre. Impact: inconfort thermique. (433, 506)</p>	<p>T</p>	<p>M</p>	
<p>Mauvaise mise en œuvre des fenêtres de toit ou des menuiseries dédiées à la ventilation naturelle qui a entraîné leur condamnation (infiltrations d'eau, problème de sécurité ou d'utilisation). La ventilation naturelle n'est donc plus possible. Origine : défaut d'exécution. Impact : inconfort thermique. (438, 502, 433)</p>	<p>T</p>	<p>M</p>	
<p>Le bâtiment ne dispose que de fenêtres fixes empêchant toute ventilation naturelle par les usagers. Origine : choix lors de la conception. Impact : inconfort thermique.</p>	<p>T</p>	<p>M</p>	<p>Prévoir des ouvertures en conception pour pouvoir utiliser la ventilation naturelle pour tempérer les bâtiments sans consommation d'énergie par les auxiliaires (sur-ventilation notamment la nuit). Adapter la conception à l'usage et aux souhaits des futurs occupants (s'ils sont connus).</p>
<p>Contrairement à ce qui avait été prévu les ouvertures situées en partie basse du bâtiment ne peuvent pas être utilisées pour assurer une ventilation naturelle du bâtiment. En effet, il n'y a pas de protection contre les intrusions (insectes, rongeurs, oiseaux, etc...) et en position ouverte le dispositif peut poser des problèmes de sécurité (enfants, etc...). Dans un des cas, les déclenchements de l'alarme anti-intrusion lors de l'entrée de petits animaux ont fait se déplacer les services de l'ordre pour rien. Depuis, les ouvertures restent fermées la nuit ce qui nuit grandement au confort l'été. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (472, 508)</p>	<p>T</p>	<p>M</p>	<p>Concevoir une meilleure intégration de l'ouvrant, soit par un positionnement qui ne pose pas de problème d'intrusion ou de sécurité, soit en y ajoutant une barrière physique (exemple : grilles métalliques dotées d'un pare-pluie et d'un pare-insecte situées devant les ouvrants).</p>

SURCHAUFFES D'ÉTÉ ET D'INTERSAISON

<p>Le sous-dimensionnement des sections des gaines de la VMC ne permet pas de réaliser la surventilation nocturne motorisée comme prévu initialement. Il n'a pas été tenu compte du besoin de surventilation lors des calculs de dimensionnement. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (428)</p>	T	M	<p>NB : la surventilation nocturne motorisée n'offre pas un bilan énergétique favorable. Préférer la surventilation naturelle dès que cela est possible (zone sans contrainte de bruit, etc.).</p>
ROLE DES USAGERS			
<p>Utilisation insuffisante ou mal-appropriée des protections solaires mobiles par les occupants. Ces derniers n'ont pas conscience de l'importance de les utiliser correctement. Leur utilisation tardive par rapport à l'arrivée du soleil ou leur utilisation pendant les périodes d'absences ont pour conséquence d'élever les températures dans les bâtiments. Origine : comportement des usagers. Impact : inconfort thermique. (468)</p>	MI, C, T	M	<p>Sensibilisation au travers d'un règlement de copropriété ou d'un guide d'usage explicatif. Automatiser ou asservir le fonctionnement des protections solaires. Par exemple : piloter les BSO en fonction de l'irradiation solaire et de la température interne pour prévenir la surchauffe. De tels dispositifs doivent s'accompagner d'un contrat d'entretien et de maintenance.</p>
<p>Problème d'appropriation des dispositifs permettant la ventilation naturelle ou manque d'implication des usagers du bâtiment dans l'ouverture manuelle des ouvrants destinés au freecooling (par exemple, en été, les fenêtres sont laissées fermées la nuit et à l'inverse, elles sont ouvertes pendant la journée). Ceci participe aux surchauffes des bâtiments. Origine : comportement des usagers. Impact : inconfort thermique. (436, 466, 472, 499, 507, 508, 527)</p>	C, T	M	<p>Sensibiliser les utilisateurs afin qu'ils comprennent les effets de leur comportement sur l'élévation des températures intérieures et donc sur la dégradation de leur propre confort. Faire prendre part au projet les futurs utilisateurs dès la phase de programmation afin qu'ils participent à la définition des besoins. Automatiser les systèmes. Dans certains cas, seul un asservissement des ouvertures à une GTC garantit l'optimisation de la décharge thermique en gérant parfaitement la ventilation en fonction du delta de T° intérieure / extérieure.</p>
<p>Ouverture prolongée des fenêtres de façon très fréquente et non maîtrisée dans des bâtiments équipés de VMC DF (même en plein après-midi d'été par forte chaleur). Origine : comportement des usagers. Impact : inconfort thermique. (500, 504, 514, 503, 513)</p>	T	Fa	<p>Si la température à l'intérieur du bâtiment est inférieure à la température extérieure, il peut être possible d'ouvrir les fenêtres 15 minutes par jour dans chaque pièce sans perturber le fonctionnement de la VMC DF (15 minutes suffisent à renouveler tout l'air de la pièce). Au-delà de 15 minutes, cela devient contre-productif : le renouvellement d'air a pour effet d'élever les températures des structures du bâtiment. NB : il est toujours fait référence à la température, sans considération du confort qui peut être apporté par l'augmentation de la vitesse de circulation de l'air. En conception, il peut également être envisagé des solutions telles que la ventilation naturelle traversante, l'installation de ventilateurs, etc. pour améliorer le confort d'été.</p>

SECHAGE EN PHASE CHANTIER ET PREMIERE ANNEE D'UTILISATION

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Préambule :</p> <p>Des problèmes de condensation en phase chantier ont été observés lors de l'enquête. La forte étanchéité à l'air des bâtiments explique en grande partie ce phénomène, mais d'autres facteurs entrent également en jeu comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'impossibilité d'ouvrir les fenêtres par peur des vols et en cas d'absence prolongée ; – la saison humide et froide et la situation géographique de l'opération ; – l'absence des équipements assurant la ventilation et le chauffage ; – l'impossibilité de brancher la ventilation en place (garantie qui commence à la réception / risque d'encrassement / problème d'alimentation électrique et raccordement EDF) ; – la mise en œuvre très rapide de l'ITE, ne permettant pas au mur de sécher par l'extérieur ; – la mise hors d'eau et hors d'air très rapide (ossature bois) qui n'a pas permis aux murs de refend et aux dalles béton de sécher... <p>Ce désordre n'est pas nouveau mais il survient plus fréquemment dans les bâtiments à basse consommation. En outre, ses conséquences sont plus graves.</p>	MI, C, T	M Perte durable des propriétés de certains matériaux et notamment des isolants.	Fo Surcoûts liés aux réparations Modification durable des propriétés de certains matériaux Risque sanitaire (QAI).	Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier. Aspirer l'eau au sol. Favoriser l'emploi de chapes sèches, ou l'emploi de plastifiant limitant les quantités d'eau dans les chapes.
<p>Les chapes ont mis beaucoup de temps à sécher (plusieurs mois, au lieu de quelques semaines dans certains cas) retardant considérablement l'avancée des travaux. Des phénomènes de condensation se sont produits engendrant divers problèmes suivant les opérations :</p> <ul style="list-style-type: none"> – des portes ont été déformées par l'excès d'humidité dans le bâtiment. Les parements intérieurs en plaques de plâtre ont été dégradés en pied de mur du fait de la condensation ; – des moisissures se sont développées sur les parements intérieurs, les boiseries et les menuiseries ; – des boiseries et des menuiseries ont été tâchées par l'excès d'eau. -des revêtements (de sols ou muraux) se sont décollés ou ont gondolé. <p>A noter que l'humidité a également pu migrer dans les parois et imprégner les isolants des murs et du plancher haut.</p> <p>Origine : méconnaissance du problème lors de la conception. Impact : allongement des délais et surcoûts / risque pour la QAI. (425, 467, 468, 473, 503)</p>				



SECHAGE EN PHASE CHANTIER ET PREMIERE ANNEE D'UTILISATION



<p>▲ Condensation en phase chantier, ruissellement et accumulation d'eau au sol, dégradation des panneaux bois, etc. ▲ Condensation en phase chantier, ruissellement et accumulation d'eau au sol, dégradation des panneaux bois, décollement des rubans adhésifs, etc.</p>						
<p>Pendant la phase chantier, tous les murs n'ont pas été isolés dans le même temps. Il en a résulté une forte condensation sur le seul mur qui n'était pas encore isolé et qui devait l'être dans un second temps par l'extérieur. Le revêtement intérieur de ce dernier s'est décollé. Par contre, les autres murs déjà isolés n'ont pas été impactés. Origine : défaut de coordination. Impact : allongement des délais d'exécution / surcoût. (499)</p>	C	So	M	<p>Surcoût lié au remplacement des matériaux endommagés.</p>	<p>Toujours bien ventiler les chantiers par ouverture permanente des fenêtres, le plus longtemps possible (jusqu'à ce qu'il y ait des risques de vols et qu'il faille fermer les fenêtres la nuit). Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier.</p>	
<p>Difficulté à réaliser le lot plâtrerie car les joints entre les plaques de plâtre ne séchaient pas du fait de l'humidité importante. Origine : difficulté de séchage. Impact : allongement du délai d'exécution.</p>	MI, C	So	M	<p>Surcoûts.</p>	<p>Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier. Aspirer l'eau au sol.</p>	
<p>Les interventions des peintres ont été décalées de plusieurs semaines, les murs étant trop mouillés. Origine : difficulté de séchage. Impact : allongement des délais.</p>	MI, C, T	So	M	<p>Surcoûts.</p>	<p>Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier. Aspirer l'eau au sol.</p>	
<p>Les enduits intérieurs n'ont pas séché dans les bonnes conditions et ont dû être refaits. Origine : difficulté de séchage. Impact : surcoûts.</p>	MI, C, T	So	M	<p>Surcoûts.</p>	<p>Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier.</p>	
<p>La ouate de cellulose projetée humide à l'intérieur a mis plusieurs mois à sécher. Origine : difficulté de séchage. Impact : allongement des délais.</p>	MI, C, T	M	Fo	<p>Risque d'augmentation de la conductivité de l'isolant si mauvais séchage. Risque sanitaire (moisissure, QAI...) Modifications des propriétés de certains matériaux.</p>	<p>Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier. Privilégier la mise en œuvre d'isolant projeté par voie sèche.</p>	

SECHAGE EN PHASE CHANTIER ET PREMIERE ANNEE D'UTILISATION				
Le mélange chaux/chanvre mis en œuvre à l'intérieur a apporté beaucoup d'eau dans le bâtiment. Le temps de séchage a été important et des phénomènes de condensation se sont produits. Origine : méconnaissance du problème lors de la conception. Impact : allongement des délais et surcoûts, condensation / risque pour la qualité sanitaire ou la QAI. (455, 524, 443)	Ml, C, T	So	Fo Risque sanitaire Altération de certains matériaux.	Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier.
L'installation très rapide de l'ITE constituée d'un isolant peu perspirant et peu capillaire a eu pour conséquence d'allonger le temps de séchage des structures en béton (murs, planchers, murs de refend). L'humidité de ces éléments se retrouve piégée à l'intérieur du bâtiment ce qui favorise le développement de moisissures. Origine : défaut de coordination. Impact : allongement des délais d'exécution, risque sanitaire.	T	So	Fo Risque sanitaire Altération de certains matériaux.	Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier.
RISQUE D'INCENDIE EN PHASE CHANTIER				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Incendie de l'ITE pendant la réalisation de l'étanchéité à l'eau en pied de bâtiment ou sur les terrasses par l'étancheur (utilisation de chalumaux). Origine : mise en œuvre. Impact : allongement des délais.	C, T	So	Fo	Problème de chantier lié à une question de coordination d'intervention qui aurait pu être géré en inspection commune, avec permis de feu (CSPS).
Incendie de l'ossature bois pendant la réalisation de l'étanchéité à l'eau en pied de bâtiment par l'étancheur (utilisation de chalumaux). Origine : mise en œuvre. Impact : allongement des délais.	Ml, C, T	So	Fo	Problème de chantier lié à une question de coordination d'intervention qui aurait pu être géré en inspection commune, avec permis de feu (CSPS).



RISQUE D'INCENDIE EN PHASE CHANTIER



▲ Incendie de l'ossature bois pendant la réalisation de l'étanchéité à l'eau de la terrasse extérieure

<p>Incendie de l'isolant fibreux non ignifugé, pendant le chantier, avant qu'il ne soit recouvert par le parement intérieur en double peau (IT). L'incendie s'est déclaré suite au disquage de cadres métalliques. Ce sont les étincelles qui ont mis le feu à l'isolant. Origine : mise en œuvre. Impact : allongement des délais.</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo</p>	<p>Problème de chantier lié à une question de coordination d'intervention qui aurait pu être géré en inspection commune (CSPS).</p>
<p>La découpe des boîtes de paille sur le chantier génère une accumulation importante de paille non compressée. La paille libre est extrêmement inflammable et la sécurité incendie est difficile à assurer. Origine : défaut de coordination. Impact : risque pour la sécurité incendie. (505)</p>	<p></p>	<p>So</p>	<p>Fo</p>	<p>Nettoyage permanent indispensable.</p>
<p>Le procédé retenu pour réaliser l'étanchéité à l'eau des toitures terrasse au niveau des relevés de 20cm des acrotères, n'est pas adapté au type d'isolant qui a été posé sur ces acrotères. En effet, il n'est pas possible de faire une étanchéité au chalumeau sur un isolant inflammable du type polystyrène. Origine : défaut de conception. Impact : allongement du délai d'exécution. (530)</p>	<p>MI</p>	<p>So</p>	<p>Fo</p>	<p>Choisir un isolant en relevé compatible avec le mode de mise en œuvre du revêtement d'étanchéité retenu, en consultant son Avis Technique.</p>

7.3. • Les équipements

De façon récurrente, l'enquête révèle que l'absence de locaux techniques adaptés et correctement dimensionnés, explique bon nombre des problèmes de maintenance, des problèmes acoustiques et des problèmes de fonctionnement des équipements.

CHAUFFAGE, RAFFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Globalement et quel que soit la source d'énergie il est fréquemment observé un surdimensionnement des équipements de chauffage. Ceci a de nombreuses conséquences négatives comme les courts cycles et la dégradation des rendements (en plus d'un encrassement et d'un vieillissement prématuré pour les chaudières à combustion). Il en découle aussi des surconsommations, de l'inconfort et des surcoûts.

Deux origines principales sont à la base de ce problème :

le phénomène culturel qui consiste à surdimensionner de façon à avoir de la marge au cas où ;
le manque d'équipements de faibles puissances sur le marché.

Il est donc conseillé :

- de dimensionner les équipements de production de chaleur au plus juste et sans jamais prendre de surpuissance. Dans le cas où il est prévu un ralenti de nuit (ou intermittence), il est possible de ne pas appliquer cette disposition lors des épisodes de grands froids et donc de ne pas couper le chauffage la nuit. Ainsi, il n'est plus nécessaire de prévoir une surpuissance des générateurs de chauffage pour la remise en chauffe des bâtiments ;
- d'adapter la conception hydraulique de l'installation à la stricte puissance nécessaire, sans surdimensionnement.

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
POELES ET CHAUDIERES A BOIS UTILISES POUR LE CHAUFFAGE				
<p>Surdimensionnement des chaudières bois (plaquettes, granulés) constatés dans plusieurs opérations pour une des raisons évoquées en préambule.</p> <p>Dans un des cas, la chaudière est surdimensionnée de plus de 200% par rapport aux besoins Ceci pose un problème de combustion car elle ne fonctionne jamais à plus de 30 % de sa puissance nominale. Il en découle une mise en sécurité fréquente à cause du réglage de l'alimentation en oxygène trop importante.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la durabilité de l'élément / surconsommation. (472, 449, 502, 530)</p>	Ml, C, T	<p>Fo Surconsommations liées au mauvais rendement.</p>	<p>Fo Encrassement, risque de pannes.</p>	<p>Conditionner le choix des équipements et le type d'énergies pour le chauffage en fonction des produits qui existent sur le marché.</p> <p>Plutôt que d'installer une chaudière bois surdimensionnée, qui fonctionne en sous-régime une bonne partie du temps, il est préférable d'installer une chaudière bois de petite taille, couplée à une chaudière gaz (en appoint).</p> <p>A défaut de trouver l'équipement de bonne puissance, on peut aussi associer à la chaudière à bois un ballon de stockage à température élevée (80°C) permettant de faire fonctionner la chaudière à pleine charge pendant quelques heures par jour. La régulation de la distribution se fait ensuite à partir du ballon tampon.</p> <p>NB : Installer un ballon tampon avec démarrage de la chaudière sur un seuil bas permettant de lisser les appels de puissance et de fonctionner au meilleur point de rendement.</p>



CHAUFFAGE, RAFFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

<p>En raison de la faible puissance prescrite par le BET (en apparence), le MOA a voulu rajouter une 2^{ème} chaudière gaz en appoint de la chaudière bois déjà équipée d'une chaudière d'appoint au gaz. Le MOA avait peur que le chauffage ne soit pas suffisant pour l'hôtel. Les calculs de puissance initiaux étant corrects la deuxième chaudière n'est pas nécessaire et donc inutilisée. Origine : exigence du MOA. Impact : surinvestissement inutile. (478)</p>	<p>T</p>	<p>So</p>	<p>Fa Mais coût important pour un équipement inutilisé.</p>	<p>On ne rappellera jamais assez que les bâtiments actuels valorisent très bien les apports "gratuits" (solaires, internes) et que ceux-ci représentent une part importante des besoins. Il s'ensuit que la charge thermique assurée par la chaudière en est fortement réduite. Il ne faut donc pas tomber dans l'angoisse de l'insuffisance de chauffage et surdimensionner tous les équipements car cette démarche peut conduire à des pannes nombreuses, à une combustion très dégradée et à des rendements peu élevés, donc à des surconsommations.</p>
<p>Surdimensionnement du poêle à bois entraînant des surchauffes locales et des pics de chaleur ponctuels responsables de l'inconfort des occupants. Origine : méconnaissance lors de la conception / peu de produits de faible puissance sur le marché. Impact : surconsommation.</p>	<p>MI</p>	<p>M Surconsommation.</p>	<p>M Inconfort des usagers.</p>	<p>Trouver le matériel le plus adapté aux besoins réels, très peu puissant. Et ne surtout jamais installer un appareil plusieurs fois trop puissant, ce qui conduit aussi à une mauvaise combustion^a. Une solution consiste à installer des poêles avec de l'inertie qui permettent de lisser la puissance émise et de privilégier le radiatif sur le convectif. Des poêles de 2 à 3 kW avec pierres ollaires sont disponibles sur le marché avec un combustible bûche. Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>
<p>Fuites d'air parasites par le poêle à bois (révélées lors du test). Origine : défaut de produit. Impact : déperditions thermiques, perturbation de la VMC.</p>	<p>MI</p>	<p>So</p>	<p>Fo Risque sanitaire (QAI).</p>	<p>Dans un bâtiment étanche à l'air, le poêle doit lui-même être très étanche à l'air et être pourvu de sa propre alimentation en air neuf (risque de mise en dépression et de combustion incomplète). On ne devrait donc jamais trouver de poêles peu étanches à l'air dans des bâtiments performants. Il y a un risque vital pour les occupants (risque d'intoxication au monoxyde).</p>
<p>La trop forte plasticité du textile du silo de stockage, est à l'origine de retenues de pellets. Il est nécessaire d'intervenir manuellement pour assurer la prise des pellets par la vis d'alimentation de la chaudière. De plus, le volume utile du stockage se trouve ainsi réduit. Origine : caractéristiques propres au produit. Impact : mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>C</p>	<p>So</p>	<p>M Coût des solutions de réparations.</p>	<p>Remplacement du silo textile par un silo en bois.</p>

CHAUFFAGE, RAFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)					
Problèmes d'écoulement et d'accumulation des granulés ou des plaquettes dans les angles des cuves de stockage. Origine : défaut de produit. Impact : mauvaise qualité d'usage. (474, 478)		So	Fa Mauvaise qualité d'usage.	Une solution correctrice consiste à fixer des plaques métalliques à chacun des angles afin de permettre un bon écoulement.	
Blocage ou casse de la vis sans fin d'alimentation de chaudières bois suite à la livraison de plaquettes de mauvaise qualité : présence de graviers, de gros morceaux (jusqu'à 10 cm de long), d'une importante quantité de fines, etc. Dans certains cas, le blocage de la vis sans fin a eu des répercussions sur le fonctionnement du moteur. Origine : qualité du combustible. Impact : absence du chauffage.	MI, C	So	M Coût de réparation.	Il faut conclure des contrats de livraison incluant une garantie sur la qualité du produit livré : granulométrie, niveau de séchage, propreté des plaquettes, etc.	
Le livreur de plaquettes (bois déchiqueté) a déchargé le contenu de son camion en une seule fois dans le silo alors que le décilieur n'était pas en rotation. Les plaquettes se sont tassées et ont bloqué le décilieur. Lors de la mise en route des moteurs, ils ont fonctionné en surcharges, ont disjuncté et ont été abimés. Le remplacement de certains éléments des moteurs a dû être effectué après cet accident. Origine : défaut de coordination. Impact : risque pour la durabilité de l'élément / surcout. (516)	T	So	M Surcoûts de maintenance.	L'utilisateur doit être informé des dates de livraisons de façon à pouvoir maintenir les équipements en fonctionnement pendant ces opérations.	
Formation excessive de poussière dans le silo qui s'est déposée sur le capteur capacitif de la chaudière qui continuait à fonctionner malgré l'absence de combustible. Ceci a entraîné des mises en sécurité et l'absence de chauffage. Un granulé mal conditionné (non dépoussiéré) ou de mauvaise qualité (trop humide il se désagrège en poussière) est à l'origine de ce problème. Origine : défaut de produit. Impact : mauvaise qualité d'usage. (508)	T	So	M Risque pour la durabilité de l'équipement.	Il faut conclure des contrats de livraison incluant une garantie sur la qualité du produit livré. NB : le taux d'humidité optimal des granulés est entre 8 et 10 % pour les applications domestiques. Plus les granulés sont secs meilleure est la combustion et plus élevé est le rendement.	



CHAUFFAGE, RAFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

<p>Le broyeur de la chaudière à plaquettes n'est pas adapté et produit beaucoup trop de particules fines qui sont à l'origine d'une mauvaise combustion. Les particules fines induisent une combustion longue qui diminue le rendement de la chaudière. Origine : défaut de produit. Impact : perte de performance de l'équipement. (461)</p>	<p>T</p>	<p>Fa Moins bonne combustion.</p>	<p>Fa Risque pour la durabilité de l'équipement.</p>	<p>La solution correctrice qui a été trouvée sur cette opération a consisté à perforer la vis sans fin de façon à ce qu'elle ne fasse pas remonter les fines jusqu'au brûleur et joue le rôle d'un « tamis ». Ces dernières sont éliminées par une ouverture en partie basse de la vis sans fin.</p>
<p>Le déplacement des granulés du silo vers la chaudière s'effectue par transport pneumatique. Ceci génère du bruit dans les appartements situés à proximité de la chaudière. Origine : caractéristiques propres au produit. Impact : inconfort acoustique.</p>	<p>C</p>	<p>So</p>	<p>Fa Nuisances acoustiques.</p>	<p>Il faut que le local chaufferie (où se trouve le ventilateur d'aspiration) soit traité sur le plan acoustique (cf. art. 6 de l'Arrêté du 23/06/1978 modifié). Il faut ensuite programmer les heures de remplissage aux moments les moins gênants de la journée (jamais la nuit).</p>
<p>L'approvisionnement en direct du silo à granulés bois est très difficile, voire impossible par camion, car les chemins n'ont pas été prévus pour et ne permettent pas l'accès pour la livraison. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (443, 472)</p>	<p>C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fa Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Dimensionner correctement en phase conception la voirie afin que le camion puisse circuler, stationner et faire demi-tour. NB : les camions sont aussi munis d'un système pneumatique permettant d'alimenter des silos distants d'environ 30m.</p>
<p>Défaut d'étanchéité à l'eau du silo ayant diminué le rendement de la chaudière et conduit à son encrassement en raison d'une mauvaise combustion des granulés ayant un taux d'humidité supérieur à celui recommandé. Fuite d'eau dans le silo ayant provoqué la rouille de la vis sans fin et du corps de chauffe. Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la durabilité de l'élément, surcoût. (471, 516)</p>	<p>T</p>	<p>Fo Rendement dégradé.</p>	<p>Fo Risque pour la durabilité de l'équipement.</p>	<p>Une fuite d'eau dans un silo de granulés détruit les granulés et les rend hors d'usage. Dès qu'ils s'humidifient, les granulés s'expandent et partent en poussière. Ils ne sont plus utilisables dans une chaudière. L'emplacement d'un stockage doit se faire dans un endroit parfaitement sec, à l'abri de toute forme d'inondation ou de fuite d'eau. NB : le taux d'humidité optimal des granulés est entre 8 et 10 % pour les applications domestiques. Plus les granulés sont secs meilleure est la combustion et plus élevé est le rendement.</p>

CHAUFFAGE, RAFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)				
POMPES A CHALEUR ET GEOTHERMIE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Surdimensionnement de la PAC air/eau dont la puissance est de 5kW pour un besoin de 3kW. Un modèle de faible puissance correspondant au besoin réel de chauffage n'existait pas sur le marché. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'équipement. (454)</p>	MI	M Rendement non optimal.	M Risque pour la durabilité de l'équipement.	<p>Conditionner le choix des équipements et le type d'énergies pour le chauffage en fonction des produits qui existent sur le marché. Installer un ballon tampon avec démarrage de la PAC sur un seuil bas permettant de lisser les appels de puissance et de fonctionner au meilleur point de rendement avec un produit du marché.</p>
<p>Surdimensionnement de l'installation du chauffe-eau thermique qui entraîne une utilisation en sous-régime, pouvant induire une usure prématurée. La capacité minimale de 300 litres ne correspond pas au besoin d'un couple. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément. (463)</p>	MI	Fa Consommations inutiles.	M Risque pour la durabilité de l'équipement.	
<p>Ajouts de ballons tampon après la livraison pour pallier les déclenchements très fréquents de la PAC air/eau surdimensionnée. Cela a induit un surcoût, d'autant plus qu'il a fallu choisir des ballons inox pour assurer une qualité esthétique, puisqu'ils sont placés dans le salon. (non prévus initialement). Origine : défaut de conception. Impact : surcoût. (530)</p>	MI	So	M Défaut esthétique Surcoût après la livraison.	<p>Se référer aux recommandations et aux guides rédigés dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 et notamment la schématique sur les PAC.</p>
<p>Pannes de la PAC assurant le chauffage (remplacement de l'équipement ou des pièces défectueuses suivant les cas). Origine : défaut de produits, les constructeurs n'ont pas toujours une expérience suffisante. Impact : coût de remplacement. (479)</p>	MI, C, T	So	Fo Mauvaise qualité d'usage. Surcoût.	<p>Choisir des produits fiables et adaptés Très souvent les pannes sont dues à des « court-cycles » (démarrages/arrêts) trop fréquents. Il faut donc, la plupart du temps, disposer d'un ballon tampon, et il faut que les sondes de température dans ce ballon soient correctement placées afin de ne pas être elles-mêmes à l'origine de ces courts cycles.</p>

CHAUFFAGE, RAFFRAÎCHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

<p>Absence de purgeurs au point haut sur le circuit hydraulique primaire de PAC gaz alors que les 2 PAC de l'opération ont été placées en toiture terrasse. Suite à la vidange du circuit primaire pour la pose de compteurs de suivi de consommation, une des PAC s'est mis en défaut par la présence d'air dans le circuit. Le bâtiment a été chauffé par une seule PAC les mois de décembre et janvier et des convecteurs électriques ont dû être proposés aux locataires. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (487)</p>	C	Fo Surconsommation importante si la situation perdure.	M Surcoût lié aux modifications nécessaires.	Mettre des dispositifs de purge d'air du réseau aux points hauts de l'installation. Se référer aux guides rédigés dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 et notamment la schémathèque sur les PAC.
<p>Les conduits d'évacuation des condensats des PAC gaz installées en toiture terrasse ne sont pas protégés du gel et par basses températures la canalisation a gelé. Les condensats se sont accumulés autour des PAC formant un bloc de glace rendant l'accès difficile pour la maintenance. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la qualité d'entretien et/ou de maintenance. (487)</p>	C	So	M Risque pour la durabilité des équipements	Solution corrective mise en œuvre sur cette opération : un cordon chauffant a été installé sur les deux évacuations. Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.
<p>Les PAC positionnées à l'extérieur du bâtiment sont bruyantes (gêne pour le voisinage...) Origine : défaut de produit. Impact : inconfort acoustique. (487)</p>	M, C	So	M	En fonction de la présence de tiers à proximité, la mise en œuvre à l'extérieur d'un compresseur peut nécessiter un traitement acoustique en périphérie de celui-ci, pour limiter la propagation d'ondes sonores susceptibles de générer un trouble de voisinage. Habiller les PAC avec des plaques pour éviter la propagation du bruit.




▲ Solution corrective, mise en place d'un traitement acoustique autour d'une PAC positionnée en toiture

CHAUFFAGE, RAFFRAICHISSEMENT & EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)					
MI, C	So	M			
<p>Les chauffe-eau thermodynamiques sont responsables d'un inconfort acoustique important dans les logements. Origine : défaut de produit. Impact : inconfort acoustique.</p>				<p>Positionner le chauffe-eau thermodynamique dans un local technique adapté et isolé phoniquement des pièces de vie (attention à la dégradation du COP si le local est froid).</p>	
<p>Fuites sur le réseau d'eau glycolée dans la partie enterrée constatées lors du remplissage. L'origine souterraine de ces fuites peut être due à un tube percée ou à un organe (vanne, clapet, etc.) défaillant. Origine : défaut de produit ou d'exécution. Impact : allongement du délai d'exécution. (467, 531)</p>	So	M	<p>Surcoût Risque de pollution des sols et des nappes.</p>	<p>Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>	
<p>Fuites au niveau des vannes de vidange sur le réseau de géothermie à capteurs horizontaux (eau glycolée). Ceci a entraîné une perte de pression du réseau et une mise à l'arrêt de la PAC. Les fuites sont dues à la fissuration des clapets anti-retour sous les effets de la dilatation thermique. Le problème a été détecté tardivement par le BET. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique. (458)</p>	Fa	Fa	<p>Coût de réparation.</p>	<p>Solution corrective mise en œuvre : remplacement des clapets anti-retour par des modèles plus résistants aux chocs thermiques. En conception, il faut prendre en compte les coefficients de dilatation des clapets.</p>	
<p>Les pompes du système de géothermie verticale ne sont pas asservies aux besoins de chauffage et fonctionnent en permanence. Cette surconsommation représente 30% de la consommation totale. Origine : défaut de réglage. Impact : surconsommation, risque pour la durabilité de l'élément. (507)</p>	M	Fa	<p>Usage prématuré.</p>	<p>Il faut asservir les pompes du forage aux besoins. On peut utiliser des pompes à débit variable pour ajuster le débit aux besoins exacts.</p>	

a. Une étude est actuellement menée par le COSTIC sur ce sujet.

NB : La RT 2012 limite l'installation de poêles à buches sans thermostat de régulation



ENERGIE SOLAIRE				
CONSTATS GENERAUX A LA FOIS POUR LE SOLAIRE THERMIQUE ET PHOTOVOLTAÏQUE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Les panneaux solaire thermiques ou photovoltaïques sont ombragés tout ou partie de la journée et/ou mal positionnés sur le bâtiment. Les masques solaires n'ont pas été pris en compte lors de l'étude thermique (végétation, autres bâtiments, cheminées, pans de toit...).</p> <p>Origine : méconnaissance ou négligence de la part des concepteurs, défaut de relevés.</p> <p>Impact : taux de couverture inférieur à celui qui a été pris en compte dans l'étude thermique.</p> <p>(448)</p>	Ml, C, T	Fo	Fa	Prendre en compte les caractéristiques de l'environnement avant d'installer des équipements de ce type. Faire une étude des masques en phase conception et anticiper la croissance de la végétation environnante. Correctif éventuel : élaguer les arbres, si c'est possible et si l'essence s'y prête sans trop de dommage.
 <p>▲ Masques solaires non pris en compte dans l'étude thermique ▲ Masques solaires non pris en compte dans l'étude thermique ▲ Les casquettes PV s'ombragent d'un étage sur l'autre</p> <p>L'orientation et/ou, dans une moindre mesure, l'inclinaison des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques n'est pas optimale. Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'équipement.</p>	Ml, C, T	Fo	So	Dans certains cas, on pourra modifier la pente après coup (pose sur châssis), cependant, cela peut s'avérer difficile pour des panneaux photovoltaïques intégrés en couverture. Dans certaines conditions particulièrement inappropriées, il est préférable de revoir le choix de mettre des panneaux solaires.

ENERGIE SOLAIRE				
EAU CHAUDE SANITAIRE SOLAIRE THERMIQUE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Surdimensionnement. Les surfaces de panneaux solaire étant trop importantes par rapport aux besoins, les surchauffes conséquentes et récurrentes du système sont responsables du vieillissement prématuré de l'installation (dégradation du fluide caloporteur, fuites, destruction des joints...).</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : perte d'efficacité dans le temps / suréquipement / gaspillage de l'énergie produite / dégâts des eaux en cas de fuites.</p> <p>(440, 476)</p> <p><i>NB : Une partie du problème est lié à la taille des unités.</i></p>	<p>Ml, C, T</p>	<p>Fo Diminution de la productivité du système.</p>	<p>Fo Risque pour la pérennité de l'installation.</p>	<p>Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p> <p>Les besoins doivent être justement évalués (particularités des maisons de retraites, des centres d'accueil pour SDF, des établissements scolaires fermés l'été...). Les consommations réelles sont souvent inférieures à celles qui ont été prévues.</p> <p>Pour limiter cette tendance il peut être intéressant d'associer l'exploitant et l'utilisateur à la conception du projet. Dans le cas d'une rénovation il est possible d'utiliser les données disponibles sur les besoins des usagers pour ajuster au mieux le dimensionnement de l'installation. Les taux de couverture des besoins envisagés en conception doivent être raisonnés. Attention, les cas de l'individuel et du collectif sont très différents.</p> <p>Les vases d'expansion doivent être adaptés au système (attention à leur sous-dimensionnement et à la mauvaise pression de pré-gonflage).</p> <p>Souscrire un contrat d'entretien de ces systèmes (surtout pour le collectif) est important.</p> <p>Solution corrective : dans le cas où l'installation est déjà surdimensionnée, il est possible de couvrir une partie des panneaux avec un matériau réfléchissant (film aluminium) pendant les périodes les plus ensoleillées.</p>

ENERGIE SOLAIRE			
<p>Systèmes d'ECS solaire infra-utilisés dans des établissements scolaires car les élèves du collège ne se servent pas ou très peu des douches et des lavabos. Les chaudières (gaz) assurant l'appoint des systèmes solaires pour l'ECS ne sont également pas adaptées aux besoins très faibles. Ceci induit une surconsommation due aux court-cycles (marche-arrêts extrêmement fréquents et temps de fonctionnement très courts). Origine : défaut de programmation / conception. Impact : surconsommation / surinvestissement / risque pour la durabilité de l'élément. (508, 438, 473)</p>	T	<p>Fo Risque de diminution de la productivité du système.</p>	<p>Fo Risque pour la durabilité des équipements.</p>
<p>Pour une des raisons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les circulateurs ont disjoints (orage...), - un défaut de maintenance a été constaté (vanne fermée par erreur), - une vanne a été fermée suite à une panne et n'a pas été ré-ouverte après la réparation, - absence de glycol dans le circuit de capteurs, <p>les systèmes d'ECS solaire thermique n'ont pas fonctionné pendant plusieurs mois voire plusieurs années. A défaut de suivi de la production solaire (compteurs de calories par exemple), les appoints ont pris le relais et fonctionnés à 100%, créant des surconsommations importantes. Cette prise de relais par les appoints (système bi-énergie), fait qu'aucune gêne n'a été ressentie par les occupants et le problème n'a pas été décelé rapidement. Origine : défaut de maintenance (fréquence des visites trop faible). Impact : dégradation du système en cas de surchauffe, surconsommation. (476, 497)</p>	MI, C	<p>Fo Pourcentage de couverture des besoins en ECS par le solaire nul.</p>	<p>Fo Risque pour la pérennité de l'installation.</p>
<p>Pour les opérations avec de faibles consommations, il semblerait plus pertinent d'installer des ballons électriques directement aux points de puisage plutôt que de mettre en place une installation solaire thermique pour laquelle il y aura des pertes de distribution et des besoins de maintenance conséquents. NB : Cette difficulté se retrouve dans tous les bâtiments scolaires et notamment dans les gymnases. Cependant, ne pas dimensionner les équipements pour que les élèves puissent se doucher serait perçu comme inacceptable...</p>	<p>Mettre en place un suivi régulier des installations et un contrat de maintenance adapté. Etiqueter les vannes fermées (avec retrait de la poignée de manœuvre) et suivre les apports de calories solaires pour détecter ce type de dysfonctionnement. Téléalarmes, voyants, suivi à distance. Vérifier la pression pour constater l'absence de fuites. NB : la simple surveillance des niveaux de température, soit de la boucle capteurs solaires, soit du ballon solaire, permet de vérifier le bon fonctionnement d'une installation. La possibilité du contrôle des consommations directement par le consommateur payeur, permet plus de réactivité. Pour cela il faut prévoir des compteurs.</p>		

ENERGIE SOLAIRE					
MI, C	M	M	M	M	
<p>Dans un souci d'économie, les occupants coupent l'électricité (compteur général) avant de partir en vacances et notamment l'alimentation électrique du système d'ECS solaire (circulateurs). Ceci engendre des surchauffes et une dégradation des systèmes.</p> <p>Origine : méconnaissance des occupants.</p> <p>Impact : perte de performance de l'équipement. (500)</p>	<p>Diminution de la productivité du système après coup.</p>	<p>Risque pour la durabilité de l'installation.</p>	<p>Informers les occupants du bon usage des installations. Il est nécessaire de tenir compte des usagers dès la conception et de leur donner les bons réflexes par rapport à des dispositifs prévus de protection ou d'arrêt des équipements.</p> <p>Utiliser des systèmes vidangeables avec purgeurs automatiques.</p> <p>Nécessité d'un contrat d'entretien ou de maintenance.</p>		
<p>Des systèmes solaires thermiques sont dépendants de l'électricité et doivent être maintenus sous tension même pendant les périodes d'absence sous peine de stagnation et de surchauffe. Il y a donc consommation d'énergie même pendant les périodes d'inutilisation.</p> <p>Origine : caractéristiques propres au produit.</p> <p>Impact : consommation inutile.</p>	<p>Fa Consommations électriques.</p>	<p>So</p>	<p>Il est possible de couvrir la surface de capteurs avec un matériau réfléchissant en été (film aluminium). Cela permet d'arrêter momentanément la production d'eau chaude sans risque pour l'installation.</p> <p>Il existe aussi la possibilité d'installer des systèmes (à circulation de liquide) vidangeables.</p>		
<p>Les locataires se plaignent de bruits gênant quand la résistance électrique (aiguille) qui fait l'appoint dans le ballon d'ECS solaire prend le relais et est en fonctionnement. Le ballon est positionné sous l'escalier du salon ce qui explique la gêne occasionnée.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : inconfort acoustique.</p>	<p>So</p>	<p>Fa Nuisances acoustiques.</p>	<p>Les équipements doivent être positionnés dans un local technique adapté et isolé phoniquement</p>		
<p>Des capteurs solaires ont été installés afin de permettre l'alimentation d'ECS préchauffée vers chaque chaudière individuelle. Pour ce faire, un bouclage a été réalisé. A l'utilisation, il apparaît que tous les logements ne sont pas occupés mais qu'il est toutefois nécessaire de monter la température du stockage à 60° une fois / jour. Les gains énergétiques d'une telle opération sont donc très faibles.</p> <p>Origine : mauvais choix de conception.</p> <p>Impact : surconsommation.</p>	<p>M</p>	<p>So</p>	<p>NB : la montée quotidienne en température est imposée par l'article 36 de l'arrêté du 23/06/1978 modifié (arrêté du 30/11/2005) pour prévenir le développement de légionelles.</p>		

ENERGIE SOLAIRE					
C	So	M	Fa	So	M
<p>Perçage de la membrane d'étanchéité du toit lors de la fixation des supports des panneaux solaire thermiques sur leurs plots d'appui. Origine : mise en œuvre. Impact : dégâts des eaux.</p>				Risques de dégradations suite aux infiltrations d'eau.	<p>Problème de conception et de mise en œuvre. C'est le rôle du concepteur, puis de l'entreprise, de trouver des solutions dont la mise en œuvre ne conduit pas à ce type de problème.</p>
<p>Absence de calorifugeage des tuyaux d'eau glycolée (circuit primaire) à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment. Origine : défaut de conception ou d'exécution. Impact : déperditions non prévues en conception.</p>	M	MI, C	Fa	Risque d'inconfort thermique (sur-chauffes d'été).	<p>Il faut absolument calorifuger ces canalisations.</p>
<p>Dégradations du calorifugeage des tuyaux d'eau glycolée par les oiseaux. Ce problème a été révélé suite à la recherche des causes d'une production insatisfaisante d'eau chaude solaire. Origine : défaut de conception ou d'exécution. Impact : perte de performance de l'équipement et du réseau.</p>	Fa	MI	Fa	Déperditions. Coût de remplacement.	<p>Mettre en place une protection adaptée des isolants des canalisations d'eau glycolée.</p>
<p>Le calorifugeage du ballon d'ECS solaire par jaquette souple est insuffisant (5 cm de laine de verre, $K=0.76W/m^2/K$). De ce fait les déperditions thermiques sont importantes et l'appoint est plus sollicité. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance équipement et réseau. (497)</p>	M	C	So		<p>Prévoir des ballons avec une isolation d'au moins 10 cm de laine de verre, $K=0.42W/m^2/K$, ainsi qu'une isolation en sous-face. NB : il est possible de rajouter une couche d'isolant sur un ballon et fabriquer une jaquette artisanale (peu cher et efficace). Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>
<p>Défauts des sondes numériques ayant pour conséquence l'arrêt injustifié de la production d'ECS solaire. Origine : caractéristiques propres au produit. Impact : surconsommation (appoints).</p>	M	MI, C	Fa		<p>Souscrire un contrat de maintenance et d'entretien. S'assurer de la fiabilité et de la qualité des produits utilisés. Prévoir des tests réguliers des sondes pilotant l'installation, dans le cadre du programme de maintenance.</p>

ENERGIE SOLAIRE					
L'accessibilité pour la maintenance des panneaux sur les toits n'a pas été prévue. Pour réaliser cette opération, certains acteurs sont contraints de louer une nacelle (jusqu'à 1500€). Origine : défaut de conception. Impact : surcoût non prévu initialement. (495)	C, MI	So	M Le coût de la maintenance est rendu prohibitif.		
Fonctionnement non optimal des chauffe-eau solaires dû à la présence de bulles d'air dans le fluide caloporteur du fait d'un point haut sur le réseau primaire. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : perte de performance de l'équipement et du réseau. (461)	T	M	Fa Coût de réparation.		Mettre un purgeur en point haut.
Il a fallu 2 ans pour effectuer les réglages et optimiser le fonctionnement de l'automate du chauffe-eau solaire triple énergie (solaire + échangeur sur réseau de chauffage + résistance électrique). Il a été nécessaire de faire intervenir une autre entreprise pour réaliser les réglages car l'installateur n'avait pas les compétences nécessaires pour régler le programmeur. Origine : caractéristiques propres au produit / manque de compétences. Impact : allongement des délais d'exécution / surcoûts. (461)	T	M	M Manque à gagner. Risque de mauvaise optimisation à long termes.	M Surcoût Mauvaise qualité d'usage.	Eviter les montages trop complexes, simplifier les installations en se limitant à 2 sources d'énergies.
Le système de chauffage d'appoint (chaudière bois) est mobilisé en priorité avant le système solaire thermique à cause d'un défaut de réglage. Origine : défaut d'exécution. Impact : surconsommation. (473)	MI	M	So		Modifier les commandes et les priorités. En maison individuelle on peut aussi programmer la chaudière pour qu'elle ne fasse l'appoint, si nécessaire, que le matin et le soir. Mais l'idéal est d'avoir un ballon solaire indépendant et un ballon d'appoint en aval du précédent et maintenu à la température d'utilisation.

ENERGIE SOLAIRE					
	C	M	M	M	
Le retour du bouclage se fait dans le ballon solaire plutôt que dans le ballon d'appoint Origine : défaut de conception Impact : perte de performance de l'équipement et des réseaux (476)					Il faut un retour de bouclage uniquement sur le ballon d'appoint, mais il faut aussi un piquage de ce retour vers l'alimentation "froide" du mitigeur ou de la vanne 3 voies préparant l'eau au départ du bouclage, ainsi qu'un clapet anti-retour empêchant l'eau du bouclage de partir vers le réseau d'eau froide. Ceci a pour but que le système ne se bloque pas si personne ne soutire d'eau chaude.
Absence de mitigeur en sortie du ballon d'appoint du ballon ECS solaire, alors que la température peut dépasser 60°C. Origine : défaut de conception. Impact : défaut de sécurité d'utilisation. (476)	C	Fa		Fo	Mettre un mitigeur en sortie de ballon ECS. Prévoir la mission de commissionnement. Risque pour les utilisateurs.
Détérioration par le vent des panneaux solaires thermiques non intégrés à la toiture et posés avec une pente très verticale (75 degrés). Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément. (472)	T		So	Fo	Tout ouvrage doit faire l'objet d'une analyse des forces et des charges qui pourraient être induites par le vent ou des chutes de neige extrêmes. Surcoût lié aux réparations.
L'exploitant a refusé de prendre en charge l'installation solaire après la réception de l'opération suite à plusieurs constats de dysfonctionnements (fluide caloporteur caramélisé, fuites sur le réseau, etc.) L'installation solaire ne fonctionne pas et l'ECS est produite uniquement à partir de l'appoint. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : surconsommation. (495)	MI		Fo	Fo	Surconsommations. Coût de réparation Risque pour la durabilité des équipements.
COGENERATION					

ENERGIE SOLAIRE			
T	Fo	M	
Le système de cogénération se met régulièrement à l'arrêt du fait de la formation de suie lors de la combustion de l'huile qui est oxydée. L'oxydation de l'huile végétale a pour origine une période de stockage trop longue dans les cuves. Cette oxydation est également favorisée par le passage de l'huile dans des tuyaux de raccordement en cuivre. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance équipement et réseau. (434)	Rendement dégradé.	Mauvaise qualité d'usage Coût de réparation.	Remplacer les raccordements en cuivre en évitant le recours à des métaux pro-oxydants. Réduire la période de stockage de l'huile et s'assurer des bonnes conditions de stockage (température, exposition à la lumière, etc.).
Panneaux photovoltaïques			
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque	
		Performance énergétique	Pathologie
Difficulté pour accéder aux panneaux solaires photovoltaïques positionnés en toiture pour faire leur entretien (nettoyage). Cela influe sur la production d'électricité et sur la durabilité des panneaux solaires (accumulation de poussière, pollens, feuilles, déjections d'oiseaux...) Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance des équipements. (514) NB : Le phénomène peut être amplifié dans le cas de toiture horizontale.	MI, T	Fa	Fa
Difficultés rencontrées (démarches et délais) lors du raccordement des panneaux photovoltaïques au réseau (jusqu'à un an d'attente alors que les panneaux PV sont installés et fonctionnels). Le manque à gagner est important. Origine : procédure ERDF. Impact : manque à gagner. (434, 444, 458, 459)	MI, C, T	Fo	So
			L'entretien des panneaux est une absolue nécessité. Il faut souscrire un contrat de maintenance minimal. Toutefois, la productivité, contrairement à ce qui est souvent affirmé, n'est pas très sensible à l'empoussièrement des panneaux qui sont d'ailleurs nettoyés à chaque pluie (nettoyage variable en fonction de la pente des panneaux et du climat... attention aux cas extrêmes : proximité de chantiers ou de pistes).

ENERGIE SOLAIRE

<p>Certains panneaux PV de l'installation ne sont pas raccordés au réseau ERDF car la puissance installée est supérieure à la puissance prévue en conception (panneaux légèrement plus grands). ERDF avait prévu un onduleur pour la puissance initiale. Il y a donc 8kW qui ne peuvent pas être revendus. Le MOA envisage d'utiliser directement l'électricité dans le bâtiment mais cela engendre des surcoûts pour l'installation d'un onduleur et pour le câblage. Origine : défaut d'exécution. Impact : surcoût. (506)</p>	T	So	So	<p>Toujours veiller à ne pas modifier de façon trop importante les conditions de l'étude projet lors de l'exécution.</p>
<p>Apparition de rouille sur les vis de fixation des panneaux solaire photovoltaïque suite à l'arrachement du traitement surfacique en zinc lors du serrage des vis. Origine : choix des produits et mise en œuvre. Impact : risque pour la durabilité de l'élément.</p>	T	So	Fa Attention cependant au risque détecté de décrochage des panneaux.	<p>Mieux choisir la qualité des vis utilisées. Ces vis doivent être en inox et pas seulement recevoir un traitement de surface.</p>
<p>Problèmes au niveau des onduleurs qui sont tombés en panne car placés dans un local surchauffé. Les alarmes défectueuses n'ont pas permis de déceler le problème rapidement. Origine : défaut de produit. Impact : arrêt de la production.</p>	C	Fo	M Coût des solutions de remplacement.	<p>Un onduleur dégage de la chaleur. Il doit donc être très fortement ventilé. Les composants électroniques sont assez sensibles à la température. <i>Il est possible qu'avec la très forte amélioration récente de l'efficacité des onduleurs, et par suite la réduction de leur émission de chaleur, les risques de surchauffe disparaissent.</i></p>
<p>Mauvais isolement des gaines électriques des panneaux PV ayant entraîné la mise en sécurité des onduleurs et l'arrêt de la production. Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la durabilité de l'élément, perte de performance équipement et réseau. (436)</p>	T	Fo Manque à gagner important.	Fo Risque d'incendie.	<p>Vérifier et tester l'installation avant réception.</p>
<p>Panne de production qui a duré deux mois la première année. Cela est dû à une disjonction suite à un orage. Origine : défaut d'exploitation. Impact : arrêt de la production.</p>	C	M	So	<p>C'est une panne très classique. Elle suppose une surveillance minimum du bon fonctionnement des installations. Sur les grosses installations, un service de télésurveillance permettant d'être rapidement informé de toute panne assure la prévention de ce problème.</p>

ENERGIE SOLAIRE

<p>Infiltrations d'eau dans des bâtiments suite à l'intégration des panneaux PV à la toiture (recouvrements insuffisants des abergements par les bandes d'étanchéité, problèmes de calepinage (notamment avec les tuiles canal), perforation de la membrane d'étanchéité sous toiture). Ces infiltrations ont engendré des sinistres importants dans certains cas (avec des coûts de réparation de plusieurs dizaines de milliers d'euros). Origine : caractéristiques propres au produit. Impact : dégâts des eaux. (478)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo Dégradations suite aux infiltrations d'eau. Coûts de réparation important</p>	<p>Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012. Mettre en place des systèmes d'intégration évalués techniquement (ATec), et s'assurer de la qualification de l'entrepreneur installatrice. NB : La pose de panneaux PV fait appel à divers compétences telles que : électricité, plomberie, isolation thermique, couverture, étanchéité...</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



▲ Infiltrations d'eau suite à l'intégration de panneaux PV à la toiture. Les abergements n'ont pas correctement été traités

EOLIENNE

<p>L'éolienne placée en toiture produit beaucoup moins que ce qui était prévu (jusqu'à 40 fois moins après 2 ans d'exploitation) pour différentes raisons : – situation en zone de turbulences (certains ducs aux perturbations créées par le bâtiment lui-même par rapport à l'écoulement normal du vent) – l'estimation de production a été faite qu'à partir de conditions de vent idéales – si le vent dépasse une certaine vitesse, l'éolienne se met en sécurité pendant 1h. En résumé, la performance est excessivement altérée par l'irrégularité et la turbulence des vents. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'équipement.</p>	<p>T</p>	<p>Fo</p>	<p>So</p>	<p>Réaliser une étude aérodynamique fine et une étude de faisabilité poussée et spécifique (données météo très locales et pondérées par plusieurs années et utilisation de logiciels adaptés). Prendre en compte l'impact du futur bâtiment sur l'écoulement du vent. D'une façon générale, placer des éoliennes en site urbain conduit quasiment toujours à de très faibles productivités car la ville crée des courants turbulents et limite la vitesse du vent, ce qui ne peut que réduire les performances des éoliennes.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	-----------	-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>La température de la pièce met beaucoup de temps à remonter après aération dans des logements chauffés par des radiateurs à basse température (40 °C). Origine : puissance des émetteurs, régulation en fonction de la température extérieure / comportement des usagers. Impact : inconfort thermique.</p>	C	M	Fa	<p>Sensibiliser les usagers. L'aération par ouverture des fenêtres est toujours possible à condition de rester raisonnable (15 minutes par jour). La difficulté de remonter en température n'existe que lorsque les fenêtres ont été ouvertes plusieurs heures : dans ce cas on a refroidi les structures.</p>
<p>Absence de calorifugeage des tuyaux d'eau chaude sanitaire qui passent par l'extérieur (dans des vides sanitaires non isolés et ventilés ou dans des gaines techniques situées hors du volume chauffé). Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre. Impact : déperditions non prévues en conception, surconsommation. (495)</p>	MI	Fo	M	<p>Solution corrective : rajouter en urgence un calorifuge si c'est possible. En conception, il faut systématiquement faire passer les tuyaux dans le volume chauffé, mais il faut aussi les calorifuger très soigneusement. NB : les réseaux de distribution d'ECS ont des pertes au moins aussi importantes que toute l'énergie qui coule au robinet. Il faut donc très fortement calorifuger tous les réseaux d'ECS.</p>
				
<p>Les tuyaux de plomberie (ECS, chauffage) ont été posés de façon trop rapprochés les uns des autres. Il n'est pas possible d'y appliquer un calorifuge dans les épaisseurs prévues initialement. Origine : défaut d'exécution. Impact : déperditions non prévues en conception. (452)</p>	C, T	M	Fa	<p>Respecter un espacement minimum entre les tuyaux afin de pouvoir les isoler avec une épaisseur d'isolant suffisante (calorifugeage). A ajouter dans les CCTP. NB : une fois les tuyaux posés, le défaut est irréversible, sauf à tout déposer.</p>

▲ Gaine technique avec passage des réseaux de chauffage, d'ECS et d'EF située hors du volume chauffé. Absence de calorifugeage

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFRIGÉRISSSEMENT ET D'ECS

<p>Les tuyaux de plomberie (ECS, chauffage) ont été posés trop près du mur ou du plafond. Il n'est pas possible d'y appliquer un calorifuge de forte épaisseur. Origine : défaut d'exécution. Impact : déperditions non prévues en conception. (452)</p>	C, T	M	So	<p>Respecter un espacement minimum entre les tuyaux et leur support (murs, plafonds, etc.) afin de pouvoir les isoler avec une épaisseur d'isolant suffisante (calorifugeage). Imposer dans le CCTP des longueurs minimales pour les pattes de fixation des colliers. NB : une fois les tuyaux posés, le défaut est irréversible, sauf à tout déposer.</p>
<p>Mauvaise mise en œuvre et discontinuité du calorifugeage des réseaux (ECS et chauffage) : coudes non isolés, utilisation de rubans adhésifs non adaptés, bâillements de l'isolant et/ou passage d'air entre l'isolant et les tuyaux... Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : déperditions non prévues en conception, surconsommation. (474)</p>	MI, C, T	M	So	<p>Utiliser des isolants dont le diamètre est adapté aux tuyaux. Ajouter si nécessaire des colliers de serrage (mais ne pas les serrer) pour une meilleure tenue de l'isolant autour des tuyaux. Isoler les réseaux sans discontinuité, notamment pour l'ECS, les pertes sont considérables. Utiliser des colliers avec bague isolante pour éviter les ponts thermiques.</p>
<p>Le calorifugeage des tuyaux est discontinu car absent à chaque traversée de mur. Origine : conception. Impact : déperditions thermiques.</p>	C, T	M	So	<p>Effectuer des carottages (ou des réservations) d'un diamètre important permettant d'isoler les tuyaux de façon continue. NB : attention toutefois à être certain de ne pas générer de ponts phoniques.</p>
<p>Les vannes du réseau de chauffage ou d'ECS ne sont pas calorifugées. Origine : défaut d'exécution. Impact : déperditions non prévues en conception. (531)</p>	MI, C, T	M	So	<p>Calorifuger les vannes. Utiliser pour cela des coquilles préfabriquées. Utiliser un prolongateur pour la clé de manœuvre de la vanne.</p>
<div data-bbox="1129 1818 1353 2148" data-label="Image"> </div> <p>▲ Bonne pratique, exemple de vanne calorifugée</p>				

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS

<p>Les consommations des pompes et circulateurs ont été négligées lors de l'étude thermique. Leurs consommations réelles sont plus importantes que prévu. Origine : défaut de conception. Impact : surconsommation.</p>	T	M	So	<p>Les consommations des pompes (et des ventilateurs) se calculent à partir du débit, de la perte de charge globale et du rendement du moteur et de la pompe, et du temps de fonctionnement. Avoir une faible consommation consiste donc d'abord à concevoir et dessiner un réseau à faible perte de charge, fonctionnant au débit nominal (pas de surdébit), avec une pointe de fonctionnement de la pompe au sommet de la courbe de rendement. Enfin, on ne fera fonctionner la pompe que lorsqu'elle est vraiment nécessaire (on l'arrêtera le reste du temps). Respecter un dimensionnement correct des canalisations, sélectionner correctement les circulateurs, privilégier les circulateurs performants, concevoir des réseaux à débit variable... peuvent également réduire les consommations.</p>
<p>La programmation de l'arrêt des pompes des réseaux de chauffage et de refroidissement en période de non fonctionnement n'était pas prévue. Ce dysfonctionnement a pu être repéré grâce à la GTC. Les pompes des réseaux de chauffage et de refroidissement fonctionnaient même lorsque les besoins étaient nuls. Origine : défaut de réglage. Impact : surconsommation. (434)</p>	T	M	So	<p>Faire réaliser par le lot CVC ou/et GTB une analyse fonctionnelle validée par le BET avec une procédure de contrôle de ces lois une fois l'installation mise en œuvre.</p>

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS			
<p>La pompe de chauffage a été réglée à hauteur manométrique maximale (10mCE), or il était attendu 4mCE à pression constante pour un débit nominal de 3.7m³/h (toutes régulations terminales ouvertes).</p> <p>Origine : défaut de réglage.</p> <p>Impact : surconsommation. (491)</p>	MI, C	Fa	<p>Procédure de réglage d'une pompe à débit variable :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Equilibrage statique supposé réalisé. – S'assurer que toutes les vannes de régulation terminale sont ouvertes. Après réception, le plus simple est de provoquer l'abaissement de température des logements le temps d'une journée en coupant le chauffage (prévenir les locataires à l'avance). Attention un bâtiment performant met très longtemps à refroidir : compter une dizaine d'heures par temps froid pour que la température descende significativement. – Partir de la valeur la plus faible, et augmenter la consigne de pression jusqu'à obtenir le débit voulu, en utilisant pour mesurer le débit soit le compteur de chaleur, soit une vanne d'équilibrage avec prise de pression. – Remettre en place la régulation terminale et régler les consignes voulues sur les thermostats. <p>Lorsque les logements ne sont pas encore occupés, la procédure ci-dessus est simplifiée : il suffit de déposer simplement, ou de placer en demande maximale tous les régulateurs puis de procéder à l'augmentation progressive de la vitesse de la pompe jusqu'à atteindre le débit recherché lu sur le compteur de chaleur ou une vanne d'équilibrage.</p>
<p>Le surdimensionnement des sources de chauffage induit un surdimensionnement des pompes, circulateurs, auxiliaires...</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : surconsommation.</p>	MI, C	Fo	So
<p>Accumulation de boue par oxydation de l'eau dans le réseau de chauffage par défaut d'étanchéité des PER (polyéthylène réticulé) mettant en défaut l'installation.</p> <p>Origine : caractéristiques propres au produit</p> <p>Impact : risque pour la durabilité de l'élément / inconfort thermique (473)</p>	MI, C	Fa	<p>Fo</p> <p>Risque d'impropriété à destination en cas de non fonctionnement du réseau de chauffage</p> <p>Coût de réparation pouvant être important</p>

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS

<p>Le temps de réglage (via GTB) du chauffage par dalle active s'est révélé long (9 mois) et a nécessité des adaptations.</p> <p>La régulation s'effectuait initialement sur sonde de température ambiante, or l'inertie de la dalle était très importante (6 heures entre le moment où la dalle était irriguée en chaud et le moment où la pièce arrivait à température de confort). Ceci induisait un fonctionnement permanent des vannes de régulation et un fonctionnement intermittent des organes de production de chaleur diminuant les rendements. Suite aux difficultés de réglages, la régulation s'effectue désormais sur programmation horaire.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : allongement du délai d'exécution / risque pour la durabilité des équipements / surconsommation. (434)</p>	M	M	<p>Sur les systèmes de chauffage à inertie, type planchers chauffants, une régulation sur planning horaire plutôt que sur sonde d'ambiance est plus efficace et permet de réaliser des économies d'énergie.</p>
<p>Gaine technique trop exigüe rendant l'entretien et la maintenance difficiles (collecteur et distributeur de chauffage, compteurs individuels EU et ECS).</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la qualité d'entretien et/ou de maintenance. (491)</p>	M, C, T	So	<p>Lors de la conception il faut toujours prévoir des gaines "largement" dimensionnées pour que ceux qui sont en charge des lots fluides et ceux qui font la maintenance puissent intervenir facilement.</p>
<p>Condensation détectée sur les faces inférieures du plafond rayonnant, en période de rafraîchissement, entraînée par une température de départ trop froide.</p> <p>Origine : défaut de réglage.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage. (527)</p>	T	So	<p>Solution corrective : reprendre les réglages avec une loi de départ d'eau fraîche définie en fonction du point de rosée.</p>

RESEAUX DE CHAUFFAGE, DE REFOUILLISSEMENT ET D'ECS				
T	Fo	So		
Le local serveur étant situé sur la même boucle de chauffage au sol que les bureaux attenants, il est à la fois climatisé et chauffé pendant l'hiver (il n'est pas possible d'y couper le chauffage). Origine : défaut de conception. Impact : inconfort thermique.	Gaspillage d'énergie en hiver.		Installer un mode de chauffage indépendant et réglable dans ce type de locaux techniques. Anticiper leur implantation en phase conception. Utiliser les calories dégagées dans le local serveur pour chauffer les autres pièces en hiver (extraction et couplage possible avec VMC DF, production d'eau chaude...).	
VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)				
CONSTATS GENERAUX				
Pour éviter les redondances, les constats qui concernent à la fois la VMC SF et la VMC DF ont été placés dans la partie suivante dédiée à la VMC DF. Ces constats « universels » sont repérables grâce à la mention : « ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation ». Toutefois, un onglet a été créé pour renseigner les constats qui ne concernent que la VMC SF (en page XX). Rappel : tous les défauts de maintenance et d'entretien des VMC DF ont un impact sur l'efficacité de ce type d'équipements. En cas de défaut de maintenance, il y a donc forcément un risque de perte de performance associé.				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
L'échangeur s'est rempli d'eau dans la période qui a suivi la mise en route de la VMC DF. Origine : mauvais raccord du tuyau d'évacuation des condensats. Impact : coût de réparation	MI	Fa L'efficacité de l'échangeur est réduite momentanément (pas de possibilité de régime permanent).	Fo Coût de réparation en cas de dégâts des eaux. Risque pour la QAI.	Installer l'échangeur à proximité d'un rejet possible Contrôler les branchements Contrôler le profil en long des condensats Faire un test d'écoulement des condensats. NB : une accumulation d'eau au niveau d'un échangeur peut aussi se produire par la pluie battante qui peut parfois pénétrer jusqu'aux équipements. Dans ce cas, la cause est une mauvaise protection à la pluie des prises et rejets d'air.
VMC DF montées à l'envers. Les gaines d'insufflation et les gaines d'extraction ont été interverties à leur départ du caisson. L'air est soufflé dans les pièces humides et extrait dans les pièces à vivre. Origine : mise en œuvre. Impact : risque sanitaire.	MI	So	M	Réaliser des essais de fonctionnement avant réception pour détecter ce type d'anomalies et pouvoir le corriger. Faire des mesures de débit aux bouches et vérifier le sens des écoulements avant livraison.



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Les moteurs qui pilotent les volets d'air de la VMC DF ont brûlé car certains registres de pilotage des volets ont été montés à l'envers. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : surcoût. (454)</p>		So	Fo	Toujours vérifier les travaux faits avant la mise en service, vérifier que le fonctionnement est nominal.
<p>Les pressostats de la CTA ne sont pas raccordés correctement aux bornes des filtres. Ils ne peuvent donc pas remplir leur fonction qui est de mesurer la perte de charge au niveau des filtres et de renvoyer l'information sur le voyant de report d'alarme. Origine : défaut d'exécution. Impact : surconsommation / risque pour la qualité sanitaire et la QAI. (491)</p>	MI	M Augmentation des consommations dans le cas d'équipements dont la pression de sortie machine est constante.	Fo	L'absence de contrôle de l'encrassement des filtres d'air neuf est l'une des premières causes de dysfonctionnement des installations DF. En cas de défaut de contrôle de la perte de charge, les filtres d'air neuf doivent être changés en moyenne tous les 4 mois (périodicité variable suivant le type de filtre et suivant l'environnement).
<p>Remplacement des filtres de la VMC DF insuffisant. Dans certains cas, aucun nettoyage, ni changement des filtres de la VMC DF n'a été effectué depuis l'entrée dans le bâtiment (jusqu'à 2 ans suivant les cas). Le système étant totalement encrassé, il ne fonctionne plus. Origine : méconnaissance des utilisateurs / défaut de maintenance. Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI. (458, 460, 468, 473, 471)</p>	MI, C, T	M Augmentation des consommations dans le cas d'équipements dont la pression de sortie machine est constante.	Fo Chute de débit. Renouvellement d'air insuffisant. Risque pour la QAI. Pannes.	Prévoir un contrat de maintenance dans l'habitat collectif. En outre, il faut vérifier que ce contrat est effectivement exécuté, et que les filtres sont bien changés avec une périodicité de 4 mois en moyenne (périodicité variable suivant le type de filtres et suivant l'environnement). Il est également possible de sensibiliser les utilisateurs en distribuant des guides d'entretien aux occupants à l'entrée dans les logements, ou au gestionnaire de l'exploitation (syndic, etc.). En maison individuelle, le changement des filtres peut-être réalisé par les propriétaires eux-mêmes.



▲ Filtre de VMC DF fortement encrassé à défaut d'un entretien régulier

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Encrassement des réseaux aérauliques pendant le chantier. De la poussière, de la terre et des débris se sont accumulés dans les gaines lors du stockage ou après la mise en œuvre du réseau aéraulique. Il existe un risque de développement de microorganismes dans les gaines sales. Par ailleurs, la poussière va colmater les filtres dès la mise en route du système à la réception.</p> <p>Origine : défaut d'exécution.</p> <p>Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI. (500)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa</p> <p>L'encrassement des filtres engendre des surconsommations si VMC DF à débits variables.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque pour la santé des utilisateurs.</p>	<p>Le système de ventilation ne doit pas être en fonctionnement pendant la phase chantier. S'il y a lieu, installer une ventilation provisoire de chantier.</p> <p>Il est indispensable de maintenir encapuchonnées les gaines et le réseau aéraulique pendant toute la durée du chantier.</p> <p>Les bouches d'insufflation et d'extraction d'air doivent être occultées avec du ruban adhésif jusqu'à la réception.</p> <p>Lors de la pose, il faut aussi veiller à ne rien laisser dans les conduits (chiffons, déchets divers, etc).</p> <p>Par précaution, les filtres doivent être vérifiés ou remplacés peu de temps après la mise en route du système.</p> <p>NB : après la réception, les travaux d'entretien, de rénovation, de préparation et remise en peinture, etc. nécessitent l'arrêt provisoire du système de ventilation et la protection de toutes les bouches. Par précaution, ils peuvent s'accompagner d'un changement des filtres peu de temps après la remise en route du système.</p>
<p>Les travaux de reprises qui ont eu lieu après la livraison, en site occupé, ont générés beaucoup de poussière qui a encrassée les filtres, les bouches et le réseau aéraulique de la VMC DF.</p> <p>Origine : défaut de coordination.</p> <p>Impact : surcoût, risque pour la QAI.</p> <p>(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p> <p>(451)</p>	<p>C</p>	<p>Fa</p> <p>L'encrassement des filtres engendre des surconsommations si VMC DF à débits variables.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque pour la QAI.</p>	<p>De façon générale, pendant toutes les périodes de travaux après la réception (en site occupé). Il est préférable d'interrompre ponctuellement le fonctionnement de la VMC DF afin de ne pas encrasser les filtres et les réseaux. Il sera alors indispensable d'ouvrir temporairement les fenêtres pour pallier l'absence de ventilation. Les bouches d'insufflation et d'extraction doivent être obstruées pour éviter l'entrée et le dépôt de poussière dans le réseau aéraulique.</p>
<p>La prise d'air de la VMC DF est située en pied de mur dans une zone en terre très poussiéreuse et fortement fréquentée (enfants). La prise d'air a par ailleurs été dégradée par les élèves. Ceci entraîne un encrassement prématuré des filtres.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la qualité d'entretien et/ou de maintenance / risque pour la qualité sanitaire ou la QAI.</p> <p>(516)</p>	<p>T</p>	<p>Fa</p> <p>L'encrassement des filtres engendre des surconsommations si VMC DF à débits variables.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque pour la QAI.</p>	<p>La prise d'air ne doit jamais être placée à proximité du sol où elle capte les poussières mais aussi les déchets légers (polystyrène, plastiques, etc).</p>



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)



▲ Prise d'air de la VMC DF située en pied de mur dans une zone très poussiéreuse

Malgré le respect de la distance réglementaire de 8 m la prise d'air neuf se trouve dans le même local que la bouche d'évacuation de l'air vicié (dans le local technique sur la toiture terrasse. Ce dernier est ventilé car ses parois se composent d'un bardage ajouré).
Origine : défaut de conception.
Impact : risque pour la qualité sanitaire ou la QAI. (507)

L'installation de VMC DF a imposé une diminution de la hauteur sous plafond dans certaines pièces (couloirs, cuisine...).
Origine : caractéristiques du produit, conception.
Impact : qualité d'usage. (467)

Il a été constaté que des odeurs étaient véhiculées par la VMC double flux d'un logement à l'autre. Le problème provenait d'un mauvais montage de l'échangeur à roue (livré démonté pour cause d'encroisement) induisant des fuites entre les deux chambres de la centrale.
Origine : défaut d'exécution.
Impact : risque sanitaire.



	T	So	M Risque sanitaire.	Ne jamais mettre la bouche aspirante sous le vent d'une bouche d'extraction même avec respect des 8m.
	MI, C, T	So	Fa Risque pour la qualité d'usage.	Concevoir les réseaux de gaines en tenant compte de leur encombrement pour éviter toute gêne fonctionnelle des occupants. Utiliser des gaines multiples de plus faibles diamètre (doublées ou triplées selon le besoin) Tenir compte des dimensions nécessaires au passage des gaines dans la définition de la hauteur d'étage. Utiliser des gaines ovales, par exemple, de faible épaisseur (attention au problème de turbulence intérieure et de perte d'efficacité). NB : Bien prendre en compte les adaptations des gaines et la complexité lors des calculs de pertes de charges. L'étanchéité à l'air du réseau doit elle aussi être assurée (et idéalement mesurée au moment de la réception).
	C	So Une partie de l'air est recyclé.	M Les problèmes d'odeurs recyclées sont très gênants.	Pour qu'il n'y ait pas de recyclage dans un échangeur à roue il suffit que le ventilateur de soufflage soit en amont de la roue et le ventilateur d'extraction en aval de la roue. On peut éventuellement accepter (mais avec un peu de risque) de placer le ventilateur de soufflage en aval de la roue également. Le jeu des pressions rendra ainsi impossible tout recyclage. Ceci peut également se régler avec une pression de soufflage au niveau du caisson supérieure à la pression de reprise (comme cela est pratiqué en Scandinavie).

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Les systèmes de ventilation n'ont pas fonctionné pendant plusieurs mois (vandalisme, mise en sécurité...). C'est la condensation et le développement de moisissures dans les bâtiments qui ont alerté les occupants. Origine : conception. Impact : risque sanitaire.</p>	<p>C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo Renouvellement d'air hygiénique insuffisant. Risque pour la QAI.</p>	<p>Mettre en place un suivi régulier des installations Installer des voyants ou des systèmes de contrôle efficaces (téléalarme...) afin de connaître l'état de fonctionnement de la ventilation.</p>
<p>La VMC est difficilement accessible car placée en hauteur, dans les combles ou dans les plafonds suspendus ou sans accès direct. Il est nécessaire d'utiliser une échelle pour y accéder (parfois plusieurs mètres de hauteur). L'inaccessibilité peut amener au non remplacement des filtres dans certains cas. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la qualité de l'entretien et/ou de la maintenance. (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation). (431, 495, 524, 469, 467)</p>	<p>M1, C, T</p>	<p>So</p>	<p>M Risque pour la QAI.</p>	<p>Prévoir dès la conception un local technique adapté et très accessible pour installer la VMC et permettre son entretien régulier. Prévoir une VMC placée correctement et préférentiellement dans un local de même température que l'air intérieur pour éviter tout risque de condensation.</p>
				
<p>La façon dont ont été implantées les VMC (ou CTA) au sein des locaux techniques ne permet pas d'effectuer leur maintenance correctement (placées trop près du mur ou du plafond, derrière un amas de gaines...).</p> <p>Origine : conception. Impact : difficulté voire incapacité de maintenance et d'entretien.</p>	<p>M1, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fa Risque pour la QAI.</p>	<p>Prévoir un local technique correctement dimensionné et intégrer la nécessité de maintenance dans la conception du local.</p>

- ▲ Accès difficile aux locaux techniques
- ▲ Trappe d'accès à la VMC DF créée après 1 an d'exploitation pour permettre la maintenance des filtres jusqu'à lors impossible
- ▲ Accès difficile et dangereux au système de ventilation pour réaliser la maintenance



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)				
MI	So	Fa	Prendre en considération l'étude environnementale en phase programmation/conception.	
Après la réception, il a été nécessaire de créer des locaux techniques en bois pour cacher les groupes VMC positionnés en toiture suite à la demande du voisinage (pollution visuelle). Ceci n'était pas prévu initialement. Origine : défaut de conception. Impact : surcoût. (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation). (495)				
DEPERDITIONS THERMIQUES ET INCONFORT THERMIQUE				
MI, C, T	Fo	Fo	Fo	Solution corrective : isoler fortement le caisson et les gaines. Au moment de la conception, créer un local technique au sein de l'enveloppe isolée, en veillant à l'isolation acoustique et en prenant en considération l'accessibilité pour une maintenance et un entretien régulier.
Positionnement du caisson de la VMC DF (peu ou pas isolé) à l'extérieur du volume chauffé (dans les combles non isolés ou à l'extérieur du bâtiment). Origine : méconnaissance lors de la conception. Impact : ceci augmente les pertes thermiques en hiver et diminue l'efficacité de l'échangeur. (464, 531)				
				
<p>▲ Systèmes de VMC DF et longueurs de gaines importantes à l'extérieur du volume chauffé</p> <p>▲ Passage de gaines de ventilation DF de très grande longueur dans les combles non isolés</p>				

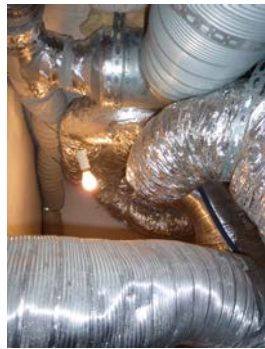
VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)			
<p>Les gaines de la VMC DF circulent à l'extérieur au travers du complexe d'isolation de l'enveloppe (isolation thermique par l'extérieur) Un pont thermique linéaire est créé affaiblissant ponctuellement l'enveloppe et des déperditions ont lieu au niveau des gaines.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : déperditions thermiques par les gaines. (468)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fo</p> <p>Déperditions importantes.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque de condensation dans les gaines si calorifugeage insuffisant.</p>
<p>A l'intérieur du bâtiment, la longueur des gaines entre l'échangeur thermique et la prise d'air ou de rejet en façade est très importante. L'air est préchauffé pendant sa course dans le bâtiment avant d'arriver à l'échangeur thermique ou avant d'être rejeté à l'extérieur.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : déperditions thermiques non prévues.</p>	<p>T</p>	<p>M</p> <p>Perte d'efficacité de la DF et remise en cause de l'intérêt de la DF / SF.</p>	<p>So</p> <p>Localiser les équipements à proximité des bouches entrantes et sortantes (en veillant à ce que ce positionnement ne pénalise pas l'équilibrage).</p> <p>Prévoir plusieurs équipements mieux répartis.</p> <p>Calorifuger les gaines.</p>
DEBITS D'AIR, REGLAGES, EQUILIBRAGE			
<p>Nettoyage insuffisant des bouches de soufflage et de reprise de la VMC DF qui peut induire des débits de ventilation qui ne correspondent plus aux débits réglementaires. L'encrassement des bouches d'extraction peut aboutir également à l'apparition de problèmes acoustiques suivant les cas.</p> <p>Origine : comportement des usagers, défaut de maintenance.</p> <p>Impact : risque pour la QAI / inconfort acoustique.</p> <p>(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p> <p>(435, 455, 475, 466, 473, 471, 474, 459)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo</p> <p>Risque pour la QAI</p> <p>Gêne acoustique.</p> <p>Prévoir un contrat d'entretien maintenance.</p> <p>Sensibiliser les occupants. Distribuer des guides d'entretien aux occupants à l'entrée dans les logements, ou au gestionnaire de l'exploitation (syndic, etc.) par exemple.</p> <p>Imposer lors de l'appel d'offre que l'entreprise signataire de l'installation des équipements fasse aussi l'entretien/maintenance par la suite.</p>



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Problèmes d'équilibrage : Dans les pièces situées au début du réseau aéraulique, le débit de soufflage et d'extraction est beaucoup trop important et engendre des plaintes récurrentes de la part des occupants (bruit, passage de l'air gênant, sécheresse des yeux...) Le phénomène peut être amplifié si le jet d'air soufflé est dirigé vers l'occupant. (A l'inverse) Les pièces situées au bout du réseau aéraulique ne disposent pas d'un débit de renouvellement d'air suffisant. Dans le cas de chambres des phénomènes de condensation ont été observés. Origine : défaut de conception ou de réglage. Impact : inconfort thermique, inconfort acoustique, risque sanitaire (développement de moisissures, accumulation de COV...).</p> <p>(531, 436, 451, 503)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo La gêne de l'occupant le conduit à occuper les bouches d'insufflation et peut provoquer par effets « de tâches » le déséquilibre de l'ensemble aéraulique. Fo Risque de dégradation de la QAI.</p>	<p>Concevoir un réseau « naturellement » le plus équilibré possible, en positionnant le caisson de ventilation de façon centrale. Prévoir avant la réception des travaux un temps destiné aux réglages et au test des réseaux aérauliques et de leur fonctionnement Assurer une maintenance et un suivi réguliers (changement des filtres...) Prévoir une réception du lot aéraulique avec essais pour s'assurer du bon débit à chaque bouche de chaque niveau et chaque logement tant en extraction qu'en insufflation et réguler en conséquence les équipements et les bouches. Vérifier le pré-équilibrage en usine des équipements. Vérifier sur les notices fournisseurs la pertinence des bouches et leur réglage par rapport aux performances attendues. La mise en place de plusieurs VMC DF / CTA dimensionnées par zones ou par activités peut être une solution afin de mieux répartir les charges.</p>
<p>Sous-dimensionnement du réseau aéraulique. Après la réception, il s'est avéré que le système aéraulique installé ne permettait pas d'atteindre un niveau de renouvellement d'air suffisant (et réglementaire) dans le bâtiment. Dans un des cas, ceci a pu être vérifié grâce à des sondes de CO2. Il a été nécessaire de reprendre le réseau aéraulique installé en remplaçant ou doublant certaines gaines sous-dimensionnées. Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre. Impact : surcoût, risque pour la QAI.</p> <p>(508)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>M Coût des solutions de réparation.</p>	<p>A la conception, intégrer dans le marché d'entreprise le respect des consignes de taux de renouvellement d'air réglementaire pour chaque pièce ainsi que la puissance de ventilation et les dimensions du réseau. Vérifier les résultats par des essais avant réception. NB : afin de réduire les consommations d'électricité des ventilateurs, il est plutôt conseillé de sur-dimensionner les réseaux VMC afin de minimiser les pertes de charge.</p>
<p>Pertes de charges dues à un réseau de gaines très tortueux et mal pensé (nombreux coudes, etc.). Ceci a également pour effet d'empêcher tout nettoyage ultérieur du réseau aéraulique. Origine : défaut de conception. Impact : défaut de renouvellement d'air / risque pour la qualité sanitaire ou la QAI.</p> <p>(464, 459, 517)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa Les pertes de charges importantes augmentent la consommation électrique des ventilateurs.</p>	<p>M</p>	<p>Prévoir les passages des gaines lors de la conception. Prévoir un espace adapté et suffisant pour le passage des gaines (faux plafond...) et des parcours minimisant les coudes pour limiter les pertes de charge. Il faut toujours prévoir des trappes de visite dans chaque coude pour permettre le nettoyage éventuel des conduits de VMC. Le réseau doit être intégralement visitable.</p>

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)



▲ Malfaçons, réseau tortueux et impossible à nettoyer, etc.

Ecrasement des gaines de ventilation (souples) engendrant des pertes de charges importantes voire une obstruction du réseau aéraulique.
 Origine : défaut de conception ou de mise en œuvre.
 Impact : défaut de renouvellement d'air / risque pour la qualité sanitaire ou la QAI.
(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).

(448, 449, 459, 472, 498)

MI, T

Fa
 Les pertes de charges importantes augmentent la consommation électrique des ventilateurs.

M
 Risque d'accumulation d'eau si points bas (en cas de condensation).

Privilégier les gaines rigides non annelées (qui seront plus facilement nettoyables par ailleurs).



▲ Malfaçon, écrasement très important d'une gaine de ventilation



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Les raccords entre les différents éléments des réseaux aérauliques (gaines, caisson de distribution...) n'ont pas été jointoyés correctement pour éviter les fuites d'air parasites. L'étanchéité à l'air du réseau aéraulique n'est donc pas satisfaisante. Pour atteindre les débits réglementaires dans les pièces il sera nécessaire d'augmenter la vitesse des ventilateurs. Origine : défaut de mise en œuvre. Impact : surconsommation / perte de performance équipement et réseau / risque pour la QAI. (452, 503)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fo Récupération moindre des calories sur l'air sortant. Surconsommation des ventilateurs.</p>	<p>M Risque de renouvellement d'air insuffisant.</p>	<p>Stipuler dans les CCTP les niveaux de performances à atteindre en termes d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques (exiger une étanchéité à l'air des réseaux aérauliques de classe C). Réaliser un test d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques au moment de la réception.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

POSITIONNEMENT DES BOUCHES ET CIRCULATION D'AIR

<p>Le mauvais positionnement des bouches d'insufflation (au-dessus des postes de travail, en direction des lits...) génère un inconfort lié au passage de l'air. Origine : conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (438, 439, 516)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>M Mauvaise qualité d'usage Risque pour la santé.</p>	<p>En conception, localiser le flux d'air dans une zone ne gênant pas l'utilisateur. Fixer une vitesse de déplacement maximale de l'air insufflé à respecter en m/s. Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	-----------	-----------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



▲ Positionnement inadapté d'une bouche d'insufflation de ventilation DF créant de l'inconfort

<p>Les bouches d'insufflation sont positionnées au-dessus des portes d'entrée des chambres (or, l'extraction se fait par balayage sous les portes). Ceci ne permet pas un bon renouvellement de l'air dans le fond des pièces (de grande taille). Origine : conception ou mise en œuvre. Impact : risque sanitaire (développement de moisissures et condensation). (464)</p>	<p>MI, C</p>	<p>So</p>	<p>Fo Risque pour la qualité de l'air intérieur. Accumulation de polluants divers.</p>	<p>Prévoir une insufflation suffisante et en rapport avec la profondeur de la pièce. Mettre à profit l'effet Coanda en plaçant la bouche d'insufflation proche du plafond. Pour renforcer le balayage d'air, s'assurer du bon détalonnage des portes. Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-----------	------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

<p>Les bouches d'insufflation sont positionnées à très faible distance des bouches d'extraction (à moins d'un mètre). Ceci ne permet pas un bon renouvellement de l'air dans la pièce. Origine : défaut de conception. Impact : risque sanitaire/risque pour la qualité sanitaire ou la QAI. (503)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>So</p>	<p>Fo Risque pour la qualité de l'air intérieur. Accumulation de polluants divers.</p>	<p>Positionner de manière pertinente les bouches d'insufflation et d'extraction afin de créer une circulation balayant toutes les parties de la pièce. Calculer les flux aérauliques pour fixer des consignes pertinentes et garantir le balayage d'air dans le cas de bouches entrantes et sortantes anormalement proches. Se référer aux recommandations professionnelles rédigées dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012.</p>
<p>Les portes n'ont pas été détaillées et/ou la circulation de l'air a été mal pensée. Origine : mise en œuvre. Impact : risque sanitaire. (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p>	<p>MI, C</p>	<p>So</p>	<p>Fo Taux de renouvellement de l'air hygiénique insuffisant. Risque pour la QAI.</p>	<p>Contrôler que le détaillage des portes est fait durant le chantier et réceptionner le lot avec réserve si besoin. Il est également possible d'utiliser des grilles de transfert acoustiques pour limiter les nuisances sonores entre les pièces.</p>
<p>La mise en œuvre de portes acoustiques rend impossible tout détaillage des portes et tout balayage sous les portes des bureaux. Ceci n'a pas été prévu lors de la conception. Origine : méconnaissance en conception. Impact : risque sanitaire. (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation). (513)</p>	<p>T</p>	<p>So</p>	<p>Fo Taux de renouvellement de l'air hygiénique insuffisant. Risque pour la QAI.</p>	<p>Le choix de ce type de portes impose de prévoir des bouches de transfert acoustiques (grilles) dans les portes ou au bas des cloisons.</p>
<p>Les bouches de la ventilation ont été occultées par les occupants (insufflation et/ou extraction). Origine : comportement des usagers suite à une gêne ou par méconnaissance. Impact : risque sanitaire.</p>	<p>C</p>	<p>M Diminution de l'efficacité de l'échangeur suite à l'augmentation des débits de fuites parasites.</p>	<p>Fo La gêne de l'habitant le conduit à occulter les bouches ce qui peut provoquer le déséquilibre de l'ensemble aéraulique.</p>	<p>Prévoir avant la réception des travaux un temps destiné aux réglages et au test des réseaux aérauliques et de leur fonctionnement. Prévoir une réception du lot aéraulique pour s'assurer du bon débit à chaque bouche de chaque niveau et chaque logement tant en extraction qu'en insufflation et réguler en conséquence les équipements et les bouches. Assurer une maintenance et un suivi réguliers (changement des filtres...).</p>
<p>INCONFORT ACOUSTIQUE</p>				





VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)					
MI, C, T	So	M			<p>Solution correctrice : commencer par vérifier les débits quand une bouche est bruyante : dans la plupart des cas le débit est beaucoup trop important. Il faut régler le potentiomètre qui gère le niveau de dépression à l'entrée du caisson de ventilation.</p> <p>Utiliser des pièges à son.</p> <p>Veiller au bon équilibrage des réseaux.</p> <p>Respecter les distances au point de piquage.</p> <p>Veiller au bon positionnement des régulateurs de débits.</p> <p>La mise en place de plusieurs VMC DF / CTA dimensionnées par zones ou par activités peut être une solution afin de mieux répartir les charges.</p>
MI, C, T	So	Fo			<p>Désolidariser l'équipement du bâti.</p> <p>Aucune partie du réseau aéraulique ne doit être en contact avec la structure en béton d'un bâtiment. De même, le supportage d'un caisson ne doit se faire que par l'intermédiaire d'éléments anti-vibratiles (type Silentbloc).</p>
MI, C	M	Fo			<p>Donner des consignes de débit d'air de l'ensemble en cubage/heure et prescrire un équipement et un réseau adapté.</p> <p>Etude de dimensionnement des débits de l'installation et du ventilateur impérative.</p>
<p>Les bouches d'extraction et d'insufflation des VMC DF installées génèrent un inconfort acoustique notamment dans les pièces de sommeil (sifflement, bruit de moteur, etc.)</p> <p>Origine : mise en œuvre (réglages des débits / diamètre des tuyaux...).</p> <p>Impact : inconfort acoustique.</p> <p>(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p> <p>(439, 425, 451, 454)</p>					
<p>Du bruit est généré par les vibrations du moteur de la VMC qui se propagent au travers des murs, des dalles, des cloisons...</p> <p>Origine : mise en œuvre.</p> <p>Impact : inconfort acoustique.</p> <p>(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p> <p>(464)</p>					
<p>Surdimensionnement du caisson de ventilation par rapport aux besoins des bâtiments et aux capacités du réseau aéraulique. Même les débits minimum sont beaucoup trop importants.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : inconfort acoustique.</p> <p>(ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).</p>					

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)				
<p>Le sous dimensionnement du réseau aérouatique impose des vitesses d'écoulement d'air très rapides pour respecter les débits réglementaires. Ceci est à l'origine d'une gêne acoustique très importante. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort acoustique. (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation). (472)</p>	T	<p>Fa Les pertes de charges importantes impactent la consommation des ventilateurs.</p>	<p>Fo Gêne acoustique.</p>	<p>Veiller à limiter les vitesses de circulation afin réduire le bruit et de réduire les consommations d'électricité. Pour cela, il est préférable de légèrement surdimensionner les réseaux aérouatiques des VMC.</p>
<p>Le caisson de la VMC DF a été positionné dans les pièces à vivre ou à proximité des pièces de vie. Ceci génère une gêne acoustique directe. Origine : conception. Impact : inconfort acoustique. (466)</p>	MI	<p>So</p>	<p>Fo Gêne acoustique.</p>	<p>Positionner la VMC dans un local technique adapté et isolé phoniquement des pièces à vivre. Solution corrective : pour améliorer la situation, il est possible de placer le caisson dans une "boite" tapissée de matériau absorbant (type laine minérale) ; des pièges à son peuvent être installés en sortie du caisson. Cependant, il faut bien veiller à ce que ces aménagements n'entravent pas les opérations de maintenance (accès pour changer les filtres, etc.).</p>
<p>L'encrassement des filtres lié à une absence totale de maintenance a abouti à des nuisances sonores très importantes. Origine : défaut de maintenance. Impact : inconfort acoustique.</p>		<p>Fa Surconsommation si VMC DF à débits variables.</p>	<p>Fo Gêne acoustique.</p>	<p>Prévoir un contrat de maintenance. Informer via des guides d'entretien, les occupants et les gestionnaires de l'immeuble (syndic) à la nécessité de changer ou nettoyer régulièrement les filtres.</p>



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Propagation des sons entre logements par les gaines rigides de la VMC DF, préconisées par le BET thermique pour limiter les pertes de charges et permettre un meilleur nettoyage du réseau aéraulique. Origine : choix de conception. Impact : inconfort acoustique. (473)</p>	MI	So	Fo	<p>Utiliser ponctuellement des gaines souples au niveau des passages d'un logement à l'autre afin de limiter la propagation de sons inter-logements. Lors de la préconisation de gaines rigides prévoir des pièges à son.</p>
VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE SIMPLE FLUX				
<p>NB : voir aussi le chapitre ci-dessus dédié à la VMC DF. En effet, tous les constats concernant à la fois la ventilation SF et la ventilation DF ont été placés dans la partie précédente intitulée VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF). Seuls les constats spécifiques à la ventilation SF figurent ici.</p>				
<p>Les bouches hygro B qui ont été installées sont à piles. Un mois après la livraison, il est apparu que les bouches de ventilation ne fonctionnaient pas pour cause de piles usagées. Origine : caractéristiques propres au produit. Impacts : plus d'optimisation des débits.</p>	MI	Fa Augmentation des déperditions thermiques.	So	<p>Prévoir des liaisons filaires pour l'alimentation électrique. Suivi et maintenance très importants.</p>
<p>Incompatibilités entre les menuiseries installées et le type de ventilation choisie pour les logements. En effet, les menuiseries sont totalement hermétiques (dénudées de bouches d'aération) alors que les logements sont équipés de VMC simple flux. Origine : défaut de coordination. Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI. (429, 455, 473)</p>	C, MI	So	Fo Risque pour la QAI.	<p>Solution corrective : il est impératif de créer des entrées d'air. Si les menuiseries sont en bois, il est possible de percer des orifices. Sinon, des solutions existent pour créer des entrées d'air au travers des murs.</p>

PUITS CLIMATIQUES (CANADIEN /PRONVENCAL)				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Défaut d'étanchéité du puits provençal dû à une mauvaise mise en œuvre des tuyaux de polyéthylène haute densité. Les manchons se sont déboîtés avec le mouvement du sol dû à la nappe phréatique et l'eau s'est infiltrée dans la canalisation, induisant un risque de développement de micro-organismes (bactéries et moisissures). Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI, surcoût. (461, 474)</p>	T	M Efficacité réduite.	Fo	<p>Porter une attention particulière aux raccords. Veiller à avoir une pente suffisante et régulière pour permettre l'évacuation de l'eau et des condensats. Pour éviter trop de raccords et limiter les problèmes d'étanchéité il est préférable d'utiliser des portions de tuyaux les plus longues possibles (cette exigence peut être inscrite dans le CCPT. Par exemple, imposer des tuyaux de 50m de long). En outre, cela permet de garantir une pente constante pour éviter l'accumulation d'eau.</p>
<p>La surverse du puits canadien pour évacuer les condensats est branchée sur le réseau d'eaux usées. Le point de relevage du réseau d'eaux usées est situé à proximité du bâtiment. Lors de forts épisodes pluvieux, le clapet anti-retour du puits canadien cède et le puits est inondé d'eaux usées. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI. (531)</p>	T	Fa Inutilisation ponctuelle du puits canadien.	Fo	<p>Préférer un raccordement de la surverse au réseau d'eaux pluviales.</p>
RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Les crépines sont souvent obstruées ou sales du fait de la présence d'arbres à proximité. Les eaux pluviales étant récupérées, cela peut compromettre la qualité de l'eau et en altérer la couleur. Origine : défaut de maintenance. Impact : risque pour la qualité sanitaire. (471, 506)</p>	T	So	Fa	<p>La récupération des eaux de pluie nécessite de prévoir une maintenance adaptée : nettoyage, débouillage, changement d'électrovannes, etc. Une conception pertinente peut permettre de limiter cette maintenance : opter pour des filtres par chute d'eau dans les descentes, plutôt que des crapaudines, éviter les pompes de relevage et préférer le gravitaire.</p>



RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Les disconnecteurs entre le réseau d'eau pluviale et le réseau d'eau potable sont en nombre insuffisant. La qualité de l'eau potable peut être compromise par des échanges avec le réseau d'eau pluviale. Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la qualité sanitaire. (506)</p>	T	So	Fo Risque de pollution du réseau collectif.	
ECLAIRAGE				
<p>La puissance minimale des luminaires pilotés par gradateurs crépusculaires est trop forte et éblouit les occupants. Ces luminaires ne peuvent pas être commandés manuellement. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort visuel / surconsommation. (438, 440)</p>	T	Fa Consommations électriques inutiles.	Fa Inconfort visuel.	<p>Une étude d'éclairage statique doit être faite en conception par le BET, puis par le lot CFO en EXE. Un contrôle de la luminosité est réalisé lors de l'installation. Ce processus existe et doit donc être appliqué. Solution corrective : placer des écrans translucides adaptés sur les appareils d'éclairage.</p>
<p>Les luminaires pilotés par gradient crépusculaire fonctionnent même lorsque l'éclairage naturel est suffisant et ne peuvent pas être commandés manuellement. Le capteur crépusculaire est mal réglé (FLJ demandé trop élevé) et les luminaires fonctionnent quasi continuellement, induisant un risque de détérioration prématurée (usure des ampoules) et une surconsommation électrique. Ce problème a également été observé dans le cas de mauvais réglage des détecteurs de présence. Origine : défaut de réglage. Impact : surconsommation. (440, 453, 472, 502)</p>	T, C	Fa Surconsommations.	Fa Coût de remplacement des ampoules.	<p>Prévoir une commande de mise à l'arrêt forcée manuelle. Dans le cas des détecteurs de présence, privilégier les détecteurs de très bonne qualité utilisant à la fois la détection infra rouge et la détection hyperfréquence. Régler ensuite la temporisation avec soin. Choisir des systèmes dont le paramétrage peut être effectué à distance et qui sont vérifiables une fois paramétrés.</p>

ECLAIRAGE			
<p>6 mois après la réception, tous les réglages de l'éclairage n'avaient pas encore été faits. En effet, pour chaque luminaire il faut régler au cas par cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la durée de temporisation de l'extinction, – la puissance lumineuse du luminaire en fonction de l'éclairage naturel déjà présent. <p>Cette étape de réglage est chronophage. Origine : caractéristiques propre au produit. Impact : mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>T</p>	<p>Fa Risque de surconsommation.</p>	<p>Fa Mauvaise qualité d'usage.</p> <p>Prendre en compte cet aspect lors de la conception et dédier un temps au réglage de l'éclairage en veillant, entre autre, à ce que la temporisation représente un bon compromis entre performance énergétique (temps court pour éviter l'éclairage artificiel après avoir quitté le bureau) et confort d'utilisation (risque de non détection si l'utilisateur ne bouge pas par exemple). Cela peut être réglé par un détecteur de présence par chaleur. NB : L'expérience montre qu'il est nécessaire de revenir à des installations plus simples, car celles qui sont conçues aujourd'hui fonctionnent très rarement de façon correcte. Les causes en sont multiples : opération de réglage chronophage, connaissance technique des produits insuffisante, notices techniques du fournisseur très souvent incomplète et peu opérationnelle, etc. Au final, l'éclairage qui devait être performant ne l'est pas.</p>
<p>D'après les occupants, l'éclairage LED est confortable et adapté au niveau des plans de travail mais il est source d'éblouissement dans les pièces de vie. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort visuel. (454)</p>	<p>MI</p>	<p>So</p>	<p>Fa Inconfort visuel.</p> <p>Une étude d'éclairage est obligatoire et les luminaires ne doivent pas seulement être choisis sur des caractéristiques de flux. Il est possible d'adapter des gradateurs sur ce type d'éclairage. Cependant, il faut choisir des gradateurs performants (pour limiter leur consommation électrique).</p>
<p>L'éclairage général de la pièce (bureau) qui est commandé par un détecteur de présence, ne permet pas d'éclairer les postes de travail à l'unité. La présence d'une seule personne induit l'éclairage de toute la pièce même si les autres postes ne sont pas occupés. Origine : défaut de conception. Impact : surconsommation. (452)</p>	<p>T</p>	<p>M Consommations électriques inutiles.</p>	<p>So</p> <p>Prévoir un éclairage individuel pour chaque poste de travail. L'éclairage plafonnier fonctionne alors comme un éclairage "de base" et assure 150 lux (ce qui suffit pour se déplacer dans la pièce). Les sources individuelles (très performantes) sont pilotées par chacun et permettent d'atteindre le niveau lumineux voulu pour chaque poste de travail (de 50 à 400 lux par exemple).</p>



ECLAIRAGE

<p>L'éclairage des bureaux est assuré par des détecteurs de présence assujettis à des sondes de mouvements. Si la porte des bureaux n'est pas fermée et qu'une personne passe dans les circulations, la sonde détecte une présence et allume l'éclairage. Le capteur de présence est trop sensible. Aucun réglage n'est possible. Origine : défaut de produit. Impact : mauvaise qualité d'usage, surconsommation. (527)</p>	<p>T</p>	<p>Fa Surconsommations.</p>	<p>So Choisir un matériel avec la possibilité de régler la zone de détection.</p>
<p>Les ampoules basse-consommation posées dans les parties communes ne sont pas adaptées à des usages intermittents. Dans les bâtiments dont la temporisation est réglée sur des temps très courts, il est nécessaire d'effectuer beaucoup de remplacements des lampes fluocompactes qui « grillent » en quelques mois. Dans certains cas, la temporisation a été allongée, ce qui entraîne une surconsommation électrique non prévue initialement. Origine : défaut de conception. Impact : surcoût. (479, 531)</p>	<p>C, T</p>	<p>So Coût de remplacement.</p>	<p>Si on veut utiliser des lampes fluocompactes dans les circulations, il faut adopter un modèle à nombre d'allumages infini. A défaut, les modèles courants acceptent de 6000 à 8000 allumages et sont détruits en quelques mois. L'usage de LED est préférable avec une consommation presque nulle en veille et aucune sensibilité au fonctionnement intermittent.</p>
<p>Le niveau d'éclairage réglementaire dans les circulations ayant été jugé aberrant par les acteurs du projet, une ampoule sur deux a été enlevée après la livraison afin de réaliser des économies d'énergie tout en conservant un confort visuel tout à fait satisfaisant selon les utilisateurs. Origine : réglementation. Impact : surconsommation électrique / surinvestissement / surcoût. (472)</p>	<p>T</p>	<p>So</p>	<p>Dans les circulations, le niveau d'éclairage relativement élevé, fixé par la réglementation handicapés, devrait pouvoir être sollicité que lorsqu'on est en situation de malvoyance. Pour cela, il est possible d'avoir recours à des interrupteurs bi-commande.</p>

MODIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DES ÉQUIPEMENTS

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Ajouts de sèche-serviettes dans la salle de bain par les particuliers dans l'année qui a suivi la livraison. Origine : méconnaissance des particuliers. Impact : possible augmentation des consommations. (431)	MI	Fo Surconsommation.	So	Sensibiliser les futurs usagers (notamment sur les sur-consommations) et tenter de les dissuader d'équiper leur logement de ces équipements généralement électriques et qui impactent très lourdement le bilan énergétique du logement.
Ajouts de convecteurs dans certaines pièces par les particuliers dans l'année qui a suivi leurs emménagements. Origine : méconnaissance des particuliers, défaut de conception. Impact : possible surconsommation. (459)	MI	M Surconsommation.	So	En conception adopter une approche globale du chauffage de la MI en termes de température résultante pour éviter le froid ressenti.
Ajouts de poêles à bois dans les logements par les particuliers après un ou deux ans d'utilisation (loi sur l'air : obligation de réversibilité pour le chauffage). Origine : choix des usagers. Impact : possible surconsommation.	MI	M Consommations supplémentaires suivant usage.	Fo Risque sanitaire par déséquilibre et ou interactions avec la ventilation. Mauvaise combustion.	En cas d'ajout d'un poêle à bois en MI, bien veiller à ce que le poêle à bois installé soit étanche à l'air et que le système soit complètement indépendant en termes d'amenée d'air pour la combustion (amenée d'air prévue en amont ou utilisation d'un conduit concentrique). Vérifier la bonne étanchéité à l'air autour du conduit d'évacuation des produits de combustion.
Ajouts de la climatisation par des particuliers souffrant d'inconfort thermique, l'été, après 1 an d'utilisation de leurs logements à basse consommation. Origine : comportement des usagers. Impact : surconsommation non prévue.	C	Fo Consommation très importantes non anticipées en conception.	So	En conception, approcher de façon globale le confort hygrothermique notamment de façon passive (orientations, protections solaires, ventilation naturelle...). Recourir à une Simulation Thermique Dynamique (STD) en conception afin d'évaluer les risques de surchauffes. Une STD correctement engagée avec un scénario réaliste permettra dès la conception de faire les modifications nécessaires à un bon confort d'été sans avoir recours à des systèmes de climatisation. Expliquer aux usagers le mode d'utilisation de leur logements et de leurs équipements électroménagers en été afin qu'ils acquièrent les bons gestes et les bonnes habitudes.



MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES INITIALES DES EQUIPEMENTS

<p>Ce ne sont pas les équipements de chauffage préconisés par le bureau d'étude (et pris en compte dans l'étude thermique) qui ont été mis en œuvre en définitive. Les caractéristiques (qualité, rendement, dimensionnement...) des « nouveaux » équipements ne sont pas les mêmes que celles des équipements initialement modélisés. Origine : changement en cours de réalisation. Impact : perte de performance des équipements.</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fo Les différences de rendements peuvent être importantes.</p>	<p>Fo Risque pour la durabilité des équipements (usure prématurée, ect).</p>	<p>Contrôler la conformité des CCTP avec les notes de calcul. Contrôler, durant le chantier, la conformité des fournitures avec les pièces du marché. Assurer un suivi formalisé de ce contrôle au cours des travaux jusqu'à la réception. Consulter le BET en cas de variante de l'entreprise. Le calcul RT doit être mis à jour en cas de modification par l'entreprise pour garantir la conformité réglementaire. NB : il existe un risque de non réception du bâtiment ou des travaux en neuf comme en rénovation.</p>
<p>L'équipement initialement prévu en conception n'a pas pu être mis en œuvre car il ne bénéficiait pas d'un titre V. Origine : réglementation thermique. Impact : perte de performance. (479)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa Manque à gagner si le produit de remplacement est moins performant.</p>	<p>Fa La modification de la conception initiale de l'ouvrage est parfois coûteuse et longue.</p>	<p>NB : la mise en œuvre d'un matériel nécessitant un titre V doit être envisagée avec prudence par un maître d'ouvrage qui a une forte contrainte de temps. En effet, la démarche peut nécessiter un délai important.</p>
<p>L'équipement choisi initialement a reçu un avis défavorable par le bureau de contrôle car il ne bénéficiait pas d'un avis technique (ex : panneau solaire thermique bénéficiant d'une certification allemande...) Origine : contexte normatif. Impact : perte de performance, allongement des délais d'exécution.</p>	<p>C, T</p>	<p>Fa Manque à gagner si la solution de remplacement est moins performante.</p>	<p>So</p>	<p>Concevoir de façon faisable par rapport à l'état de l'art et par rapport à l'existence de produits, fournitures et accessoires fiables bénéficiant d'avis à jour. Choisir des produits bénéficiant d'évaluation technique valide dans le corpus normatif et assurantiel français.</p>
<p>Le réseau de plomberie ECS installé n'est pas conforme à celui qui a été prévu. Sa longueur (entre le point de puisage et le point de tirage) est excédentaire de plusieurs mètres par rapport au plan initial (ceci peut poser un problème pour obtenir certaines certifications). Origine : défaut d'exécution. Impact : perte de performance du réseau, surconsommation. (514)</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>M Consommations supplémentaires d'eau et d'énergie.</p>	<p>M Il existe un risque au regard de la légionellose si les réseaux terminaux contiennent plus de 3 litres d'eau. Risque financier La mise en cause de la certification peut impacter l'éligibilité de l'opération aux subventions éco-conditionnées.</p>	<p>Il faut toujours chercher à rapprocher le plus possible le point de production ECS et le ou les points d'utilisation car les pertes de soutirages sont énormes. Ceci devrait être une règle d'or de la conception. Les bouclages de réseaux d'ECS sont souvent verticaux. Une organisation horizontale et donc avec des possibilités de piquage plus nombreux, permet une meilleure optimisation des soutirages tout en maîtrisant mieux les risques de légionelle. Contrôler, durant le chantier, la conformité de l'installation avec les pièces du marché et les plans d'exécution. Assurer un suivi formalisé de ce contrôle au cours des travaux jusqu'à la réception. Consulter le BET (quand il y en a un) en cas de variante de l'entreprise.</p>

MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES INITIALES DES EQUIPEMENTS

<p>Le calcul réglementaire a été fait en considérant que la ventilation des salles de réunion serait asservie à la présence d'occupants. Cependant, les détecteurs prévus (détecteurs de présence ou sondes CO2) n'ont jamais été installés. Les déperditions thermiques par la ventilation sont donc plus importantes que prévues puisque cette dernière fonctionne en permanence et à fort débit d'air qu'il y ait du monde ou pas dans la salle. Origine : défaut de coordination. Impact : surconsommation.</p>	<p>T</p>	<p>M Diminution de la performance énergétique.</p>	<p>So</p>	<p>Solution corrective : il est nécessaire de poser les détecteurs prévus à l'origine. Contrôler, durant le chantier, la conformité de l'installation avec les pièces du marché et les hypothèses de conception Assurer un suivi formalisé de ce contrôle au cours des travaux jusqu'à la réception</p>
<p>Le choix des systèmes de production de chauffage et/ou d'ECS a été modifié après la phase conception. Les locaux techniques conçus pour la solution initiale sont trop exigus pour recevoir l'ensemble des équipements choisis <i>a posteriori</i> rendant la maintenance délicate. Dans d'autres cas les équipements trop volumineux ont été placés ailleurs, ce qui peut compromettre la maintenance (ex : l'accès aux PAC gaz positionnées sur le toit se fait depuis les fenêtres de toit des logements des étages supérieurs). Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la qualité d'entretien et/ou de maintenance. (487)</p>	<p>C</p>	<p>Fa Manque à gagner si les solutions de remplacement sont moins performantes.</p>	<p>Fa L'impossibilité de réajuster la maintenance dans de bonnes conditions peut conduire à des pathologies.</p>	<p>Le choix du système de chauffage ou d'ECS doit être défini au moment des études de conception et ne pas être modifié pour prendre en compte : - les volumes et réservations nécessaires au déploiement des systèmes. - leur optimisation énergétique - la maintenance Il faut s'assurer du respect des spécifications des pièces écrites générées par les concepteurs. En cas de modifications, faire un complément de conception pour garantir la pérennité du bien et des équipements. NB : En conception, il faut désormais attacher beaucoup plus d'importance que par le passé à la réalisation de locaux techniques dignes de ce nom, permettant d'assurer une maintenance aisée, notamment grâce à des accès largement dimensionnés permettant de transporter facilement des organes défectueux (moteur, éléments de chaudière ou de CTA, etc.). Ces locaux doivent aussi être d'une volumétrie permettant très facilement de se déplacer et de réaliser les opérations liées à la maintenance. Tout ceci suppose que l'architecte, en relation avec son BET, prenne désormais en compte les besoins réels liés à ces locaux. Les évolutions et modifications futures, nécessaires pour maintenir performant les ouvrages, doivent également être anticipées. Il est recommandé de prévoir un volume généreux du local technique en vue des rénovations. La dépose des installations obsolètes, la désincarcération des réseaux ainsi que leur remplacement par de nouveaux équipements doivent être anticipés.</p>



MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES INITIALES DES EQUIPEMENTS			
MI	M	So	
Après la réalisation de l'étude thermique, il a été décidé de modifier l'inclinaison des capteurs solaires (pose à l'horizontale) afin qu'ils soient moins visibles par le voisinage. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'équipement. (495)	Manque à gagner important.		Prendre en compte l'étude environnementale dans la phase programmation.

INTERACTIONS ENTRE EQUIPEMENTS				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Le chauffage est réalisé à partir de 3 sources d'énergie différentes (EnR + 2 appoints). Ceci complexifie le système. La maintenance et l'optimisation sont plus difficiles à réaliser et nécessitent l'intervention de plusieurs installateurs. Ce constat vaut également pour l'ECS. Origine : conception. Impact : perte de performance des équipements, surcoût. (487)	MI, C	Fo Difficulté pour optimiser la part de chacune des énergies. Compensation forte par les appoints non maîtrisée.	M Risque d'impossibilité de réguler et risque augmenté de panne.	Chercher à simplifier la conception des installations de chauffage pour éviter la démultiplication des techniques (risque de non approvisionnement fouriture) et des interventions (nombreuses et coûteuses). Privilégier une régulation simple pour limiter les temps de calage et les retours sur investissement très long. Dans la mesure du possible, faire appel à un seul interlocuteur pour l'installation et la maintenance de toutes les sources d'énergies. Analyser les différents systèmes possibles lors des études de pré faisabilité en coût global.
Les poêles à bois choisis et installés dans des bâtiments très étanches à l'air, ne bénéficient pas de prises d'air extérieur indépendantes. C'est l'air de la pièce qui est utilisé pour la combustion. Dans certains cas, le tirage déséquilibré et diminue les performances de la VMC DF dont les débits d'air ne peuvent plus être optimisés. Dans d'autres cas (dysfonctionnements de la VMC engendrant de légères dépressions), la combustion se fait très mal et de la fumée peut se retrouver aspirée dans le logement. Origine : conception. Impact : perte de performance des équipements.	MI	Fo Impact sur la récupération de chaleur par la VMC DF. Mauvais rendement.	Fo Risque sanitaire très important (intoxication au CO notamment).	Concevoir une enveloppe, un système de chauffage et un système de renouvellement d'air cohérents entre eux. Installer un poêle à bois étanche à l'air, avec une alimentation en air indépendante provenant de l'extérieur. En aucun cas l'air de la pièce ne doit servir à alimenter le poêle à bois.

INTERACTIONS ENTRE EQUIPEMENTS



▲ Exemple de poêle à bois non étanche et dont la prise d'air se situe dans la pièce de vie

<p>MI</p> <p>Le fonctionnement de la hotte aspirante de la cuisine met en dépression le logement (très étanche à l'air) et fait entrer de la fumée dans les pièces à vivre à partir du poêle à bois non étanche et ne disposant pas d'une arrivée d'air indépendante. Origine : défaut de conception. Impact : risque sanitaire. Cf constat ci-dessus.</p>	<p>Fa</p> <p>Perte thermique ponctuelle lors du fonctionnement de la hotte.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque sanitaire Dégradation de la QAI.</p>	<p>Installer des poêles à bois étanches et dont l'alimentation en air se fait depuis l'extérieur. Mise en place de hottes à recyclage.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

OPTIMISATION DES SYSTEMES

Remarque générale :

Certains bâtiments sont très performants, car bien conçus et bien réalisés. Il manque cependant un intervenant responsable de leur pilotage. Au-delà des pertes énergétiques liées à la mauvaise optimisation de ces constructions, il arrive que l'absence de pilotage entraîne des sinistres. Les coûts et la complexité des opérations d'entretien et de maintenance croissent avec l'augmentation du nombre de systèmes installés sur les bâtiments. Dans les opérations très « équipées », le discours vendeur sur les économies d'énergie doit être modéré au risque de voir des utilisateurs mécontents. En effet, une partie des économies réalisées sur les consommations d'énergie sert à payer la maintenance plus complexe et plus coûteuse. Les causes engendrant des difficultés de réglage des GTB/GTC et un allongement des délais de réglages (plusieurs années) sont nombreuses. Prévoir dès la conception, la prise en main à distance du système par les entreprises permet d'être beaucoup plus réactif pour les réglages, en évitant les déplacements coûteux en temps. NB : pour faire l'évaluation du risque dans les tableaux suivants la distinction a été faite entre la « maintenance » (entretien des installations) et le « pilotage » (conduite et suivi des installations pour l'optimisation de leur fonctionnement).

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
ENTRETIEN & MAINTENANCE				
Absence de coopération entre les entreprises de réalisation et les entreprises de maintenance pour la transmission de documents ou renseignements qui permettraient d'améliorer les réglages, d'optimiser les performances et de faciliter les réparations des divers équipements. Il n'existe pas de continuité, de lien, entre les acteurs qui font la mise en œuvre et ceux qui assurent la maintenance des équipements. Origine : défaut de coordination. Impact : perte de performance des équipements / inconfort des usagers / allongement des délais de réglage. (439, 440, 469, 507)	C, T	Fo Optimisation des systèmes limitée.	M Risque pour la durabilité des équipements.	Exiger un contenu minimal pour le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE), dans lesquels on trouvera des informations précises sur les points de consigne et les réglages qui doivent être assurés. Le DOE ne doit pas se borner à une succession de notices techniques hétéroclites, sans éléments précis et détaillés caractérisant le fonctionnement de l'installation. Sans cela, même une mission de commissionnement ne peut pas se dérouler correctement. S'assurer de la transmission du DOE au chargé de maintenance. NB : ne pas oublier de récupérer les garanties spécifiques du fournisseur lorsque ces dernières portent sur une durée plus importante que celles des garanties constructeurs.
Entretien des équipements insuffisant. « Réglages » des équipements réalisés par les propriétaires eux-mêmes. Aucun contrat de maintenance n'a été contracté par le propriétaire. Origine : méconnaissance ou négligence. Impact : pertes de performances des équipements.	MI	M	M Risque de défaut de maintenance et pour la durabilité des équipements.	Souscrire un contrat de maintenance dès la mise en service des équipements. Informers les occupants de la nécessité d'un contrat d'entretien des installations, voire leur proposer. NB : il existe un risque de perte de la garantie des matériels.

OPTIMISATION DES SYSTEMES				
	T	So	M	
<p>La société de maintenance n'a pas rempli le circuit de forage avec le bon taux de glycol (géothermie). Ce problème est aussi rencontré sur les PAC.</p> <p>Origine : défaut de maintenance.</p> <p>Impact : risque pour la durabilité de l'équipement. (504)</p>			<p>Risque de gel des canalisations.</p>	<p>A la réception il faut demander un titrage du taux de glycol dans les réseaux.</p> <p>Souvent le problème vient de fuites dans les réseaux enterrés, nécessitant des rajouts d'eau, et pour faire des économies (car le glycol est cher), la quantité de glycol correspondant à l'appoint d'eau n'est pas rajoutée. La température de gel de l'eau s'élève donc progressivement ce qui peut devenir dangereux.</p>
<p>Difficulté d'accès aux équipements et difficulté d'acheminement de matériel pour réaliser l'entretien et la maintenance (accès aux locaux techniques par des échelles pliables par exemple).</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la qualité de l'entretien et de la maintenance. (451)</p>	<p>M, C, T</p>	<p>Fo</p> <p>Les défauts de maintenance, entretien et réglage des équipements ont des conséquences sur leurs consommations.</p>	<p>Fo</p> <p>L'impossibilité de réaliser la maintenance dans de bonnes conditions peut conduire à des pathologies.</p>	<p>En conception, il faut désormais attacher beaucoup plus d'importance que par le passé à la réalisation de locaux techniques dignes de ce nom, permettant d'assurer une maintenance aisée, notamment grâce à des accès largement dimensionnés permettant de transporter facilement des organes défaillants (moteur, éléments de chaudière ou de CTA, etc.). Ces locaux doivent aussi être d'une volumétrie permettant très facilement de se déplacer et de réaliser les opérations liées à la maintenance. Tout ceci suppose que l'architecte, en relation avec son BET, prenne désormais en compte les besoins réels liés à ces locaux.</p> <p>Les évolutions et modifications futures, nécessaires pour maintenir performant les ouvrages, doivent également être anticipées. Il est recommandé de prévoir un volume générique du local technique en vue des rénovations. La dépose des installations obsolètes, la désin-carcération des réseaux ainsi que leur remplacement par de nouveaux équipements doivent être anticipé.</p> <p>NB : dans les opérations tertiaires, les locaux techniques doivent être dimensionnés correctement dès le stade du programme de la maîtrise d'ouvrage.</p>



OPTIMISATION DES SYSTEMES				
GESTION TECHNIQUE (GTB / GTC)				
	MI, C, T	Fo Pas d'optimisation des systèmes Surconsommation	Fo Risque pour la durabilité des équipements	
<p>Dans certains bâtiments il a été observé une absence de suivi de la programmation des équipements dans le temps ; une absence de pilotage et aucune optimisation des systèmes.</p> <p>Les causes sont variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'utilisateur du bâtiment, préposé faire le suivi de la GTB, se trouve démuné face à la complexité du système (commande dynamique, etc.). Il n'a pas la compétence pour être le pilote de son installation ; – il n'a pas été prévu de moyens financiers suffisants pour assurer un bon suivi de la GTB ; – le technicien en charge du suivi n'a pas les compétences pour assurer le pilotage trop complexe de l'installation ; – les modes de fonctionnement sont mal compris et mal maintenus par les locataires ; – etc. <p>Les bâtiments sont ainsi laissés à la dérive alors qu'ils disposent de systèmes de pilotage (GTB/GTC) parfois très sophistiqués.</p> <p>Origine : défaut de programmation. Impact : perte de performances des équipements, inconfort, surconsommation. (465, 472, 478, 506, 508, 517, 527, 496)</p>				<p>Un contrat de maintenance « strict » et détaillé dont les exigences peuvent être renseignées dans le CCTP est un bon moyen de s'assurer du bon fonctionnement et du suivi des équipements après la livraison.</p> <p>La préconisation d'une GTB / GTC qui présente un certain nombre d'avantages, ne doit cependant se faire qu'avec la garantie absolue que des moyens humains adaptés seront mis à disposition pendant toute la phase d'exploitation du bâtiment. Au moindre doute quant à ces garanties (suivi <i>a minima</i> hebdomadaire par une personne formée, compétente et disponible), il est préférable de privilégier des modes de gestion plus simples (systèmes régulants décentralisés, etc.).</p>
	T	Fa Risque de surconsommations pendant le temps des réglages.	Fa Mauvaise qualité d'usage.	<p>S'assurer de la compatibilité des matériels fournis par les différents intervenants avant leur installation.</p> <p>Formaliser le rôle d'un coordinateur en charge de cette vérification.</p> <p>Prévoir des matériels avec le même langage est la solution idéale, mais elle reste encore difficile à réaliser, faute de proposition sur le marché.</p>
				<p>La mise en route de la GTB a été plus longue que prévue et a nécessité plusieurs mois. La principale difficulté provient de la non-compatibilité des langages utilisés par les différents matériels. Les passerelles de communication ont été difficiles à mettre en place.</p> <p>Origine : caractéristiques propres aux produits Impact : perte de performance de l'équipement, mauvaise qualité d'usage. (440)</p>

OPTIMISATION DES SYSTEMES

<p>T</p> <p>Sur un même parc immobilier, ou sur une même opération, plusieurs GTC différentes (2 ou 3) ont été installées pour gérer des équipements ou des fonctions différentes. Cependant ces différents systèmes provenant de constructeurs différents sont incompatibles entre eux. Il en résulte une complexité d'utilisation et de fonctionnement. Par exemple, toutes les données ne peuvent pas être exploitées de façon simple et directe sur la GTC. Elles sont donc relevées aux compteurs et intégrées dans un fichier Excel.</p> <p>Par ailleurs les techniciens doivent passer sans cesse d'un modèle de supervision à un autre : ils disposent parfois de 3 PC différents. Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage.</p> <p>(433, 472)</p>	<p>So</p>	<p>M</p> <p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Mettre au point un cahier des charges cohérent assurant une certaine homogénéité des systèmes d'exploitation, imposé à l'ensemble des prestataires.</p> <p>Préférer des GTB / GTC non propriétaires ouvertes.</p>
<p>T</p> <p>Le paramétrage des GTB de différentes opérations ont nécessité plusieurs années pour les raisons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - il a été difficile de régler les paramètres et d'optimiser les systèmes tout en satisfaisant les besoins individuels de chacun. - des défaillances du système d'exploitation de la GTB (logiciel) ont été longues à déceler. <p>Origine : défaut de produit, comportement des usagers.</p> <p>Impact : allongement des délais de réglage / surcoût.</p> <p>(514, 469)</p>	<p>Fa</p> <p>Risque de surcoûts pendant le temps des réglages.</p>	<p>M</p> <p>Surcoûts.</p> <p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Il faut prévoir d'accorder au moins deux ans à l'optimisation des systèmes. La programmation est une étape délicate et longue.</p> <p>Prévoir une mission de commissionnement de la GTB avec un véritable suivi du travail de conception des lots techniques dont la GTB en début de phase EXE.</p> <p>Prévoir la prise en main à distance du système par les entreprises permet d'être beaucoup plus réactif pour les réglages, en évitant les déplacements coûteux en temps.</p>
<p>T</p> <p>Le temps de réglage de la GTC s'est révélé très long (plusieurs années). Les câbles reliant les différents organes de mesure et de pilotage ont été ponctuellement inversés.</p> <p>Origine : défaut d'exécution.</p> <p>Impact : allongement des délais de réglage.</p> <p>(434, 469)</p>	<p>Fa</p> <p>Risque de surcoûts pendant le temps des réglages.</p>	<p>M</p> <p>Surcoûts</p> <p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Prévoir une mission de commissionnement de la GTB avec un véritable suivi du travail de conception des lots techniques dont la GTB en début de phase EXE.</p> <p>NB : c'est un point de vigilance important. Lorsqu'on a 1000 points reliés, il est impossible que toutes les liaisons soient correctes. Elles peuvent être nombreuses à avoir été inversées. Lorsque cela donne un résultat aberrant il est facile de s'en rendre compte (par exemple : affichage de la température ambiante au lieu de la température de départ ECS). Par contre, lorsqu'il s'agit d'erreurs du second ordre (donc plutôt proches l'une de l'autre) il est plus difficile de s'en apercevoir.</p>



OPTIMISATION DES SYSTEMES


<p>T</p> <p>Le temps de réglage de la GTC s'est révélé très long (9 mois) car les occupants ont installé divers appareils électroniques (hifi, électroménagers, luminaires, etc.) dans leurs logements à proximité des sondes. Ceci a faussé les données de température. Les sondes, qui n'étaient plus représentatives de la température ambiante influençaient à la baisse la température de départ des circuits de chauffage, créant un inconfort thermique.</p> <p>Origine : comportement des usagers.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage / allongement des délais de réglage. (434)</p>	<p>So</p>	<p>M</p> <p>Surcoûts</p> <p>Mauvaise qualité d'usage</p>	<p>Solution corrective : vérifier les emplacements des sondes un à un et sensibiliser les locataires</p> <p>Prévoir un protocole de réglage et d'essai à définir avant la réception dans le cadre d'une mission de commissionnement de la GTB et d'accompagnement dans la durée de l'exploitant. Le monitoring des données mesurées durant les premiers mois permet de détecter ces dérives et perturbations.</p> <p>NB : il existe un risque avéré que la GTC soit « piégée », comme n'importe quel régulateur, par l'adjonction de sources de chaleur (appareils domestiques) sous une sonde de température. Il faut expliquer cela aux usagers et tenter de concevoir des systèmes plus robustes et moins dépendants du comportement difficile à maîtriser des usagers.</p>
<p>T</p> <p>Après la réception, il a été nécessaire d'ajouter des points de mesure et des éléments d'analyse manquants au niveau des synoptiques de la GTC car elle ne permettait pas, en l'état, une analyse et une optimisation fine des équipements techniques.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : surcoût, allongement des délais de réglage. (434)</p>	<p>Fa</p> <p>Surconsommations.</p>	<p>Fa</p> <p>Surcoûts.</p> <p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>En conception, procéder à une analyse fonctionnelle très détaillée et très précise, adaptée à l'utilisation que le MDA souhaite faire de la GTC.</p>
<p>T</p> <p>Le pilotage des organes de régulation et de commande s'effectue uniquement via la GTC. Les équipements ne peuvent pas être commandés manuellement. Depuis un orage qui a perturbé les organes électriques, la GTC fonctionne moins bien ; la régulation de certains équipements se fait mal.</p> <p>Origine : surtension.</p> <p>Impact : perte de performance de l'équipement. (439, 508)</p>	<p>M</p> <p>Surconsommations.</p>	<p>M</p> <p>Complexité pour détecter et pour réparer.</p>	<p>Positionner un onduleur en amont afin de protéger la GTB contre les orages et mettre des systèmes parafoudre.</p>

OPTIMISATION DES SYSTEMES

INSTRUMENTATION & COMPTAGE

<p>Défaut d'étalonnage des compteurs.</p> <p>Après la réception, il a été observé que le poids d'impulsion réel des compteurs électriques installés était 10 fois supérieur au poids d'impulsion théorique, indiqué sur la fiche technique des produits (le poids d'impulsion réel était de 0,1 kWh alors qu'il était indiqué 0,01 kWh sur la fiche technique et sur l'étiquette du compteur).</p> <p>De ce fait la somme des consommations d'énergie indiquées par les sous-compteurs différerait considérablement de la consommation indiquée au compteur général.</p> <p>La même observation a été faite concernant des compteurs d'eau ou des compteurs de chaleur qui présentaient un mauvais étalonnage en usine. La différence entre les sous-compteurs et le compteur général atteignait parfois un facteur 10.</p> <p>Origine : défaut de produit.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage. (434, 440)</p>	MI, C, T	Fa Risque de surconsommation.	Fa Surcoûts. Mauvaise qualité d'usage.	Une corrélation régulière entre les factures et les relevés permet d'identifier les éventuels compteurs défectueux. Vérifier les certificats d'étalonnage des capteurs de la GTB avant la réception. NB : les nouveaux compteurs électriques sont pour beaucoup d'entre eux paramétrables, et ce réglage des paramètres doit être fait avec soin. Attention également à monter les compteurs correctement (pince ou tore dans le bon sens, tension correctement mesurée, etc.).
<p>Mauvaise prise en compte du poids d'impulsion des compteurs d'énergie des départs chaud et froid lors de l'installation. Les compteurs placés sous chacun des départs nécessitaient de compter des débits très faibles. Or, les compteurs qui ont été mis en place initialement possédaient un débit technique minimum trop élevé ne permettant pas de faire un suivi précis des consommations.</p> <p>Origine : défaut de mise en œuvre.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage. (434)</p>	T	Fa Risque de surconsommation.	Fa Surcoûts. Mauvaise qualité d'usage.	Solution corrective : changer les compteurs par des compteurs dont le débit minimum est plus faible. C'est au moment de la réception qu'il faut détecter ce genre d'erreur.
<p>Il a été constaté que des compteurs de débit d'eau étaient imprécis et ne permettraient pas de connaître les consommations réelles. Après examen, il est apparu que l'encrassement des filtres des compteurs était à la base de ce problème.</p> <p>Origine : défaut de maintenance.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage. (458)</p>	T	Fa Risque de surconsommation.	Fa Surcoûts Mauvaise qualité d'usage.	Prévoir un entretien régulier de ce type de compteurs.

OPTIMISATION DES SYSTEMES

<p>Mauvais fonctionnement ou imprécision des sous compteurs de débit (eau et chaleur) car ils n'ont pas été installés correctement. Plusieurs causes ont été recensées :</p> <ul style="list-style-type: none"> le diamètre du conduit sur lequel est installé le compteur n'a pas adapté au type de compteur ; le compteur est positionné à une distance trop faible par rapport à un coude ou à un autre élément pouvant provoquer des perturbations ; la propreté des raccords n'est pas satisfaisante (exemple : perçage du voile de raccord avec le ponce provoquant des déchirures). <p>Les problèmes ont été identifiés car l'addition des consommations des sous-compteurs différaient largement de celle du compteur principal (jusqu'à 60% de différence suivant les cas).</p> <p>Origine : défaut d'exécution. Impact : mauvaise qualité d'usage. (440, 458, 508, 516)</p>	<p>T</p>	<p>Fa</p> <p>Risque de surconsommation.</p>	<p>Fa</p> <p>Surcoûts. Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Il existe de nombreuses autres raisons faisant que les compteurs comptent faux (positionnement sur le mauvais départ, mauvaise programmation, etc.). Le premier travail de l'entreprise en lien avec le BET est donc de vérifier avec rigueur le montage et le choix des compteurs et des organes associés. Ajouter une clause au CCTP de réception des compteurs et pompes pour certifier la bonne mise en œuvre par le fournisseur.</p>
<p>Accès aux compteurs d'énergie très peu pratique car ils sont situés dans les plafonds suspendus. (l'entreprise de maintenance refuse de prendre à sa charge le remplacement des dalles de plafond suspendu dégradées lors des opérations de maintenance considérant que l'installation a mal été pensée). Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (446)</p>	<p>T</p>	<p>So</p>	<p>Fa</p> <p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Utiliser des compteurs communicants qui permettent d'éviter les déplacements et de faire les relevés à distance. Prendre en compte l'accessibilité des équipements pour la maintenance des compteurs et le suivi des consommations dès la conception (établissement futur du DIUO).</p>
	<p>▲ Accès difficile au compteur d'énergie</p>			

OPTIMISATION DES SYSTEMES			
C	Fa	Fa	Fa
<p>Les sondes installées pour suivre la température ambiante intérieure des logements fonctionnent avec une cellule photovoltaïque. Dans certains cas, la luminosité est insuffisante pour les alimenter.</p> <p>Origine : caractéristiques propres au produit.</p> <p>Impact : mauvaise qualité d'usage.</p> <p>(487)</p>	<p>Risque de surconsommation.</p>	<p>Mauvaise qualité d'usage.</p>	<p>Solution corrective : installer des piles.</p> <p>Solution préventive : prévoir un raccordement filaire.</p>
SUIVI & REGLAGES			
T	Fo	So	
<p>Les températures de consigne pour déclencher le chauffage et/ou la climatisation sont trop proches (23°C et 24°C respectivement). La demande du groupe chaud et du groupe froid quasi en même temps engendre une surconsommation.</p> <p>Origine : défaut de réglage.</p> <p>Impact : surconsommation.</p> <p>(507)</p>	<p>Surconsommations.</p>		<p>NB : cette situation ne se présenterait pas si la réglementation (Code de la Construction) était respectée. En effet, cette dernière prévoit une température de chauffage ne dépassant pas 19°C et une température de climatisation jamais inférieure à 26°C.</p>
MI, C	Fo	So	
<p>La température des logements est très élevée (supérieure à 23°C en moyenne) car les paramètres de régulation de la loi d'eau (chauffage) ne sont pas adaptés.</p> <p>Origine : défaut de réglage.</p> <p>Impact : surconsommation.</p> <p>(476, 491)</p>	<p>Surconsommations.</p>		<p>Solution corrective : rabaisser la loi d'eau.</p> <p>Contrôler les lois d'eau programmées en demandant à l'entreprise concernée la fourniture des analyses fonctionnelles.</p>
	M	So	
<p>La mesure des consommations électriques des panneaux rayonnants a permis de mettre en évidence une consommation électrique résiduelle non négligeable liée au système de gestion/régulation (veille), en dehors de la saison de chauffage. Ces consommations représentent 2% de la consommation de chauffage globale.</p> <p>Origine : défaut de produit.</p> <p>Impact : surconsommations.</p> <p>(479)</p>	<p>Consommations électriques inutiles.</p>		<p>Solution corrective : pour éviter ces consommations hors période de chauffe, disjoncter le système en question au tableau électrique.</p>

OPTIMISATION DES SYSTEMES			
T	So	Fa	
L'abonnement EDF a été largement surdimensionné par le bureau d'études par rapport aux besoins réels du bâtiment (puissance souscrite 2 fois supérieure aux besoins réels). Ceci a entraîné un surcoût au niveau de l'abonnement et a induit un surdimensionnement du transformateur. Origine : défaut de conception. Impact : surcoût. (469)		Surcoût.	Exiger dans les projets un vrai calcul des besoins en puissance construit sur des taux de foisonnement effectifs (issus notamment des campagnes de mesures).

7.4. • Etude thermique et bioclimatisme

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
			Performance énergétique	
AVANT PROJET				
Remarque générale : l'étude révèle que dans certains bâtiments, le niveau « basse consommation » a été atteint				
Le découpage des parcelles n'a pas permis aux concepteurs d'exploiter correctement les apports solaires et d'intégrer au mieux le bâtiment dans son environnement (vents dominants, effet de masques...) Origine : méconnaissance des aménageurs. Impact : diminution des apports gratuits.	Mi, C, T	Fo Le manque à gagner peut être important.	Fo La recherche de performance (environnementale, énergétique) doit commencer en amont de la définition des projets. NB : A l'échelle du bâtiment, les moyens existent pour bien prendre en compte l'environnement et des critères factuels et mesurables peuvent être utilisés. A l'inverse, force est de constater qu'il n'en est rien en urbanisme ou en aménagement du territoire. L'inexistence de référentiels environnementaux dans ces domaines en est le témoignage. Cette situation explique en partie la méconnaissance de certains aménageurs, urbanistes et lotisseurs qui ne se préoccupent pas des futurs bâtiments.	
Les paramètres des cahiers des charges (alignement des façades, alignement des faîtages, adossement ou accollement à d'autres bâtiments, création de places de parking...) sur les parcelles de petites tailles (<400m ²) ont été trop contraignants pour permettre une conception bioclimatique de qualité. Origine : cadre réglementaire. Impact : diminution des apports gratuits.	Mi	Fo Le manque à gagner peut être important.	Idem constat précédent.	

AVANT PROJET	
<p>La conception bioclimatique a été négligée du fait des exigences du maître d'ouvrage dont l'objectif principal était la commercialisation des logements. La vue (sur la mer, sur un sommet...) a été privilégiée à la recherche de performance et le bâtiment n'est pas orienté de façon optimale.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : diminution des apports gratuits.</p>	<p>MI</p>
<p>NB : il y a deux types de maître d'ouvrage : – ceux qui ont des comptes à rendre seulement sur la phase de construction et qui sont préoccupés par la commercialisation de l'ouvrage pour le céder rapidement ; – ceux qui seront gestionnaires et donc sensibles aux questions relatives aux charges des propriétaires et des locataires.</p> <p>La conception bioclimatique, généralement couteuse, ne se voit pas. Cependant, elle s'apprécie avec l'exploitation de l'ouvrage. On comprend alors que le bioclimatisme n'est pas promu par les premiers mais par les seconds.</p>	<p>M</p> <p>Manque à gagner.</p>
ETUDE THERMIQUE	
<p>L'étude thermique a été faite en utilisant des surfaces plus grandes que celles déclarées sur le permis de construire. Cette distorsion fausse les calculs et notamment celui de la Consommation en Energie Primaire (CEP) du bâtiment. Le classement énergétique du bâtiment (étiquette) est faussé.</p> <p>Origine : conception.</p> <p>Impact : consommations réelles plus importantes.</p>	<p>MI</p>
<p>L'analyse de l'étude thermique révèle une surévaluation du taux de couverture des besoins en ECS par les panneaux solaire thermique (les BE ont considérés que 80% des besoins en ECS seraient couverts par l'énergie solaire). Or, dans certains cas, les panneaux solaires sont orientés Est ou Ouest avec des pentes très inférieures à celles requises pour la latitude géographique ou ils ont été installés.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : inadéquation entre l'étude thermique et la réalité engendrant des surconsommations.</p>	<p>MI</p>
<p>Ajuster l'étude thermique aux caractéristiques définitives du projet. Les modifications successives après le dépôt de PC doivent s'accompagner d'une remise à jour de l'étude thermique.</p>	<p>So</p>
<p>Dans le fonctionnement effectif de ce type d'installation, limiter la couverture des besoins en ECS par des capteurs solaires à 50/60 % est nettement plus réaliste (même si le calcul théorique permet d'aller très au-delà).</p> <p>NB : au-delà de 60%, compte tenu de l'état de l'art, on peut affirmer que le calcul sera faux.</p>	<p>Fo</p> <p>Contributions importantes des apports non prévues en conception.</p>




ETUDE THERMIQUE			
<p>Le plan de relevé du site présentait une erreur de plus de 90° degré par rapport au Nord géographique. L'ensemble des études thermiques a donc été établi suivant une fausse orientation. Cette erreur n'est apparue qu'au stade de l'APD. Seule une partie des plans ont pu être repris sans modification du sens des façades. Origine : défaut de conception. Impact : moindre efficacité des EnR, diminution des apports solaires.</p>	C	M Surconsommation.	
<p>Difficulté pour anticiper le confort thermique avec les logiciels de STD dans le cas de pièces de très grande hauteur (plusieurs dizaines de mètres) dont il a été difficile de prendre en compte la stratification de l'air. Origine : caractéristiques propres aux produits. Impact : risque d'inconfort thermique. (505)</p>	T	M	<p>Il faut alors découper le volume en plusieurs zones pour distinguer plusieurs niveaux de température et ainsi approcher du résultat. NB : Il existe des logiciels qui tiennent compte de la stratification des températures et des différents flux d'air infiltrés et exfiltrés dans la zone. Cependant, peu de BE dispose aujourd'hui de ce type d'outils.</p>
<p>Les consommations liées au fonctionnement de l'ascenseur sont plus importantes que prévues. Origine : défaut de conception. Impact : surcoût. (434)</p>		Fa	<p>Inciter les occupants à utiliser les escaliers notamment ceux des premiers niveaux. Il a été observé que les escaliers sont plus empruntés quand ils sont agréables et lumineux (à prévoir en conception). Il est également possible de rendre discret l'ascenseur et de faire en sorte qu'il ne soit pas repérable à première vue. Ceci engendre une utilisation plus importante des escaliers. NB : les fabricants d'ascenseurs ont fait de très importants progrès depuis dix ans. Aujourd'hui les ascenseurs consomment en moyenne entre 40 et 80 kWh d'électricité par logement et par an. Cependant, il n'est pas encore possible d'intégrer leurs consommations dans le calcul RT (un modèle est en cours de développement).</p>

ETUDE THERMIQUE		Evaluation du risque		Solution préconisée
Type d'usage	Constat	Performance énergétique	Pathologie	
APPORTS SOLAIRES ET ECLAIRAGE NATUREL				
C	<p>Mauvaise appropriation des serres froides situées en façade sud par les usagers Ils les utilisent comme des espaces chauffés et bouchent les entrées d'air nécessaires à leur bonne ventilation. Origine : comportement des usagers. Impact : perte de performance. (451)</p>	Fo		
T	<p>Le passage dans le sas thermique, situé à l'entrée du bâtiment, nécessite une courte attente du fait que les portes de devant ne s'ouvrent que quand celles de derrière se sont refermées. Pour éviter d'attendre, les employés utilisent la porte de sécurité, située à côté du sas, et la maintenance ouverte à longueur de journée. Ceci provoque de grosses déperditions en hiver et de forts apports de chaleur en été. Un problème similaire a été observé sur une autre opération pour laquelle les portes du sas sont laissées ouvertes en permanence du fait de leur poids élevé (elles sont trop lourdes à manipuler pour les personnes âgées notamment). Origine : comportement des usagers, défaut de conception. Impact : inconfort thermique, surconsommation. (504)</p>	Fo	<p>Gaspiillage d'énergie.</p>	<p>Prévoir un espace plus grand pour le sas afin de faire passer plus de personnes à la fois et limiter l'attente. Prendre en compte l'usage et la fréquentation avant de dimensionner les sas. Sensibiliser les employés. Adapter les portes aux exigences de la réglementation Handicapés (5 kg maxi d'efforts à la manœuvre), ou automatiser leur ouverture asservie à des cellules de détection.</p>
C	<p>Les séjours sont situés derrière les garages placés au sud. Ces derniers interdisent l'accès à la lumière naturelle et ne permettent pas de bénéficier des apports solaires l'hiver. Les garages n'apparaissent pas dans l'étude RT2005. Les conclusions de cette dernière sont donc optimistes. Origine : défaut de conception. Impact : diminution des apports solaire.</p>	M	<p>Le manque à gagner peut être conséquent. Surconsommation.</p>	<p>Ajuster l'étude thermique aux caractéristiques définitives du projet.</p>



APPORTS SOLAIRES ET ECLAIRAGE NATUREL

<p>Les balcons/terrasses rapportés présentent des lar- geurs très importantes (supérieurs à 2.8m) et créent des masques solaires utiles pour le confort d'été. Cependant ils engendrent un manque de lumière naturelle trop important qui induit un inconfort visuel et des surconsom- mations liées à la lumière artificielle. Origine : défaut de conception. Impact : mauvaise qualité d'usage. (453)</p>	<p>C</p>	<p>M Répercussions sur les consommations d'éclairage artificiel.</p>	<p>Fa Inconfort visuel.</p>	<p>Il est nécessaire de trouver un compromis entre les objec- tifs de confort visuel et ceux de confort thermique. Différents outils de simulation dynamique permettent de trouver un optimum entre apports solaires, éclairage naturel et confort d'été. NB : les calculs de FLJ sont à réaliser avec des outils performants prenant notamment en compte l'épaisseur des parois opaques. La règle habituelle de « 1/6^{ème} d'ouver- tures » ne suffit plus à avoir un bon confort visuel vu la tendance à l'épaississement des murs.</p>
<p>Après la livraison, mise en place par les occupants de barrières, de palissades, de canisses ou de garde-corps qui occultent fortement les baies vitrées. La raison de ces ajouts est liée à des problèmes d'intimité (vis-à-vis). Le facteur solaire est ainsi diminué et ne correspond plus à celui initialement modélisé lors de l'étude thermique. Cause : comportement des usagers. Impact : diminution des apports gratuits et augmentation des consommations.</p>	<p>MI, C</p>	<p>M Répercussions sur les consommations de chauffage et d'éclai- rage.</p>	<p>So</p>	<p>Informez les usagers de l'impact de leurs comportements et notamment du coût financier qui peut être notable (l'évalua- tion par STD doit tenir compte de ce problème). Adapter le règlement de copropriété ou le guide explicatif d'usage. En conception, positionner les surfaces vitrées de façon à préserver l'intimité des occupants.</p>
<p>Diminution des apports solaires et surconsommations du fait de l'habitude des usagers à vivre les volets clos ou quasi fermés (souvent dans les premiers étages, RDC et R+1) pour des raisons de sécurité, par habitude ou pour des raisons d'intimité. Origine : comportement des occupants Impact : diminution des apports solaires gratuits et aug- mentation des consommations (431)</p>	<p>MI, C</p>	<p>M Manque à gagner compensé par le chauffage</p>	<p>So</p>	<p>Sensibiliser les occupants au fait que les apports solaires sont utiles pour diminuer les consommations. Mais la sécu- rité est prioritaire, par conséquent, les études thermiques (STD) doivent prendre en compte cette variable avec des calculs de robustesse.</p>
<p>Condensation et/ou accumulation de poussière entre les deux vitrages des doubles fenêtres avec stores intégrés. Ceci opacifie la partie vitrée. Les apports solaires et l'éclairage naturel se trouvent ainsi réduits et ne corres- pondent plus à ceux initialement modélisés lors de l'étude thermique. Cause : défaut de produit et/ou entretien insuffisant. Impact : diminution des apports gratuits et augmentation des consommations.</p>	<p>T</p>	<p>Fa Répercussions sur les consommations de chauffage et d'éclai- rage.</p>	<p>Fa Risque de développe- ment de moisissures.</p>	<p>Effectuer un entretien régulier (nettoyage) Choisir des produits dont la circulation d'air entre les deux vitrages est suffisante pour éviter les phénomènes de condensation.</p>

APPORTS SOLAIRES ET ECLAIRAGE NATUREL				
<p>Présence de poussières et d'insectes morts entre les vitrages des fenêtres pariéto-dynamiques, alors que le renouvellement d'air se fait en partie via ces vitrages qui ne sont jamais nettoyés. Origine : défaut de maintenance. Impact : diminution des apports gratuits / risque pour la qualité sanitaire ou la QAI / défaut esthétique / inconfort visuel. (513)</p>	T	Fa Diminution des apports solaires.	M Risque pour la QAI.	<p>Procéder à une évaluation globale en phase amont par STD de l'impact de la dégradation du FS et du TI du vitrage avec ce type de solution. Les résultats doivent guider la conception architecturale et les choix technologiques. NB : il y a encore peu de fabricants de fenêtres pariéto-dynamiques. Certains proposent un contrat de maintenance pour effectuer le nettoyage. Quoiqu'il en soit, il faut s'assurer qu'il existe un dispositif d'entretien aisé et fournir un guide preneur qui expose comment entretenir et pérenniser les performances de ces fenêtres.</p>
<p>Les fenêtres de toit de la serre bioclimatique sont très encrassées et non nettoyées. Origine : défaut de maintenance. Impact : diminution des apports solaire gratuit / défaut esthétique / inconfort visuel. (477)</p>	T	Fa Diminution des apports solaires.	Fa Défaut esthétique.	<p>Il est indispensable de nettoyer ces fenêtres : en conception, il faut s'assurer de l'accès et de l'entretien aisé et fournir un guide preneur qui expose comment entretenir et pérenniser les fenêtres. NB : à noter que toutes les opérations de nettoyage un peu complexes sont peu appréciées des utilisateurs.</p>
				
<p>▲ Encrassement important de la serre bioclimatique par absence de nettoyage</p> <p>Difficulté d'accès aux fenêtres pour les nettoyer (aussi bien du côté intérieur que du côté extérieur, car situées à 5m de hauteur sans accès direct). Origine : défaut de conception. Impact : diminution des apports solaire / inconfort visuel. (477)</p>	T	Fa Diminution des apports solaires.	Fa Défaut esthétique.	<p>Voir remarque ci-dessus.</p>



APPORTS SOLAIRES ET ECLAIRAGE NATUREL				
<p>T</p> <p>Le traitement antidérapant opacifie considérablement les puits de lumière situés entre le RDC et le R+1 (dalle couloir) et ne laisse pas suffisamment passer la lumière. Ce traitement est d'autant plus inutile que personne ne marche sur les puits de lumière. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort visuel. (502)</p>		<p>Fa</p> <p>Répercussions sur les consommations d'éclairage artificiel.</p>	<p>Fa</p> <p>Inconfort visuel.</p>	<p>Procéder à une évaluation globale en phase amont par STD de l'impact de la dégradation du FS et du TI des puits de lumière suite à la mise en œuvre de traitement antidérapant. Les résultats doivent guider la conception architecturale et les choix technologiques. Placer les puits de lumière ailleurs que dans les zones de passage.</p>
<p>MI, C</p> <p>▲ Le traitement antidérapant limite le passage de la lumière</p> <p>Montage des vitrages à faible émissivité à l'envers. Origine : fabrication ou mise en œuvre. Impact : perte de performance l'hiver non prévues en conception.</p>	<p>Fa</p> <p>Manque à gagner compensé par le chauffage.</p>	<p>So</p> <p>(conséquences variables sur le confort en hiver mais aussi en été).</p>		<p>Respecter le sens de montage indiqué par les étiquettes apposées sur les vitrages lors de la mise en œuvre. Lors du suivi de chantier effectuer un test au briquet pour vérifier le bon positionnement des vitrages (flammes de différentes couleurs). Des systèmes de détection pour smart phone existent également.</p>



Résultats spécifiques à la rénovation



Sommaire détaillé

- 8.1 L'enveloppe
 - Etanchéité à l'air
 - Isolation
 - Ponts thermiques
 - Isolation des planchers bas
 - Surchauffes d'été et d'intersaison
- 8.2 Les équipements
 - Réseaux de chauffage
 - Ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF)
 - Impact de l'amélioration de l'enveloppe sur le fonctionnement des équipements existants
- 8.3 Autres observations



8.1. • L'enveloppe

ÉTANCHEITÉ A L'AIR				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Difficulté pour traiter les fuites d'air parasites par les différents éléments composant les maisons à colombages. Par exemple, des fuites d'air parasites se produisent à partir des huisseries des portes intérieures intégrées dans les murs de refends. L'air circule dans les murs de refend entre l'extérieur et les huisseries des portes. Il peut parcourir plusieurs mètres. Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (408)</p>	MI, C	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Le risque varie suivant le type de ventilation. En cas de surpression et selon le mode de vie des condensations dans la masse peuvent se produire.	Avant toute rénovation il est nécessaire de faire un diagnostic poussé de l'existant. Un test d'étanchéité à l'air avant travaux est un bon moyen de localiser les principales fuites d'air qu'il faudra traiter par la suite soit par la projection d'un enduit, soit par la pose d'une membrane. Dans les maisons à colombages, il faut aussi réaliser l'étanchéité à l'air des murs de refend (parfois sur plusieurs mètres).
<p>Impossibilité de traiter les fuites d'air parasites par le cœur des vieilles poutres (solives très fissurées) qui traversent l'enveloppe au niveau des planchers intermédiaires par exemple. Origine : caractéristiques de l'existant. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	MI, C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque de condensation dans le cœur des poutres. Atteinte à la solidité de l'ouvrage.	Injection de résine dans les fissures. Veiller au bon fonctionnement permanent de la ventilation.
<p>Fuites d'air localisées au niveau des traversées de murs par les poutres métalliques des planchers (bâtiments type haussmannien). Origine : conception. Impact : déperditions thermiques.</p>	C, T	V Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.	Fo Risque pour la stabilité de l'ouvrage si corrosion des têtes de solives (condensation possible suite à exfiltration d'air chaud par ces points de faiblesse).	Utiliser des adhésifs au butyle pour liaisonner les poutrelles et les murs. Ces adhésifs peuvent par la suite être « habillés » par un revêtement quelconque.

ÉTANCHEITÉ A L'AIR				
	MI, C	V	Fo	
<p>Le choix de rénover la toiture avec la méthode <i>Sarking</i> engendre des difficultés pour réaliser l'étanchéité à l'air autour de tous les chevrons qui traversent la membrane frein-vapeur au niveau de la jonction mur-toit (se pose également le problème des fuites d'air par l'intérieur des chevrons fissurés).</p> <p>Origine : caractéristiques de l'existant et choix de conception.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>		<p>Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.</p>	<p>Risque de condensation dans le cœur des chevrons.</p> <p>Quel que soit le type de VMC, l'air chaud et humide peut s'accumuler au droit des chevrons et être exfiltré.</p>	<p>Pour assurer l'étanchéité à l'air dans ce type d'ouvrage, il paraît préférable de prévoir un complément d'isolation sans lame d'air entre chevrons et d'ajouter un frein-vapeur du côté intérieur sous ces derniers (principe d'une toiture chaude). Ceci limite les risques de fuites parasites et donc les risques de condensation.</p>
<p>Difficultés pour trouver des matériaux adhérents sur les surfaces existantes (rubans adhésifs, colles...).</p> <p>Origine : commercialisation.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe (durabilité).</p>	MI, C, T	<p>En cas de décollement les débits de fuites seront importants.</p>	<p>Risque de condensation dans les isolants en cas d'exfiltration.</p>	<p>Préparer les supports existants avec des primaires d'accrochage ou prévoir des dispositifs de maintien mécanique (plats métalliques fixés et collés).</p>
<p>Fuites au niveau des portes palières (révélées au moment du test d'étanchéité à l'air) en raison du non remplacement des joints existants, vétustes.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : déperditions.</p> <p>(435)</p>	C	<p>Dégradation variable du bilan thermique en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des débits de fuites.</p>	<p>Fa</p>	<p>Solution corrective : remplacer les joints existants par des nouveaux joints.</p> <p>NB : souvent il n'y a aucun joint sur les portes palières existantes. Dans ce cas, prévoir le remplacement des portes palières par des modèles isolants et munis d'un seuil étanche.</p>
<p>Fuites parasites entre le bâtiment existant et l'extension neuve, suite à la mauvaise fixation de la membrane au niveau du joint de fractionnement.</p> <p>Origine : défaut de conception ou d'exécution.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p> <p>(450)</p>	T	<p>Déperditions importantes.</p>	<p>M</p> <p>Risque de condensation et de dégradations des matériaux.</p>	<p>Veiller à ce que la conception traite de façon détaillée ce type d'interface et qu'elle prévoit la solution qui permettra d'assurer l'étanchéité à l'air correctement et sans difficulté. Il est important de préciser dans le CCTP quel corps d'état est responsable du traitement de cette interface.</p>



ÉTANCHEITÉ A L'AIR

<p>T</p> <p>Après la rénovation de l'enveloppe (isolation et étanchéité à l'air) il a été observé un développement important de moisissures et des odeurs désagréables au niveau du sous-sol qui ont rendu les pièces insalubres et inutilisables.</p> <p>La réalisation des doublages et l'amélioration de l'étanchéité à l'air a eu pour effet de limiter fortement les fuites d'air parasites et donc la ventilation naturelle abondante dans les sous-sols. Ceci a modifié l'équilibre hygrothermique entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. L'humidité générée par les remontées capillaires des murs de refend à l'intérieur du bâtiment n'est plus suffisamment éliminée et elle engendre le développement de micro-organismes.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la qualité sanitaire ou la QAI. (439)</p>	<p>Fa</p> <p>Sauf si accumulation d'humidité dans les isolants des doublages à la longue).</p>	<p>Fo</p> <p>Coût de réparation important Risque pour la QAI.</p>	<p>Solution correctrice : il est possible de limiter le problème en augmentant le brassage aéraulique de ces zones et en augmentant les débits de ventilation au-delà des seuils réglementaires afin d'éliminer une partie de l'humidité.</p> <p>Avant toute rénovation, il est indispensable de faire un diagnostic précis de l'existant. Les phénomènes de remontées capillaires et la migration de la vapeur d'eau dans les parois doivent être pris en compte et modélisés. Les solutions mises en œuvre ne peuvent pas négliger ces phénomènes. Il ne faut pas rénover tant qu'il existe des remontées capillaires qui n'ont pas été gérées.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



▲ Suite à la rénovation, développement de moisissures sur les parements intérieurs à cause d'un excès d'humidité dans les murs des sous-sols

ISOLATION

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Décollement de la peinture du plafond à l'interface mur/plafond dû à la présence de ponts thermiques (plafond non isolé en totalité)</p> <p>Afin de préserver les plafonds en corniche, l'isolant du plafond s'arrête à 50 cm des murs.</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe / défaut esthétique. (459)</p>	<p>MI</p>	<p>M</p>	<p>Fo</p>	<p>Laisser des ponts thermiques importants ne conduit pas forcément à de fortes pertes thermiques, mais cela conduit avec certitude à des pathologies liées à la condensation. Il ne faut jamais accepté de laisser en place de forts ponts thermiques, même pour des questions liées au caractère fort du patrimoine.</p> <p>NB : un calcul de pont thermique sérieux aurait détecté le point de rosée et éviter ce problème.</p>

ISOLATION



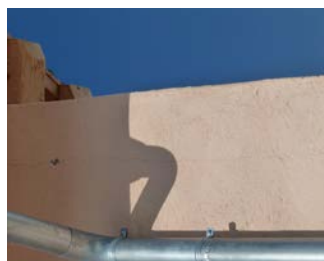
▲ Décollement de la peinture et développement de moisissures au niveau du pont thermique lié à l'interruption de l'isolation

C
Apparition d'une fissure verticale à l'angle saillant entre deux façades. Une seule façade est isolée. La jonction entre la façade isolée et la façade non isolée fait que la tranche de la couche d'isolation est visible depuis un des côtés suite à la fissuration de l'enduit sur toute la hauteur (à cause de la discontinuité du support sur la façade non isolée).
Origine : défaut d'exécution.
Impact : risque pour la durabilité de l'élément si infiltration d'eau, défaut esthétique.
(443)

So

Fa
Défaut esthétique.
Attention à la pénétration de l'eau dans la fissure.

Un treillis d'armature aurait dû être installé pour éviter la fissure.



▲ Fissuration liée à une discontinuité de support

T
Traces d'humidité sur la surface du mur, coté intérieur due à l'absence de protection contre les intempéries sur le mur en pierre coté extérieur (absence d'enduit ou autre protection...)
Origine : défaut de conception.
Impact : perte de performance enveloppe.
(475)

Fo
Accumulation d'eau dans l'isolant (ITI) des murs.

Fo
Risque pour la OAI.
Coût de réparation important.

Protéger les murs non étanches exposés aux intempéries.

ISOLATION

<p>Au moment de la rénovation, il a été constaté que l'utilisation d'enduits en ciment par le passé avait entraîné de nombreux dégâts sur des maisons en pisé (certaines parties se sont même effondrées). Le ciment bloque le passage vers l'extérieur de l'eau qui en s'accumulant dans le mur le dégrade. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément. (470)</p>	MI	So	Fo Risque pour la stabilité de l'ouvrage.	<p>Appliquer des enduits capillaires (à la chaux, etc.) sur les murs en pisé et sur tous les supports capillaires en général, ainsi que sur les supports ouverts à la diffusion de la vapeur d'eau. NB : le pisé, comme les autres matériaux utilisés en construction terre, ne supporte pas l'accumulation d'eau. Bien rénover en pisé suppose donc de bien ventiler le logement (ce qui va réduire le flux d'eau traversant les parois) et de mettre en œuvre des matériaux qui vont permettre une bonne migration de la vapeur au travers des parois. En fonction, du type d'isolation choisi (intérieur ou extérieur), les réponses constructives seront très différentes.</p>
<p>Les murs existants sont humides (présence de nappes phréatiques) et présentent des remontées capillaires très conséquentes qui n'ont pas été considérées lors de la conception. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément. (502, 498, 431)</p>	MI, C	Fa Sauf si accumulation d'eau dans l'isolant des murs.	Fo Dégradation des parements. Développement de moisissures. Risque pour la QAI.	<p>Dans le cas de remontées capillaires importantes (murs à moitié enterrés, etc.) il est possible de créer une lame d'air ventilée (3cm <) entre le mur de pierre existant et le complexe d'isolation, côté intérieur, selon le principe de « boîte dans la boîte ». L'air circule ainsi librement dans cette lame d'air grâce à des ouvertures reliées à l'extérieur (grilles de ventilation disposées à travers le mur). Il est nécessaire de s'assurer d'un bon brassage d'air de haut en bas par principe d'infiltration / exfiltration avec des sections suffisantes pour les débits d'air. En complément de ce dispositif, il est possible d'améliorer le séchage du mur et l'évacuation de l'humidité par l'extérieur en mettant en œuvre des enduits capillaires.</p>

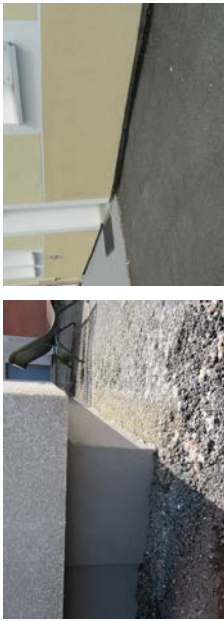


▲ Bonne pratique. Côté intérieur, présence d'une lame d'air sur toute la hauteur du mur, reliée avec l'extérieur et permettant la ventilation entre le mur existant (humide) et le doublage

ISOLATION

<p>La mise en place d'un film plastique (barrière étanche) pour bloquer les remontées d'humidité entre le plancher bas existant et le nouveau plancher a eu pour conséquence d'accroître les remontées capillaires dans les murs périphériques ce qui a provoqué le développement de moisissures sur les murs jusqu'à 1m de hauteur. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la qualité sanitaire et la QAI, risque pour la durabilité de l'élément. (455)</p>	<p>MI</p>	<p>Fa Sauf si accumulation d'eau dans les isolants (ITI) des doublages.</p>	<p>Fo Défaut esthétique Risque pour la santé des occupants suite au développement de moisissures.</p>	<p>Les solutions mises en œuvre ne peuvent pas négliger les phénomènes de remontées capillaires et de migration de la vapeur d'eau au travers des parois. Dans ce cas précis, la réalisation d'un plancher ventilé sur l'extérieur aurait été une réponse adaptée.</p>
				
<p>▲ Après rénovation, décollement des peintures et dégradation des parements intérieurs du fait de remontées capillaires importantes</p>				
<p>Dans une maison individuelle sur terre-plain, la chape anhydrite utilisée pour le chauffage par le sol n'était pas adaptée à la construction en pisé du fait qu'elle n'est ni capillaire (présence d'une barrière étanche) ni perspirante (Sd ≥ 200 m). En limitant les échanges d'humidité par le sol cette dernière a favorisé la concentration de l'humidité au pourtour du plancher bas en pied du mur. Ceci peut endommager les murs en pisé et porter atteinte à la stabilité de l'ouvrage. Origine : défaut de conception. Impact : risque pour la durabilité de l'élément. (470)</p>	<p>MI</p>	<p>Fa Augmentation de la conductivité dans les murs du fait de la présence d'eau. Fo si accumulation d'eau dans les isolants.</p>	<p>Fo Risque pour la stabilité de l'ouvrage.</p>	<p>Des solutions de dalles perspirantes (terre crue ou terre damnée) existent. Elles ne sont cependant pas forcément compatibles avec l'installation d'un plancher chauffant.</p>



PONTS THERMIQUES				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Ponts thermiques en bas de mur sur tout le pourtour du nez de dalle car l'isolation (ITE) ne descend pas jusqu'au sol et s'arrête au même niveau que le bardage. Cause : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (482, 489)</p>	MI, C, T	<p>Fo Ces déperditions couplées à celle de la dalle basse si elle n'est pas isolée peuvent être importantes. Risque fort pour une MI pouvant être minimisée pour les autres catégories de bâtiment (rapport à la surface de plancher totale).</p>	<p>Fo Risque de condensation au niveau des ponts thermiques. Même si l'impact sanitaire peut être limité par les conditions de vie et la présence d'une VMC bien équilibrée, la réparation du désordre peut être très coûteuse.</p>	<p>Faire une tranchée sur le pourtour du bâtiment afin de pouvoir isoler le bas du mur et une partie des fondations avec un autre isolant adapté (cela est parfois impossible à réaliser suivant le type de sous-solassement qui entoure le bâtiment : trottoir, dalle béton...).</p> <p>Le traitement du pied de mur est à prévoir dès la conception pour s'assurer de la continuité du voile d'isolation thermique et établir le bon choix entre ITE et ITI (voire une compilation entre les deux) et les détails qui vont avec. Prise en compte du risque de faisabilité à la conception, et intégration dans l'étude thermique.</p>
 <p>▲ Exemple de pont thermique en pied de mur ▲ Pont thermique en pied de mur</p> <p>Absence d'isolation sous les seuils des portes d'entrée et des baies vitrées. Origine : défaut de conception ou d'exécution. Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	MI, C, T	<p>Fa Risque faible si anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques.</p>	<p>Fa Risque de condensation qui dépend de la qualité du renouvellement d'air, des conditions de dégagement de vapeur d'eau et de l'état de surface au droit du pont thermique. Attention aux planchers bois.</p>	<p>Il est souvent très difficile, voire totalement impossible d'isoler sous les seuils des baies vitrées ou des portes d'entrée. Cela génère un pont thermique dont les effets doivent être évalués et contrôlés. NB : des fournisseurs proposent des seuils avec rupteur thermique en abandonnant les seuils en aluminium qui avaient la capacité de résister à l'usure et au choc à la marche. Un juste équilibre doit être recherché pour répondre à l'exigence thermique tout en garantissant une certaine durabilité.</p>

PONTS THERMIQUES



▲ Après rénovation, absence d'isolation sous les seuils des portes

Les balcons existants n'ont pas été isolés lors de la rénovation (ITE).
 Origine : difficultés techniques ou financières.
 Impact : perte de performance de l'enveloppe. (482)

MI, C, T

V
 Variable en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des linéaires.

M
 Risque de condensation (cf ligne ci-dessus).

Possibilité de tronçonner les balcons existants et de les remplacer par des éléments désolidarisés.
 Prise en compte du risque de faisabilité à la conception, et intégration dans l'étude thermique.
 Anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques nécessaire.



▲ Bonne pratique, tous les éléments dépassant de la façade ont été tronçonnés avant la mise en place de l'ITE

Les éléments en béton dépassant de la structure (marquette, acrotère, corniche...) n'ont pas été isolés lors de la rénovation (ITE).
 Origine : défaut de conception.
 Impact : perte de performance de l'enveloppe.

MI, C, T

V
 Variable en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des linéaires.

Fa
 Risque de condensation (cf ligne ci-dessus).

Tronçonner les débords de fenêtres, les corniches, les acrotères, les marquises...
 Remplacements de ces éléments en béton par des structures désolidarisées (solution techniquement complexe pour certains ouvrages, comme les acrotères s'ils servent de relevés d'étanchéité. Préférer une isolation complète de ces éléments sur toutes leurs faces, comme le prévoient les DTU Etanchéité).
 Prise en compte du risque de faisabilité à la conception, et intégration dans l'étude thermique.

PONTS THERMIQUES

<p>Les règles d'urbanisme ont imposé qu'un des murs soit isolé par l'intérieur pour garder visible une façade classée. Les autres murs ont été isolés par l'extérieur créant ainsi une discontinuité de l'isolation au niveau des angles où se jouxtent les deux types d'isolation (ITI et ITE). Origine : réglementaire. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (439)</p>	C, T	V Variable en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des linéaires.	M Risque de condensation dans les angles (cf ci-dessus).	<p>Prise en compte des risques à la conception, et intégration dans l'étude thermique. Anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques nécessaire. La discontinuité de traitement thermique peut être rattrapée par un retour suffisant de l'ITI sur les murs isolés en ITE.</p>
<p>Les retours des tableaux (fenêtres) n'ont pas été isolés lors de la rénovation (ITE). Origine : défaut de conception. Impact : perte de performance de l'enveloppe. (482)</p>	Ml, C, T	V Variable en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des linéaires.	M Risque de condensation.	<p>Le retour de l'isolant en tableau a pour objet d'éviter des pathologies bien connues liées aux ponts thermiques. Ceci fait partie des règles de l'Art de base. Une solution consiste à déplacer les fenêtres existantes et à les positionner au nu extérieur du mur afin qu'elles soient dans le même plan que l'isolant (ITE). Ceci permet d'éviter d'isoler les retours des tableaux et d'éviter les ponts thermiques. Cette solution génère cependant d'autres risques, comme celui de la fixation déportée par rapport à la maçonnerie, surtout si l'épaisseur d'isolant est importante. Anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques nécessaire.</p>
<p>Les gaines de la VMC DF passent par l'extérieur dans l'isolant (ITE) affaiblissant ponctuellement l'épaisseur de l'isolation. Origine : état de l'existant et choix de conception Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>	C, T	V Variable en fonction de la performance à atteindre et suivant l'importance des linéaires.	Fa Attention aux spectres des façades enduites qui peuvent être différents à l'endroit des caissons recouvrant les gaines.	<p>Privilégier les passages de gaines (même isolées) à l'intérieur des bâtiments. Anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques nécessaire.</p>



▲ Les gaines de la VMC DF passent par l'extérieur dans l'isolant (ITE) affaiblissant ponctuellement l'épaisseur de l'isolation

PONTS THERMIQUES				
T	Fa	So	So	
<p>Les vitrages étant classés il a été nécessaire de les reproduire à l'identique et de respecter les motifs initiaux. Les nombreux croisillons ainsi recréés dégradent la performance du vitrage en créant des ponts thermiques.</p> <p>Origine : réglementaire.</p> <p>Impact : perte de performance de l'enveloppe.</p>				<p>Possibilité d'utiliser de faux croisillons mis en applique sur le vitrage, mais sans caractère fonctionnel. Les ponts thermiques sont ainsi évités.</p> <p>Dans la limite de l'autorisation de l'ABF, le petit bois peut être incorporé dans l'épaisseur du double vitrage. Il est aussi possible de prévoir une double fenêtre côté intérieur.</p>
<p>Phénomène de condensation important sur le seul mur qui n'a pas été isolé dans le logement. Les tapisseries ont été dégradées et se sont décrochées. L'insuffisance de ventilation dans le logement a renforcé le phénomène d'engorgement d'eau sur le seul mur froid...</p> <p>Origine : défaut de conception.</p> <p>Impact : risque pour la qualité sanitaire ou la QAI, surcoute. (499)</p>				<p>NB : une rénovation thermique de l'enveloppe ne peut pas être hétérogène. Les rénovations (isolation) par étapes présentent des risques de pathologies car tout pont thermique entraînera une concentration des flux avec risque élevé de condensation donc de pathologies.</p>

ISOLATION DES PLANCHER BAS			
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque	
		Performance énergétique	Pathologie
<p>Présence de réseaux existants en sous-face de dalle (eaux grises, plomberie, électricité...) limitant les épaisseurs d'isolants par endroits et créant une discontinuité de l'isolation à d'autres endroits.</p> <p>Origine : état existant non pris en compte en conception.</p> <p>Impact : performance thermique réelle inférieure à celle qui a été modélisée.</p>	<p>MI, C, T</p>	<p>Fa</p>	<p>Fa</p> <p>Attention aux réseaux de plomberie intégrés dans l'isolant en cas de fuite.</p>
			<p>Solution préconisée</p>
			<p>Désolidariser les réseaux de la sous-face de dalle avant d'isoler.</p> <p>Choisir un isolant adapté, par exemple projeté, et éviter les panneaux rigides pour pouvoir épouser au mieux la forme des tuyaux ou des gaines. Il est possible de noyer certains réseaux sous l'isolant pour autant qu'il n'y ait pas de raccords ou de soudures. Si c'est le cas, remplacer ces réseaux par des conduits en cuivre recuit (sans soudure). Il est également possible de faire des caissons aux endroits où passent les réseaux afin de les isoler avec un isolant fibreux ce qui permettra d'intervenir localement au besoin.</p> <p>NB : attention aux réseaux qui seraient laissés en dehors de l'isolant dans un espace où l'isolation de la dalle peut conduire désormais à un risque de gel des canalisations.</p>



ISOLATION DES PLANCHER BAS



- ▲ Présence de réseaux existants en sous-face de dalle
- ▲ Présence de réseaux existants en sous-face de dalle
- ▲ Présence de réseaux existants en sous-face de dalle

La hauteur sous plafond est trop faible dans les garages pour permettre une isolation suffisante du plancher bas en sous-face de dalle.
Origine : état de l'existant.
Impact : perte de performance de l'enveloppe.

MI, C, T

M
La faible isolation du plancher bas induit des déperditions conséquentes.

Fa
Risque d'inconfort thermique lié à la sensation de paroi froide si le plancher bas est très peu ou pas isolé.

Anticipation et compensation par d'autres dispositions thermiques nécessaires (isoler les garages par exemple...).
Utiliser des isolants sous vide dont 3 cm sont équivalents à 15 cm d'isolant conventionnel en moyenne, en étant vigilant à leur mise en œuvre.
Il est également possible d'adopter la solution consistant à isoler en sous face de plancher bas seulement le pourtour de la dalle sur une bande d'environ 1m de large (ce qui permet en outre de limiter les coûts).
En cas d'impossibilité, placer l'isolant sur la dalle, ce qui imposera de refaire les revêtements de sol. Un ensemble de problème seront alors à régler (bas de portes, marches d'escalier, seuils des baies, etc.). Dans cette configuration, attention à prendre en compte la migration de la vapeur d'eau qui ne sera pas possible vers le bas si la dalle est en béton.

SURCHAUFFES D'ETE ET D'INTERSAISON

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Pour des raisons patrimoniales et architecturales (ABF) il n'a pas été possible de réduire les surfaces vitrées très importantes ni d'installer des brise-soleil qui auraient dénaturé la façade classée. Origine : réglementaire. Impact : inconfort thermique.</p>	C, T	<p>Fo Risque fort si les objectifs de consommation sont drastiques (ajout de la climatisation).</p>	<p>M Risque d'inconfort thermique.</p>	<p>Sans possibilité de protéger le vitrage, choisir le moindre mal en optant pour un vitrage avec un très faible facteur solaire. Il est possible d'abaisser le facteur solaire par filmage sans déposer les vitrages. Une autre solution consiste à rajouter des occultants solaires derrière le vitrage même si leur efficacité sera moindre. Cela permet de réfléchir une partie du rayonnement.</p>

8.2. • Les équipements

RESEAUX DE CHAUFFAGE				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
Impossibilité de réaliser un calorifugeage d'une épaisseur satisfaisante autour des tuyaux de chauffage et d'ECS. La gaine technique existante étant trop étroite. Origine : état de l'existant. Impact : perte de performance des réseaux, surconsommation.	C	M Les besoins de chauffage étant très faibles la part des déperditions liée aux réseaux devient conséquente.	So	Créer de nouvelles gaines techniques aux dimensions adaptées. Par exemple, utiliser les anciennes loggias pour créer une gaine technique isolée. Remplacer les loggias par des balcons désolidarisés. Ceci évite les réseaux trop complexes (pertes de charges) et permet leur installation dans de bonnes conditions (calorifugeage...).

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)

Pour éviter les redondances, les constats qui concernent à la fois la VMC SF et la VMC DF ont été placés dans la partie suivante dédiée à la VMC DF. Ces constats « universels » sont repérables grâce à la mention : « ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation ».

Rappel : tous les défauts de maintenance et d'entretien des VMC DF ont un impact sur l'efficacité de ce type d'équipements. En cas de défaut de maintenance, il y a donc forcément un risque de perte de performance associé.

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
L'absence de local technique adapté a nécessité l'utilisation des combles pour placer les nouveaux équipements. Le détuilage d'une partie du toit a été nécessaire pour amener les équipements (CTA DF) avec une grue car il n'était pas possible de les faire passer par l'intérieur du bâtiment (à cause de leur taille, même en séparant les éléments). Origine : état de l'existant. Impact : allongement des délais, surcoût. (428) (ce constat vaut aussi pour les autres types de ventilation).	T	So	Fo Risque d'impossibilité de réaliser la maintenance préventive et curative.	Placer les CTA dans les combles non chauffés n'est pas l'idéal (pertes de chaleur importantes; nécessité de calorifuger tous les conduits et d'avoir une CTA elle-même très bien calorifugée). Par ailleurs, il n'est pas judicieux de placer la CTA dans un local très difficile d'accès et où la maintenance (changement de moteur par exemple) et l'entretien (changements réguliers des filtres d'air neuf, etc.) seront difficiles. Il est préférable dans ce cas d'explorer les systèmes de ventilation DF décentralisés. NB : l'inexistence quasi systématique des locaux techniques dans l'ancien est une grande difficulté pour pouvoir répondre aux exigences énergétiques actuelles. Dans l'ancien, il faut donc au maximum valoriser les approches passives en limitant les déperditions, en valorisant l'inertie thermique et seulement ensuite, par des équipements techniques, compléter l'encombrement par les équipements techniques peut ainsi être réduit.



VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)



▲ Livraison de la CTA avec une grue et en passant par le toit

Difficulté pour mettre en place le système de ventilation dans les bâtiments existants n'en disposant pas : cheminement des gaines complexes, diminution de la hauteur sous plafond (< 2,10 m), création de coffres parfois inesthétiques ou trop « neufs » par rapport au reste du bâtiment.
Origine : état de l'existant.
Impact : surconsommation (pertes de charges).
(467, 439, 433, 502)

MI, C, T

M
Surconsommations des auxiliaires.
La multiplication des coudes augmente le risque de fuite des réseaux aérauliques.

Fa
Difficulté pour régler de façon adéquate le renouvellement d'air.

Utiliser les anciens conduits de cheminées pour le passage des gaines.
Utiliser des gaines de formes ovales ou rectangulaires qui permettent un gain de place (tout en anticipant le nettoyage du réseau).
Fermer les loggias, en consacrant une partie de leur surface à la création d'une gaine technique isolée
Dans les configurations peu favorables, privilégier les systèmes de ventilation décentralisés.
NB : Un travail important doit être réalisé par la maîtrise d'œuvre lors de la conception pour préconiser le système de ventilation le plus adapté au projet de rénovation en fonction de nombreux facteurs comme le budget global (pose, entretien, maintenance), la faisabilité technique de la mise en œuvre, l'importance des pertes de charge, l'étanchéité à l'air du bâtiment, les circuits de flux d'air à maîtriser, etc.

Passage des gaines de la VMC DF par l'extérieur dans des coffrets bois de la même épaisseur que l'isolant (ITE).
Après séchage des enduits, le spectre des façades était différent sur les parties en bois (coffrets) par rapport aux parties sur isolation. Les enduits ont dû être refaits.
Origine : choix de conception.
Impact : allongement des délais, surcoûts pour l'entrepris.

C

So

Fo
Attention au risque d'infiltration au niveau des jointures entre isolant et coffret (pourrissement).

Privilégier le passage des gaines par l'intérieur.
Créer de véritables coffres isolés en surimposition sur les façades dans le cas où il n'est pas possible de faire passer les gaines de la VMC DF par l'intérieur.

VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE DOUBLE FLUX (VMC DF)				
<p>L'entretien du linoléum demande de le racler et de le poncer tous les 7-8 ans afin qu'il garde son aspect. Cela génère beaucoup de poussières qui s'engouffrent dans les réseaux de ventilation si le système n'est pas stoppé pendant les travaux et si les bouches n'ont pas été occultées.</p> <p>Origine : défaut d'exécution. Impact : risque pour la qualité sanitaire ou la QAI. (518, 513)</p>	<p>T</p>	<p>So</p>	<p>M</p> <p>Risque pour la QAI après travaux en cas d'encrassement des systèmes de ventilation (bouches, gaines, filtres).</p>	
<p>Privilégier les revêtements qui s'entretiennent facilement et qui sont résistants (avec du minéral en surface).</p> <p>Lors des opérations de ponçage, penser à éteindre la ventilation et à calfeutrer toutes les bouches du réseau aéraulique afin d'éviter l'accumulation de poussière dans les gaines et par voie de conséquence le colmatage des filtres lors de la remise en route du système.</p> <p>De façon générale, il ne faut jamais faire de travaux gênant beaucoup de poussières sans arrêter et protéger au préalable les systèmes de ventilation.</p>				
IMPACT DE L'AMELIORATION DE L'ENVELOPPE SUR LE FONCTIONNEMENT DES EQUIPEMENTS EXISTANTS				
Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>Après avoir réalisé une enveloppe parfaitement étanche, le poêle à bois existant qui n'a pas été changé (budget) lors de la rénovation ne fonctionne plus normalement. Il manque d'air pour la combustion. Le poêle n'étant ni adapté à un conduit de fumée concentrique, ni adapté pour avoir une prise d'air extérieur indépendante, la seule solution restante a été de trouser l'enveloppe pour faire rentrer de l'air dans la pièce où est situé le poêle.</p> <p>Origine : méconnaissance du problème par les concepteurs. Impact : pertes thermiques.</p>	<p>MI</p>	<p>Fo</p> <p>Débits de fuites parasites importants après ouverture de l'enveloppe.</p>	<p>Fo</p> <p>Risque sanitaire avec la production de monoxyde de carbone en cas de mauvaise combustion.</p>	<p>L'amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe implique obligatoirement le recours à des équipements de chauffage à combustion étanches et dont la prise d'air se fait à l'extérieur du bâtiment.</p> <p>NB : le non-respect de cette règle peut être grave de conséquence, car le poêle est le siège d'une combustion incomplète qui va produire du CO₂ gaz qui peut entraîner la mort. Par ailleurs, un poêle à bois est conçu pour un fonctionnement avec une combustion complète, c'est à dire avec une amenée d'air importante. La limitation de cette dernière provoque également une pollution forte pour l'extérieur.</p>



IMPACT DE L'AMÉLIORATION DE L'ENVELOPPE SUR LE FONCTIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS



▲ Bonne pratique, ce poêle dispose d'une arrivée d'air autonome, étanche et reliée à l'extérieur

L'amélioration de l'isolation de l'enveloppe et de son étanchéité à l'air diminue considérablement les besoins de chauffage. Ceci amène à un surdimensionnement des équipements de chauffage quand ceux-ci sont conservés après rénovation.

Origine : conservation des équipements existants.
Impact : vieillissement prématuré des équipements (court-cycles, encrassement, ect).

MI, C, T

Fo Rendements dégradés.

Fo Risque d'inconfort thermique.
Risque pour la durabilité de l'équipement.

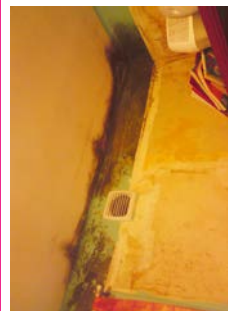
Systématiser les diagnostics poussés de l'existant.
Proposer une offre globale de rénovation.
Le changement systématique de la chaudière est obligatoire en rénovation car la puissance de cette dernière devient totalement inadaptée. Cependant, il est éventuellement possible, de façon temporaire, de faire fonctionner l'ancienne chaudière quelques heures par jour sur un ballon tampon d'où sera piloté la distribution de chauffage.



▲ Exemple d'équipement de chauffage devenant surdimensionné après rénovation de l'enveloppe

8.3. • Autres observations

Constat	Type d'usage	Evaluation du risque		Solution préconisée
		Performance énergétique	Pathologie	
<p>L'amélioration des isolations thermique et phonique de l'enveloppe a pour conséquence d'accroître la perception des nuisances sonores entre les logements. Des problèmes de voisinage apparaissent dans des immeubles où ils étaient inexistant avant la rénovation. Origine : défaut de conception. Impact : inconfort acoustique.</p>	C	So	M Risque d'inconfort acoustique.	<p>Les murs mitoyens et les cloisons séparatives doivent faire l'objet d'un traitement acoustique. Amélioration des diagnostics de l'existant et du traitement de l'ensemble des risques, voire d'arbitrages sur les différentes fonctions de service.</p>
<p>Dans le cas d'une rénovation en site occupé, le remplacement des fenêtres existantes, qui permettaient une ventilation naturelle, par des fenêtres très étanches à l'air, dans des bâtiments ne disposant pas d'une VMC initialement, a amené au développement de moisissures faisant suite à des phénomènes de condensation. Le problème est dû au fait que plusieurs mois se sont écoulés entre le remplacement des fenêtres et la mise en route de la VMC DF nouvellement installée. Origine : site occupé et choix de conception. Impact : risque sanitaire.</p>	C	So	M Risque pour la QAI Dégradation des parements intérieurs.	<p>Donner des consignes d'aération aux occupants pendant la durée des travaux. Choisir une période propice à l'aération des logements pour effectuer les travaux. Organiser le calendrier des travaux pour réaliser la VMC avant le remplacement des fenêtres. Mettre en place une ventilation mécanique provisoire de chantier. Il est impératif d'accompagner l'installation de fenêtres 100% étanches de la mise en œuvre d'une ventilation dans le même temps. Dans le cas contraire, les débits de renouvellement d'air neuf réglementaire ne sont pas assurés et les ouvrages peuvent être considérés impropres à l'occupation.</p>



▲ Développement de moisissures pendant les travaux en site occupé (ventilation non active et remplacement des fenêtres)



Principaux enseignements

9



Cette quatrième année d'enquête permet de conforter un certain nombre de tendances qui se sont dessinées les années précédentes. Voici quelques secteurs particulièrement sensibles qui seront sans aucun doute les grands chantiers de demain.

L'étanchéité à l'air semble mieux comprise et mieux maîtrisée et les résultats des tests vont souvent au-delà des exigences. Cependant, la question se pose de savoir quels moyens ont été mis en œuvre pour atteindre les résultats mesurés et quelle sera la durabilité des matériaux utilisés. Si dans le neuf toutes les solutions et tous les produits existent pour effectuer une très bonne étanchéité à l'air, des difficultés demeurent cependant en rénovation ou il est parfois délicat de traiter certains points singuliers...

Les progrès liés à l'étanchéité à l'air, exacerbent la nécessité de bien concevoir et de bien réaliser les systèmes de ventilation. Une montée en compétence de l'ensemble des acteurs est indispensable dans ce domaine. En effet, la ventilation qui jusqu'alors pouvait être défaillante sans avoir de conséquence trop lourde (car compensée par les fuites parasites), devient l'élément central et indispensable pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur ; cette dernière dépendant aujourd'hui exclusivement du bon fonctionnement des installations de ventilation. L'amélioration de l'étanchéité à l'air s'accompagne d'autres difficultés comme le problème du séchage des bâtiments en phase chantier qui doit être anticipé en amont.

Toujours en lien avec l'amélioration de l'enveloppe et de l'étanchéité à l'air, un autre grand défi se profile et va nécessiter plus de travail en conception. Il s'agit de la prise en compte de la diffusion de la vapeur d'eau au travers des parois, phénomène trop souvent négligé voire ignoré lors des études de conception. Une attention particulière doit être portée à ce point de vigilance et notamment en rénovation où s'ajoutent parfois d'autres problèmes liés à l'humidité.

Pourtant signalé depuis 2010, le surdimensionnement des équipements de chauffage continue à être observé de façon récurrente dans les projets. Il s'explique par l'inadéquation entre les besoins de chauffage très faibles (enveloppe très isolée) et la mise en place de générateurs plusieurs fois trop puissants. Les conséquences sur le rendement et la durabilité de ces systèmes sont lourdes. Par ailleurs, le calorifugeage des réseaux est encore trop souvent négligé alors que les déperditions de ces derniers représentent une part croissante des consommations d'énergie.

L'absence de véritables locaux techniques est toujours à déplorer autant dans les constructions neuves que dans les projets de rénovations. Les équipements sont pourtant de plus en plus nombreux, notamment avec l'utilisation des EnR, et nécessitent pour certains une maintenance plus régulière que par le passé. Il faut donc prévoir des locaux techniques de tailles suffisantes, et facilement accessibles pour permettre les opérations d'entretien et de maintenance.

Si l'isolation semble bien maîtrisée dans la plupart des opérations visitées, à l'exception de quelques défauts de mise en œuvre, le confort d'été, lui, est souvent oublié. Nombre de projets sont soumis à des surchauffes en été et en intersaison. Cette tendance, également identifiée dès les premiers retours d'expériences en 2010 continue à être observée de façon récurrente. Là encore, plus de moyens doivent être consacrés en conception afin de bien dimensionner les protections solaires et trouver l'optimum entre apports solaires (hiver), protections contre les rayonnements (été) et gestion de l'éclairage naturel. Seule une modélisation peut permettre de définir les protections solaires qui seront adaptés à chaque projet. Les concepteurs devront également tenir compte des apports internes, de l'occupation, de l'inertie, de la ventilation naturelle, etc. afin de réaliser des bâtiments confortables toute l'année.

Force est de constater que les installations munies de GTB/ GTC nécessitent de gros moyens humains et un niveau de compétence élevé pour effectuer les réglages et les faire fonctionner correctement. Ceci doit être pris en compte dès la définition des projets et il faut s'assurer que ces moyens humains seront effectivement mis en œuvre en phase d'exploitation.

Une réflexion poussée doit également être menée au sujet de l'éclairage. Quelle part laisser aux usagers ? La technologie installée (détecteurs, sondes, gradateurs, etc.) semble ne pas convenir à toutes les utilisations et laisse souvent à désirer. Les temps de réglages sont parfois chronophages et à défaut de réglages adaptés, ces systèmes sont sources d'inconfort ou de surconsommations.

Enfin, la rénovation cumule souvent toutes les difficultés et nécessite un travail de conception poussé à commencer par la réalisation de diagnostics de l'existant (thermique, étanchéité à l'air, humidité, etc.). Seule une vision globale, et la compréhension des interactions qui existent entre les différents systèmes (enveloppe, équipements, etc.) peuvent garantir le succès des travaux engagés. L'étude REX BP&R montre que trop de contreperformances sont encore observées

du fait d'une vision partielle du fonctionnement des bâtiments et que les actions isolées, sans tenir compte de l'ensemble, génèrent des pathologies.

De façon plus générale, il semble nécessaire de rappeler que la performance globale d'un bâtiment n'est pas égale à la somme des performances de chacun de ses composants pris individuellement ; même si ceux-ci sont intrinsèquement très performants. La même logique s'applique aux différents acteurs qui doivent absolument travailler de concert et en transversalité. Seule une vision systémique permettra de répondre aux exigences globales attendues.



Conclusion

10



L'étude REX Bâtiments performants & Risques est unique en France et en Europe, par sa nature et par sa portée. Elle a pour but d'apporter à tous les acteurs, l'écho des réalités du terrain. L'erreur est un facteur d'apprentissage pour tous. Elle est d'autant plus utile qu'elle est transformée en expérience ; d'autant plus efficace qu'elle est analysée et associée à une solution.

Ce rapport est le fruit d'un travail collectif et du consensus entre les spécialistes de différents bords ne partageant pas toujours la même vision des choses. C'est ce qui fait sa richesse. La méthode utilisée a fait ses preuves mais elle reste perfectible tout comme l'est ce document qui se heurte au niveau de connaissance actuel. Malgré le grand nombre de désordres déjà identifiés, certaines techniques constructives, certains produits et certains procédés innovants n'ont pas encore fait l'objet de retours d'expériences. De plus, les bâtiments visités étant très récents, il n'est pas possible dès aujourd'hui d'anticiper tous les potentiels futurs désordres.

Au-delà des aspects purement techniques présentés dans ce document, l'étude REX BP&R invite les acteurs à changer leur regard sur l'échec, et les incite à comprendre leurs erreurs et à s'en servir comme d'un tremplin. Le retour d'expériences peut être pratiqué par chacun, il suffit de se remettre en question et de se retourner sur ses propres réalisations pour en tirer les enseignements ; c'est aussi cette philosophie que l'étude REX BP&R a l'ambition d'essaimer, afin de garantir les performances et la qualité souhaitées dans les bâtiments de demain.



11

Annexe I : Définitions



11.1. • Qualité de la construction

La définition retenue pour qualifier la notion de qualité est la suivante :

« au sens de l'ouvrage, la qualité est le résultat de l'action de construire en respectant les exigences requises par le programme ou par le client final ».

Cette définition peut se décliner sous trois formes interreliées :

la qualité voulue qui correspond à la conformité de l'ouvrage avec ce qui est annoncé dans le programme ;

la qualité rendue qui est le résultat effectif de la réalisation et qui dépend à la fois des produits et des acteurs ;

la qualité perçue qui correspond à la conformité de l'ouvrage avec les attentes des usagers.

Dans le contexte actuel, avec la mise en œuvre des exigences de résultats, la notion de durabilité en termes de résistances techniques et de performances vient s'ajouter à cette définition.

Dans ces conditions, il est difficile d'établir des mesures de la qualité sans se référer préalablement à un cadre qui définit la qualité comme une conformité (ou, par défaut, une non-conformité) à des spécifications de diverses natures. La qualité peut donc s'entendre comme la conformité à la réglementation, puisque cette dernière détermine le champ des exigences de base à un instant donné.

Elle peut également, par défaut, recouvrir la notion de pathologie¹, qui peut être définie comme un désordre de nature à compromettre



la solidité de l'ouvrage et à affecter les éléments de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos et de couvert ou à le rendre impropre à sa destination, lorsque le dommage affecte l'ouvrage de l'un de ses éléments constitutifs ou l'un de ses éléments d'équipement.

Enfin, la notion de qualité recouvre de façon plus large, celle de qualité d'usage, au sens de l'adéquation entre la fonction et les attentes des utilisateurs.

11.2. • Les non-qualités

On entend par non-qualité tout événement qui soulève un problème non résolu et qui attend une solution. La gravité des non-qualités permet de classer ces dernières en trois catégories : les difficultés, les dysfonctionnements et les dommages, définis comme suit :

Niveau de gravité	Degré de désordre	Mode de prise en charge
Difficulté (gravité faible)	La non-qualité se manifeste par une complication, une pénibilité accrue, qui implique un effort ou un coût supplémentaire de(s) intervenant(s) pour livrer la commande	La difficulté est prise en charge par le ou les intervenant(s), parfois accompagné(s) de spécialistes
Dysfonctionnement (gravité moyenne)	La non-qualité se manifeste par un défaut de fonctionnement : l'élément ne remplit pas sa fonction en regard du niveau (de performance, de confort, de consommation...) annoncé ou attendu	Le dysfonctionnement d'un élément d'équipement non incorporé (revêtements, gaines, menuiseries, équipements techniques...) peut être pris en charge par la garantie de bon fonctionnement si la défaillance (décollement, fissure, défaut de fabrication...) est constatée dans le délai de deux ans après la réception
Dommage à caractère décennal (gravité forte)	La non-qualité se manifeste avec un dommage qui atteint l'intégrité et/ou la solidité de l'ouvrage ; il peut mettre en cause la propriété à destination	Le dommage est généralement pris en charge par l'assurance construction décennale, suite à une déclaration de sinistre

▲ Les différents degrés de non-qualité

Des causes économiques, techniques, humaines et réglementaires peuvent être à l'origine des non-qualités observées. En voici quelques exemples : des délais de conception et de réalisation trop courts, le manque d'encadrement technique sur les chantiers, la dilution des responsabilités des intervenants, le manque de coordination sur chantier – en particulier lorsque la réalisation d'un élément d'ouvrage nécessite de multiples interfaces, le non-respect des prescriptions, la définition imprécise des programmes (ou leur fluctuation en cours de réalisation), la rapidité des évolutions des techniques et des produits (inégalement selon les lots), la sophistication des produits, le manque de savoir-faire ou d'actualisation des compétences, le foisonnement des

évolutions réglementaires, la sous-traitance en cascade, le manque d'entretien des bâtiments, le niveau de prix des marchés, le niveau de détail du projet en amont...

11.3. • Les opportunités de qualité

L'opportunité de qualité correspond à la possibilité d'améliorer la qualité d'un élément donné ou d'en augmenter la durabilité. Ce terme recouvre les bonnes pratiques qui peuvent être élaborées pour pallier une difficulté.





12

Annexe 2 : Glossaire

- ABF : Architecte des Bâtiments de France
- ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- AEV : Air Eau Vent (classement)
- APD : (Etude) d'Avant- Projet Définitif
- AO : Appel d'Offres
- AQC : Agence Qualité Construction
- AMO/AMOA : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage
- AMOE : Assistance à Maîtrise d'Œuvre
- ATec : Avis Technique
- ATEx : Appréciation Technique d'Expérimentation
- BBC : Bâtiment Basse Consommation
- BEPOS : Bâtiment à Energie POSitive
- BE (Th) : Bureau d'Études (Thermique)
- BEEP : réseau Bâti Environnement Espace Pro
- C : bâtiment Collectif
- CCS : Cahier des Clauses Spéciales
- CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières
- CEE : Certificats d'Économie d'Énergie
- CEP : Consommation en Energie Primaire
- CESI : Chauffe-Eau Solaire Individuel
- CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement
- CO : Monoxyde de carbone



- COV : Composé Organique Volatil
- CPC : Commission Prévention Construction
- C2P : Commission Prévention Produits
- CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- CTA : Centrale de Traitement d'Air
- CVR : Coffre de Volet Roulant
- CSPS : Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé
- DO : Dommages-Ouvrage
- DGPF : Décomposition du Prix Global et Forfaitaire
- DTU : Document Technique Unifié
- ECS : Eau Chaude Sanitaire
- EDF : Électricité De France
- EF : Eau Froide
- EnR : Energie Renouvelable
- EP : Énergie Primaire
- ERP : Établissement Recevant du Public
- ERDF : Electricité Réseau Distribution France
- FEEBAT : Formation aux Économies d'Énergies des entreprises et artisans du BATiment
- FS : Facteur Solaire
- GTB : Gestion Technique du Bâtiment
- GTC : Gestion Technique Centralisée
- HQE : Haute Qualité Environnementale
- ITE : Isolation Thermique par l'Extérieur
- ITI : Isolation Thermique par l'Intérieur
- ITR : Isolation Thermique Répartie
- MCP : Matériaux à Changement de Phase
- MI : Maison Individuelle
- MOA : Maîtrise d'Ouvrage
- MOE : Maîtrise d'Œuvre
- PA : Pathologie
- PAC : Pompe à Chaleur
- PAQ : Plan d'Assurance Qualité
- PE : Performance Energétique

- PLU : Plan Local d'Urbanisme
- POS : Plan d'Occupation des Sols
- PMR : Personne à Mobilité Réduite
- PSE : Polystyrène Expansé
- PUR : Polyuréthane
- PV : PhotoVoltaïque
- QAI : Qualité de l'Air Intérieur
- RAGE 2012 : programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
- RDC : Rez-De-Chaussée
- REX : Retour d'Expériences
- RT : Réglementation Thermique
- RCD : Responsabilité Civile Décennale
- SDF : Sans Domicile Fixe
- SHAB : Surface HABitable
- SHON : Surface Hors Œuvre Nette
- STD : Simulation Thermique Dynamique
- T : bâtiment Tertiaire
- TL : Transmission Lumineuse
- TV : TéléVision
- VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée
- VMC DF : Ventilation Mécanique Contrôlée Double Flux



PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



RETOURS D'EXPÉRIENCES (REX)

BÂTIMENTS PERFORMANTS
& RISQUES

VERSION 3 - OCTOBRE 2014

Ce rapport est le fruit de 4 ans d'enquête dans plus de 400 bâtiments performants en France. Il capitalise les retours d'expériences des acteurs précurseurs de la construction à basse consommation et de la construction à haute qualité environnementale. Les principales non-qualités qui ont été observées sur le terrain y sont présentées ainsi que des solutions correctives et des bonnes pratiques.

Les résultats de cette étude ont alimentés les différents travaux engagés par le Programme RAGE, notamment l'écriture de nouveaux documents techniques de référence.

Par ailleurs, le partage de ces retours d'expériences a pour but la sensibilisation de l'ensemble des acteurs du secteur de la construction. Il s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la qualité, en permettant que les erreurs recensées ne soient pas réitérées à l'avenir. Il a également vocation à servir de ressource pour alimenter les formations se basant sur l'apprentissage par l'erreur.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

