



VIA-Qualité

Guide pratique à destination des constructeurs de maisons individuelles

Mettre en œuvre une démarche pour améliorer la qualité de l'air intérieur en maisons individuelles

Version 1.0

Juin 2016



Rhône-Alpes Région

ADEME - Appel à projets Recherche et Développement

Connaissances, Réduction à la source et Traitement des Émissions dans l'Air, Édition 2012 - 2013

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Appel à Projets Recherche et Développement
"Connaissances, Réduction à la source et Traitement des Émissions dans l'Air"
CORTÉA / Édition 2012-2013

Ce document est extrait des travaux réalisés dans le cadre du projet CORTEA VIA-Qualité coordonné par le Cerema. Les personnes ayant contribué à ce projet sont présentées ci-dessous :



Direction Territoriale Centre-Est (Pilote du projet)

Gaëlle Guyot (coordinatrice), Sandrine Charrier, Romuald Jobert, Adeline Bailly, Sylvain Berthault, Alexis Huet, Myriam Olivier

Direction Territoriale Sud-Ouest

Enora Parent



ALLIE'AIR

Anne-Marie Bernard, Gabrielle Perez, Julien Boxberger



ICEE

François-Rémi Carrié



MEDIECO

Claire-Sophie Coeudevez, Suzanne Déoux, Sandra Berlin



ALDES Aéraulique

Damien Labaume, Serge Buseyne



Azimut Monitoring

Rémy Saudino, Valérie Delbart



SGS Multilab

Sandrine Justet, Jean-Philippe Circal

Ce document s'appuie sur des échanges avec des professionnels et des retours d'expérience sur 8 maisons individuelles, dont 4 fournies par Geoxia Rhône-Alpes. Ces maisons furent le support d'expérimentations de processus s'inscrivant dans une démarche qualité.



Groupe Geoxia

Philippe Boyer, Nicolas Bourgeon



Sommaire

Avant-propos	1
Remerciements	2
Auteurs	2
Reproduction et diffusion du guide	2
Avertissement	3
Introduction	5
1 Pourquoi s'engager dans une démarche qualité "ventilation" ou "qualité de l'air intérieur" (QAI) ?	6
1.1 Qu'est-ce qu'une démarche qualité "ventilation" ou "QAI" ?	6
1.2 Quels sont les objectifs de la démarche ?	6
1.3 Quels sont les cadres de formalisation de telles démarches ?	7
1.4 Quels sont les enjeux de la qualité de l'air intérieur (QAI) ?	7
1.4.1 L'air, un besoin vital permanent	8
1.4.2 La qualité de l'air intérieur, un enjeu majeur de santé publique	8
1.4.3 La qualité de l'air intérieur, un réel enjeu économique	9
1.4.4 La qualité de l'air intérieur, un enjeu énergétique	9
1.5 Que savons-nous de la QAI dans les logements ?	10
1.5.1 Les statistiques nationales sur la ventilation	10
1.5.2 Analyse détaillée des contrôles réglementaires sur les dysfonctionnements de la ventilation	11
1.5.3 Retours d'expérience sur la QAI dans les maisons à basse consommation d'énergie	13
1.6 Quelle est la responsabilité des acteurs ?	15
1.7 Quels résultats attendus ?	16
1.7.1 Limiter l'exposition des occupants à des polluants	16
1.7.2 Maîtriser les gaspillages d'énergie	16
1.7.3 Sécuriser les performances et la conformité réglementaire	17
1.7.4 Economiser sur le Service Après-Vente et améliorer la satisfaction client	17
1.7.5 Valoriser ses prestations, se démarquer de ses concurrents	17
2 Comment développer une démarche qualité "ventilation" ou "QAI" ?	18
2.1 Organiser le développement de la démarche en créant une dynamique au sein de ma structure	18

2.2 Impliquer les acteurs	19
2.2.1 Le porteur de la démarche	19
2.2.2 Le pilote du développement de la démarche	19
2.2.3 Le responsable de la démarche	19
2.2.4 Les acteurs de la maîtrise d'œuvre et de l'exécution	19
2.2.5 Les fabricants et distributeurs de produits de construction et de systèmes de ventilation	21
2.2.6 Le client et l'occupant	21
2.3 Former les acteurs	21
2.4 Définir les indicateurs de performance de la démarche qualité	23
2.5 Définir les objectifs principaux de la démarche	24
2.6 Définir le domaine d'application de la démarche	27
2.7 Les étapes clés pour développer la démarche	28
2.8 Parler de démarche qualité à mon client	29
2.9 Mesurer ses progrès	29

3 Fiches pratiques pour développer une démarche qualité "ventilation" ou "QAI" 30

3.1 Evaluer sa production	30
3.1.1 De quoi parle-t-on ?	30
3.1.2 Quelles questions se poser ?	30
3.1.3 Comment s'améliorer ?	30
3.2 Envisager des améliorations techniques et organisationnelles	31
3.2.1 De quoi parle-t-on ?	31
3.2.2 Quelles questions se poser ?	31
3.2.3 Comment s'améliorer ?	31
3.3 Formaliser qui fait quoi, quand et comment	32
3.3.1 De quoi parle-t-on ?	32
3.3.2 Quelles questions se poser ?	32
3.3.3 Comment s'améliorer ?	33
3.4 Mettre en œuvre et suivre la démarche	33
3.4.1 De quoi parle-t-on ?	33
3.4.2 Quelles questions se poser ?	33
3.4.3 Comment s'améliorer ?	33
3.5 Consolider, corriger la démarche	34
3.5.1 De quoi parle-t-on ?	34
3.5.2 Quelles questions se poser ?	34

3.5.3 Comment s'améliorer ?	34
4 Fiches-exemples processus	35
P01 - Processus évaluation de la production (état des lieux)	37
P02 - Processus analyse du site	39
P03 - Processus élaboration du projet	42
P04 - Processus formation	44
P05 - Processus engagement des entreprises	46
P06 - Processus suivi de l'application de la DQ	47
P07 - Processus suivi de chantier	48
P08 - Processus tracer et lever un écart	49
P09 - Processus contrôle des performances de la DQ	51
P10 - Processus suivi de la vie du bâtiment	52
Fiche-exemple support : Dossier technique type	53
5 Abréviations	55
6 Bibliographie	56
6.1 Guides pratiques et recommandations	56
6.2 Ouvrages, rapports, articles	57
6.3 Documents normatifs	57
6.4 Réglementation	57
6.5 Sites internet	58
7 Annexe : Evaluation de la qualité de l'air intérieur	59

Avant-propos

Avoir un air "sain" chez soi paraît une demande légitime, voire évidente. Pourtant, les travaux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur ont montré dès 2007 que l'air que nous respirons dans nos logements est souvent pollué avec, par exemple, la présence de moisissures dans 37% des logements, ou de formaldéhyde en concentration excessive dans la quasi-totalité des logements. Par ailleurs, les contrôles réglementaires révèlent avec une constance troublante des taux de non-conformité des systèmes de ventilation à la réglementation hygiène de l'ordre de 65% en maisons individuelles. En d'autres termes, 2 installations de ventilation sur 3 ne sont pas conformes alors que leur bon fonctionnement est un prérequis essentiel pour évacuer les polluants intérieurs.

Le label BBC Effinergie puis la Réglementation Thermique RT 2012 ont été des moteurs essentiels dans la prise de conscience d'une amélioration nécessaire de l'étanchéité à l'air des bâtiments pour limiter les consommations énergétiques des bâtiments. Mais force est de constater que la sensibilisation des acteurs nécessaire pour garantir les performances des systèmes de ventilation dans des bâtiments relativement étanches fut insuffisante, malgré les efforts des pouvoirs publics.

Dès 2011, le Plan Bâtiment Durable a lancé une réflexion sur le bâtiment durable à l'horizon 2020-2050. Dans son rapport "Cap sur le futur Bâtiment Responsable" publié en novembre 2014, le groupe baptisé RBR 2020-2050 recommande pour les futurs labels d' "intégrer la qualité de l'air intérieur dans les critères du bâtiment responsable. En particulier, la vérification de la qualité des installations de ventilation (débit, contrôle des polluants internes), la prévention et le contrôle de l'excès d'humidité et de condensation pourraient utilement constituer une première étape."

Mais au-delà d'une forte incitation ou d'une exigence qui pourrait devenir réglementaire, le marché doit être prêt à relever le défi. Ce document s'inscrit résolument dans cette perspective d'évolution, avec pour but d'aider les constructeurs de maisons individuelles dans une démarche d'amélioration de la qualité de l'air des logements qu'ils produisent.

Remerciements

Ce document a été réalisé dans le cadre du projet de recherche VIA-Qualité soutenu par l'ADEME, la Région Rhône-Alpes, le MEDDE (DGALN/DHUP/QC). Ce projet fut initié et coordonné par Gaëlle Guyot (Cerema) dans le cadre du programme CORTEA (Connaissances, Réduction à la source et Traitement des Emissions dans l'Air, convention n° 1304C0014). Ce projet a été particulièrement soutenu par Pierre Deroubaix, chef de projet (ADEME), Benoît Philibert (Région Rhône-Alpes), ainsi que Anne-Marie Soulier, Floriane Le Poulennec (Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, Ministère du Logement et de l'habitat durable, DGALN DHUP).

Auteurs

Les auteurs principaux de ce document sont :

François Rémi Carrié (ICEE), Sandrine Charrier, Gaëlle Guyot et Romuald Jobert (Cerema)

Avec les contributions de :

Anne-Marie Bernard, Julien Boxberger (ALLIE'AIR)

Damien Labaume (Aldes)

Enora Parent, Jocelyne Ponthieux (Cerema)

Sandra Berlin, Claire-Sophie Coeudevez et Suzanne Déoux (MEDIECO)

Reproduction et diffusion du guide

Copyright ©Cerema

L'utilisation du présent document doit faire l'objet d'une référence explicite au projet VIA-Qualité dans toute publication écrite (rapports, journaux, revues, etc.) ou communication orale. La citation du document sera la suivante :

VIA-Qualité (2016). Guide pratique à destination des constructeurs de maisons individuelles. Mettre en œuvre une démarche pour améliorer la qualité de l'air intérieur en maisons individuelles. Rapport Cerema, 2016.

La reproduction et la diffusion gratuite de ce document dans son intégralité sous forme électronique ou papier sont libres.

Avertissement

Ce document n'a pas de valeur réglementaire. Même si le document a été élaboré en prenant en compte les référentiels existants, il ne se substitue pas aux exigences réglementaires, notamment de l'annexe VII de la Réglementation Thermique 2012, modifiée par l'arrêté du 19/12/2014 (annexe de l'arrêté du 19 décembre 2014 modifiant les modalités de validation d'une démarche qualité pour le contrôle de l'étanchéité à l'air par un constructeur de maisons individuelles ou de logements collectifs et relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments collectifs nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment collectif). Son utilisation ne saurait engager la responsabilité des organismes ayant contribué à sa rédaction ni des professionnels consultés pour son élaboration.

Le document vise à faciliter la tâche des professionnels qui souhaitent mettre en place une démarche qualité pour la ventilation et la qualité de l'air dans le cadre de contrats de construction de maisons individuelles. Néanmoins, ce document n'est pas exhaustif et sa simple reproduction ne peut suffire à justifier la mise en place d'une démarche qualité. En particulier, les utilisateurs de ce document doivent adapter les processus et supports proposés au contexte des procédures existantes chez la maîtrise d'œuvre visée.

Ce document a été développé en cohérence avec les pratiques courantes et les obligations réglementaires des constructeurs de maisons individuelles. En particulier, il s'appuie sur le contrat de construction de maison individuelle encadré par la loi n°90-1129 du 19 décembre 1990 et le code de la construction et de l'habitation. Néanmoins, la plupart des éléments pourraient être utiles pour d'autres formes de maîtrise d'œuvre souhaitant s'engager dans des démarches qualité ou améliorer leurs pratiques. La transposition vers d'autres maîtrises d'œuvre nécessitera *a minima* une restructuration des actions en fonction des acteurs impliqués.

Introduction

La qualité de l'air à l'intérieur des logements est un élément déterminant pour notre qualité de vie et notre santé. Son influence est clairement établie sur des troubles mineurs tels que nausées, fatigue, maux de tête, somnolence, gêne olfactive, irritations respiratoires et oculaires, jusqu'à l'apparition ou l'aggravation de pathologies comme intoxications aiguës ou chroniques, affections respiratoires et allergiques, troubles neurologiques, cancer du poumon, leucémies, maladies cardiovasculaires. Par ailleurs, le coût colossal d'une mauvaise qualité de l'air intérieur, aujourd'hui estimé à 19 milliards d'euros par an en France¹, tout comme le coût et l'impact énergétique de solutions qui peuvent être mises en œuvre pour limiter la pollution de l'air intérieur rendent cette question incontournable pour notre société, tant en termes de santé publique, d'économie et de politique environnementale et énergétique.

Pour répondre à ces enjeux, l'expérience montre qu'on ne peut se contenter de travailler comme d'habitude : nous devons évaluer ce qui fonctionne et surtout ce qui ne fonctionne pas ; nous devons changer nos pratiques pour remédier aux problèmes, ou tout du moins, pour les atténuer. C'est évidemment un défi majeur car nous touchons à des habitudes fortement ancrées dans nos esprits, tant dans l'acte de construire que dans l'usage du bâti. Mais il n'est pas pour autant impossible à relever.

Ce guide explique comment un constructeur de maisons individuelles peut mettre en œuvre une démarche pour évaluer et améliorer la qualité de l'air intérieur des logements qu'il construit. Inspirée des "démarches qualité", il détaille les différentes étapes du développement et de la mise en pratique d'une telle démarche, depuis l'état des lieux jusqu'à l'évaluation périodique. Bien qu'écrit en cohérence avec les obligations légales des constructeurs de maisons individuelles, il peut être utile pour d'autres formes de maîtrise d'œuvre souhaitant s'engager dans de telles démarches.

¹ Anses/ABM/CSTB. Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur. Rapport Convention Anses/ABM/CSTB – N° 2011-CRD-11. Avril 2014.

1 Pourquoi s'engager dans une démarche qualité "ventilation" ou "qualité de l'air intérieur" (QAI) ?

1.1 Qu'est-ce qu'une démarche qualité "ventilation" ou "QAI" ?

Une démarche qualité consiste à formaliser et mettre en place une organisation pour répondre aux attentes implicites ou explicites des bénéficiaires, dans notre cas, les attentes exprimées ou non des propriétaires et occupants des logements vis-à-vis de la qualité de l'air et des systèmes de ventilation.

Une telle démarche permet de fédérer les acteurs autour d'un objectif commun lié à une prestation. Son application doit permettre d'atteindre systématiquement cet objectif et d'améliorer la prestation en mesurant son efficacité avec des indicateurs.

La démarche concerne l'ensemble de la prestation, depuis le premier contact client pour définir le projet, jusqu'à la livraison du bâtiment construit et même jusqu'à l'accompagnement de l'occupant dans son logement.

Dans cet ouvrage, nous distinguons 2 types de démarche qualité :

- Une démarche qualité "ventilation", dont la finalité est de garantir au client une maison dans laquelle le renouvellement d'air est assuré, de manière permanente et à hauteur des exigences réglementaires.
- Une démarche qualité "QAI", dont la finalité est à la fois de limiter les concentrations de polluants à l'intérieur et de garantir le bon fonctionnement du système de ventilation (prérequis pour une bonne qualité de l'air).

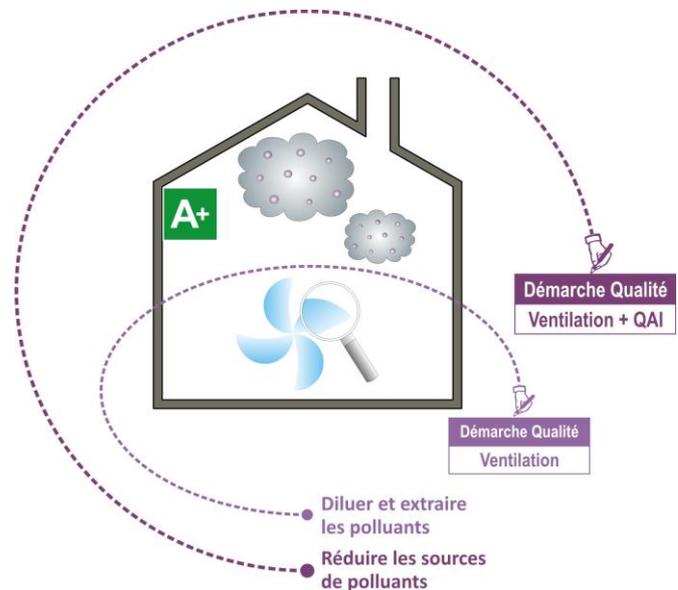


Figure 1: Illustration du périmètre des 2 démarches qualité

1.2 Quels sont les objectifs de la démarche ?

Les objectifs visés par la démarche qualité doivent être définis par le porteur de la démarche, en particulier, à la lumière d'un état des lieux permettant de déterminer ces objectifs. Les objectifs doivent être mesurables et, dans notre cas, concernent *a minima* le respect :

- Des dispositions fonctionnelles du système de ventilation (vérification que chaque composant est installé correctement et au bon endroit).
- De la mise en œuvre des produits prescrits dans la note technique du dossier technique concernant le système de ventilation (vérification que les produits inscrits dans la note technique sont ceux installés sur chantier).

-
- Des exigences de la note technique du dossier technique concernant l'étiquetage des émissions de polluants volatils des produits de construction utilisés sur le chantier selon l'arrêté du 19 avril 2011 (pour la démarche QAI).
 - Des débits/dépressions mesurés aux bouches d'extraction et/ou d'insufflation (selon la nature du système de ventilation installé).
 - De la classe d'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation prescrite dans la note technique.
 - De dispositions pour limiter l'exposition des occupants au radon.

Et de façon optionnelle, pour la démarche "QAI" :

- De valeurs de référence concernant l'exposition au radon, aldéhydes dont le formaldéhyde, composés organiques volatils totaux (COVT), de particules fines (PM 2,5), monoxyde carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂, en tant que traceur de bio-effluents et indicateur de confinement). Dans certains cas (appareils à combustion, garages accolés), il peut être pertinent de mesurer d'autres polluants comme le benzène.

Le respect de ces objectifs sera contrôlé par échantillonnage, à réception (sauf pour la vérification des concentrations qui, selon les polluants, pourra ou devra être en partie réalisée en phase d'occupation).

1.3 Quels sont les cadres de formalisation de telles démarches ?

Le développement et la mise en œuvre d'une démarche qualité sont accessibles à n'importe quel type de structure, quelle que soit sa taille.

Une telle démarche ne nécessite pas le respect d'un cadre spécifique, mais nécessite une formalisation des dispositions techniques et organisationnelles prises pour assurer un bon fonctionnement des systèmes de ventilation et limiter l'exposition des occupants à des polluants. Généralement, cette formalisation prendra la forme d'un document structurant, qui présente la démarche dans son ensemble et qui s'appuie sur des processus et des documents supports.

Pour diverses raisons, un constructeur pourra adopter un cadre spécifique adapté à sa structure, les plus connus et pertinents dans notre cas étant la norme ISO 9001 et la réglementation thermique (annexe de l'arrêté du 19 décembre 2014 modifiant les modalités de validation d'une démarche qualité pour le contrôle de l'étanchéité à l'air par un constructeur de maisons individuelles ou de logements collectifs et relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments collectifs nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment collectif).

Puisqu'elle ne concerne qu'une petite partie du processus de construction et donc de la qualité finale du produit (la maison), une démarche qualité QAI sera d'autant plus robuste chez un constructeur qu'elle sera intégrée formellement à son processus global d'élaboration, de mise en œuvre et de livraison des opérations.

1.4 Quels sont les enjeux de la qualité de l'air intérieur (QAI) ?

La qualité de l'air intérieur est une évaluation de l'exposition des occupants aux polluants présents dans l'environnement intérieur. Vu la multitude de polluants concernés (Figure 2), cette évaluation est souvent qualitative et fonction de dispositions prises pour limiter, diluer ou extraire les sources, ou fonction de concentrations de polluants particuliers.

La qualité de l'air intérieur dépend de nombreux paramètres et notamment de l'air extérieur, de la nature du sous-sol, des produits de construction, des équipements et des systèmes du bâtiment, du mobilier, des occupants et leurs activités (Figure 3). C'est un élément déterminant pour notre qualité de vie et notre santé, lourd de conséquences sur les plans socio-économiques et énergétiques.

1.4.1 L'air, un besoin vital permanent

- L'air est un besoin permanent : on respire 100 % du temps dont plus de 80 % dans des espaces clos et 67 % dans notre logement.
- La quantité d'air inhalé chaque jour est impressionnante : 12 000 litres d'air soit environ à 15 kg alors que nous n'ingérons que 2 kg d'aliments et 2 kg de liquide.
- Le poumon est un organe stratégique, une interface considérable entre l'air et le sang : alors que la peau représente seulement une surface de 2 m², celle du poumon atteint 75 m².
- La rapidité des échanges gazeux est grande : la totalité de nos 5 litres de sang passe en une seule minute dans nos poumons. Lors des efforts, ce passage est accéléré.
- La qualité de l'air des bâtiments hypothèque l'avenir respiratoire des enfants : le capital des 300 millions d'alvéoles pulmonaires de l'âge adulte se construit entre 0 et 2 ans. Dans cette courte période, le nombre d'alvéoles se multiplie par 6. Entre 2 et 7 ans, la taille de ses alvéoles pulmonaires augmente pour atteindre leur surface définitive. En conséquence, l'exposition des enfants aux polluants de l'air, dès leur plus jeune âge, retentit sur leur développement pulmonaire et leur capacité respiratoire future.

1.4.2 La qualité de l'air intérieur, un enjeu majeur de santé publique

- L'air intérieur est souvent pollué : ceci a été confirmé par la campagne nationale « Logements » réalisée par l'OQAI² entre 2003 et 2005 qui révèle, par exemple, une concentration excessive en formaldéhyde dans la quasi-totalité des logements ou la présence de moisissures dans 37% d'entre eux.
- Les problèmes de santé liés à une mauvaise qualité d'air intérieur sont avérés : il est établi que l'exposition excessive à des polluants peut provoquer des troubles mineurs tels nausées, fatigue, maux de tête, somnolence, gêne olfactive, irritations respiratoires et oculaires, à l'apparition ou l'aggravation de maladies comme intoxications aiguës ou chroniques, affections respiratoires et allergiques, troubles neurologiques, cancers du poumon, leucémies, maladies cardiovasculaires.
- Dans les pays industrialisés, les maladies allergiques (asthme, rhinites, conjonctivites, etc.) concernent 25 à 35 % de la population³. A titre d'exemple, le nombre de nouveaux cas de broncho-pneumopathies obstructives chroniques (ou BPCO) est estimé à au moins 479 500 par an en France⁴. Selon la même source, 3,5 millions de personnes pourraient souffrir de BPCO en France.

² L'OQAI, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, est une structure indépendante missionnée par les pouvoirs publics afin d'améliorer les connaissances sur l'état de la pollution de l'air intérieur. Le rapport "Campagne nationale Logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français" (OQAI, Rapport final CSTB DDD/SB 2006-57, Mai 2007) est disponible sur <http://www.oqai.fr/>.

³ INSERM. Dossier d'information « allergies ». <http://www.inserm.fr/>

⁴ Commissariat Général au Développement Durable. Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air. Etudes et documents N°122. Avril 2015.

1.4.3 La qualité de l'air intérieur, un réel enjeu économique

- Pour seulement 6 polluants de l'air intérieur (benzène, trichloréthylène, monoxyde de carbone, radon, particules PM₁₀ et PM_{2,5} et fumée de tabac environnementale,) le coût socio-économique est de 19 milliards d'euros par an en France⁵.
- Le coût du traitement de l'asthme par l'assurance maladie est estimé entre 335 millions et 1,10 milliard d'euros par an en France³.
- Les dispositions prises pour assurer une bonne qualité de l'air ont un coût. Ceci inclut par exemple le coût de matériaux peu émissifs ou le coût initial des installations de ventilation et leur coût de fonctionnement.

1.4.4 La qualité de l'air intérieur, un enjeu énergétique

Dans les logements à basse consommation d'énergie, le renouvellement d'air peut représenter plus de 30% de la facture énergétique. Il faut donc à la fois veiller à ne pas détériorer la qualité de l'air des logements avec des renouvellements d'air insuffisants et à ne pas générer de gaspillage énergétique avec des renouvellements d'air excessifs.



Figure 2 : Divers types de polluants dans l'environnement intérieur. Sigles : COTV : Composés organiques très volatils, COV : Composés organiques volatils, COSV : Composés organiques semi-volatils, CO : monoxyde de carbone, NOx : oxydes d'azote, O₃ : ozone . Source : Support formation MEDIECO, 2014.

⁵ Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur. Rapport Convention Anses/ABM/CSTB – N° 2011-CRD-11. Avril 2014.

Les principales sources de pollution de l'air intérieur

Équipements

- 1 ameublement (bois collés)
- 2 ventilation et climatisation mal entretenues
- 3 chaudière ou cuisinière à bois mal entretenues
- 4 production d'humidité des machines à laver, sèche-linge...
- 5 poubelles, stockage des déchets
- 6 cheminée ou poêle mal entretenus

Activités humaines

- 7 bricolage, émanations des voitures, motos...
- 8 produits de toilette et cosmétiques, humidité
- 9 aspirateur, produits d'entretien, parfums d'intérieur, bougies, encens...
- 10 cuisson
- 11 tabagisme

Occupation des locaux

- 12 plantes (allergènes, engrais, pesticides)
- 13 métabolisme
- 14 animaux

Sol

- 15 émanations naturelles (radon), sols contaminés

Matériaux de construction et de décoration

- 16 peintures, vernis, colles
- 17 isolants
- 18 revêtements de sols, murs, plafonds

Air extérieur

- 19 gaz d'échappement, activités industrielles ou agricoles, chauffage au bois non performant, pollens...



Figure 3 : Les principales sources de pollution de l'air intérieur - Source : Guide « un air chez soi », ADEME, mai 2015

1.5 Que savons-nous de la QAI dans les logements ?

1.5.1 Les statistiques nationales sur la ventilation

En 2009, l'OQAI révèle que les débits d'air extrait aux bouches présentent d'importantes dispersions d'un logement à l'autre. L'OQAI⁶ a trouvé les taux de non-conformité suivants vis-à-vis de la réglementation (arrêté du 24/03/82) sur des logements existants : 46% sur le débit d'extraction réduit en cuisine ; environ 60% sur le débit d'extraction dans les salles de bains et WC ; 56% sur les débits totaux minimums.

Ces résultats sont cohérents avec ceux réalisés dans le cadre de contrôles de la réglementation (Figure 4). Il s'agit de contrôles ordonnés par l'administration et réalisés par des agents de l'État ou des collectivités publiques assermentés et commissionnés à cet effet sur un échantillon de constructions nouvellement édifiées. L'ORTEC indique que, toutes exigences (équipements et performance aéraulique) et tous systèmes de VMC confondus, le taux moyen de non-conformité des logements contrôlés est voisin de 65%.

Les résultats des contrôles, actuellement ciblés sur les bâtiments à usage d'habitation confirment un taux anormalement élevé d'infractions qui témoigne d'une maîtrise insuffisante de la qualité de la construction par l'ensemble des acteurs (circulaire n° 2005-61 UHC/QC 2 du 28 juin 2004, Bulletin Officiel 2005-20).

Enfin, les signes d'humidité, souvent révélateurs d'un dysfonctionnement de la ventilation, représentent la très grande majorité des désordres constatés dans les logements français⁷.

⁶ OQAI. État de la ventilation dans le parc de logements français. Rapport DESE/SB – 2009-037. Juin 2009. 54 p. Auteurs : Lucas *et al.*

⁷ INSEE. La qualité des logements : l'humidité est le défaut le plus fréquent. INSEE Première n°971. Juin 2006. 4 p. Auteur : Chesnel, H.

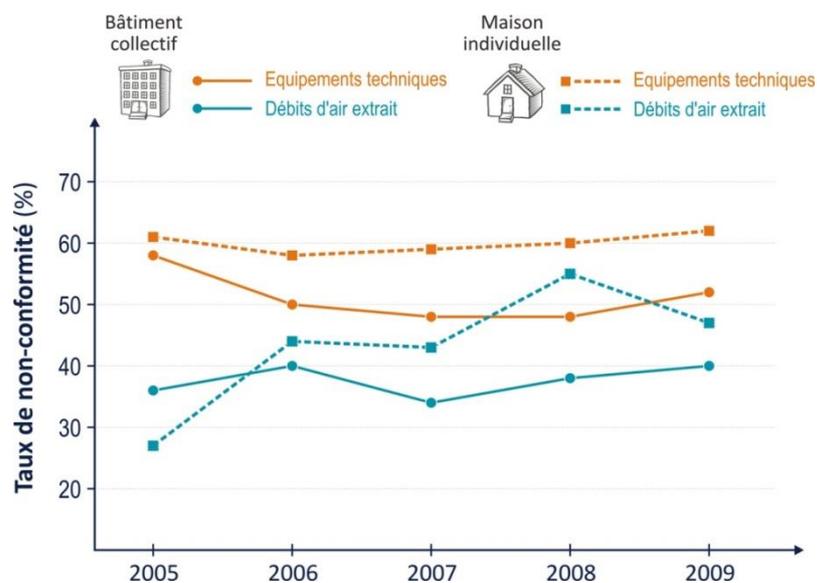


Figure 4 : Évolution des non-conformités de la rubrique aération 2005-2009 (source des données : ORTEC)

1.5.2 Analyse détaillée des contrôles réglementaires sur les dysfonctionnements de la ventilation

Les contrôles du respect des règles de construction (CRC) vérifient la conformité des bâtiments vis-à-vis de la réglementation sur l'aération des logements et de la réglementation thermique. Le Cerema (Centre-Est) a réalisé une analyse qualitative de ces résultats sur un échantillon de 1287 logements⁸.

L'analyse des résultats révèle que 47% des logements de l'échantillon ne sont pas conformes à la réglementation technique de la rubrique "aération". Le taux de non-conformité des logements en maison individuelle s'élève à 68%.

Cette étude a identifié 28 points de dysfonctionnements, répertoriés en 6 catégories de lieu de non-conformité, représentatives des principaux éléments constitutifs d'un système de ventilation mécanique : mesure des débits ou de dépression, entrée d'air, sortie d'air, configuration du système, groupe, réseaux (cf. Tableau 1, Figure 5).

La Figure 5 résume les résultats obtenus pour chacune des 6 catégories. On remarque que 46% des dysfonctionnements sont dus à une mauvaise mise en œuvre des dispositifs terminaux du système de ventilation, c'est-à-dire les entrées d'air (24%) et les sorties d'air (22%). Le second poste important concerne la performance des débits d'air extrait qui représente près d'un tiers des dysfonctionnements.

⁸ Cerema Centre-Est. La ventilation mécanique des bâtiments résidentiels neufs : Analyse qualitative et technique des dysfonctionnements. 2012. 125 p. Auteur : Jobert, R.

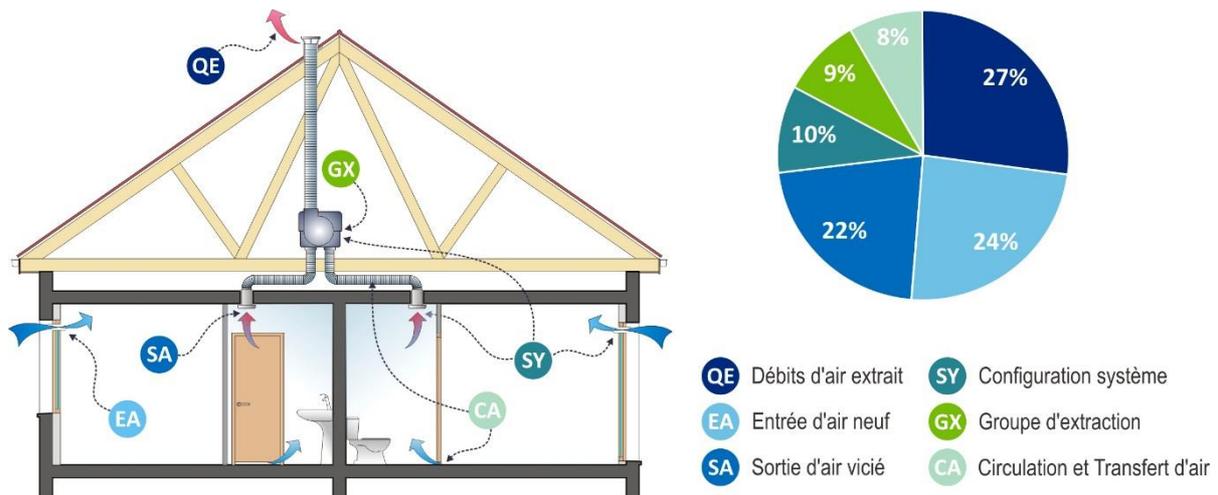


Figure 5 : Répartition des dysfonctionnements par famille

Tableau 1 : Vingt-huit points de dysfonctionnement identifiables lors d'un contrôle CRC ⁽⁸⁾

Admission d'air neuf
Absence d'entrée d'air dans une ou plusieurs pièces
Mise en œuvre des entrées d'air non conforme aux règles de l'art prescrites
Présence d'une bouche d'entrée d'air dans une pièce humide ou de service
Absence de mortaises ou taille des mortaises non-conforme aux règles de l'art
Entrée d'air en surnombre dans les pièces principales
Obturation des entrées d'air dans une ou plusieurs pièces
Sortie d'air vicié
Bouche d'extraction non conforme aux exigences de la réglementation
Commande de passage en débit de pointe des bouches d'extraction absente ou inaccessible
Dysfonctionnement des bouches équipées de détecteurs de présence
Absence de bouche d'extraction dans une ou plusieurs pièces
Positionnement de la bouche d'extraction non conforme aux règles de l'art prescrites
Performance débits d'air extrait
Les dépressions mesurées aux bouches ne permettent pas d'obtenir les débits réglementaires
Les débits mesurés aux bouches ne permettent pas d'obtenir les débits réglementaires
Configuration du système VMC
Système installé non conforme à la configuration requise par l'Avis technique correspondant
Panachage des modules d'entrée d'air et/ou de sortie d'air
Système installé non conforme à la fiche de synthèse standardisée des calculs RT
Groupe d'extraction ventilation
Absence du témoin d'alarme de non-fonctionnement du groupe d'extraction
Témoin d'alarme de non-fonctionnement du ventilateur non identifié
Mauvais fonctionnement du groupe de ventilation extraction
Emplacement du groupe inadéquat et non-respect des exigences acoustiques
La protection électrique du groupe VMC n'est pas indépendante de tout autre circuit électrique
Circulation et transfert d'air
Absence de grilles de transfert ou de détalonnage des portes
Rejet de l'air vicié dans les combles ou sortie directe en façade avec risque de refoulement
Gaine ou conduit flexible du réseau d'extraction de l'air vicié écrasée ou plié
Raccordement des conduits et accessoires du réseau aéraulique non étanche à l'air

1.5.3 Retours d'expérience sur la QAI dans les maisons à basse consommation d'énergie

Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI)

L'OQAI a réalisé une campagne de mesure sur sept maisons individuelles neuves qui visaient les niveaux d'exigence d'un label de bâtiment à basse consommation d'énergie. Les résultats publiés en 2011⁹ mettent en lumière les éléments suivants :

- Les concentrations de particules et de radon sont proches des valeurs mesurées dans le cadre de la campagne nationale française (2003-2005) sur 567 logements.
- Les concentrations des COV et des aldéhydes cibles de l'OQAI mesurées dans ces bâtiments peuvent être, selon les composés considérés, jusqu'à 10 fois plus élevées. Ceci pourrait être lié au caractère récent des constructions étudiées dans cette étude.
- Les occupants sont globalement satisfaits du confort thermique et acoustique de leur habitation malgré des gênes identifiées : air trop sec, surchauffé en été en l'absence de protections solaires extérieures, chauffage avec un poêle cheminée au bois non adapté, bruit lié au fonctionnement du système spécifique de ventilation.

Par ailleurs, une étude plus récente¹⁰ sur 5 maisons individuelles et 11 immeubles collectifs (27 logements collectifs) révèle que les concentrations médianes des indicateurs de confinement et de qualité d'air intérieur sont toujours inférieures à celles de la campagne Logements (2003-2005), à l'exception de l'hexaldéhyde. Néanmoins, la présence de développement actif de moisissures dans 12 logements est confirmée.

Projet VIA-Qualité

Le projet VIA-Qualité a étudié 21 logements à basse consommation d'énergie sur lesquels un diagnostic des systèmes de ventilation a été réalisé. Les résultats sont éloquent¹¹ et confirment les statistiques nationales. Sur l'ensemble des maisons contrôlées, aucune ne présente un système de ventilation conforme et chaque logement présente au moins 3 non-conformités dans son système. 65% n'atteignent pas le débit minimum réglementaire et 15% présentent un débit trop élevé, comme le montre la Figure 6.

⁹ CSTB. Évaluation de la qualité d'air intérieur, du confort des occupants et des consommations énergétiques réelles des bâtiments performants en énergie. Rapport N° ESE-SB / 2011-068. Septembre 2011. 117 p. Auteurs : Derbez *et al.*

¹⁰ CSTB. Base de référence nationale sur la qualité de l'air intérieur et le confort des occupants de bâtiments performants en énergie – Description des premiers résultats de la qualité de l'air intérieur et du confort de bâtiments d'habitation performants en énergie. CSTB-OQAI/2015-012. Février 2015. Auteurs : Derbez, M. *et al.*

¹¹ Guyot *et al.* 2015. Ventilation performance and indoor air pollutants diagnosis in 21 French low energy homes, AIVC conference proceedings, 22-24th September 2015. pp. 885-894. ISBN 2-930471-45-X.

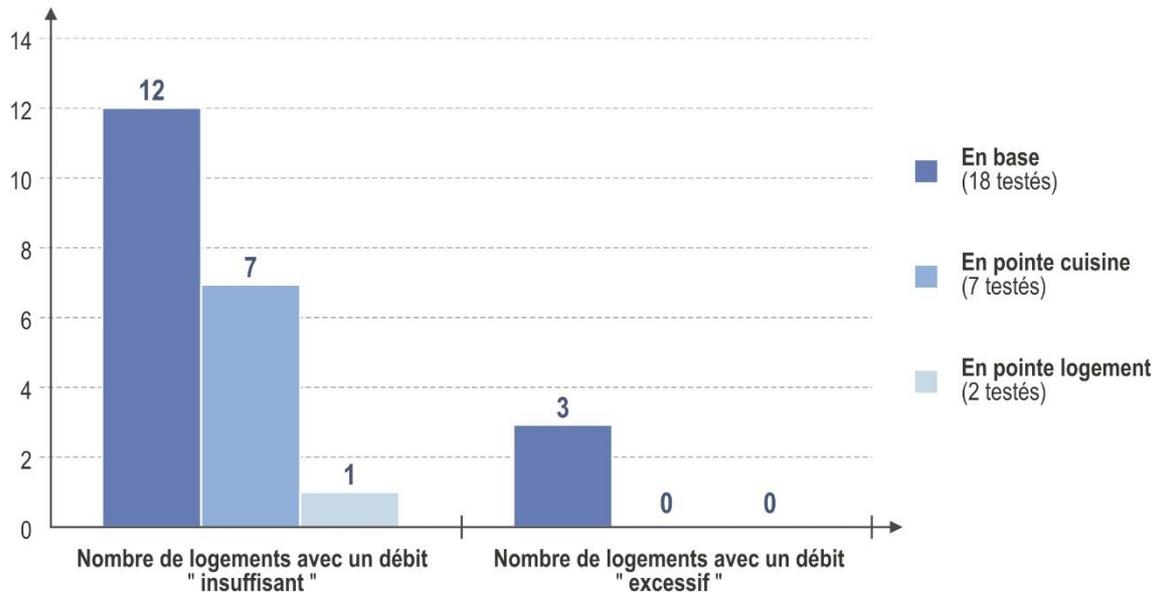


Figure 6 : Nombre de logements avec un débit insuffisant ou excessif vis-à-vis de la réglementation (campagne de mesure VLA-Qualité)

Les réseaux sont une cause principale d'un mauvais renouvellement d'air et d'une sous-ventilation dans le logement. Une mesure d'étanchéité à l'air d'un réseau permet de le classer dans l'une des classes du tableau 2. Les réseaux les plus performants (les plus étanches) sont classés D, alors que la valeur prise par défaut dans la RT 2012 est la moins performante.

Tableau 2 : Détermination des classes d'étanchéité des réseaux de ventilation (p_t est la pression de test dans le réseau)

	Classe d'étanchéité	Facteur de fuite (L/s)/m ²	Taux de fuite approximatif
Moins étanche ↑ ↓ Plus étanche	Défaut (RT 2012)	$0.0675 \cdot p_t^{0.65}$	15%
	A	$0.027 \cdot p_t^{0.65}$	6%
	B	$0.009 \cdot p_t^{0.65}$	2%
	C	$0.003 \cdot p_t^{0.65}$	0.7%
	D	$0.001 \cdot p_t^{0.65}$	0.23%

Environ 50% des réseaux de ventilation testés présentent un taux de fuite supérieur à 3 fois la classe A. Cette perméabilité à l'air est l'une des causes principales de non atteinte des débits réglementaires avec le dimensionnement incorrect du système compte tenu des pertes de charges dans le réseau.

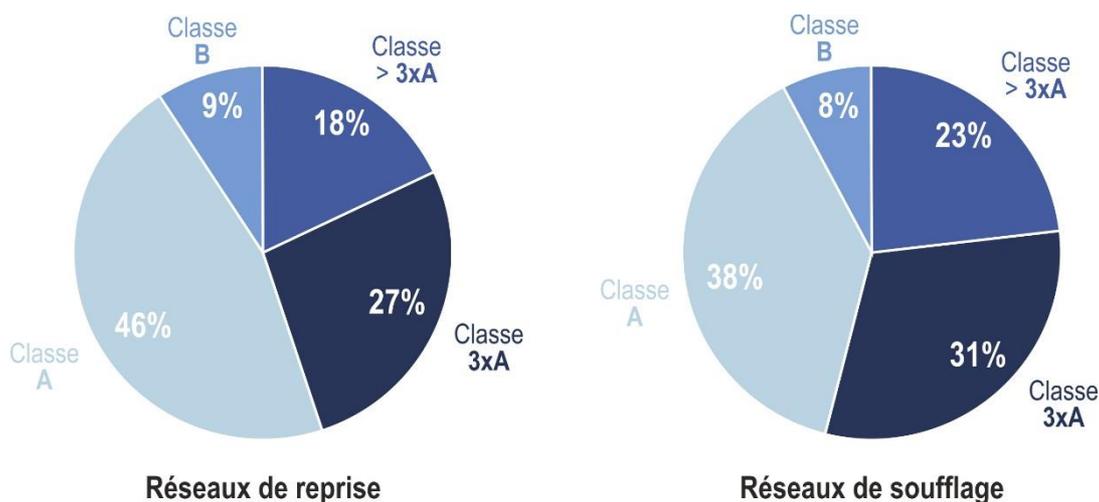


Figure 7 : Performance des réseaux aérauliques par classe d'étanchéité

En outre, les résultats des mesures de qualité d'air intérieur réalisées sur 10 des 21 maisons, sélectionnées avec divers niveaux de ventilation, montrent les tendances principales suivantes :

- Dans les maisons surventilées par rapport aux débits réglementaires, les concentrations en COV et aldéhydes sont faibles. En revanche, dans les maisons ayant des débits conformes ou inférieurs aux débits réglementaires, les résultats concernant les COV et aldéhydes sont hétérogènes.
- Les concentrations médianes en formaldéhyde et acétaldéhyde sont au niveau de la médiane de la campagne nationale Logements de l'OQAI.
- La présence de monoxyde de carbone fut identifiée dans les 2 maisons pourvues d'un poêle à bois. Dans une d'entre elles, les concentrations mesurées très préoccupantes semblent liées à la fois au joint de porte du poêle défectueux et à un usage inadapté.

1.6 Quelle est la responsabilité des acteurs ?

Contrairement aux idées reçues, la responsabilité des non-conformités observées est partagée entre les acteurs de la conception, les acteurs de l'exécution, et les industriels (ventilation, menuiseries, toiture, ...). Selon l'Agence Qualité Construction¹², 46% des dysfonctionnements constatés sur les systèmes de ventilation résultent d'abord de nombreux défauts d'exécution suivis ensuite par des défauts de conception à hauteur de 33%. Ces résultats sont assez proches de ceux obtenus sur l'échantillon de 21 logements étudiés dans le projet VIA-Qualité avec 54% des non-conformités relevant de la mise en œuvre des systèmes de ventilation, 43% de la conception. L'identification des sources des non-conformités dans cette étude confirment la responsabilité partagée des acteurs.

¹² SYCODES 2012. Les indicateurs d'évolution de la qualité des constructions, Tableau de bord 2012. Publications de l'agence qualité construction (AQC), 2012. 68 p.

Tableau 3 : Identification de 22 défauts affectant les débits lors de la campagne VIA-Qualité sur 21 maisons.

Acteurs concernés →					
Défaut susceptible d'avoir ou ayant entraîné une non-conformité ↓	Nombre de défauts affectant les débits	Concepteurs	Fabricants	Installateurs	Occupants
Étanchéité du réseau	9			•	
Absence de régulateurs	4	•	•		
Dimensionnement inadapté, perte de charge sous-estimée ou trop élevé	8	•	•	•	
Filtre ou amenée d'air anormalement encrassés, absence de préfiltration en zone de forte pollution urbaine	1	•			•

1.7 Quels résultats attendus ?

La qualité de l'air et le bon fonctionnement des systèmes de ventilation dépendent d'une multiplicité d'acteurs. En formalisant les tâches et responsabilités de chacun, et en vérifiant leur bonne exécution, une démarche qualité permet d'éviter les erreurs et dérives. 90% d'une installation de ventilation peut être remarquablement bien conçue et installée, mais quelques erreurs ponctuelles (e.g., un conduit trop long ou mal étanché, un groupe mal fixé, l'absence de détalonnage) suffisent à remettre en cause l'ensemble de son bon fonctionnement.

Parce qu'elle permet d'éviter ces écueils, les résultats attendus d'une démarche qualité sont listés ci-après.

1.7.1 Limiter l'exposition des occupants à des polluants

Cette limitation s'obtient :

- en réduisant les sources de pollution internes ;
- en atténuant la pénétration de polluants externes ;
- en soignant la conception et l'installation des systèmes de ventilation, leur contrôle et leur réception ;
- en veillant à l'obtention du renouvellement d'air réglementaire ;
- en informant les occupants sur leur rôle y compris sur la maintenance.

1.7.2 Maîtriser les gaspillages d'énergie

Certains dysfonctionnements de la ventilation peuvent entraîner des gaspillages d'énergie considérables, par exemple, des débits excessifs ou une augmentation de la puissance du ventilateur pour compenser fuites ou pertes de charge excessives. Ils entraîneraient une augmentation du coefficient de consommation énergétique conventionnelle allant de quelques pourcents à plus de 15% selon la nature et l'ampleur des défauts¹³.

¹³ Analyse globale et quantification des enjeux économiques et énergétiques. Projet VIA Qualité. Rapport de tâche 4. Avril 2016. 45 p. Auteur : Bailly, A.

1.7.3 Sécuriser les performances et la conformité réglementaire

La vérification des dispositions prises et des performances atteintes par inspection visuelle ou contrôle de performance en cours de chantier et à la réception permettent d'identifier les non-conformités réglementaires mais surtout les modifications et ajustages nécessaires tout au long du chantier pour les corriger.

1.7.4 Economiser sur le Service Après-Vente et améliorer la satisfaction client

Les démarches qualité permettent de s'assurer que les systèmes fonctionnent correctement à la réception et que les occupants sont sensibilisés à leur bon usage. Ceci permet d'éviter les surcoûts pour corriger des défauts et gérer les plaintes des clients. Les progrès sur le SAV et sur la satisfaction client peuvent être mesurés.

1.7.5 Valoriser ses prestations, se démarquer de ses concurrents

La mise en place d'une démarche qualité constitue un avantage commercial, en particulier, en communiquant sur la démarche et ses résultats (en termes de qualité de l'air, maîtrise des gaspillages énergétiques, sécurisation des performances, progrès sur le SAV) auprès des clients et prospects.

Dans le cadre de l'amélioration continue de nos process, nous avons tout naturellement accepté d'apporter notre expertise terrain à l'analyse et à la mise en test de ces 2 démarches qualité.

L'approche pédagogique développée par le projet VIA-Qualité, alliant théorie et pratique, a déclenché une première prise de conscience auprès de nos équipes des principes de la QAI et a notamment permis de positionner la phase de conception des réseaux de ventilation au même niveau d'importance que la phase de mise en œuvre.

Différentes solutions techniques ont été utilisées sur les 4 constructions tests, dont certaines plus récentes, nécessitent encore un développement pour trouver le bon compromis entre facilité de mise en œuvre, performance globale de l'équipement et réalisme économique de l'installation. L'expérience nous a permis notamment d'améliorer notre démarche existante d'autocontrôle.

La démarche spécifique à la QAI a, quant à elle, mis en exergue la complexité scientifique des paramètres pris en compte et mesurés, ainsi que l'importance du comportement de l'utilisateur final sur la QAI finale de son logement. L'exercice nous a ainsi aidés à approfondir ces principes de base, nécessaires à tout constructeur, pour être en capacité d'apporter plus de conseils à nos clients.

Nicolas Bourgeon, Directeur Technique & Travaux, Geoxia Rhône Alpes

2 Comment développer une démarche qualité "ventilation" ou "QAI" ?

2.1 Organiser le développement de la démarche en créant une dynamique au sein de ma structure

Un facteur de succès essentiel pour une démarche qualité est l'adhésion de l'ensemble des parties prenantes au principe de progrès et de garantir une ventilation et un air intérieur de qualité. Cela passe inévitablement par une prise de recul sur ses pratiques quotidiennes et une nécessaire mise à plat des problèmes pour trouver et formaliser des solutions viables. Pour obtenir l'adhésion de l'ensemble des acteurs, il est indispensable que l'encadrement et les salariés aient une vision partagée du coût et du temps à consacrer à la démarche et à sa mise en place.

La démarche doit être organisée. En d'autres termes, il faut planifier les différentes étapes comme un véritable projet en veillant aux questions suivantes :

Qui ?	
Qui pilote ? Quels sont les acteurs impliqués ?	 § 2.2, 2.3, 2.4
Pourquoi ? Pour quoi ?	
Pourquoi nous engageons-nous dans cette démarche ? Quel objectif recherchons-nous ?	 § 1, § 2.5, 2.6
Où	
Quelles parties de la structure sont concernées ? Quels sont les sites et opérations concernées ? Quelles sont les opérations pilotes ?	 § 2.6
Quoi ?	
Quelles sont les étapes-clés pour développer la démarche ? Quelles sont les tâches à accomplir ?	 § 2.7
Quand ?	
Quel calendrier adopte-t-on (durée et délais des différentes étapes) ?	
Comment ?	
Quelles sont nos modalités d'organisation ? Quels outils allons-nous utiliser ? Quelles sont les ressources nécessaires ?	 § 3, § 4, § 5

Tableau 4 : Schéma général l'organisation d'une démarche qualité

2.2 Impliquer les acteurs

Le bon fonctionnement d'un système de ventilation et la qualité de l'air dans un logement dépendent des interventions de nombreux acteurs qu'il faut impliquer lors du développement de la démarche ou en phase d'occupation.

2.2.1 Le porteur de la démarche

Le porteur de la démarche est le constructeur en tant que personne morale s'engageant formellement au respect des exigences de la démarche. Typiquement, la lettre d'engagement précisera succinctement les enjeux, les principaux objectifs, et les principaux axes de la démarche.

2.2.2 Le pilote du développement de la démarche

Le développement de la démarche doit être piloté par une personne physique formellement identifiée (dirigeant ou pilote désigné par le dirigeant). L'appui d'un comité spécifique avec des membres désignés par le dirigeant pourra être un atout pour légitimer l'action du pilote.

2.2.3 Le responsable de la démarche

Le responsable de la démarche est une personne physique formellement identifiée (dirigeant ou responsable désigné par le dirigeant) chargé de l'animation et du suivi de la démarche. Il peut être également le pilote de la démarche. L'appui d'un comité spécifique avec des membres désignés par le dirigeant pourra être un atout pour légitimer l'action du responsable.

2.2.4 Les acteurs de la maîtrise d'œuvre et de l'exécution

L'implication des acteurs suivants dans le développement et l'application de la démarche est recommandée :

- le chargé d'affaires ;
- le bureau d'études et les sous-traitants intervenant sur la conception du projet ;
- les conducteurs de travaux ;
- les entreprises et artisans, en particulier :
 - le plombier et/ou chauffagiste ;
 - l'électricien ;
 - le menuisier ;
 - le plâtrier et/ou plaquiste ;
 - le charpentier et/ou le couvreur ;
 - le maçon (selon la nature du sol et le type de système de ventilation, en particulier en cas de présence de radon ou d'entrées d'air en façade) ;
 - le carreleur et/ou le solier-moquetteste ;
 - le peintre et/ou décorateur.

Selon les prestations proposées par les constructeurs, certains lots ou corps de métiers ne seront pas concernés avant la livraison au client (par exemple, si le constructeur laisse à la charge du client et après la livraison, les lots peintures, papiers peints et revêtements de sols).

Tableau 5 : Corps d'état ou allotissement impliqués dans la mise en œuvre des composants d'un système de ventilation.

Composants de l'installation de ventilation mécanique	Corps d'état ou allotissement impliqués dans la mise en œuvre	Métiers, artisans, entreprises
Entrée d'air neuf	1 Menuiseries extérieures	Menuisier
	2 Maçonnerie / Gros œuvre Cloisons / Doublages / Plâtrerie	Maçon Plâtrier, Plaquiste
Transfert d'air	3 Menuiseries intérieures Cloisons / Doublages	Menuisier Plaquiste, Plâtrier
	4 Electricité / Courants forts et réseaux VDI	Electricien
Extraction d'air	4 Plomberie / Chauffage / Climatisation Cloisons / Doublages / Plâtrerie	Plombier, Chauffagiste Plâtrier, Plaquiste
	5 Electricité / Courants forts et réseaux VDI	Electricien
Groupe moto-ventilateur	5 Plomberie / Chauffage / Climatisation	Plombier, Chauffagiste
	6 Electricité / Courants forts et réseaux VDI	Electricien
Réseau aéraulique	6 Plomberie / Chauffage / Climatisation Charpente / Couverture / Zinguerie	Plombier, Chauffagiste Charpentier, Couvreur

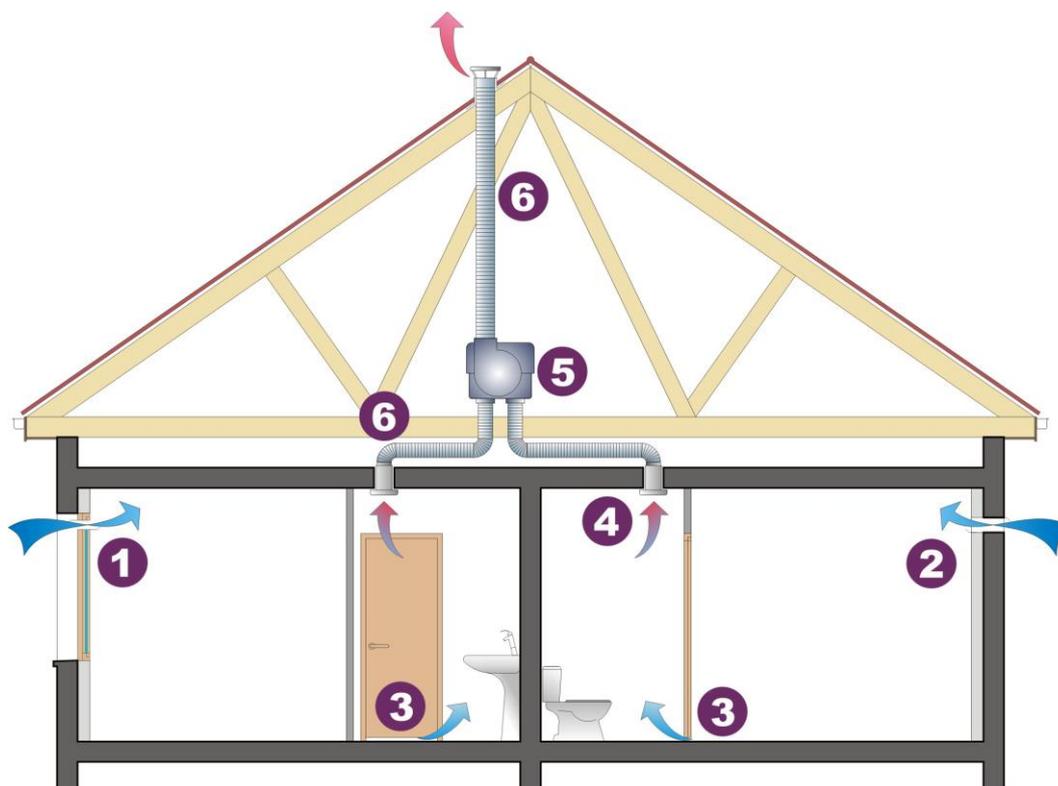


Figure 8 : Corps d'état liés à l'installation de la ventilation (Source : Cerema / Jobert R. - 2016). Voir Tableau 5 pour la légende.

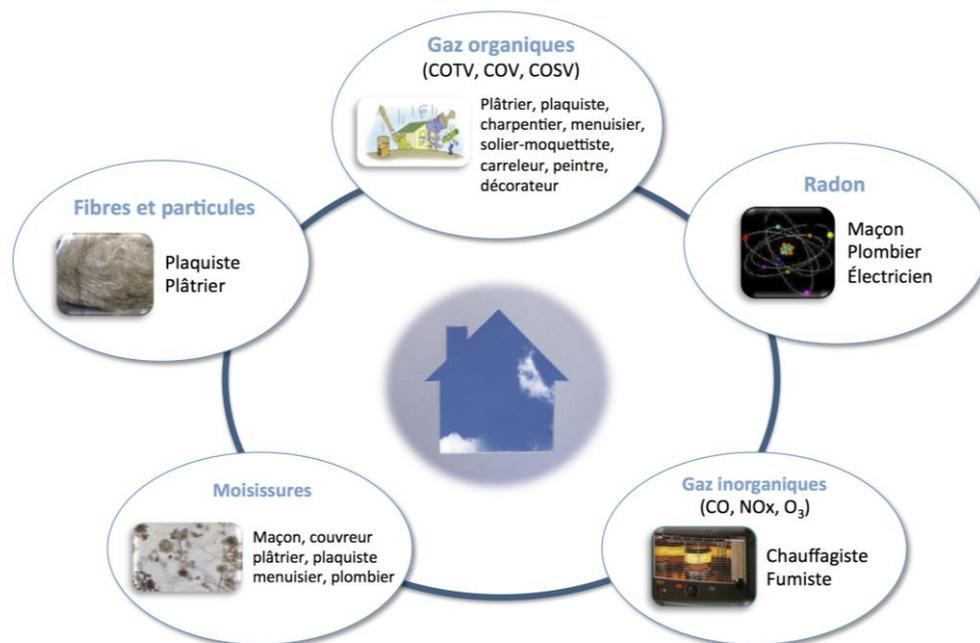


Figure 9 : Corps d'état influant sur les sources de polluants (Source : MEDIECO)

2.2.5 Les fabricants et distributeurs de produits de construction et de systèmes de ventilation

Il sera utile d'associer fabricants et/ou distributeurs pour rappeler les bonnes pratiques d'installation des produits et systèmes envisagés ou proposer de nouvelles solutions, y compris pour remédier aux problèmes constatés lors de l'état des lieux.

2.2.6 Le client et l'occupant

Lors du développement de la démarche, il faudra s'interroger sur la façon dont le client et l'occupant seront mobilisés sur une opération particulière, sachant qu'ils jouent un rôle fondamental dans la vie du bâtiment et la garantie du bon fonctionnement des systèmes de ventilation.

L'occupant doit prendre conscience de l'impact de ses choix de produits de construction, de décoration, de finition et de pose sur la qualité de l'air intérieur. Ceci comprend, par exemple, les peintures ou les revêtements de sol ou de mur, y compris lorsqu'ils ne sont pas pris en charge par le constructeur ou lorsqu'ils sont remplacés. De même, une sensibilisation est nécessaire sur l'impact des activités des occupants et du mobilier sur la QAI.

2.3 Former les acteurs

Le traitement efficace de la qualité de l'air intérieur nécessite dans un premier temps une réduction des polluants à la source, puis une ventilation suffisante pour évacuer les polluants présents malgré la réduction des sources, qui peut comprendre de la filtration. Il est important

que les acteurs identifiés plus haut (cf. § 0) soient sensibilisés à cette vision globale de la qualité de l'air intérieur.

Trois difficultés sont spécifiques au développement de démarches qualité "ventilation" ou "QAI" :

- les corps d'état concernés sont peu informés sur la problématique de réduction des sources ;
- il n'existe pas de métier de "ventiliste" à l'instar par exemple du "chauffagiste" dans le domaine du chauffage ;
- la ventilation et la qualité de l'air sont peu, voire pas abordés en formation initiale, y compris dans les cursus de type CAP ou BEP en plomberie, chauffage ou électricité.

Néanmoins, le pilote de la démarche pourra envisager les pistes suivantes pour former et sensibiliser les acteurs :

- Les formations sur l'installation des systèmes de ventilation résidentiels et sur la qualité de l'air intérieur proposées par les centres d'études et de recherches tels que le COSTIC, le CETIAT, le CSTB ou par des organismes de formation locaux ou des bureaux d'études.
- Les formations du programme PRAXIBAT® ventilation "Réaliser une installation de ventilation performante" (3 jours).
- Le Certificat de Qualification Professionnelle (CQP) d'installateur-mainteneur de systèmes de ventilation délivré par les professionnels de l'Union des Entreprises de génie Climatique et énergétique (50 jours de formation). Contrairement aux CAP et BEP, un CQP n'est pas délivré par l'Education Nationale. Néanmoins, dans notre cas, il permet de reconnaître officiellement les compétences spécialisées des intervenants en ventilation.
- La qualification QUALIBAT 543 "Ventilation". Notons cependant qu'elle ne requiert pas de formation particulière des intervenants.
- Les formations proposées par les industriels, qui peuvent être utiles pour la familiarisation avec les spécificités de conception et mise en œuvre de leurs produits.

Spécialiste depuis plus de 20 ans dans le domaine de la ventilation et du conditionnement d'air, je travaille quasi-exclusivement sur le marché de la ventilation en maison individuelle depuis 2008. En partenariat avec notre réseau d'installateurs, notre prestation prend la forme d'un "pack" qui s'inscrit dans la même logique que le projet VIA-Qualité : études de conception en amont, prescription et fourniture du matériel, installation, contrôles en cours de chantier, réglages à réception, maintenance. Nous formons spécifiquement notre réseau d'installateurs sur les différents matériels posés, tout en leur expliquant les enjeux de la ventilation et les points faibles (y compris en conception/maintenance). La formation est un levier essentiel pour progresser ensemble. Elle permet de prendre du recul par rapport aux pratiques de chacun et de ne pas remettre en cause uniquement l'installateur en cas de dysfonctionnement.

Notre réseau s'agrandit sous l'impulsion de clients de plus en plus demandeurs d'un air intérieur de qualité.

Sébastien Labat, Gérant, Ventiléa

2.4 Définir les indicateurs de performance de la démarche qualité

Le principe d'amélioration continue suppose que le porteur de la démarche évalue les performances de la démarche. La définition d'indicateurs de performance et de leur méthode d'évaluation est donc essentielle.

Dans le cas d'une démarche qualité "ventilation", les indicateurs comprendront *a minima* les éléments du Tableau 6.

Pour une démarche qualité "QAI", les indicateurs du Tableau 7 viendront s'ajouter aux indicateurs précédents (Tableau 6).

Tableau 6 : Indicateurs de performance de la DQ "ventilation" et références pour leur évaluation

Indicateur	Références pour évaluer l'indicateur
Respect des dispositions fonctionnelles du système de ventilation.	NF DTU 68.3. Travaux de bâtiment – Installations de ventilation mécanique. Avis techniques des produits installés. Ventilation - Habitat individuel – Guide d'accompagnement et Fiches d'autocontrôle - COSTIC, FFB METL, MEDDE, 2013. Protocole de contrôle des systèmes de ventilation des bâtiments demandant le label Effinergie +, Effinergie, Mars 2015. Livret d'installation à destination des professionnels du bâtiment, VIA-Qualité.
Respect de la mise en œuvre des équipements de ventilation prescrits dans la note technique du dossier technique.	Note technique. Livret d'installation à destination des professionnels du bâtiment, VIA-Qualité. Avis techniques des produits installés.
Débits/dépressions mesurés au droit des bouches d'extraction et/ou d'insufflation.	Protocole développé dans le cadre du projet PROMEVENT, à paraître fin 2016, www.centre-est.cerema.fr/amelioration-des-protocoles-de-mesures-promevent-r431.html Protocole de contrôle des systèmes de ventilation des bâtiments demandant le label Effinergie +, Effinergie, Mars 2015.
Classe d'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation.	FD E51-767 - Ventilation - Mesure d'étanchéité à l'air des réseaux - AFNOR, Mars 2014. (en cours de révision)
Respect des dispositions prévues dans la note technique pour limiter le risque Radon.	Note technique. Guide Technique "Le radon dans les bâtiments". CSTB. ISBN 978-2-86891-400-2.

Tableau 7 : Indicateurs additionnels de performance de la DQ "qualité de l'air" et références pour leur évaluation.

Indicateur	Références pour évaluer l'indicateur
Respect des prescriptions de la note technique pour la mise en œuvre des produits de construction, de finition.	<p>Note technique. Etiquetage des produits de construction selon l'arrêté du 19/04/2011 Labellisation ou certification spécifique à certaines familles de produits, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> – ecolabel européen pour les peintures, les moquettes, les parquets (http://www.ecolabels.fr) – certification CTB-P+ des produits de traitement du bois (http://ctbplus.fr/) – label GUT des revêtements de sol textiles (http://pro-dis.info/gut) – label EMICODE pour les produits de pose et les vernis (http://www.emicode.com) – certifications EUCEB ou ACERMI pour les laines minérales (http://www.euceb.org, http://www.acermi.com ¹)
Exposition à des polluants (radon, formaldéhyde, aldéhydes, COVT, benzène, PM _{2,5} , CO, bio-effluents ² (CO ₂), autres) (optionnel).	<p>Protocole de l'OQAI Recommandations OMS (2010) et Directive Euratom 2013, Art. 74 (Radon) Valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) (https://www.anses.fr) Valeurs repères d'aide à la gestion (HCSP) (http://www.hcsp.fr) Valeurs de gestion provisoires (InVS) (http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guid0910.pdf) Limites d'exposition INDEX Project EU (http://ec.europa.eu/health) Valeurs guides QAI de l'OMS (http://www.euro.who.int) Conditions de prélèvements (Tableau 12) et critères pour l'interprétation des résultats (Tableau 13). Décret n° 2011-1727 (formaldéhyde et benzène, ERP).</p>

¹ L'exonération du classement cancérigène est un préalable à la procédure de certification ACERMI

² Le CO₂ est généralement utilisé comme révélateur de la capacité du système de ventilation à extraire les polluants d'origine humaine.

2.5 Définir les objectifs principaux de la démarche

Les objectifs de la démarche qualité doivent être mesurables. Ils doivent traduire une volonté d'amélioration vis-à-vis de l'état des lieux.

Les Tableau 8-Tableau 9 donnent des exemples d'objectifs qui pourraient être retenus par un constructeur. Ces objectifs peuvent être présentés sous forme de profil, comme dans les graphiques des Figure 10-Figure 11.

Tableau 8 : Exemple de synthèse des objectifs d'une démarche "ventilation" chez un constructeur

Indicateur	Exemple d'état des lieux réalisé par le constructeur	Exemple d'objectif DQ "ventilation"
Respect des dispositions fonctionnelles du système de ventilation	35% de non-conformité	Moins de 10%* de non-conformité avant correction 0% de non-conformité après correction
Respect de la mise en œuvre des équipements de ventilation dans la note technique du dossier technique	40% de non-conformité	Moins de 10%* de non-conformité avant correction 0% de non-conformité après correction
Débits/dépressions mesurés au droit des bouches d'extraction et/ou d'insufflation	70 % de non-conformité	Moins de 10%* de non-conformité avant correction 0% de non-conformité après correction
Classe d'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation	80% non conforme à la classe A 50% moins étanche que la classe par défaut (2,5 x Classe A)	50%* conforme à la classe A avant correction 10%* conforme à la classe B avant correction 100%* conforme à la classe A après correction 60%* conforme à la classe B après correction (en vue d'une évolution de l'objectif commun vers une classe B)

* : de l'échantillon mesuré

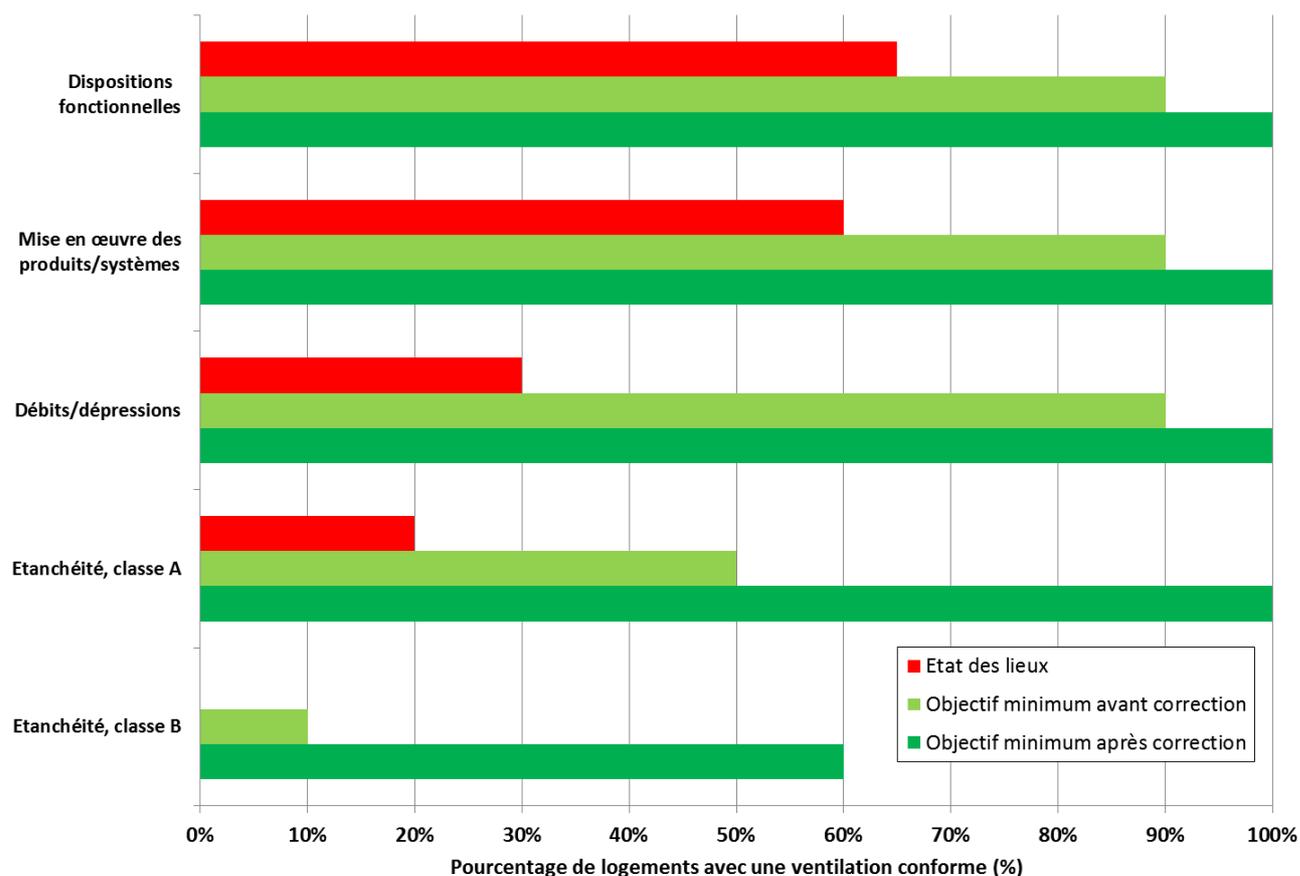


Figure 10 : Profil des objectifs "ventilation" de la démarche

Tableau 9 : Exemple de synthèse des objectifs d'une démarche "qualité de l'air intérieur" chez un constructeur

Indicateur	Exemple d'état des lieux réalisé par le constructeur	Exemple d'objectif DQ "QAI"
Respect des prescriptions pour mise en œuvre des produits de construction, de finition	Pas d'exigence dans la note technique	0% de non-conformité par rapport aux prescriptions détaillées dans la note technique, comprenant: <ul style="list-style-type: none"> - étiquetage A+ des produits de construction - ecolabel européen pour les peintures, les moquettes, les parquets - certification CTB-P+ des produits de traitement du bois - label GUT des revêtements de sol textiles - label EMICODE EC 1 et EC 1 plus pour les produits de pose et les vernis - certifications EUCEB ou ACERMI pour les laines minérales
Exposition au formaldéhyde (HCHO)	Concentration en HCHO inférieure à : <ul style="list-style-type: none"> - 10 µg/m³ dans 10% des logements* - 30 µg/m³ dans 70% des logements* 	Concentration inférieure à : <ul style="list-style-type: none"> - 10 µg/m³ dans 40% des logements* - 30 µg/m³ dans 100% des logements*
Exposition aux particules fines (PM 2,5)	Concentration inférieure à : <ul style="list-style-type: none"> - 10 µg/m³ dans 10% des logements* - 25 µg/m³ dans 50% des logements* 	Concentration inférieure à : <ul style="list-style-type: none"> - 10 µg/m³ dans 40% des logements* - 25 µg/m³ dans 100% des logements*
Exposition au monoxyde de carbone (CO)	Concentration max. mesurée inférieure à 10 mg/m ³ (9 ppm) dans 75% des logements*	Concentration max. mesurée inférieure à 10 mg/m ³ (9 ppm) dans 100% des logements*
Exposition à des bio-effluents (CO ₂)	Indice ICONE strict. inférieur à : <ul style="list-style-type: none"> - 2 dans 50% des logements* - 3 dans 75% des logements* 	Indice ICONE strict. inférieur à : <ul style="list-style-type: none"> - 2 dans 90% des logements* - 3 dans 100% des logements*

* de l'échantillon mesuré

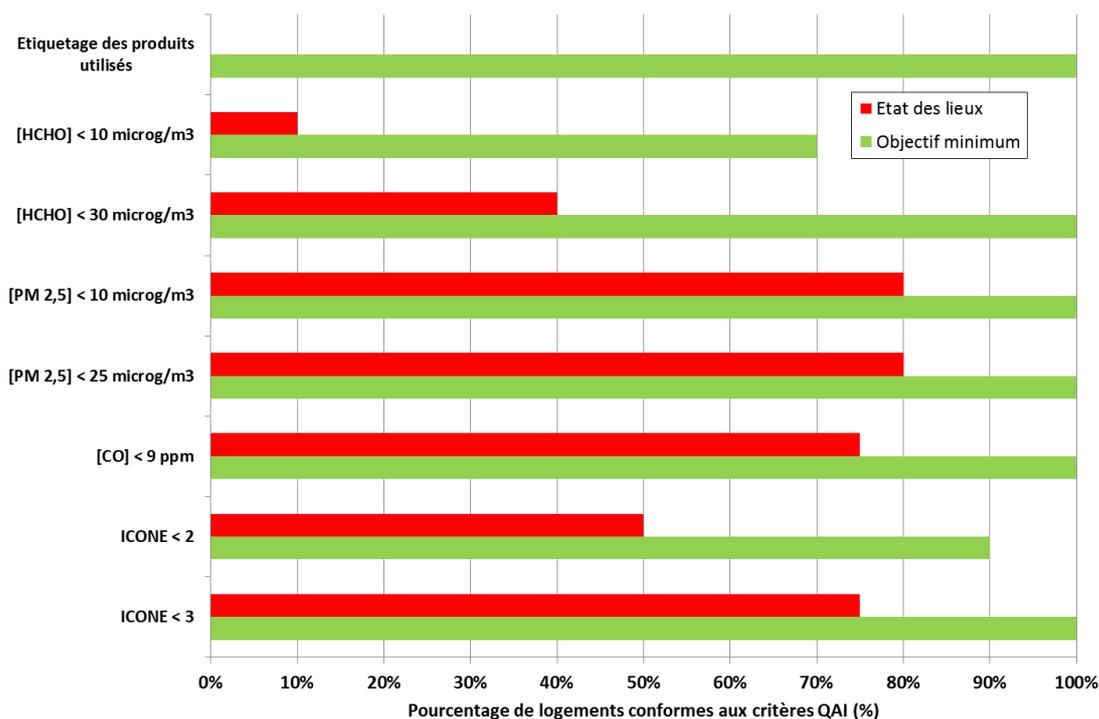


Figure 11: Profil des objectifs "qualité de l'air" de la démarche

2.6 Définir le domaine d'application de la démarche

Le domaine d'application décrit les typologies de constructions, de sites et de systèmes auxquels s'applique la démarche. L'utilisation de la démarche en dehors du domaine d'application peut remettre en cause l'atteinte des objectifs de la démarche.

Pour un constructeur donné, compte tenu des caractéristiques de sa production, des restrictions du domaine d'application sont justifiées lorsque certaines typologies, produits, systèmes, méthodes comportent un risque significatif de compromettre le bon fonctionnement du système de ventilation ou la qualité de l'air intérieur.

Le domaine d'application précisera *a minima* :

- le type de bâtiment (plain-pied, étage, combles aménageables ou aménagés) ;
- les types de logements (T1,...) et leurs surfaces minimum et maximum ;
- le type de système de ventilation (simple-flux, hygroréglable, double-flux,...) ;
- le type de réseau de ventilation (souple, semi-rigide, rigide) ;
- l'implantation des composants du système de ventilation (volume chauffé ou non) ;
- le système de chauffage (un système de chauffage répondant aux exigences du NF DTU 68.3, exclure les autres s'ils ne disposent pas d'avis technique) ;
- les contraintes liées à la qualité géologique du sol vis-à-vis du potentiel radon (faible ou moyen/élevé) selon la carte du site de l'IRSN (site www.irsn.fr)
- les contraintes liées à la pollution atmosphérique : proximité de voies classées à grande circulation, présence d'installations classées pour la protection de l'environnement et impactant la qualité de l'air, etc. ;

-
- les contraintes liées à l'utilisation de produits de construction et de finition (en démarche qualité QAI).

Toute autre précision ou exclusion doit être détaillée dans le domaine d'application (notamment produits éligibles et/ou exclus).

2.7 Les étapes clés pour développer la démarche

Pour un constructeur de maisons individuelles, les étapes clés sont :

1. Évaluer sa production : L'objectif est d'identifier ses performances actuelles ainsi que ses points faibles et ses points forts en recueillant des données sur les pratiques actuelles. On s'appuiera sur des outils de diagnostic existants pour évaluer la qualité de l'air et la performance de la ventilation et identifier les dysfonctionnements. Cette étape clé permet de définir ou d'affiner le domaine d'application et les objectifs de la démarche qualité qui seront ensuite testés et vérifiés (débits/dépressions cibles de ventilation, classe d'étanchéité à l'air cible des réseaux de ventilation, respect des dispositions fonctionnelles des systèmes de ventilation, respect de la mise en œuvre des produits pour la QAI et évaluation de la QAI).
2. Envisager des améliorations techniques et organisationnelles : Cette étape clé permettra d'identifier et de prioriser des actions concrètes pour remédier aux problèmes constatés ayant mené à un ou des défauts du système de ventilation ou de la qualité de l'air intérieur.
3. Formaliser qui fait quoi, quand et comment : L'objectif est de déterminer les étapes clés, de les détailler et d'identifier les documents qui permettront de tracer leur réalisation (outils de suivi). Cette étape explicite également les objectifs contrôlables ou mesurables (cf. § 2.5).
4. Mettre en œuvre et suivre la démarche : L'objectif est d'appliquer la démarche et de tracer sa mise en œuvre grâce aux outils de suivi. Elle consiste également à mesurer ses performances finales.
5. Consolider, corriger la démarche : L'objectif est à la fois : de vérifier si l'application de la démarche permet d'atteindre les résultats mesurables (cf. §2.5) ; de voir si la démarche permet dans les faits d'améliorer les points faibles identifiés lors de l'état des lieux, de la remettre en cause et de la corriger si nécessaire.

L'animation et le suivi de la démarche reposent sur un responsable de la démarche.

1 Évaluer sa production	2 Envisager des améliorations techniques et organisationnelles	3 Formaliser qui fait quoi, quand et comment	4 Mettre en œuvre et suivre la démarche	5 Consolider et corriger la démarche
<ul style="list-style-type: none"> Évaluer un échantillon de la production en termes de qualité de l'air intérieur et de ventilation Identifier les problèmes techniques et organisationnels Définir/affiner les objectifs de la DQ et son domaine d'application 	<ul style="list-style-type: none"> Trouver les sources des problèmes ayant mené au défaut du système de ventilation ou de la QAI Trouver et hiérarchiser les solutions 	<ul style="list-style-type: none"> Formaliser les étapes d'élaboration et de vérification des projets ainsi que les documents supports Formaliser, entre autres, le contenu du dossier technique 	<ul style="list-style-type: none"> Former tous les acteurs impliqués dans la démarche Appliquer la démarche lors des phases conception, réalisation et réception Évaluer régulièrement dans l'année sa production 	<ul style="list-style-type: none"> Faire un bilan annuel de l'application de la démarche et des résultats de mesure
Impliquer et former les acteurs				

Tableau 10 : Etapes clés pour développer une démarche qualité

2.8 Parler de démarche qualité à mon client

Un constructeur pourra s'appuyer sur les enjeux de la qualité de l'air intérieur (§ 1.4) et les dysfonctionnements récurrents des systèmes de VMC (§1.5) pour mettre en avant une démarche qualité "ventilation" ou "QAI". Ces arguments seront renforcés en objectivant les résultats déjà obtenus avec la démarche (cf. § 1.6).

Dans un souci de transparence vis-à-vis du client, il est souhaitable de l'informer sur les options concernant l'application de la démarche qualité (si elle est optionnelle), les différents types de systèmes de ventilation et l'application de la démarche avant la signature du contrat. Les ordres de grandeurs des coûts des différentes options et systèmes seront bienvenus.

Néanmoins, ce n'est généralement qu'entre l'obtention du permis de construire et la signature des bons de commande que la décision concernant le type de système de ventilation et le choix de produits peu émissifs sera finalisée, à la lumière de l'analyse du site, du budget et des avantages/inconvénients des différentes possibilités.

2.9 Mesurer ses progrès

Puisque les objectifs de la démarche qualité sont mesurés, l'analyse périodique d'échantillons permet de mesurer ses progrès, par exemple, en comparant d'une année sur l'autre les résultats de conformité.

3 Fiches pratiques pour développer une démarche qualité "ventilation" ou "QAI"

3.1 Evaluer sa production



3.1.1 De quoi parle-t-on ?

- Evaluer un échantillon de la production en termes de ventilation et (en démarche QAI) de qualité de l'air intérieur.
- Identifier les problèmes techniques.
- Définir et affiner les objectifs de la démarche qualité et son domaine d'application.

3.1.2 Quelles questions se poser ?

- Les systèmes de ventilation sont-ils installés dans les règles de l'art ?
- Les débits atteints sont-ils conformes aux débits requis ?
- Quelle classe d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques est-ce que j'atteins en moyenne ? Au mieux ?
- Y a-t-il des dérives entre les produits et systèmes prescrits et ceux installés ?
- Les produits mis en œuvre respectent-ils les préconisations pour une bonne qualité d'air intérieure ?
- La qualité de l'air intérieur est-elle acceptable ?

3.1.3 Comment s'améliorer ?

- Identifier des plans de maisons usuels et des systèmes de ventilation généralement installés.
- Identifier des documents contractuels et des détails relatifs au dimensionnement et à l'installation des systèmes de ventilation (contrat, notice descriptive, contrats de sous-traitance).
- Faire l'inventaire des produits de construction prescrits et mis en œuvre.
- Identifier les performances sanitaires des produits de construction prescrits : classe de l'étiquetage obligatoire des produits de construction pour les émissions de COV, utilisation de labels pour les produits de construction, autres...
- Analyser des performances actuelles des systèmes de ventilation :
 - Conformité entre ce qui était prévu et ce qui est réellement mis en œuvre (complétude d'installation du système de ventilation).
 - Mesure des débits / dépressions au droit des bouches d'extraction d'air (voir d'insufflation pour les systèmes double-flux) sur un échantillon de la production (pour déterminer la taille de l'échantillon, on pourra s'inspirer des démarches qualité de la réglementation thermique).

- Mesure des niveaux de perméabilité à l'air des réseaux de ventilation sur un échantillon de la production (pour déterminer la taille de l'échantillon, on pourra s'inspirer des démarches qualité delà réglementation thermique).
- Analyser les résultats des campagnes de mesures de qualité d'air intérieur déjà effectuées.

3.2 Envisager des améliorations techniques et organisationnelles



3.2.1 De quoi parle-t-on ?

- Trouver les sources techniques et organisationnelles des problèmes ayant mené au défaut du système de ventilation ou de la QAI.
- Trouver et hiérarchiser les solutions.

3.2.2 Quelles questions se poser ?

- Les intervenants sont-ils bien conscients de leurs responsabilités ?
- Les intervenants sont-ils bien informés et formés ?
- Les intervenants disposent-ils des outils nécessaires à la réalisation de leur mission ?
- Quelles étapes de conception sont difficilement rattrapables après ouverture du chantier ?
- Quelles étapes pourraient être vérifiées après ouverture du chantier pour éviter les problèmes ?
- Quels problèmes auraient dû trouver réponse dans la phase conception ?
- Quels problèmes auraient dû trouver réponse dans la phase construction ?
- Quels problèmes auraient dû trouver réponse dans la phase réception ?
- Les choix des produits sont-ils adaptés ?
- Le futur occupant a-t-il été sensibilisé aux enjeux de la ventilation et de la qualité de l'air intérieur ?

3.2.3 Comment s'améliorer ?

Sur le plan organisationnel :

- Définir les étapes clés de vérification avant l'ouverture du chantier, à la pose des conduits, à la réception, ainsi que leurs acteurs.
- Analyser les besoins de formation et d'information (bureau d'études, chargé d'affaires, conducteurs de travaux, entreprises et artisans).

Sur le plan technique :

- Réaliser des plans-types incluant le dessin de l'implantation du réseau et des composants du système afin d'assurer un accès suffisant aux composants pour faciliter leur installation et afin de guider les acteurs de la phase chantier dans l'installation. L'expérience montre que la place accordée autour de ces éléments est très souvent insuffisante.

- Détailler les types de conduits, leur mode de fixation et d'assemblage, leur isolation thermique, leurs dimensions (longueur et section) ainsi que les autres éléments du système de ventilation (centrale, bouches d'extraction et modules d'entrée d'air, organes d'équilibrage, dispositifs de régulation, prise d'air neuf et rejet).
- Faire le calcul des pertes de charge, *a minima* lorsque le DTU l'exige et au moins pour les plans types les plus courants.
- Eloigner les rejets d'air vicié des prises d'air neuf.
- En double flux, concevoir et mettre en œuvre une préfiltration en zone polluée.
- Vérifier la compatibilité du système de ventilation avec les appareils à combustion.
- Veiller à la bonne mise en œuvre des appareils à combustion.
- Détailler les prescriptions sanitaires liées aux produits de construction et veiller à leur bonne mise en œuvre.
- Respecter les temps de séchage des supports avant la pose des revêtements.
- S'assurer des conditions de stockage des produits et équipements sur le chantier.

3.3 Formaliser qui fait quoi, quand et comment



3.3.1 De quoi parle-t-on ?

- Formaliser les étapes d'élaboration et de vérification des projets (conception, construction, réception) ainsi que les documents support.
- Formaliser, entre autres, le contenu du dossier technique.

3.3.2 Quelles questions se poser ?

- Qui désigner comme le responsable de la démarche ?
- Le responsable doit-il être appuyé par un comité technique avec des membres désignés par le dirigeant pour légitimer la démarche au sein de l'entreprise ?
- Les ressources humaines sont-elles suffisantes pour tracer les processus ?
- Les vérifications doivent-elles être en partie faites par des personnes extérieures ?
- Quelles étapes d'élaboration et vérification, quels détails de réalisation, quelles parties du dossier technique méritent d'être détaillées ?
- De quels outils ai-je besoin pour que ces étapes soient réalisées et que je puisse facilement en vérifier l'application et l'améliorer ?
- Comment rendre ma structure plus robuste au changement de personnes ?
- Comment contrôler et mesurer les progrès ?
- La démarche doit-elle être audité par une personne indépendante ?

3.3.3 Comment s'améliorer ?

- Evaluer la facilité d'application de la démarche (clarté, outils simples et accessibles, information,...).
- Rester à l'écoute des utilisateurs de la démarche.
- Analyser les résultats et questionner chaque étape pour améliorer et simplifier la démarche.
- Se concentrer sur l'essentiel, c'est-à-dire sur la formalisation des points à risque identifiés dans les étapes clés précédentes. Si une action ne pose pas de problème particulier, il n'est a priori pas nécessaire de la détailler dans la démarche qualité.

3.4 Mettre en œuvre et suivre la démarche



3.4.1 De quoi parle-t-on ?

- Former tous les acteurs impliqués dans la démarche.
- Appliquer la démarche lors des phases conception, réalisation et réception.
- Evaluer régulièrement dans l'année sa production.

3.4.2 Quelles questions se poser ?

- L'ensemble des acteurs impliqués dans la démarche est-il formé (techniquement et à la démarche) ?
- Les supports sont-ils adaptés pour tracer les processus ?
- Les outils développés, la démarche proposée sont-ils appliqués entièrement ? S'ils ne le sont pas entièrement, pourquoi ? Comment simplifier et faciliter l'application ?
- Quels sont les résultats obtenus sur les échantillons mesurés et contrôlés ?

3.4.3 Comment s'améliorer ?

- Valoriser les progrès des salariés dans l'application de la démarche.
- Encourager le recours au "Compte Personnel de Formation" (CPF).
- Impliquer les salariés dans le choix des formations.
- Recenser et suivre les besoins de formation.
- Déterminer un plan de formation pluriannuel.
- Valoriser les résultats obtenus et les bonnes pratiques.
- Sensibiliser aux mauvaises pratiques constatées et accompagner les acteurs pour y remédier et qu'elles ne se renouvellent pas.
- Vérifier l'application de la démarche et des outils développés. En cas d'utilisation ou d'application partielle, en analyser les raisons puis simplifier et améliorer la démarche et les outils.
- Légitimer l'action du responsable de la démarche.

3.5 Consolider, corriger la démarche



3.5.1 De quoi parle-t-on ?

- Faire un bilan annuel de l'application de la démarche et des résultats de mesure.

3.5.2 Quelles questions se poser ?

- Y a-t-il du progrès par rapport à l'état des lieux ?
- Les résultats sont-ils conformes aux objectifs fixés ?
- Y a-t-il une amélioration des résultats année après année ?
- Les outils développés pour tracer la démarche ont-ils été utilisés ?
- Quels outils et étapes n'ont pas été appliqués et faut-il les simplifier pour les rendre applicables ?
- Quels sont les coûts et les bénéfices de la démarche ?
- A-t-elle permis de résoudre les points faibles identifiés lors de l'état des lieux ?
- Faut-il continuer ?
- Quelles sont les marges de progrès ?
- Faut-il réviser les objectifs de la démarche ?
- Faut-il viser une approbation formelle de la démarche (par exemple, une certification) ?

3.5.3 Comment s'améliorer ?

- Communiquer en interne et en externe sur les résultats de la démarche.
- Valoriser les progrès de l'entreprise dans l'application de la démarche.
- Améliorer de manière continue la démarche, en la simplifiant.

4 Fiches-exemples processus

Un processus est un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie (norme ISO 9001:2015).

Ce chapitre décrit 10 processus sous forme de fiches-exemples à adapter selon l'organisation du constructeur :

- Fiche P01 : Processus évaluation de la production (état des lieux)
- Fiche P02 : Processus analyse du site
- Fiche P03 : Processus élaboration du projet
- Fiche P04 : Processus formation
- Fiche P05 : Processus engagement des entreprises
- Fiche P06 : Processus suivi de l'application de la DQ
- Fiche P07 : Processus suivi de chantier
- Fiche P08 : Processus tracer et lever un écart
- Fiche P09 : Processus contrôle des performances de la DQ
- Fiche P10 : Processus suivi de la vie du bâtiment

Elles permettent d'aider à structurer la prestation de façon cohérente, en indiquant des outils pratiques pouvant permettre d'aider à la mise en œuvre du processus.

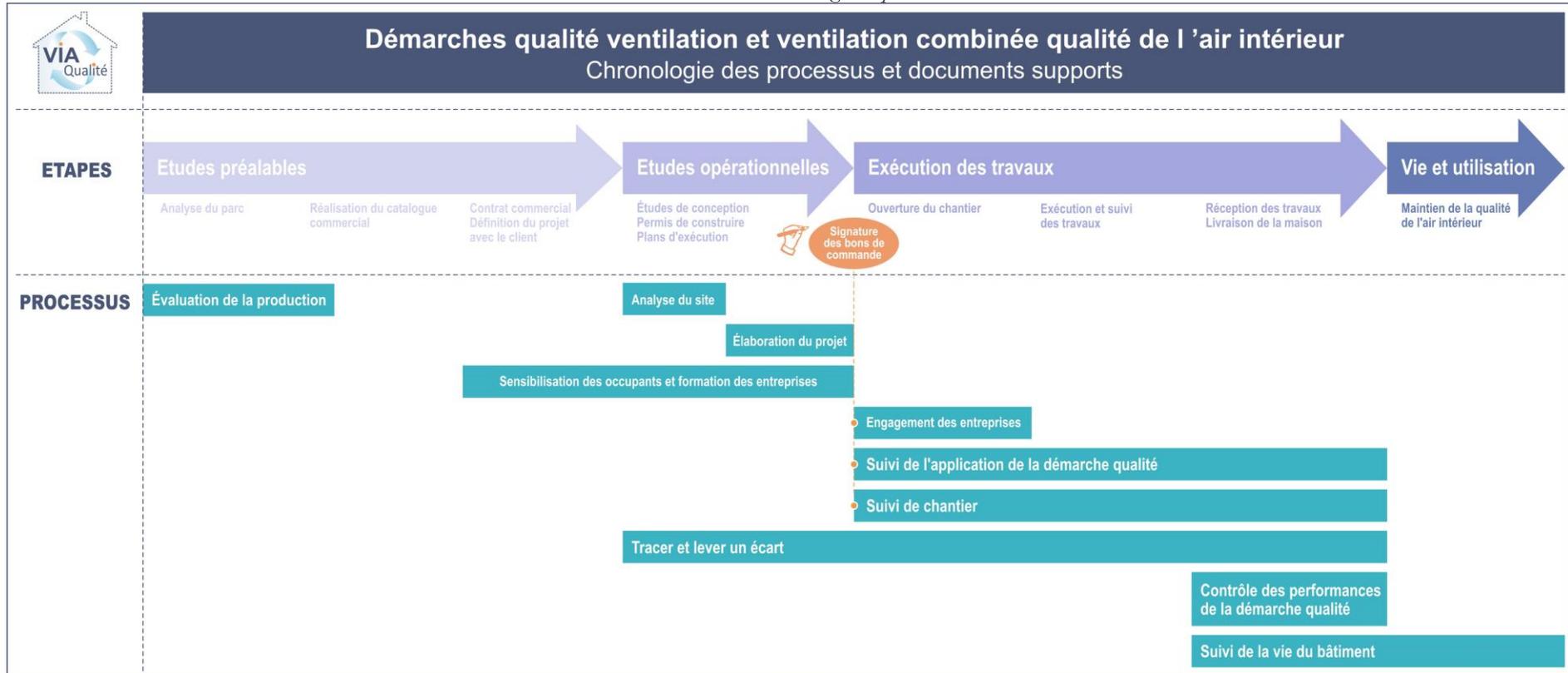
La structuration et la formalisation proposées ne sont en aucun cas universelles : elles doivent être adaptées au cas par cas et se conformer aux exigences du cadre dans lequel la démarche s'inscrit (cadre interne à l'entreprise, certification ISO 9001, certification, etc.).

Le Tableau 11 propose une représentation chronologique de l'enchaînement des processus avec les acteurs impliqués. Il indique également des documents supports qui peuvent aider à la mise en œuvre des processus.

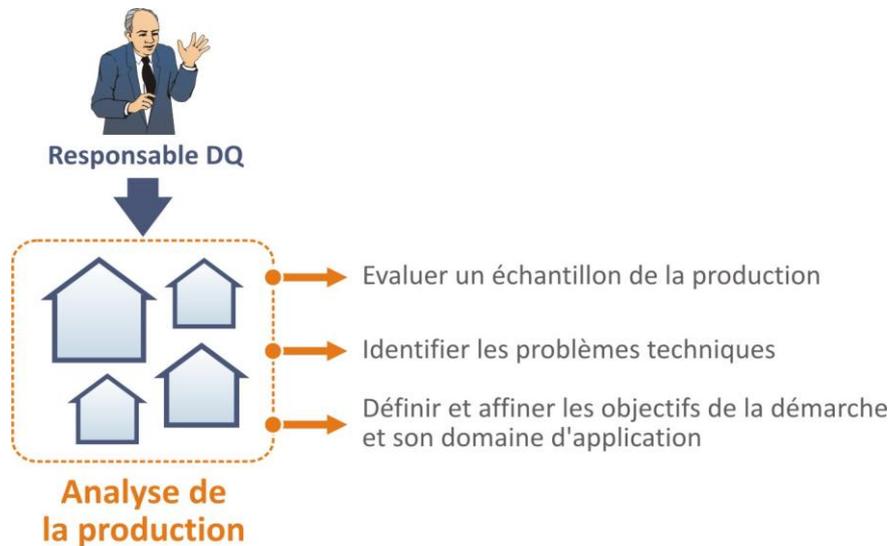
Ce chapitre décrit également un document support : le dossier technique. Sa description est donnée à titre indicatif.

Le texte en bleu concerne uniquement la démarche "qualité de l'air intérieur".

Tableau 11 : Chronologie des processus



P01 - Processus évaluation de la production (état des lieux)



Méthode - Description

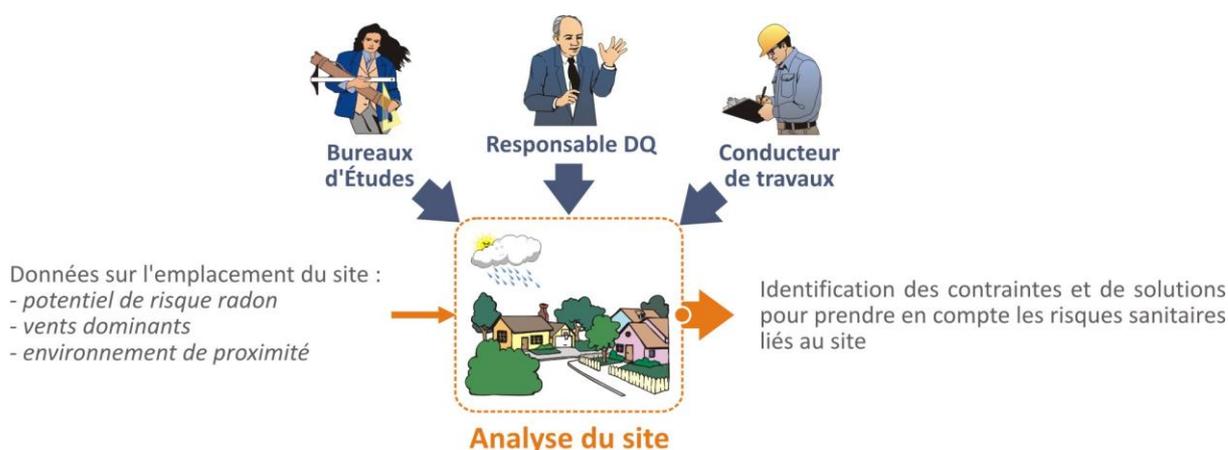
L'objectif est d'identifier et d'évaluer les pratiques et les performances de la production actuelle de maisons individuelles, afin de cerner le domaine d'application de la future Démarche Qualité (DQ) et les évolutions à apporter aux pratiques. Le processus comprend les éléments suivants :

- Identification des plans usuels de maisons et des systèmes de ventilation généralement installés
- Identification des pièces contractuelles et des détails relatifs au dimensionnement et à l'installation des systèmes de ventilation (contrat, notice descriptive, contrats de sous-traitance)
- Inventaire des produits de construction prescrits et mis en œuvre
- Identification des performances sanitaires des produits de construction prescrits : classe de l'étiquetage obligatoire des produits de construction pour les émissions de COV (arrêté du 19/04/2011), utilisation de labels pour les produits de construction, autres...
- Analyse des performances actuelles des systèmes de ventilation :
 - Conformité entre ce qui était prévu et ce qui est réellement mis en œuvre (complétude de l'installation du système de ventilation)
 - Mesure des débits / dépressions au droit des bouches d'extraction d'air (voire d'insufflation pour les systèmes double-flux) sur un échantillon de la production (pour déterminer la taille de l'échantillon, on pourra s'inspirer de l'annexe VII de la réglementation thermique)
 - Mesure des niveaux de perméabilité à l'air des réseaux de ventilation sur un échantillon de la production (pour déterminer la taille de l'échantillon, on pourra s'inspirer de l'annexe VII de la réglementation thermique)
- Réalisation et analyse des résultats des campagnes de mesures de qualité d'air intérieur.

Outils pratiques

- Ventilation - Habitat individuel – Guide d’accompagnement et Fiches d’autocontrôle - COSTIC, FFB METL, MEDDE, 2013.
- Protocole de contrôle des systèmes de ventilation des bâtiments demandant le label Effinergie +, Effinergie, Janvier 201.
- OQAI - Base de référence sur la qualité de l’air intérieur et le confort des bâtiments performants en énergie – Présentation du protocole OQAI-BPE, Observatoire de la qualité de l’air intérieur (OQAI). Février 2014, 17 p.

P02 - Processus analyse du site



Méthode - Description

Le processus analyse de site est à appliquer dès le début d'un projet de construction.

Le bureau d'étude identifie d'éventuelles contraintes liées au site d'emplacement de chaque projet. Pour cela, il effectue une analyse du site au moins sur les critères suivants :

- Données météorologiques du site
- Qualité des sols
 - Risque radon
 - Autres sols pollués
- Pollution atmosphérique

Données météorologiques

La connaissance des vents dominants sur la parcelle est utile lors de la conception pour :

- Limiter le transfert dans la maison des polluants émis par des sources extérieures.
- Implanter les prises d'air vis-à-vis des vents dominants et des sources de pollution.

Les informations sont accessibles sur : <https://professionnel.meteofrance.com/rose-des-vents-normale>

Risque radon

Le bureau d'études de la maîtrise d'œuvre réalise l'évaluation du potentiel radon de la commune où est située la parcelle. Pour cela, il consulte le site : www.irsn.fr

Si la parcelle est dans une commune à potentiel radon moyen ou élevé, le bureau d'études analyse la faisabilité des mesures de prévention suivantes :

- Minimiser la surface de l'interface entre le sol et le bâtiment (en particulier, sous-sols, remblais et murs semi-enterrés sont déconseillés).

-
- Si un sous-sol est tout de même mis en œuvre, éviter les cages d'escalier allant du sous-sol vers le volume habité et favoriser un accès au sous-sol par l'extérieur. Dans le cas contraire, installer une porte d'accès au sous-sol étanche à l'air.
 - Dans le cas où un bâtiment est construit sur un vide-sanitaire ou bien un sous-sol, mettre en place d'une ventilation de ce vide-sanitaire ou de ce sous-sol.
 - Limiter autant que possible le nombre de traversées de planchers bas (passages des réseaux d'eau, d'électricité, etc.) pour réduire le nombre de points singuliers à traiter par la suite en termes d'étanchéité.
 - Installer une membrane anti-radon avec traitement des points singuliers que constituent les traversées de dalles ou de murs enterrés pour assurer la continuité de l'étanchéité des sols.
 - Installer un système de dépressurisation des sols passif ou actif.
 - Installer un système de ventilation double flux réglé en légère surpression.
 - Éviter la mise en place d'un puits climatique aéraulique.

Autres sols pollués

Le bureau d'étude recherche si la parcelle peut être concernée par une pollution de sol. Le recensement de l'historique des activités sur le site et des polluants potentiels associés est effectué à l'aide de :

- Inventaire des sites industriels sur la base de données BASIAS (<http://basias.brgm.fr>).
- Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (<http://basol.developpement-durable.gouv.fr>).

Si la parcelle est concernée par la problématique des sols pollués, le bureau d'études analyse la faisabilité des mesures de prévention pour limiter le transfert des polluants volatils du sol à l'intérieur du bâtiment (identiques à celles vis-à-vis du radon, voir détails au paragraphe précédent).

Pollution atmosphérique

Le bureau d'études évalue le potentiel de pollution atmosphérique du site (proximité éventuelle d'un axe de trafic routier important, d'une station essence, d'une activité industrielle, d'une chaufferie bois, etc.).

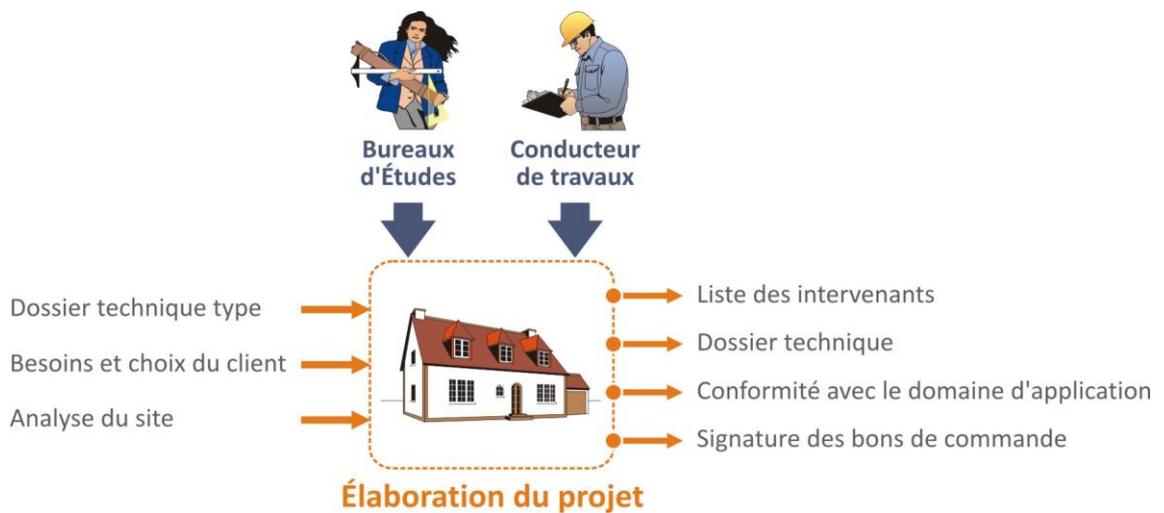
En cas de pollution atmosphérique élevée, il évalue la faisabilité de dispositions à prendre pour limiter la pénétration de polluants extérieurs, par exemple de filtration de l'air entrant par le système de ventilation.

Outils pratiques

- Comment intégrer la qualité de l'air intérieur lors de l'implantation ? VIA-Qualité. A paraître en téléchargement sur <http://www.centre-est.cerema.fr/via-qualite-ameliorer-la-qualite-des-installations-r432.html>
- Le radon dans les bâtiments. Guide Technique. CSTB. ISBN 978-2-86891-400-2. 164 p.
- Données des AASQA (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air), accessible via le site ATMO France, <http://www.atmo-france.org>

-
- Inventaire des sites industriels sur la base de données BASIAS (<http://basias.brgm.fr>).
 - Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (<http://basol.developpement-durable.gouv.fr>).

P03 - Processus élaboration du projet



Méthode - Description

Le bureau d'études adapte les projets types aux choix du client et aux résultats de l'analyse du site. Il élabore les plans et le projet final. Il rédige la notice descriptive qui s'appuiera sur le dossier technique décrit dans la fiche exemple support.

Le bureau d'études crée le dossier technique du projet, en adaptant le **dossier technique type** aux besoins du client et aux résultats de l'analyse du site.

Notamment, le bureau d'études tient compte des points de vigilance suivants:

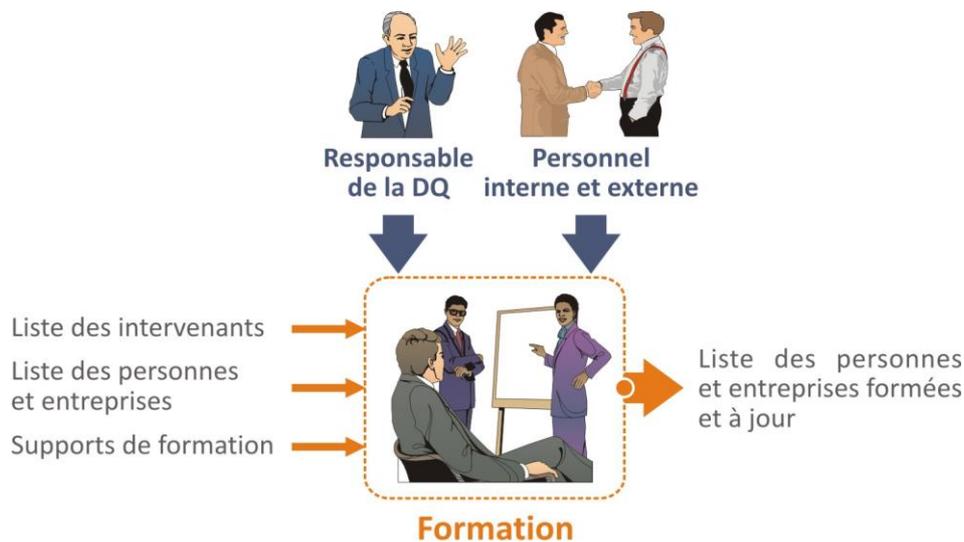
- Décrire précisément les types de conduits utilisés, leur mode de fixation et d'assemblage, leur isolation thermique, leurs dimensions (longueur et section) ainsi que les autres éléments du système de ventilation (centrale, groupe moto-ventilateur, bouches d'extraction et modules d'entrées d'air, organes d'équilibrage, dispositifs de régulation, prise d'air neuf, rejet et refoulement).
- Limiter les pertes de charges du réseau de ventilation (par exemple, éviter les coudes brusques, etc.).
- Réaliser un calcul de perte de charges a minima lorsque le DTU 68.3 l'exige et en cas de modification conséquente des plans types.
- Prévoir l'accessibilité du caisson de ventilation ou de la centrale (en particulier en double flux, l'accessibilité pour le changement de filtre est primordiale).
- Eloigner les rejets d'air vicié des prises d'air neuf.
- En zone polluée, prévoir une préfiltration au niveau des prises d'air du système de ventilation double flux.
- Vérifier de la cohérence avec l'étude thermique et le domaine d'application.
- Vérifier la compatibilité du système de ventilation avec les appareils à combustion.
- Intégrer les prescriptions sanitaires liées aux produits de construction, y compris concernant le séchage des supports. Préciser également les prescriptions à suivre par le

client pour les produits qu'il mettra lui-même en œuvre. Cette description pourra s'inspirer du livret de sensibilisation des occupants, le Guide Grand Air.

Outils pratiques

- Livret à destination des entreprises et artisans de la mise en œuvre. ADEME. VIA-Qualité. A paraître en téléchargement sur <http://www.centre-est.cerema.fr/via-qualite-ameliorer-la-qualite-des-installations-r432.html>
- NF DTU 68.3. Travaux de bâtiment – Installations de ventilation mécanique – Parties 1-1-1, 1-1-2, 1-1-3, 1-2, 2. Juin 2013. Indice de classement : P50-413
- NF DTU 53.2. Travaux de bâtiment - Revêtements de sol PVC collés – Parties 1-1, 1-2, 2. Avril 2007. Indice de classement : P62-203
- Guide Grand Air à destination des occupants. VIA-Qualité. 52 p. ADEME, Région Rhône-Alpes. 2016.

P04 - Processus formation



Méthode - Description

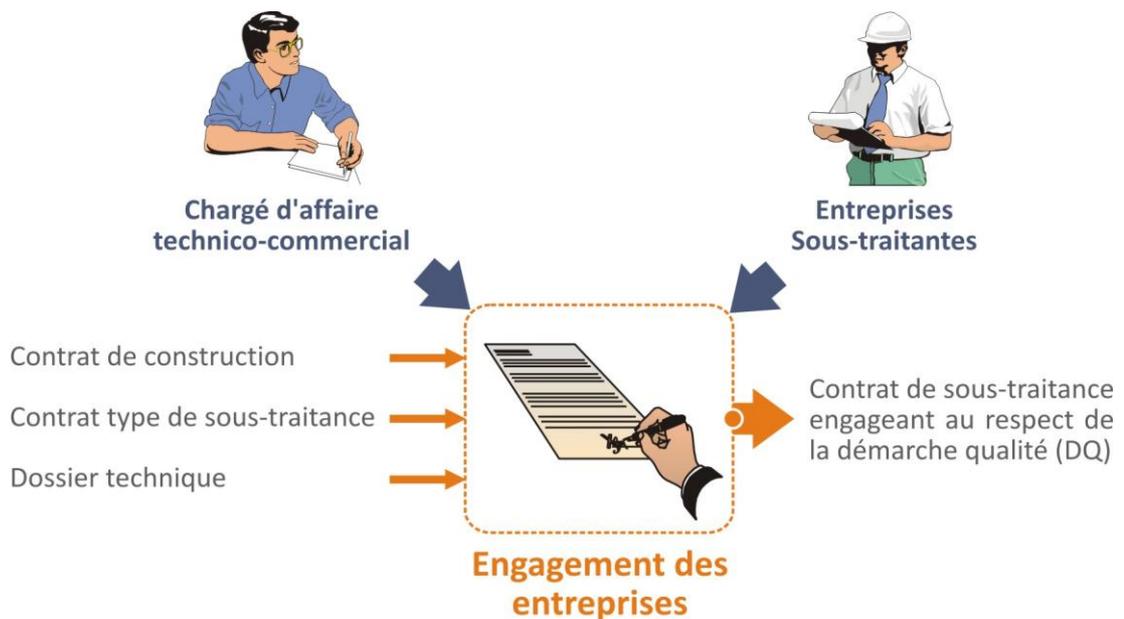
Le responsable de la DQ doit mettre en place une procédure qui permet de :

- Sensibiliser les futurs occupants sur l'utilisation et la maintenance du système de ventilation ainsi que sur l'impact de leurs activités et leurs choix sur la qualité de l'air intérieur, y compris sur des produits introduits après livraison (ex. peintures ou revêtements non pris en charge par le constructeur, mobilier, etc.).
- Réaliser la formation initiale de tout le personnel concerné interne à l'entreprise (techniciens du B.E. et équipe travaux).
- Réaliser la formation de tous les sous-traitants impliqués dans la démarche qualité.
- Réaliser la formation de tout nouvel arrivant, qu'il soit interne à la maîtrise d'œuvre ou sous-traitant.
- Réaliser des séances de mise à jour de l'information auprès des personnes déjà formées, en cas d'évolution majeure de la démarche qualité et/ou des documents supports.
- Vérifier à chaque signature de contrat de sous-traitance et a fortiori avant l'ouverture du chantier, que tout intervenant sur l'opération est formé.
- Mettre en place un support de formation contenant une sensibilisation à la démarche qualité, un rappel des objectifs, un approfondissement sur les outils à utiliser (dossier technique, grille de suivi de chantier, livret de mise en œuvre des systèmes de ventilation). **Pour la démarche ventilation et QAI, prévoir une sensibilisation sur les produits à mettre en œuvre et les précautions à adopter lors du chantier.**
- Recenser les personnes internes à l'entreprise, sous-traitants, et futurs occupants formés ou sensibilisés dans une ou plusieurs listes dédiées et tenues à jour. Cette liste inclut : Nom – Prénom des personnes, fonction, nom de l'entreprise, lot(s) concerné(s), date de la formation).

Outils pratiques

- Valise pédagogique. VIA-Qualité. ADEME. 2016. A paraître en téléchargement sur <http://www.centre-est.cerema.fr/via-qualite-ameliorer-la-qualite-des-installations-r432.html>

P05 - Processus engagement des entreprises

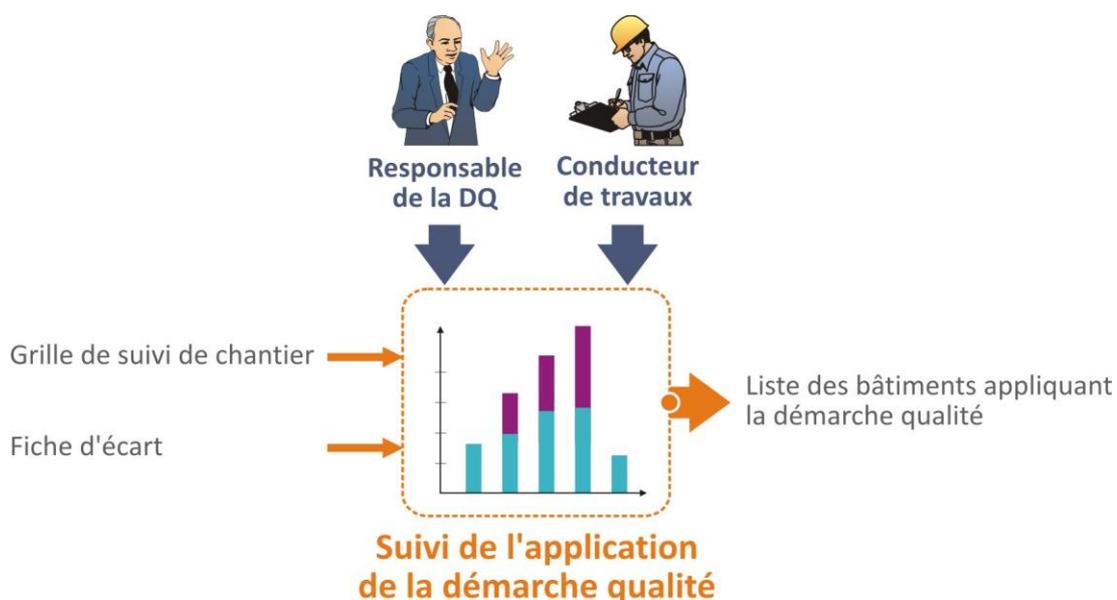


Méthode - Description

Pour chaque opération, le chargé d'affaires technico-commercial fait signer des contrats de sous-traitance conformes au **contrat-type de sous-traitance** défini dans le cadre de la démarche, mentionnant le respect de la DQ, et notamment du dossier technique du projet.

Le **contrat-type de sous-traitance** rappelle les objectifs de la démarche (classe d'étanchéité à l'air des conduits, valeurs cibles des débits/dépressions, respect des dispositions fonctionnelles et de la mise en œuvre des produits prescrits, [respect des exigences concernant l'étiquetage et les labels des produits de construction utilisés](#), [respect des modalités de stockage sur le chantier à l'abri des intempéries](#), [respect des concentrations maximales de polluants dans l'air intérieur](#)). Il inclut également un engagement à former tout le personnel interne du sous-traitant.

P06 - Processus suivi de l'application de la DQ



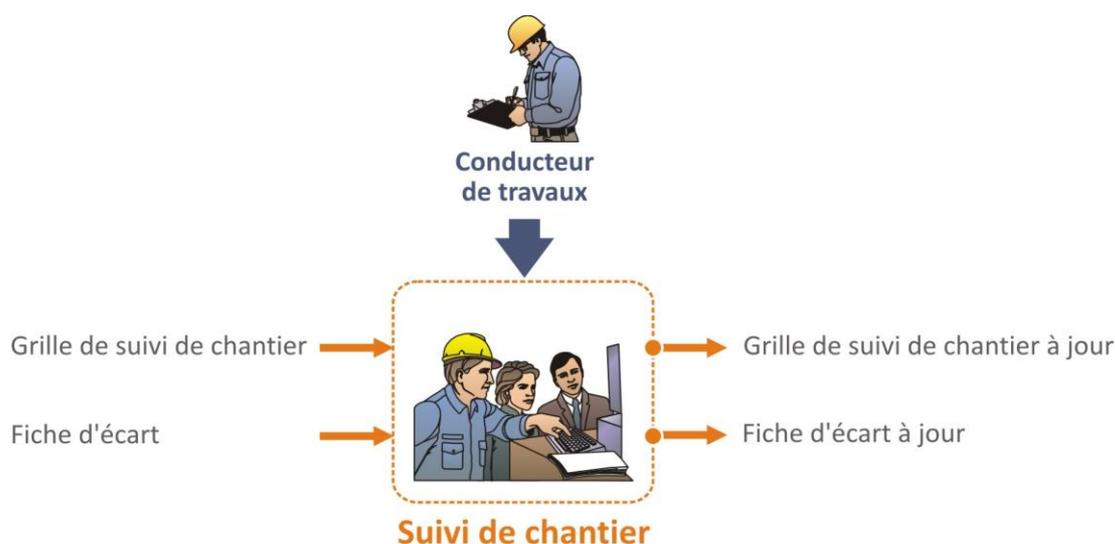
Méthode - Description

Le responsable de la DQ doit connaître à tout moment l'avancement des opérations afin d'enclencher en temps voulu les différents processus. Il assure un recensement et un suivi de l'avancement des opérations appliquant la DQ, et éventuellement de la gestion des écarts.

Le responsable de la DQ doit mettre en place une **liste des bâtiments appliquant la démarche**, qui recense *a minima* les caractéristiques administratives, les caractéristiques techniques liées au domaine d'application, les dates de permis, de réception, de tests/contrôles prévus, les résultats des tests/contrôles. Cette liste peut préciser l'avancement de l'opération et toute autre information jugée utile. Cette liste peut également recenser les écarts constatés et les dates de levée des écarts pour faciliter l'amélioration continue de la démarche (identification des écarts récurrents, cf. **processus tracer et lever un écart**).

Le conducteur d'opération ou le responsable de la DQ doit compléter cette liste dès signature des bons de commande (ouverture du chantier) et tenir à jour l'avancement de chaque opération, jusqu'à leur réception.

P07 - Processus suivi de chantier



Méthode - Description

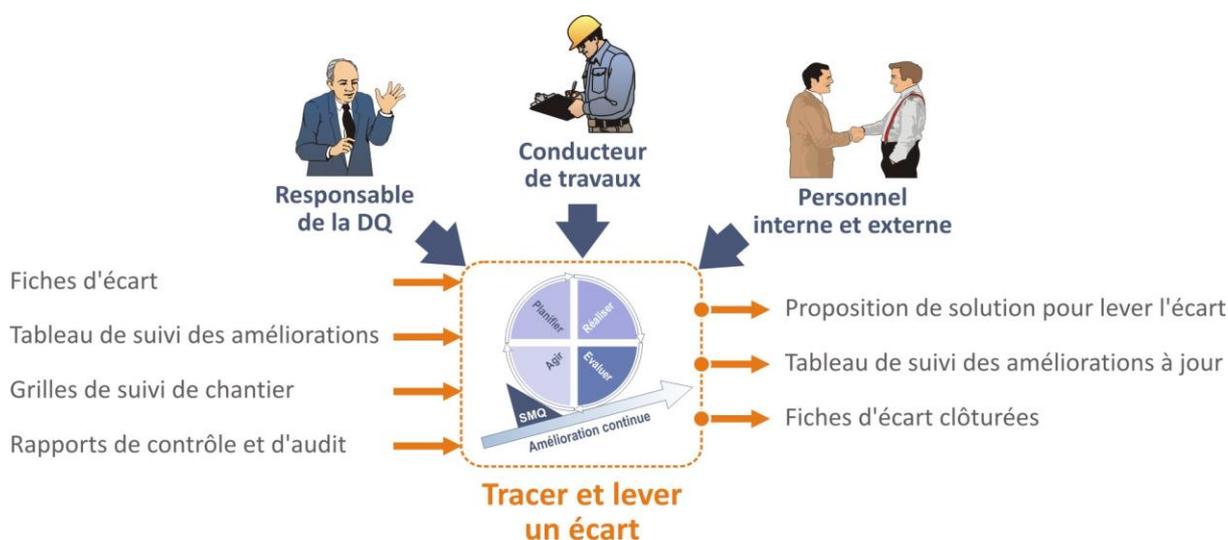
Le conducteur de travaux doit :

- Vérifier régulièrement, à chaque phase importante de construction, la conformité du chantier avec le **dossier technique**. En démarche qualité "QAI", le **conducteur de chantier** doit récupérer auprès des artisans concernés les documents attestant que les produits posés sont conformes aux prescriptions sanitaires.
- Tracer chaque vérification de chantier dans la **grille de suivi de chantier**. Cette **grille de suivi de chantier** doit préciser pour chaque point à vérifier, la référence aux éléments du dossier technique (plan d'implantation, détail technique, disposition fonctionnelle, etc.) correspondant, l'état de la réalisation vis-à-vis de la commande (conforme, non-conforme), la date de contrôle, un commentaire, la référence de la (les) photo(s) le cas échéant, le cas échéant la référence de la fiche d'écart correspondante, la date de levée de l'écart et la date de contrôle final relatant la conformité de chaque point.
- Planifier un point avec chaque sous-traitant dès qu'une difficulté semble être rencontrée.
- Établir une **fiche d'écart** dès qu'un écart est constaté sur le chantier. Référencer la levée de l'écart dans le suivi de chantier.
- Appliquer le **processus tracer et lever un écart**, en cas d'écart.
- Faire remonter régulièrement (rythme hebdomadaire) les **grilles de suivi de chantier** et des **fiches d'écart** au responsable de la DQ.
- Réceptionner le système de ventilation une fois l'ensemble des écarts levés et la grille de suivi de chantier entièrement complétée.

Outils pratiques

- Ventilation – Habitat individuel – Guide d'accompagnement et Fiches d'autocontrôle – COSTIC, FFB METL, MEDDE, 2013
- Protocole développé dans le cadre du projet PROMEVENT, à paraître fin 2016, www.centre-est.cerema.fr/amelioration-des-protocoles-de-mesures-promevent-r431.html

P08 - Processus tracer et lever un écart



Méthode - Description

Quelle que soit la nature de l'écart, il doit être identifié, analysé, une solution doit être proposée et l'application menant à la levée de l'écart doit être suivie.

1- Identifier et analyser un écart

Un écart peut être identifié dans les situations suivantes :

- Dans le cadre du **suivi de chantier**, dès qu'un écart aux prescriptions du dossier technique est identifié. L'identification de cet écart peut, selon l'organisation du constructeur, être directement tracée dans la grille de suivi de chantier.
- Dans le cadre de l'application de la DQ, dès qu'un **écart ou un dysfonctionnement à la DQ** est identifié. Une fiche d'écart doit alors être réalisée par la personne qui constate l'écart.
- Dans le cadre du **contrôle** réalisé par une personne indépendante, lorsque les résultats obtenus ne respectent pas les **objectifs** de la DQ ou en cas de non-conformité d'une mise en œuvre vis-à-vis du carnet de détails ou des dispositions fonctionnelles. Une fiche doit alors être réalisée par le responsable de la DQ.

Un **écart** peut être répertorié par le responsable de la DQ dans un **tableau de suivi des améliorations** lorsque :

- Des écarts récurrents sont constatés dans les **rapports de contrôle** (fuites récurrentes, non-conformités de mise en œuvre récurrentes, vis-à-vis du carnet de détails ou des dispositions fonctionnelles).
- Un écart à la DQ est recensé par un auditeur externe.
- Un **écart ou dysfonctionnement à la DQ** est recensé.

2- Proposer une solution à chaque écart

3- Suivre et mettre en place la solution à l'écart et identifier la personne chargée de la levée de l'écart

4- Tracer la réalisation de tout ce processus

Quel que soit l'écart, tout le processus décrit ci-avant doit être parfaitement tracé par le responsable du processus. Il faut tracer l'identification de l'écart, la solution proposée, la personne chargée d'appliquer la solution, le délai pour appliquer la correction, la date de modification effective et la personne ayant vérifié la mise en conformité.

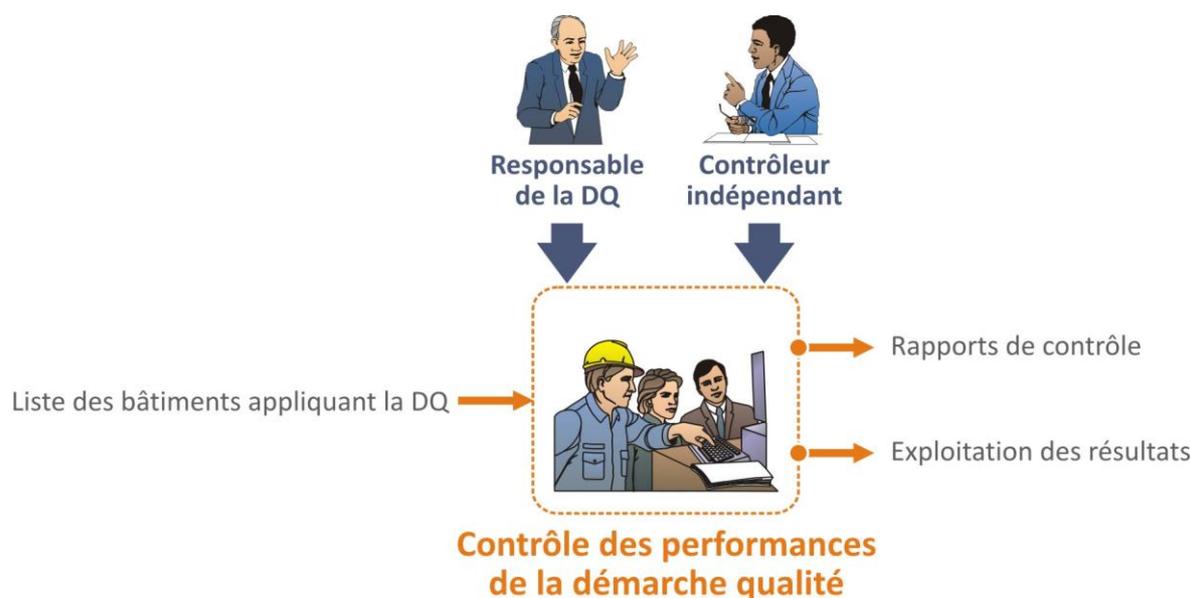
La **fiche d'écart** décrit précisément le chantier concerné, l'écart, la solution pour lever l'écart, qui doit appliquer cette solution, le délai pour appliquer la solution, la date de réalisation de la correction, la date de vérification de la mise en conformité et la personne ayant vérifié la mise en conformité.

Le **tableau de suivi des améliorations** se présente généralement sous forme de tableau et contient les mêmes éléments de description que la fiche d'écart décrite ci-dessus.

Note 1 : Il est utile de faire des audits, mesures et contrôles en interne pour fiabiliser la démarche avant la sollicitation d'un contrôle externe.

Note 2 : Dans le cadre de l'amélioration continue de ce type de démarche, l'analyse des causes des écarts est nécessaire.

P09 - Processus contrôle des performances de la DQ



Méthode - Description

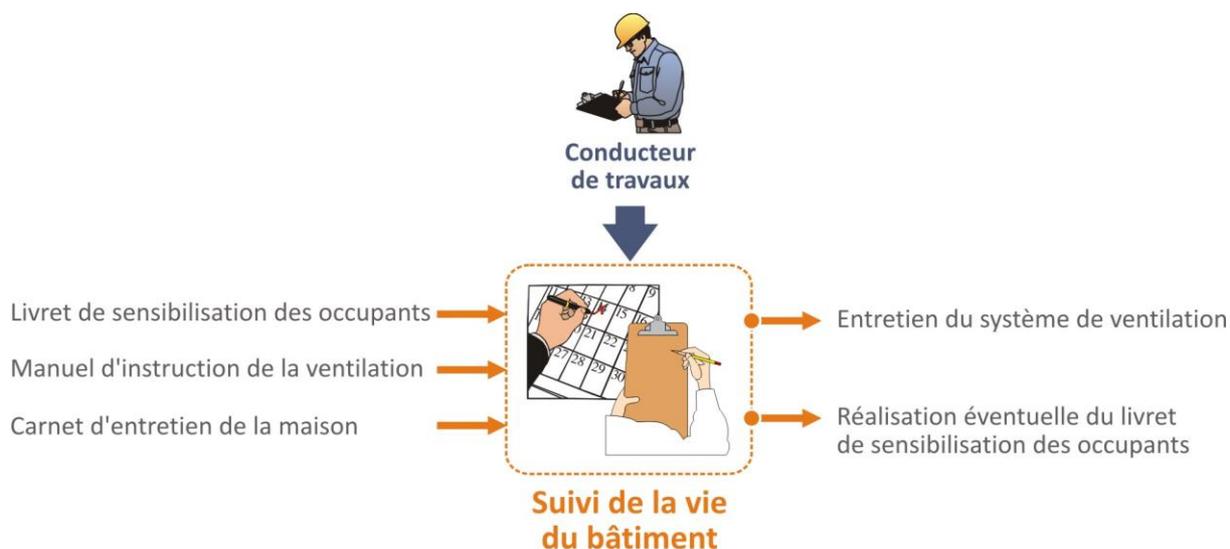
Ce processus consiste à planifier et suivre le contrôle par personnes indépendantes du respect et de l'efficacité de la DQ. Tout au long de l'année, vérifier l'efficacité de la DQ, en planifiant des contrôles (contrôle des dispositions fonctionnelles, classe d'étanchéité à l'air des du réseau de ventilation et débit/dépression aux bouches de ventilation, [contrôle de la conformité des produits mis en œuvre avec les produits prescrits](#), [évaluation de la QAI à réception du bâtiment et avant occupation](#)) sur un échantillon de la production, représentatif du **domaine d'application**. Le principe est de vérifier la conformité des résultats vis-à-vis des **objectifs de la DQ**. Les contrôles doivent être réalisés par des personnes indépendantes et qualifiées.

Selon les souhaits du porteur de la démarche, faire vérifier, une fois par an, selon la norme NF EN ISO 19011, l'application du référentiel par un ou des organismes indépendants de la maîtrise d'œuvre ayant un système d'assurance qualité certifié conforme à la norme ISO 9001, par un organisme certificateur accrédité selon la norme ISO/IEC 17021.

Enfin, le responsable de la DQ exploite les résultats des contrôles cités ci-dessus pour améliorer sa démarche.

Rappel : Dans le cadre de l'amélioration continue de ce type de démarche, il est utile de faire des audits, mesures et contrôles en interne pour fiabiliser la démarche avant la sollicitation d'un contrôle externe.

P10 - Processus suivi de la vie du bâtiment



Méthode - Description

Le conducteur de travaux doit, au moment de la livraison de l'opération :

- Rappeler aux futurs occupants leur rôle quant à l'utilisation et la maintenance du système de ventilation ainsi que l'impact de leurs activités et leurs choix sur la qualité de l'air intérieur, en particulier sur des produits introduits après livraison (ex. peintures ou revêtements non pris en charge par le constructeur, mobilier, etc.).
- Fournir et commenter le **livret de sensibilisation des occupants (ex. Guide Grand Air)**, au futur occupant afin de le sensibiliser et de l'impliquer dans la gestion de sa maison et de son installation de ventilation, en vue d'un renouvellement d'air correct et d'une bonne QAI.
- Fournir et commenter les manuels d'utilisation des composants du système de ventilation (unité de ventilation, bouches, filtres, etc.), afin qu'il sache comment l'utiliser correctement et assurer la maintenance de ses systèmes.
- Fournir et commenter le **carnet d'entretien de la maison** à l'occupant. Le carnet d'entretien de la maison répertorie les informations techniques relatives à la maintenance et aux travaux à effectuer dans la maison. Il rappelle les fréquences préconisées des travaux d'entretien et maintenance permet à l'occupant de noter ceux qu'il a réalisés. L'occupant peut ainsi indiquer la date de toutes les opérations de maintenance effectuées dans sa maison et se souvenir des échéances. Le carnet d'entretien peut contenir les opérations de maintenance et d'entretien des équipements de la maison, notamment le système de ventilation, avec les échéances, les coordonnées des entreprises capables de réaliser ses opérations de maintenance et d'entretien, les coordonnées des personnes à contacter en cas de problèmes.

Outils pratiques

- Guide Grand Air à destination des occupants. VIA-Qualité. 52 p. ADEME, Région Rhône-Alpes. 2016.

Fiche-exemple support : Dossier technique type

Méthode - Description

Le dossier technique type est un dossier préparé par la maîtrise d'œuvre pour garantir la bonne mise en œuvre des systèmes de ventilation **et assurer la maîtrise de la qualité de l'air intérieur**. Ce dossier comprend toutes les configurations-types envisagées dans le **catalogue commercial**. Il doit être adapté au projet réel en fonction des options choisies.

Il se décline *a minima* en 3 parties principales :

1. Note technique de l'installation

- Descriptif du système de ventilation (principe, fonctionnement, cadre réglementaire et normatif).
- Note de calcul et dimensionnement (centrale, groupe moto-ventilateur, réseaux de gaines et conduits, entrées et sorties d'air, refoulement) *a minima* lorsque le DTU l'exige.
- Toutes les spécifications techniques et les préconisations sanitaires pour la mise en œuvre des produits de construction. Elles détaillent toutes les exigences sanitaires remplies par les produits choisis par le client mais également celles que les autres produits devront satisfaire et notamment les produits de pose.

2. Plans généraux d'implantation des composants de l'installation

- Localisation des aménagements et réservations dédiés (Local ou placard technique, gaines techniques verticales et horizontales, plenum, faux-plafond ou soffite, etc.).
- Localisation des différents composants de l'installation (centrale DF ou caisson du groupe moto-ventilateur, réseaux de gaines et conduits, entrées et sorties d'air, refoulement).

3. Carnet de détails type des points singuliers de l'installation

Ce carnet comporte des schémas techniques et pratiques explicites, et éventuellement des photos sur les bonnes et les mauvaises pratiques de mise en œuvre. Il définit explicitement le rôle de chaque lot ou corps d'états. Il contient des détails d'exécution sur les points singuliers de l'assemblage des différents composants de l'installation (entrées et sorties d'air, gaines et conduits, détalonnage des portes, refoulement, etc...). Il contient également des points de vigilance dans la mise en œuvre. Par exemple, il mentionne :

- La mise en œuvre conformément aux règles de l'art (en bannissant les coudes brusques, les gaines écrasées, détériorées ou percées, les conduits non raccordés).
- Les précautions à prendre pour le stockage des éléments du système de ventilation avant leur pose, pour éviter leur dégradation.
- Les types et dimensions des conduits utilisés, leur mode de fixation et d'assemblage, leur isolation, leur longueur ainsi que les autres éléments du système de ventilation (unité, bouches et entrées d'air, organes d'équilibrage, dispositifs de régulation, prise et rejet, préfiltration).
- L'accessibilité du caisson de ventilation.

-
- L'éloignement des rejets d'air vicié des prises d'air.

Il pourra s'appuyer sur le livret d'installation à destination des professionnels du bâtiment développé dans le cadre de VIA-Qualité.

Le carnet de détail type contient également les exigences relatives aux choix des produits de nettoyage de fin de chantier. Il présente une liste de produits d'entretien conformes aux exigences sanitaires définies. Cette liste sera utilisée dans le marché conclu avec l'entreprise chargée du nettoyage final du chantier.

Ce dossier technique de référence sera adapté aux spécificités de chaque projet une fois les choix du client effectués, tout en restant dans le domaine d'application.

5 Abréviations

AASQA	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AFSSA	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (a fusionné avec l'AFSSA en 2010 pour former l'ANSES)
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone (gaz carbonique)
COV	Composé organique volatil
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DQ	Démarche Qualité
HCHO	Formaldéhyde
HCSP	Haut Conseil de Santé Publique
InVS	Institut de veille sanitaire
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
NO _x	Oxydes d'azote
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
ORTEC	Observatoire de la Réglementation Technique dans la Construction
PM _{2,5}	<i>Particulate matter</i> : particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres
PM ₁₀	<i>Particulate matter</i> : particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres
QAI	Qualité de l'Air Intérieur
RCHO	Aldéhydes
VAR	Valeur d'Action Rapide (qualité de l'air)
VGAI	Valeur Guide d'Air Intérieur
VIR	Valeur d'Information et de Recommandations (qualité de l'air)
VR	Valeur Repère (qualité de l'air)

6 Bibliographie

Les produits du projet VIA-Qualité sont disponibles sur le site du Cerema Centre-Est: www.centre-est.cerema.fr

6.1 Guides pratiques et recommandations

Ventilation

- [1] AQC. 2010. *La VMC double flux en maison individuelle*. Les plaquettes Développement Durable. Novembre 2010. 3 p.
- [2] AQC. 2012. *La VMC double flux en neuf*. Mémo chantier. AQC. Novembre 2012. 2 p.
- [3] AQC. 2012. *La VMC simple flux en maison individuelle*. Les plaquettes Développement Durable. Février 2012. 3 p.
- [4] Bernard, A.M. 2011. *Ventilation double flux dans le résidentiel, Conception, mise en œuvre et entretien*. Collection : Guide Pratique développement durable, CSTB éditions, Janvier 2011. 80 p.
- [5] COSTIC, FFB, UECF. 2013. *Ventilation, Habitat individuel. Guide d'accompagnement et Fiches d'autocontrôle*. COSTIC. Janvier 2013. 31 p.
- [6] Guédel, A., Barles, P. 2012. *Étanchéité des réseaux aérauliques - Guide pratique*. PBC, CETIAT. Juin 2012. 71 p.
- [7] UNICLIMA. 1997. *Guide de réception d'une installation de VMC*. Editions SEPAR, Paris.
- [8] UNICLIMA. 2013. *Guide « Nécess'air, l'air et la manière »*. Guide pratique. ADEME. 2013.
- [9] Vialle, P.J., Barles, P. 2005. *Guide DIAGVENT, diagnostic des installations de ventilation*. CETIAT. 2005. 40 p. Téléchargeable gratuitement sur www.cetiat.fr

Qualité de l'air

- [10] ANSES. 2007. *Avis relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le formaldéhyde*. Juillet 2007. 78 p.
- [11] ANSES. 2008. *Avis relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le benzène*. Janvier 2008. 78 p.
- [12] Déoux, S., Coeudevez, S., Berlin, S. 2016 *Guide Grand Air à destination des occupants*. VIA-Qualité. 52 p. ADEME, Région Rhône-Alpes.
- [13] Haut conseil de santé publique (HCSP). 2009. *Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – le formaldéhyde*. Octobre 2009. 41 p.
- [14] Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). 2010. *Avis sur les projets de décret et d'arrêtés relatifs à la protection des personnes contre le risque lié au radon dans les bâtiments*. Mars 2010. 5 p.
- [15] Haut conseil de santé publique (HCSP). 2010. *Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – le benzène*. Juin 2010. 36 p.
- [16] Haut conseil de santé publique (HCSP). 2013. *Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – les particules*. Juillet 2013. 70 p.
- [17] INVS. 2010. *Gestion de la qualité de l'air intérieur. Établissements recevant du public*. Guide pratique. 78 p.
- [18] OMS. 2001. *WHO Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition*. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. 274 p.
- [19] OMS. *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, WHO Regional Office for Europe. 2010. 454 p.

6.2 Ouvrages, rapports, articles

- [20] ANSES. 2014. *Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur*. Rapport Convention Anses/ABM/CSTB – N° 2011-CRD-11. Avril 2014. 96 p.
- [21] Ribéron, J., Ramalho, O., Derbez, M., Berthineau, B., Wyart, G., Kirchner, S., Mandin, C. 2016. *Indice de confinement de l'air intérieur : des écoles aux logements*. Pollution atmosphérique, n° 228. Janvier-Mars 2016. 10 p.
- [22] Derbez, M., Wyart, G., Douchin, F., Lucas, J.P., Ramalho, O., Ribéron, J., Kirchner, S., Mandin, C. 2015. *Base de référence nationale sur la qualité de l'air intérieur et le confort des occupants de bâtiments performants en énergie – Description des premiers résultats de la qualité de l'air intérieur et du confort de bâtiments d'habitation performants en énergie*. CSTB-OQAI/2015-012. Février 2015. 56 p.
- [23] DREAL Limousin. 2012. *Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité*. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Limousin. Mai 2012. 40 p.
- [24] Haut conseil de santé publique (HCSP). 2009. *Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos. Présentation de la démarche méthodologique*. Octobre 2009. 23 p.
- [25] JRC. 2005. *Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU - The INDEX project - Final report*. European Commission. Joint Research Centre, Ispra. January 2005. 336 p.
- [26] Kirchner, S. et al. 2006. *Rapport final de la campagne nationale Logements : état de la qualité de l'air dans les logements français*. Mise à jour mai 2007. OQAI DDD/SB 2006-57. 183 pages.
- [27] OQAI. 2013. *Base de référence sur la qualité de l'air intérieur, le confort et les consommations énergétiques des bâtiments performants en énergie - stratégie générale de collecte des données*. Protocole n° OQAI-CSTB-2012-106, février 2013, 31 p.
- [28] RAGE. 2013. *VMC simple flux en habitat individuel, Conception et dimensionnement, Installation et mise en service, Entretien et maintenance*. Programme d'accompagnement des professionnels. Règles de l'Art Grenelle Environnement. Février 2013. 50 p.

6.3 Documents normatifs

- [29] FD E51-767. 2014. *Ventilation - Mesure d'étanchéité à l'air des réseaux*.
- [30] NF DTU 68.3. 2013. *Travaux de bâtiment – Installations de ventilation mécanique – Parties 1-1-1, 1-1-2, 1-1-3, 1-2, 2*.
- [31] NF EN ISO 19011. 2012. *Lignes directrices pour l'audit des systèmes de management*.

6.4 Réglementation

- [32] Annexe VII de la Réglementation thermique 2012, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de la Mer. Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments. Journal Officiel n°0250 du 27 octobre 2010, p. 19260, texte n°7.
- [33] Arrêté du 19 décembre 2014 modifiant les modalités de validation d'une démarche qualité pour le contrôle de l'étanchéité à l'air par un constructeur de maisons individuelles ou de logements collectifs et relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments collectifs nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment collectif
- [34] Arrêté du 23 février 2009 relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation.
- [35] Arrêté du 24 mars 1982 modifié relatif à l'aération des logements - Chapitre 1 Aération générale et permanente, Chapitre 2 Aération permanente pouvant être limitée à certaines pièces.

-
- [36] Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments. Annexe VII – Démarche de qualité de l'étanchéité à l'air du bâtiment et, éventuellement, des réseaux aérauliques.
- [37] Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et circulaire d'application du 28 janvier 2000.
- [38] Décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage.
- [39] Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils. J.O n°0071 du 25 mars 2011
- [40] Décret n°2011-1727 du 2 Décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.
- [41] Directive 2013/59/EURATOM du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.
- [42] Exemples de solutions acoustiques - Réglementation acoustique 2000, mai 2002.

6.5 Sites internet

- [43] Fiches points sensibles de la construction - Agence Qualité Construction : www.qualiteconstruction.com/formateurs/fiches-points-sensibles-de-la-construction.html, rubrique « équipement »
- [44] Le Radon dans le bâtiment : ese.cstb.fr/radon
- [45] Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur : www.oqai.fr
- [46] Potentiel radon des communes : www.irsn.fr
- [47] Radon – Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer : www.developpement-durable.gouv.fr/-Radon,889-.html
- [48] Réglementation Thermique : www.rt-batiment.fr, rubrique "démarche qualité"

7 Annexe : Evaluation de la qualité de l'air intérieur

Cette annexe synthétise sous forme de 2 tableaux les conditions de prélèvement d'échantillons en vue d'une évaluation de la qualité de l'air ainsi que des exemples de critères qui pourraient être utilisés pour analyser les résultats.

Polluant	Prélèvement possible en phase réception (R) ou occupation (O)		Localisation hauteur des prélèvements	Durée ¹	Fréquence de mesurage	Informations complémentaires et références
	R	O				
Radon (Rn)		X	Chambre ³ 1 à 2 m Séjour 1 à 2 m	2 mois	Sans objet (1 seul point de mesure)	NF ISO 11665-4 (octobre 2012)
Formaldéhyde (HCHO)	X	X	Chambre ³ 0,5 à 1 m Séjour 1 à 2 m	2 h mini si prlvt. actif 3 jours mini si prlvt. passif	Sans objet (1 seul point de mesure)	Norme NF EN ISO 16000-2 (juillet 2006) NF ISO 16000-4 (février 2012)
Aldéhydes (RCHO)	X	X	Chambre ³ 0,5 à 1 m Séjour 1 à 2 m	2 h mini si prlvt. actif 3 jours mini si prlvt. passif	Sans objet (1 seul point de mesure)	NF ISO 16000-4 (février 2012)
Composés Organiques Volatils	X	X	Chambre ³ 0,5 à 1 m Séjour 1 à 2 m Extérieur > 1,5 m Si VMC DF prélèvement ext. à proximité de la prise d'air neuf	2 h mini si prlvt. actif 3 jours mini si prlvt. passif	Sans objet (1 seul point de mesure)	NF EN ISO 16000-5 (mai 2007) NF EN ISO 16017-2 (octobre 2003)
Benzène	X	X	Chambre ³ 0,5 à 1 m Séjour 1 à 2 m Extérieur > 1,5 m Si VMC DF prélèvement ext. à proximité de la prise d'air neuf	2 h mini si prlvt. actif ² 3 jours mini si prlvt. passif ²	Sans objet (1 seul point de mesure)	NF EN ISO 16000-5 (mai 2007) NF EN ISO 16017-2 (octobre 2003)
Particules fines (PM 2,5)	X	X	Séjour 1 à 1,5 m Extérieur > 1,5 m	24 h mini ²	S/O (1 seul point de mesure)	NF EN 12341 (juin 2014)
Monoxyde de carbone ⁴ (CO)		X	Chambre ³ 0,5 à 1 m Séjour 1 à 2 m	24 h mini ²	1 point toutes les 10 min	NF EN 50543 (avril 2011)
Dioxyde de carbone (CO ₂)		X	Chambre ³ 0,5 à 1 m	1 semaine mini	1 point toutes les 10 min	Pour les caractéristiques de l'appareil de mesure, cf. article 8 du décret du 5 janvier 2012 NF EN ISO 16000-26 (Octobre 2012)

¹ Si en occupation, en période de chauffage, hors absence du logement pour dormir d'un ou plusieurs occupants habituels du logement

² Si en occupation, avec fonctionnement normal de l'appareil à combustion, s'il y en a

³ Chambre de l'occupant principal du logement

⁴ Mesure obligatoire par arrêté du 15 septembre 2009 pour les chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts

Tableau 12 : Synthèse des exigences sur les conditions de prélèvements des échantillons pour l'évaluation de la qualité de l'air intérieur. Pour plus d'informations, se référer au protocole de l'OQAI (n° OQAI-CSTB-2012-106, février 2013, 31 p.)

Polluant	Exemples de critères pour l'interprétation des résultats	Médiane ¹ 95-Percentile ² observés lors des campagnes OQAI (2003-2005)
Radon (Rn)	Concentration inférieure à 100 Bq/m ³ (niveau de référence recommandé OMS 2010) / comprise entre 100 et 300 Bq/m ³ (niveau de référence dont le dépassement n'est pas souhaitable OMS 2010, et Directive Euratom 2013, Art. 74)	31 Bq/m ³ 220 Bq/m ³ (chambres)
Formaldéhyde (HCHO)	Concentration inférieure à 10 µg/m ³ (VGAI 2023, cf. décret n° 2011-1727) / comprise entre 10 et 30 µg/m ³ (VGAI 2015) / supérieure à environ comprise entre 30 et 50 µg/m ³ (VGAI court terme ANSES 2007)	19,6 µg/m ³ 46,6 µg/m ³
Aldéhydes (RCHO)	Selon chaque polluant - Acétaldéhyde : concentration inférieure à 160 µg/m ³ (VGAI long terme ANSES 2014)/comprise entre 160 et 3 000 µg/m ³ (VGAI court terme ANSES 2014) - Acroléine : concentration inférieure à 0,8 µg/m ³ (VGAI long terme ANSES 2013)/comprise entre 0,8 et 6,9 µg/m ³ (VGAI court terme ANSES 2013)	Acétaldéhyde : 11,6 µg/m ³ 30 µg/m ³ Acroléine : 1,1 µg/m ³ 3,4 µg/m ³ Héxaldéhyde : 13,6 µg/m ³ 50,1 µg/m ³
Composés Organiques Volatils (COVT)	Concentration inférieure à 300 µg/m ³ / comprise entre 300 et 1 000 µg/m ³ / comprise entre 1 000 et 3 000 µg/m ³ / comprise entre 3 000 et 10 000 µg/m ³ / supérieure à 10 000 µg/m ³ (Commission Hygiène de l'air intérieur de l'Agence fédérale allemande pour l'environnement Voir aussi les valeurs guides ANSES pour certains COV : naphthalène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène)	Valeurs individuelles données pour certains COV
Benzène	Concentration inférieure à 2 µg/m ³ (VGAI 2016, cf. décret n° 2011-1727) / comprise entre 2 et 5 µg/m ³ (VGAI 2013, cf. décret n° 2011-1727)	2,1 µg/m ³ 7,2 µg/m ³
Particules fines (PM _{2,5})	Concentration en PM _{2,5} inférieure à 10 µg/m ³ (valeur cible 2025 HCSP et valeur guide OMS) / comprise entre 10 et 20 µg/m ³ (valeur repère 2015 HCSP)	19,1 µg/m ³ 132 µg/m ³
Monoxyde de carbone (CO)	Diagnostic installation si concentration supérieure à 10 mg/m ³ pendant plus d'1 min (AFSSET, 2007) VGAI AFSSET, 2007 : 9 ppm, soit 10 mg/m ³ (8 h) ; 26 ppm soit 30 mg/m ³ (1 h) ; 52 ppm soit 60 mg/m ³ (30 min) ; 87 ppm, soit 100 mg/m ³ (15 min)	2,9 ppm 15,3 (max. moyenne glissante sur 15 min, pièces principales)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Indice ICONÉ calculé sur 1 semaine, exclusivement entre 1 h et 5 h du matin [21] Indice ICONÉ = 8,3 log(1 + f ₁ + 3.f ₂) où f ₁ , f ₂ sont les proportions de valeurs de concentration de CO ₂ au-dessus de 1 000 et 1 700 ppm respectivement, entre 1 h et 5 h du matin	1,6 4,8 (ICONÉ)

¹ 50% des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur

² 95% des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur

Tableau 13 : Exemples de critères pour l'interprétation des résultats de qualité de l'air intérieur.





Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Appel à Projets Recherche et Développement
CORTÉA / Édition 2012-2013