



Critères d'équivalence des systèmes modulant le renouvellement d'air Recommandations

Contexte et objectifs

L'article 4 de l'arrêté du 24 mars 1982, modifié le 28 octobre 1983, prévoit que :

« Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement, de telle façon que les taux de pollution de l'air intérieur ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère, les débits définis par le tableau ci-dessus peuvent être réduits.

L'emploi d'un tel dispositif doit faire l'objet d'une autorisation du ministre chargé de la construction et de l'habitation et du ministre chargé de la santé, qui fixe les débits minimaux à respecter. ».

Cette disposition s'applique également aux systèmes qui modulent automatiquement le renouvellement d'air dans les cas de ventilation limitée à certaines pièces, suivant les dispositions particulières des articles 6 et 7 de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié.

A ce jour, aucune autorisation interministérielle n'a été prise. Cependant, les progrès technologiques réalisés en matière de régulation depuis la modification intervenue en 1983 sont considérables. Les industriels innovent et proposent en effet régulièrement de nouvelles solutions de modulation automatique du renouvellement d'air. De telles autorisations permettraient de sécuriser les acteurs de la construction qui recourent à ces systèmes.

Avant d'envisager la mise en place d'un processus de délivrance d'autorisations interministérielles, il est nécessaire d'établir des éléments de doctrine claire permettant l'instruction technique des demandes.

A cette fin, un groupe de travail (GT Critères) a été constitué d'experts scientifiques aux compétences complémentaires : Marc Abadie (Université de La Rochelle), Martine Bianchina (Costic), Julien Borderon (Cerema Est), Suzanne Déoux (Medieco), Pierre Deroubaix (Ademe), Alain Douillard (Crigen), Xavier Faure (CEA), Gaëlle Guyot (Cerema Centre-Est), Laure Mouradian (Cetiat) et Bénédicte Wall-Ribot (EDF R&D). Le pilotage de ce groupe a été confié à Laurent Deleersnyder du Cerema Centre-Est.

Ce groupe s'est réuni à deux reprises en 2018. Les directions d'administration centrale concernées ont été régulièrement associées à ces travaux : Marie Fiori (DGS) et Anne-Marie Soulier (DHUP).

Les membres du club ventilation ont été informés tout au long du processus. Afin d'éclairer le GT Critères et préalablement à la rédaction des présentes recommandations, les membres du club ventilation ont également été consultés sur la base d'un document de synthèse. Les sociétés Acthys, Aldes, Allie'Air, Astato, Batiperform, Capeb, CSTB, Effinergie, Pléiaq, Uniclimate et Zendher ont participé à cette consultation. Les résultats de cette consultation ont été rendus publics.

Cadre général des recommandations

Dans le cadre du mandat du groupe de travail, la performance du système de ventilation n'a été considérée que du point de vue de son aptitude à satisfaire l'exigence réglementaire de l'article R111-9 du Code de la Construction et de l'Habitation (CCH) et de l'article 4 de l'arrêté du 24 mars 1982, modifié. Plus précisément, le groupe a cherché à caractériser la performance « aéraulique » de la modulation des débits, *i.e.* la capacité de la régulation à :

- maintenir des taux de pollution de l'air intérieur qui ne constituent aucun danger pour la santé,
- éviter les condensations, sauf de façon passagère.

Il est bien entendu que d'autres exigences de performances peuvent être exprimées à l'encontre des systèmes de ventilation, notamment des exigences de performance énergétique, acoustique, de sécurité incendie, etc. Ces autres performances ne relevant pas de l'arrêté du 24 mars 1982, modifié, elles ne faisaient pas partie du mandat du groupe de travail et ne sont pas traitées dans les recommandations qui suivent.

Les recommandations qui suivent sont produites dans le cadre strict de la réglementation actuelle. En particulier, les systèmes à évaluer sont réputés répondre aux dispositions générales de l'article 1, du chapitre III et, suivant les cas, de l'article 2 ou 6 de l'arrêté du 24 mars 1982, modifié.

Le GT Critères ne méconnaissait pas les travaux menés en parallèle pour la préparation des ordonnances prévues par l'article 49 de la loi 2018-727 du 10 août 2017, renforçant l'efficacité de l'administration pour une relation de confiance avec le public (ESSOC). Les réflexions qui ont pu être initiées par le GT Critères en lien avec ces travaux seront communiquées à toutes fins utiles au groupe de travail ESSOC sur la thématique « Aération ».

L'attention du lecteur est attirée sur le lien étroit entre, d'une part, les hypothèses retenues pour la qualification aéraulique des systèmes (logiciel utilisé, scénarios climatiques, conventions d'occupation, configuration des logements, données d'émission de CO₂ et d'humidité, etc.) et, d'autre part, les performances énergétiques des bâtiments dans lesquels ils sont installés. Le GT Critères s'est fixé pour règle de rester « à droit constant ». Les recommandations s'astreignent à ne pas induire de contraintes supplémentaires sur les autres réglementations applicables.

Recommandations

Si un système devait être qualifié pour la délivrance de l'autorisation interministérielle prévue à l'article 4 de l'arrêté de 1982 modifié, le GT Critères recommande que cette autorisation se fasse sur le vu d'un dossier établissant **l'équivalence du système à qualifier avec au moins un système de référence**.

Le GT Critère recommande d'établir cette équivalence comme suit.

Principe général de qualification des systèmes

Pour être acceptable, le système à qualifier devrait **présenter en tous points des performances au moins aussi bonnes que celles atteintes par un système de référence**.

Systèmes de référence

Dès lors qu'ils sont installés conformément aux prescriptions techniques qui leur sont associées, le GT Critères n'a pas connaissance de cas pour lesquels des **systèmes qui relèvent aujourd'hui d'application normative (DTU68.3) ou qui font l'objet d'un avis technique applicable à ce jour**

présenteraient un danger pour la santé ou conduiraient à des condensations inacceptables. Aussi, lesdits systèmes pourraient être considérés en tant que système de référence. Etant naturellement équivalent avec lui-même, **chacun de ces systèmes est de facto qualifiable**. Cette disposition est essentielle pour garantir la neutralité de nos recommandations vis-à-vis des autres réglementations, en particulier vis-à-vis de la réglementation thermique qui a intégré ces systèmes dans la détermination des exigences de performance énergétique.

En outre, la famille de systèmes de référence intégrera au fur et à mesure **les systèmes autorisés suivant les présentes recommandations**. Dès lors que chaque système qualifié devra être **en tous points** plus performant que le système de référence utilisé pour sa qualification, l'évolution de la famille de systèmes de référence ne peut être que vertueuse.

Paramètres

On entend par paramètres, les polluants ou marqueurs utilisés dans la formulation des critères qui traduisent les objectifs poursuivis. La réglementation cible actuellement deux objectifs de performance :

1. **élimination des bio-effluents liés à l'occupation humaine** : ces bio-effluents sont émis en période d'occupation, essentiellement dans les pièces de vie (chambre, séjour, etc.) où l'occupation est prolongée ;
2. **élimination de l'humidité excessive liée à l'occupation et aux activités humaines** : l'humidité relative est susceptible d'être émise à la fois en période d'occupation (respiration humaine) et en dehors de ces périodes (ex. séchage du linge, évaporation de l'eau résiduelle en salle de bains, etc.). L'humidité relative prévaut sur les bio-effluents dans les pièces humides (cuisine, salle de bains, sanitaires, et autres pièces humides) ;

Au regard de ces objectifs, le GT Critères recommande le recours paramètres suivants :

- **la concentration de CO₂ dans chacune des pièces de vie, comme marqueur des bio-effluents**. Ce choix s'appuie sur les travaux de Zhang, X. et al. qui ont montré une corrélation entre CO₂ et bio-effluents (Zhang, X. & al., 2016),
- **le niveau d'humidité relative dans chacune des pièces**, comme marqueur du risque de condensation et du risque direct et indirect (ex. développement de moisissure) sur la santé.

Les dispositions générales de l'article 1, du chapitre III et, suivant les cas, de l'article 2 ou 6 de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié constituent des obligations de moyens qui poursuivent d'autres objectifs, par exemple :

- La préservation du risque d'exposition à des émanations se produisant en dehors des périodes d'occupation, autrement dit à une pollution de fond,
- La limitation du transfert de pollutions spécifiques d'une pièce de service vers une autre pièce,
- ...

Dans le cadre des présentes recommandations, les systèmes à évaluer sont réputés répondre aux obligations de moyens fixés par la réglementation. Les recommandations qui suivent ne cherchent donc pas à les caractériser sous forme de performance.

Critères

On entend par critère, l'expression de la performance qui s'appuie sur les paramètres définis ci-avant. La performance attendue est atteinte si et seulement si les critères de performance sont satisfaits.

Critère associé au CO₂

Le GT Critères recommande d'analyser, pour chaque pièce de vie (séjour, chambres), l'exposition cumulée au CO₂ (ppm.heures) en fonction du seuil de concentration en CO₂ (ppm).

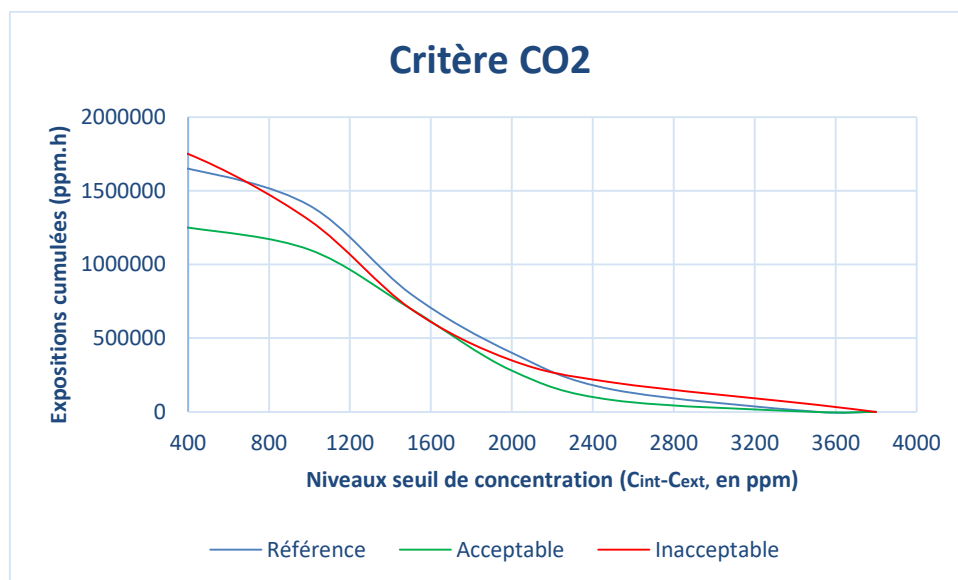
Pour être qualifié, un système doit produire une exposition cumulée au CO₂ inférieure à celle produite par le système de référence pour tout seuil de concentration au-delà de $C_{ext} + 400$ ppm.

Ce critère permet d'examiner globalement les problèmes d'expositions chroniques (cumul important d'exposition à des concentrations faibles) et aiguës (exposition à des concentrations élevées). Le seuil bas « $C_{ext} + 400$ ppm » s'appuie sur la référence aux classes de la norme NF EN 13779, repris dans le rapport ANSES 2012-SA-0093 (ANSES, 2013).

Le graphe suivant explicite le principe de validation :

- la courbe en bleu constitue la référence, *i.e.* courbe déterminée pour le système de référence pour une des pièces de vie,
- les courbes en vert et en rouge constituent deux illustrations de résultats pour un système à qualifier, respectivement un système valide et un système invalide.

Pour que le critère associé au CO₂ soit satisfait, la validité du système à qualifier doit être confirmée individuellement pour toute pièce de vie (pour chaque scénario, deux courbes par pièce de vie, une pour la référence et une pour le système à qualifier).



Critère associé à l'humidité relative

Le GT Critères recommande d'analyser, pour chaque pièce des logements, le pourcentage de temps de dépassement de niveau d'humidité relative (%) en fonction du seuil de niveau d'humidité relative (%).

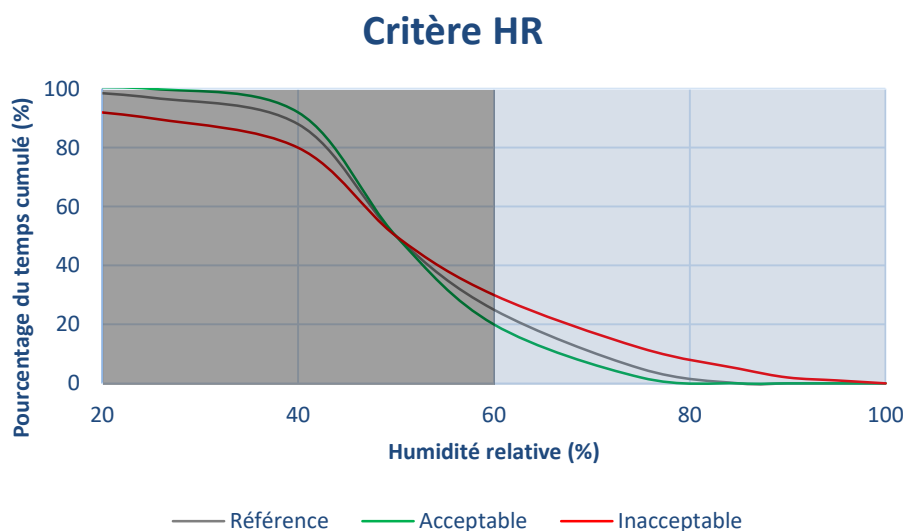
Pour être qualifié, un système doit produire un pourcentage de temps cumulé de dépassement des niveaux d'humidité relative inférieur à celui produit par le système de référence, et ce pour tout seuil de niveau d'humidité relative supérieur à 60%.

La limite de 60% correspond à la plage recommandée par le rapport ANSES 2014-SA-0016 pour éviter le développement de moisissures (ANSES, 2016).

Le graphe suivant explicite le principe de validation :

- la courbe en bleu constitue la référence, i.e. courbe déterminée pour le système de référence pour une des pièces de service,
- les courbes en vert et en rouge constituent deux illustrations de résultats pour le système à qualifier, respectivement valide et invalide.

Pour que le critère associé à l'humidité relative soit satisfait, la validité du système à qualifier doit être confirmée individuellement pour toute pièce de service (pour chaque scénario, deux courbes par pièce de service, une pour la référence et une pour le système à qualifier).



Mode de détermination

Cette partie définit les recommandations pour la détermination des niveaux de performance du système de référence et du système à qualifier, ces niveaux permettant la validation des critères.

Dans le cadre de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié, l'administration est appelée à autoriser des systèmes a priori de toute installation, sans cadre d'emploi particulier. Par conséquent, les critères ne peuvent être évalués qu'à partir de calculs, sur la base de conventions représentatives du domaine d'emploi visé.

Les calculs devront être réalisés rigoureusement dans les mêmes conditions pour le système de référence et pour le système à qualifier. Seules les caractéristiques propres aux systèmes varieront entre les deux calculs.

Les recommandations s'appuient largement sur les conventions adoptées par le GS14.5 (CCFAT/GS14.5, 2015). Les paragraphes suivants rappellent sommairement les principaux éléments des conventions du GS14.5 et explicitent les écarts liés aux présentes recommandations.

A - Logiciel de calcul :

Les calculs se feront à l'aide d'un outil de modélisation thermo-aéraulique instationnaire multizones, prenant en compte la condensation/relargage de vapeur d'eau à saturation et l'inertie hygroscopique (outil de calcul de type MATHIS ou équivalent).

En cas d'utilisation d'un logiciel différent de MATHIS, la preuve de l'équivalence devra être apportée par le demandeur.

B - Scénario climatique :

Les calculs se feront en utilisant le scénario climatique conventionnel du GS14.5 (Climat de Trappes).

C - Configuration des logements :

Les calculs se feront pour toutes les configurations de logement (types, orientations, étanchéité à l'air, etc.) telles que décrites dans les règles de calcul adoptées par le GS14.5.

Comme le prévoit le GS14.5, lorsqu'un domaine d'emploi est spécifié pour le système à évaluer, les configurations pourront être restreintes à celles correspondant au domaine d'emploi visé.

D - Scénario d'occupation :

Les calculs se feront en utilisant les scénarios conventionnels d'occupation du GS14.5.

E - Présentation des données d'entrée :

Toutes les données d'entrées susceptibles d'avoir une influence sur le résultat devront être explicitées, notamment :

- toutes les conventions de calculs additionnels aux conventions des règles de calcul adoptées par le GS14.5,
- toutes les données relatives aux composants du système, y compris les informations techniques détaillées relatives à la régulation (description des dispositifs servant à la régulation, logique de traitement des informations de régulation, etc.),
- toutes les données relatives aux contraintes imposées au contexte d'installation du système.

Ces règles de présentation s'appliquent tant pour le système de référence que pour le système à qualifier.

F - Calcul de sensibilité pour l'évaluation de l'équivalence en termes de robustesse

Dès lors qu'une optimisation excessive des systèmes pourrait se faire au détriment de leur robustesse, le GT recommande que des calculs de sensibilité soient rendus obligatoires pour veiller à ce qu'une variation réaliste des conditions aux limites (climat, occupation, étanchéité de l'enveloppe, configuration) n'occasionne pas de variation des performances plus importante que celle qui serait occasionnée par le système de référence.

Pour juger qu'un système est équivalent du point de vue de sa robustesse, le GT recommande que soit exigée la réalisation par le demandeur d'une évaluation complémentaire, en utilisant les mêmes critères de performance mais avec un autre jeu de conditions aux limites déterminées par l'administration au moment du dépôt de demande d'autorisation :

- un climat d'une zone climatique du domaine d'emploi visé, autre que celle de Trappes (référence du GS14.5),
- une distribution des fuites d'étanchéité à l'air différente de celle du GS14.5,
- un niveau d'occupation supérieur à la convention standard des règles du GS14.5,
- une autre configuration de logement que celles décrites dans les règles du GS14.5.

Processus de qualification

La part technique du processus de qualification peut se résumer comme suit :

1. le demandeur
 - a. choisit un système de référence parmi les systèmes réglementaires (et parmi les systèmes déjà autorisés) ;
 - b. communique sa demande à l'administration avec *a minima* :
 - i. une description détaillée du système et de ses composants,
 - ii. le domaine d'emploi visé,

- iii. le système de référence qu'il a retenu.
2. sur le vu du dossier, l'administration :
 - a. valide le caractère réglementaire du système (articles 1, 2/6 et chapitre III de l'arrêté),
 - b. définit les conditions dans lesquelles devront s'effectuer les calculs de robustesse ;
3. le demandeur :
 - a. procède aux calculs pour établir l'équivalence de son système :
 - i. détermine les niveaux de performance atteints pour le système de référence suivant les modalités décrites ci-avant ;
 - ii. détermine les niveaux de performance atteints par le système à qualifier dans les mêmes conditions que pour le système de référence ;
 - iii. compare les niveaux de performance atteints pour le système de référence (déterminés à l'étape 3) avec les niveaux de performance requis (déterminés à l'étape 2),
 - iv. conclut sur l'équivalence du système à qualifier avec le système de référence.
 - b. soumet l'ensemble de la documentation (données d'entrées et résultats détaillés) à l'administration.
4. l'administration statue sur la demande.

Bibliographie

- AFNOR, 1^{er} juillet 2007, NF EN 13779 :2007 : Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Exigences de performances des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air (Annulée et remplacée par la norme NF EN 16798-3 :2017)
- ANSES, 17 juillet 2013, Avis et rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux « Concentrations de CO₂ dans l'air intérieur et effets sur la santé », Saisine 2012-SA-0093, <https://www.anses.fr/en/system/files/AIR2012sa0093Ra.pdf>
- ANSES, 19 octobre 2016, Avis révisé de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux moisissures dans le bâti annule et remplace l'avis du 20 juin 2016, Saisine 2014-SA-0016, <https://www.anses.fr/en/system/files/AIR2014SA0016Ra.pdf>
- CCFAT/GS14.5, 2015, VMC simple flux hygroréglable, règles de calculs pour l'instruction d'une demande d'avis technique (révision 01), <http://www.ccfat.fr/groupe-specialise/download/vmc-simple-flux-hygroréglable-rgles-de-calcul-3062/>
- François Demouge. Mathis : guide technique. [Rapport de recherche] 17.053 L –V0/FR, CSTB - Centre scientifique et technique du bâtiment. 2017. <hal-01529613v2> https://hal-cstb.archives-ouvertes.fr/hal-01529613/file/MATHIS_guide_technique_v2.pdf
- NF EN 15665 (2009-06-01) Ventilation des bâtiments - Détermination des critères de performance pour les systèmes de ventilation résidentielle.
- Zhang, X., Wargocki, P., Lian, Z., 2016. *Physiological Responses during Exposure to Carbon Dioxide and Bioeffluents at Levels Typically Occurring Indoors*. *Indoor Air*. <https://doi.org/10.1111/ina.12286>