



**Possible guidelines to support the
implementation of EPBD Indoor
Environmental Quality provisions**

Lignes directrices possibles pour soutenir la mise en œuvre des dispositions de la directive EPBD révisée sur la qualité de l'environnement intérieur

Ce document a été élaboré à l'initiative de REHVA en partenariat avec l'association EUROVENT et le Nordic Ventilation Group.

Nouvelles dispositions QEI dans la EPBD révisée

La directive EPBD propose une nouvelle définition de la qualité de l'environnement intérieur, (QEI), selon laquelle un champ d'application minimum de la QEI couvre les domaines du confort thermique et de la ventilation/qualité de l'air intérieur (article 2, 66) :

« La QEI désigne le résultat d'une évaluation des conditions régnant à l'intérieur d'un bâtiment qui influencent la santé et le bien-être de ses occupants, en fonction de paramètres tels que ceux relatifs à la température, à l'humidité, au taux de ventilation et à la présence de contaminants. »

La directive EPBD a introduit un nouveau principe de qualité optimale de l'environnement intérieur. Lors de la fixation d'exigences minimales en matière de performance énergétique, l'article 5 précise que « ces exigences tiennent compte de la qualité optimale de l'environnement intérieur, afin d'éviter d'éventuels effets négatifs tels qu'une ventilation inadéquate... ». Les articles 7 et 8 révisés pour les bâtiments neufs et existants mettent l'accent sur la QEI tant pour les bâtiments neufs que pour les rénovations majeures, en déclarant que les questions de qualité optimale de l'environnement intérieur doivent être prises en considération.

L'article 13 appelle à établir des exigences nationales en matière de QEI : « Les États membres fixent des exigences pour la mise en œuvre de normes adéquates de qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments afin de maintenir un climat intérieur sain ». Ces exigences peuvent être mentionnées lorsque des recommandations visant à améliorer la QEI sont fournies dans les DPE (Diagnostic de Performance Énergétique), ce qui constitue une nouvelle disposition de l'article 19 (5).

L'article 13 exige également d'équiper les nouveaux ZEB (Zero emission buildings) non résidentiels d'une capacité de surveillance et de régulation de la QAI : « Les États membres exigent que les bâtiments non résidentiels zéro émission soient équipés d'appareils de mesure et de contrôle pour la surveillance et la régulation de la qualité de l'air intérieur ».

Pour répondre à cette exigence, il est possible d'utiliser des systèmes de ventilation à la demande (en principe mécaniques, hybrides ou naturels), dotés à la fois de fonctions de régulation et de surveillance, qui seraient nécessaires à partir de 2028 dans les bâtiments publics et à partir de 2030 dans tous les nouveaux bâtiments non résidentiels. Le fonctionnement des systèmes de ventilation à la demande n'est actuellement pas abordé dans les normes mais est pris en compte dans la révision en cours de la norme EN 16798-1:2019 et nécessite donc une attention particulière dans les réglementations/directives nationales.

Résumé des paramètres et exigences QEI possibles

La QEI couvre généralement quatre domaines, à savoir la qualité de l'air intérieur (QAI), le confort thermique, l'éclairage et l'acoustique. Pour les deux premiers domaines, la directive EPBD exige explicitement de fixer des exigences minimales dans la réglementation nationale de chaque état membre (ou le code de la construction) pour les nouvelles constructions et les rénovations majeures. Il peut être pratique de définir ces exigences en fonction d'indicateurs mesurables basés sur ceux du cadre LEVEL(s).

LEVEL(s) est le cadre européen pour les bâtiments durables (1). Il fournit des indicateurs de QEI dans le manuel d'utilisation 3, sous le macro-objectif 4 : Espaces sains et confortables, où se trouvent les

indicateurs 4.1 à 4.4 pour la QAI, le confort thermique, l'éclairage et l'acoustique. Concernant les valeurs numériques, les indicateurs LEVEL(s) 4.1 (2) et 4.2 (3) (QAI et confort thermique) font référence à la norme EN 16798-1:2019 qui utilise les catégories I à IV pour décrire le niveau de QEI. Étant donné que l'EPBD fait référence à un « climat intérieur sain » et à une « qualité de l'environnement intérieur optimale », il peut être recommandé d'utiliser le niveau normal de catégorie II spécifié dans la norme EN 16798-1:2019, dont les valeurs garantiront non seulement d'éviter les effets néfastes sur la santé, mais garantiront également confort et bien-être des occupants.

Lors de la définition des exigences minimales (conception), de la mise en service (réception) et de la surveillance continue en cours d'exploitation ou d'inspection (contrôle périodique), les paramètres QEI pertinents sont différents, comme illustré dans le tableau 1.

Tableau 1. Un exemple des paramètres QEI les plus importants. Les exigences minimales spécifient les objectifs de conception dont la conformité peut être évaluée avec les procédures de mise en service. La QEI et la performance énergétique peuvent être évaluées grâce à une surveillance et une inspection continues.

		Conception	Commissioning	Monitoring ¹⁾	Inspection	Commentaire
Thermique	Température opérative	x				Aux points représentatifs de la zone occupée pour assurer le confort des occupants Aux points représentatifs de la zone occupée pour assurer la conception et le contrôle du système CVC pour le confort des occupants
	Vitesse d'air	x				
	Température d'air			x		A 1,1 m du sol en zone occupée
	Humidité relative	x		x		A 1,1 m du sol en zone occupée
Acoustique	Niveau de pression acoustique (pondéré A et C)	x	x			Niveau de pression acoustique continu équivalent (pondéré A et C) en des points représentatifs de la zone occupée
	Son	x	x			L'évaluation du bruit au stade de la conception se trouve dans la norme EN 12354-5. Les paramètres d'isolation acoustique ne sont pas inclus dans ce document
	Temps de réverbération					
Qualité de l'air	CO2	x		x		A 1,1 m du sol en zone occupée
	PM2.5	x ²⁾		x ³⁾		
	Formaldéhyde				x	À proximité de sources potentielles telles que des meubles et des revêtements de sol
	NO2				x	À proximité de sources potentielles comme les cuisines et les garages
	CO				x	Capteurs d'alarme dans les bâtiments avec sources de combustion
	Radon	x			x	Au niveau le plus bas occupé du bâtiment
	Débit de ventilation	x	x		x	Débit d'air extérieur fourni et extrait des pièces, généralement mesuré à partir des terminaux de soufflage et d'extraction
Confort Lumineux	Niveau d'éclairage naturel	x				La lumière du jour peut être évaluée conformément à la norme EN 17037
	Probabilité d'éblouissement	x				Aux postes de travail et à proximité des fenêtres (EN 17037)
	Niveau d'éclairement	x	x			La qualité de l'éclairage peut être évaluée conformément à la norme EN 12464-1

1) En plus des valeurs intérieures, une surveillance des valeurs extérieures pour la température de l'air, l'humidité, le CO2 et les PM2,5 est nécessaire. L'importance pour la QAI est la différence entre le CO2 intérieur et extérieur et les PM2,5.

2) Pour les bâtiments non résidentiels, les filtres sont spécifiés dans la norme EN 16798-3.

3) La surveillance continue des PM_{2,5} n'est pas nécessaire si les particules sont contrôlées avec des filtres dans le système de ventilation et s'il n'y a pas d'infiltration significative à travers l'enveloppe du bâtiment.

Qualité de l'air intérieur (QAI)

La pollution de l'air intérieur provient à la fois de sources intérieures et extérieures, ainsi que de l'interaction des polluants et des oxydants provenant de ces deux sources (4). Les sources intérieures sont les matériaux de construction ou les produits d'entretien émettant des composés organiques volatils (5), les effluents respiratoires et les odeurs corporelles émises par les occupants, mais aussi la combustion, la cuisson, les produits parfumés et la remise en suspension des poussières de sol (6). Il a été démontré que les contaminants les plus nocifs dans les habitations sont les PM_{2,5}, les PM₁₀, le NO₂, le formaldéhyde, le radon et l'ozone (7). Une bonne QAI nécessite de contrôler les sources d'émission intérieures et de réduire simultanément l'entrée de polluants extérieurs à l'intérieur, ce qui peut être réalisé en filtrant les polluants de l'air extérieur et en réduisant les infiltrations. Les polluants restants à l'intérieur doivent être éliminés par la ventilation. Les origines multiples des polluants de l'air intérieur rendent la surveillance de la QAI compliquée. La surveillance des six polluants inclus dans les valeurs guides de l'OMS (8) s'est révélée irréalisable en raison du coût et de la complexité des moniteurs et capteurs à déployer dans tous les espaces intérieurs (9). En plus des polluants mentionnés dans les valeurs guides de l'OMS, de nombreux autres polluants nocifs sont courants dans l'air intérieur. Des capteurs à faible coût pour la surveillance de routine de la QAI sont disponibles pour le CO₂, l'humidité relative, les particules PM_{2,5} et le CO provenant de la combustion.

La mesure directe de tous les types de polluants de l'air intérieur est impossible en pratique. En effet, elle nécessite généralement un échantillonnage et une analyse chimique ultérieure. Cependant, la concentration de CO₂ peut être surveillée en permanence comme indicateur de fonctionnement de la ventilation, facteur important pour une bonne QAI. Grâce à la surveillance des PM_{2,5}, il est possible de garantir que l'air extérieur destiné à la ventilation est suffisamment propre ou correctement filtré, et que les sources intérieures de pollution telles que la cuisson des aliments sont correctement extraites. Lors de la conception des bâtiments, le contrôle des sources de polluants et les exigences en matière de ventilation doivent être appliqués pour une bonne QAI. Pour contrôler les particules provenant de sources extérieures, des exigences en matière de filtration de l'air sont également nécessaires. Il peut être recommandé d'établir les exigences minimales suivantes pour contrôler la QAI :

1. Le contrôle à la source doit être appliqué pour les sources de pollution provenant des matériaux de construction et de l'aménagement intérieur grâce à l'utilisation de matériaux de construction peu polluants tels que définis dans la norme EN 16798-1:2019, ce qui signifie que les valeurs pour les matériaux très peu polluants ne peuvent être utilisées que dans le cas de matériaux labellisés/certifiés ;
2. Les taux de ventilation destinés à maintenir un niveau acceptable de polluants dans l'environnement intérieur doivent être spécifiés conformément aux exigences de la norme EN 16798-1:2019 ;
3. Pour contrôler les particules, la filtration équipant les systèmes de ventilation est un moyen de répondre aux exigences dans les zones où les limites de l'OMS pour l'air extérieur sont dépassées. Pour être efficace, l'enveloppe du bâtiment doit être étanche à l'air. Pour les bâtiments non résidentiels, les filtres sont spécifiés dans la norme EN 16798-3. Si aucun système de filtration de l'air neuf n'est utilisé, d'autres mesures doivent être envisagées pour contrôler les PM_{2,5}.

Étant donné que l'article 13 de la directive EPBD exige l'installation d'appareils de mesure et de contrôle pour la surveillance et la régulation de la qualité de l'air intérieur, lorsque cela est techniquement et économiquement réalisable, cette exigence doit être incluse dans la réglementation nationale. Grâce à cette exigence, il est garanti que les exigences minimales en matière de renouvellement d'air peuvent être fixées et traitées comme des taux de ventilation nominaux (de conception). Pendant l'exploitation, les taux de renouvellement d'air doivent être contrôlés en fonction de l'occupation afin de maintenir les points de consigne de CO₂ et de température.

La surveillance de la QAI signifie la mesure continue des paramètres dans les espaces destinés à l'occupation humaine, tels que les salles de classe, les bureaux, les salles de réunion, les restaurants, les cuisines, les magasins, les gymnases, etc., au niveau de l'unité concernée. Elle peut être mise en œuvre au moyen des dispositifs de contrôles intégrés des appareils de ventilation, qui comprennent

des capteurs dans les pièces ou au sein des systèmes, notamment dans le cas de bâtiments complexes ou des systèmes de GTB centralisés (systèmes de Gestion Technique de Bâtiment). Les paramètres à surveiller sont le CO₂, la température, l'humidité relative et, en l'absence de système de filtration de la ventilation, également les PM_{2,5}.

Dans les bâtiments résidentiels, la surveillance et la régulation de tous les paramètres de QAI ne sont pas économiquement réalisables. Si l'exigence est étendue aux bâtiments résidentiels (la directive EPBD n'exige pas la surveillance et la régulation de la QAI dans les bâtiments résidentiels), il serait pertinent de surveiller le CO₂ dans les pièces à vivre et les chambres, ainsi que l'humidité relative dans les pièces humides telles que les toilettes et les salles de bains.

Qualité de l'air intérieur et ventilation dans les bâtiments non résidentiels

Pour définir les exigences de débit d'air de ventilation en tant que débits d'air extérieur, la première méthode (6.3.2.2 Méthode 1) de l'EN 16798-1:2019 basée sur la qualité de l'air perçue peut être utilisée. Cette méthode est applicable dans les espaces intérieurs où les critères d'environnement intérieur sont fixés par l'occupation humaine et où l'activité réalisée n'a pas d'impact significatif sur l'environnement intérieur.

Comme alternative aux débits d'air de ventilation, les exigences de QAI et de ventilation peuvent être définies avec des valeurs de CO₂. Les concentrations seuils de CO₂ peuvent être calculées à partir des exigences de débit d'air de ventilation lors d'une occupation typique.

Afin de permettre d'évaluer le respect des exigences de QAI, l'écart acceptable par rapport aux débits d'air ou aux exigences en matière de CO₂ doit être spécifié, par exemple sous forme de pourcentage d'heures d'occupation en dehors de la plage acceptée.

Qualité de l'air intérieur et ventilation dans les bâtiments résidentiels

Les exigences en matière de ventilation pour les bâtiments résidentiels peuvent être fixées en suivant le point B.3.2.2 de la norme EN 16798-1:2019. Celui-ci spécifie le degré d'exigence en termes de ventilation totale d'une résidence entière, et le débit d'air extérieur nécessaire par personne, ainsi que pour couvrir la demande d'extraction de la cuisine. Il est utile de spécifier, en plus de ces exigences générales, des exigences en matière de débit d'air soufflé et extrait par pièce, comme recommandé dans le guide REHVA (10).

Les débits d'air de ventilation introduits dans les chambres et les pièces à vivre doivent être exprimés en débits d'air extérieur. L'air de ventilation de la cuisine, de la salle de bains et des toilettes doit évacuer l'air des chambres et des pièces à vivre. Les portes ou ouvertures spécifiques doivent permettre le transfert des flux d'air sans perte de charge significative. Les flux d'air extraits des pièces humides doivent être utilisés pour éliminer les polluants et l'humidité.

Des systèmes de ventilation permettant de réguler le débit d'air pour maintenir des niveaux acceptables de CO₂ et d'humidité peuvent être recommandés. Il est possible de placer des capteurs de CO₂ et d'humidité relative dans les pièces ou, en alternative, à l'intérieur de l'unité de ventilation ou des conduits d'extraction. Cette dernière option permet aussi de détecter l'occupation et par exemple de faire fonctionner une unité de ventilation en mode « à la maison »/« absent ».

Confort thermique

Les paramètres environnementaux intérieurs pour le confort thermique sont spécifiés dans la norme EN 16798-1:2019. Il s'agit notamment des paramètres de confort thermique général et d'inconfort thermique local (courant d'air, asymétrie de la température radiante, températures du sol, différences verticales de température de l'air). Les exigences minimales de la réglementation doivent inclure au moins des plages de températures ambiantes acceptables pour l'hiver et l'été (11). Les exigences peuvent être différenciées entre les bâtiments non résidentiels et résidentiels lorsqu'une adaptation plus poussée est possible.

Les exigences de confort thermique en été peuvent être spécifiées comme exigences de prévention des risques de surchauffe. Pour évaluer la conformité, il est important de préciser pendant quelle

fraction de la durée d'occupation la température peut se situer en dehors de la plage requise. Les données climatiques et gains de chaleur internes permettant l'évaluation de cette température sont requis.

Humidité

Concernant les exigences en termes d'humidité relative (HR) dans les bâtiments sans autres exigences en matière d'humidité que l'occupation humaine (par exemple, bureaux, écoles et bâtiments résidentiels), la norme EN 16798-1:2019 indique que l'humidification ou la déshumidification de l'air ambiant n'est généralement pas requise. Des exemples de critères de conception recommandés pour l'humidité dans les espaces occupés sont donnés si des systèmes d'humidification et de déshumidification sont installés. Cela illustre la complexité de la régulation des valeurs HR. En effet, les critères d'humidité dépendent de nombreux facteurs : santé, confort thermique, qualité de l'air intérieur, condensation, développement de moisissures, etc. Une mauvaise ventilation et un excès d'humidité peuvent créer des conditions idéales pour le développement fongique, notamment dans les cuisines et les salles de bain, ainsi qu'au niveau des points froids de l'enveloppe (par exemple certains ponts thermiques). Le développement fongique, peut par voie de conséquence, induire et provoquer des problèmes d'allergie ou de santé respiratoire, tandis qu'une humidité relative très faible (< 20 %) peut irriter les muqueuses : yeux, nez et gorge (12). Il est également recommandé d'éviter une HR inférieure à 20 % car les voies respiratoires et les muqueuses sont alors plus sensibles aux infections (13).

Ainsi, il existe deux options possibles pour répondre aux exigences RH : soit ne pas en définir du tout, soit définir une limite inférieure suivant les valeurs prescrites dans le cadre LEVEL(s) ou EN 16798-1. La limite supérieure peut être pertinente en été dans les climats humides du sud où une exigence peut être fixée selon les valeurs de la norme EN 16798-1. Si des exigences conduisant à l'humidification sont utilisées, il convient de noter que le système d'humidification lui-même peut être une source de pollution (microbienne et chimique) s'il n'est pas correctement entretenu. Si les exigences limites inférieures de HR sont fixées, elles doivent être spécifiées en fonction du type de bâtiment.

Références :

- 1 - https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en
- 2 - Dodd N., Donatello S. & Cordella M., 2021. Level(s) indicator 4.1: Indoor air quality user manual: introductory briefing, instructions and guidance (Publication version 1.1)
- 3 - Dodd N., Donatello S., & Cordella M., 2021. Level(s) indicator 4.2: Time outside of thermal comfort range user manual: introductory briefing, instructions and guidance (Publication version 1.1)
- 4 - Weschler, C. Chemistry in indoor environments: 20 years of research. *Indoor Air* 2011;21:205-218
- 5 - Harrison, P.; Crump, D.; Kephelopoulos, S.; Yu, C.; Däumling, C.; Rousselle, C. Harmonised regulation and labelling of product emissions—a new initiative by the european commission. *Indoor and Built Environment* 2011;20:581-583
- 6 - Qian, J.; Peccia, J.; Ferro, A.R. Walking-induced particle resuspension in indoor environments. *Atmospheric Environment* 2014;89:464-481
- 7 - Morantes, Gioberti and Jones, Benjamin and Molina, Constanza and Sherman, Max Howard, Harm from Indoor Air Contaminants. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4409736> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4409736>
- 8 - WHO Global Air Quality Guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. Geneva, Europe; 2021c
- 9 - Salthammer, T. TVOC-revisited. *Environment International* 2022:107440
- 10 - REHVA Guidebook No 25, Residential Heat Recovery Ventilation. www.rehva.eu
- 11 - In EN 16798-1:2019 room temperature is specified as operative temperature that is calculated based on air temperature, mean radiant temperature and air velocity. In new and deeply renovated buildings, the operative temperature is almost equal to the air temperature.
- 12 - Dodd N., Donatello S. & Cordella M., 2021. Level(s) indicator 4.1: Indoor air quality user manual: introductory briefing, instructions and guidance (Publication version 1.1)
- 13 - Kurnitski J, Wargocki P, Aganovic A. Relative humidity effects on viruses and human responses. *REHVA Journal*, December 2021 <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/relative-humidity-effects-on-viruses-and-human-responses>