

Remplace la norme SIA 382/1, édition 2007

Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

Impianti di ventilazione e climatizzazione – Basi generali e requisiti

Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises

Numéro de référence
SN 546382/1:2014 fr

Valable dès: 2014-07-01

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Nombre de pages: 86

Copyright © 2014 by SIA Zurich

Groupe de prix: 40

382/1

Les corrections et commentaires éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/correctif.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

2014-07 1^{er} tirage

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant-propos	4
0 Champ d'application	5
0.1 Délimitation	5
0.2 Références normatives	5
0.3 Bases légales	7
0.4 Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction	7
0.5 Indications quant à l'utilisation de la norme	7
1 Terminologie	9
1.1 Définitions	9
1.2 Symboles et unités	15
1.3 Indices	16
1.4 Abréviations	17
1.5 Typologie des installations	17
1.6 Typologie des flux d'air	19
1.7 Catégories de flux d'air	21
1.8 Classification de la puissance spécifique du ventilateur	24
1.9 Classification de la puissance unitaire spécifique	24
1.10 Typologie des conditions de pression dans les locaux	25
2 Exigences	26
2.1 Conditions s'appliquant au bâtiment ..	26
2.2 Confort	27
2.3 Demande en énergie	31
2.4 Sécurité de fonctionnement, protection contre l'incendie et durée de vie	31
2.5 Facilité d'entretien et hygiène	31
2.6 Protection de l'environnement	32
3 Critères de dimensionnement	33
3.1 Généralités	33
3.2 Conditions extérieures	33
3.3 Données du bâtiment	34
3.4 Données d'utilisation	34
3.5 Données de confort	35
4 Choix du système	36
4.1 Méthode	36
4.2 Modes de ventilation	36
4.3 Chauffage	38
4.4 Humidification	38
4.5 Refroidissement	40
4.6 Déshumidification	42

	Page
5 Dimensionnement et exigences techniques	43
5.1 Généralités	43
5.2 Aération par les fenêtres	43
5.3 Débits d'air	43
5.4 Demande en puissance de chauffage et de refroidissement	47
5.5 Installations de faible puissance électrique	48
5.6 Production de froid	48
5.7 Transport de l'air	51
5.8 Humidification	55
5.9 Isolation thermique de l'installation ..	56
5.10 Récupération de chaleur et utilisation de la chaleur perdue	57
5.11 Étanchéité des installations	58
5.12 Disposition des prises d'air neuf et des sorties d'air rejeté	60
5.13 Filtres	62
5.14 Équipements de mesure et interrupteurs généraux	63
6 Réception	65
6.1 But de la réception	65
6.2 Spécifications techniques	65
7 Exploitation et maintenance	65
7.1 Généralités	65
7.2 Cahier de maintenance	65
7.3 Comptabilité énergétique	66
7.4 Optimisation de l'exploitation	66
8 Déconstruction et élimination	66
Annexe	
A (informative) Espace requis pour les installations	67
B (informative) Durée de vie technique et coûts d'entretien des installations techniques du bâtiment	71
C (normative) Production de froid: complément d'information sur les exigences énergétiques	73
D (normative) Calcul de la consommation spécifique annuelle d'électricité pour les heures de ventilation à pleine charge ..	76
E (normative) Règles s'appliquant aux calculs de simulation	78
F (normative) Spécifications techniques pour la réception des installations de ventilation et de climatisation	79
G (informative) Listes de contrôle	82

AVANT-PROPOS

La norme SIA 382/1 s'adresse aux professionnels suivants: concepteurs d'installations de ventilation et de climatisation, directeurs généraux de projets, architectes, représentants du maître d'ouvrage, autorités de contrôle. Elle décrit les conditions nécessaires pour qu'une installation de ventilation et de climatisation préserve toute l'année des conditions ambiantes agréables à l'intérieur des bâtiments, moyennant une consommation d'énergie raisonnable et une empreinte aussi faible que possible sur la santé humaine et sur le bâtiment. Elle définit de manière précise les conditions de confort sur la base de l'édition 2014 de la norme SIA 180, les valeurs de consigne et les conditions de réception des installations. Elle permet de définir clairement les besoins des utilisateurs, de fixer les conditions quantitatives pour y satisfaire et de contrôler celles-ci.

La réduction de la consommation d'énergie est un impératif auquel les installations de ventilation et de climatisation n'ont pas échappé. Les efforts fournis dans ce domaine ont profondément modifié le choix, le dimensionnement et l'exploitation de ces installations, par exemple grâce à la récupération de chaleur et d'humidité, au débit d'air variable, à la diminution des pertes de charge ou aux ventilateurs à haut rendement. Ces efforts se manifestent également au niveau de la régulation, beaucoup mieux adaptée aux besoins des utilisateurs, par exemple grâce au régime à température variable de l'air intérieur. Tous ces progrès contribuent à réduire considérablement la demande en énergie pour la climatisation et la ventilation. Mais les meilleures économies d'énergie consistent encore à éviter les apports de chaleur indésirables, tant externes qu'internes, et les émissions nocives. Enfin, les installations de ventilation et de climatisation doivent être conformes aux normes d'hygiène.

La présente norme définit les bases générales nécessaires aux calculs de dimensionnement des installations. La méthode de calcul est présentée en détail dans la norme SIA 382/2. Il convient de rappeler ici que, étant donné les nouvelles données climatiques figurant dans le cahier technique SIA 2028, des composants plus puissants peuvent s'avérer nécessaires.

La norme SIA 380/1 fixe des valeurs limites et des valeurs cibles pour la demande en énergie de chauffage, tout comme la norme SIA 380/4 pour la demande en énergie électrique, dans différents types de bâtiments avec et sans installations de ventilation et de climatisation. La puissance requise et la demande en énergie des bâtiments climatisés se calculent d'après la norme SIA 382/2, en combinaison avec les données climatiques du cahier technique SIA 2028. Les conditions d'utilisation standard définies en détail dans le cahier technique SIA 2024 peuvent également être utilisées pour ces calculs.

La présente norme décrit les critères fondamentaux à prendre en compte dans le choix de la stratégie de ventilation (y compris l'aération par les fenêtres), ainsi que les conditions techniques requises pour limiter autant que possible la consommation d'énergie. Elle décrit également les conditions nécessitant un conditionnement par refroidissement, humidification ou déshumidification de l'air intérieur.

La présente norme reprend tous les éléments essentiels de la norme SN EN 13779 et les met en relation avec les normes SIA, avec les réglementations d'autres organismes suisses, ainsi qu'avec les normes et rapports techniques européens.

Les données de la présente norme se rapportant à la consommation d'électricité pour la ventilation remplacent les chiffres 3.4.2, 4.4.1.2 et 4.4.1.3 de la norme SIA 380/4:2006.

L'édition 2014 de la norme SIA 180 a repris diverses définitions, données de confort et exigences concernant la protection thermique en période estivale de l'édition 2007 de la norme SIA 382/1 et sert de base à la paramétrisation de la qualité de l'air intérieur. L'édition 2014 de la norme SIA 382/1 a été allégée en conséquence.

Désormais, tous les paramètres de dimensionnement nécessaires à la conception des installations figurent dans le cahier technique SIA 2024. L'annexe A de la norme SIA 382/1:2007 reste en vigueur jusqu'à la nouvelle édition de SIA 2024.

Commission SIA 382

0 CHAMP D'APPLICATION

0.1 Délimitation

- 0.1.1 La présente norme s'applique aux installations de ventilation et de climatisation dans le bâtiment.
- 0.1.2 Elle s'applique aux nouvelles installations équipant les bâtiments occupables (locaux administratifs, commerciaux, communautaires, scolaires, résidentiels, etc.). Pour les autres affectations ou en cas de transformation d'installations ou de bâtiments, on tiendra compte de ces prescriptions dans la mesure des possibilités techniques et économiques.
- 0.1.3 Dans le cas des habitations, on tiendra également compte des spécifications selon SIA 2023.
- 0.1.4 Pour les ouvrages spéciaux pour lesquels il existe des normes et des directives spécifiques émanant des organismes spécialisés ou des autorités, tels que bâtiments industriels, bâtiments affectés au trafic des voyageurs, ouvrages de protection civile, hôpitaux, restaurants, piscines couvertes, etc., la présente norme s'applique par défaut lorsque lesdites normes ou directives ne prévoient pas de prescription spécifique.
- 0.1.5 La norme SIA 382/1 s'applique par analogie aux ouvrages spéciaux qui ne font l'objet d'aucune autre norme ou directive.
- 0.1.6 Les performances spécifiques des différents sous-systèmes (types d'appareils, circulation d'air dans les locaux, etc.) et des composants (centrales de conditionnement d'air, organes de régulation, machines de froid, tours de refroidissement, etc.) des installations de ventilation et de climatisation ne font pas l'objet de la présente norme.

0.2 Références normatives

Le texte de cette norme fait référence aux publications suivantes, dont les dispositions s'appliquent intégralement ou en partie dans le sens du renvoi. Les références non datées se rapportent à la dernière édition de la publication (y compris les éventuels amendements), les références datées se rapportent à l'édition correspondante.

0.2.1 Publications de la SIA

Norme SIA 118	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
Norme SIA 118/380	Conditions générales relatives à l'exécution des travaux d'installation
Norme SIA 180	Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments
Norme SIA 181	Protection contre le bruit dans le bâtiment
Norme SIA 261	Actions sur les structures porteuses
Norme SIA 380/1	L'énergie thermique dans le bâtiment (en révision)
Norme SIA 380/4	L'énergie électrique dans le bâtiment (en révision)
Norme SIA 382/2	Bâtiments climatisés – Puissance requise et besoins d'énergie
Norme SIA 384/1:2009	Installations de chauffage dans les bâtiments – Bases générales et performances requises
Norme SIA 384.201	Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base (SN EN 12831)
Norme SIA 400	Élaboration des dossiers de plans dans le domaine du bâtiment
Recommandation SIA 410/1	Désignation des installations dans les plans et désignation des installations en place
Norme SIA 480	Calcul de rentabilité pour les investissements dans le bâtiment (en révision)

Cahier technique SIA 2023	Ventilation des habitations (en révision)
Cahier technique SIA 2024	Conditions d'utilisation normalisées pour l'énergie et les installations du bâtiment (en révision)
Cahier technique SIA 2028	Données climatiques pour la physique du bâtiment, le chauffage et les installations du bâtiment
Cahier technique SIA 2032	L'énergie grise des bâtiments
Cahier technique SIA 2044	Bâtiments climatisés – Méthode de calcul standard pour la puissance requise et les besoins d'énergie

0.2.2 Normes internationales

SN EN 410	Verre dans la construction – Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages
SN EN 779	Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules – Détermination des performances de filtration
SN EN 1507	Ventilation des bâtiments – Conduits aérauliques rectangulaires en tôle – Prescriptions pour la résistance et l'étanchéité
SN EN 1886	Ventilation des bâtiments – Caissons de traitement d'air – Performance mécanique
SN ENV 12097	Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits
SN EN 12237	Ventilation des bâtiments – Réseaux de conduits – Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle
SN EN 12599	Ventilation des bâtiments – Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées
SN EN 13141-7	Ventilation des bâtiments – Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 7: Essais de performance des centrales double flux (y compris la récupération de chaleur) pour les systèmes de ventilation mécaniques prévus pour des logements individuels
SN EN 13142	Ventilation des bâtiments – Composants/produits pour la ventilation des logements – Caractéristiques de performances exigées et optionnelles
SN EN 13180	Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Dimensions et prescriptions mécaniques pour les conduits flexibles
SN EN 13182	Ventilation des bâtiments – Prescriptions d'instrumentation pour les mesures de vitesses d'air dans des espaces ventilés
SN EN 13363-1	Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages – Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse – Partie 1: Méthode simplifiée
SN EN 13403	Ventilation des bâtiments – Conduits non métalliques – Réseau de conduits en panneaux isolants de conduits
SN EN 13779	Ventilation des bâtiments non résidentiels – Exigences de performances des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air
SN EN 14511-1 à -4	Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique pour le chauffage et la réfrigération des locaux – Partie 1: Termes, définitions et classification; Partie 2: Conditions d'essai; Partie 3: Méthodes d'essai; Partie 4: Exigences de fonctionnement, marquage et instructions
SN EN 15239	Ventilation des bâtiments – Performance énergétique des bâtiments – Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation
SN EN 15240	Ventilation des bâtiments – Performance énergétique des bâtiments – Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de conditionnement d'air

SN EN 15727	Ventilation des bâtiments – Composants de réseaux – Classification de l'étanchéité et essais
EN 61672-1	Électroacoustique – Sonomètres. Partie 1: Spécifications

0.2.3 Directives SICC

SWKI 95-2	Instandhaltung Lüftungstechnischer Anlagen (seulement en allemand)
SICC 98-1	Concept de mesure pour les énergies et les fluides
SICC 2003-3	Postrefroidissement (Aérefroidisseurs)
SICC BA101-01	Prestations des ingénieurs spécialisés en gestion technique du bâtiment
SICC VA102-01	Installations aérauliques dans l'industrie hôtelière
SICC VA104-01	Exigences hygiéniques pour les installations et appareils aérauliques (VDI 6022, feuille 1)
SICC VA300-01 (2000-3)	Récupération de chaleur dans les installations aérauliques
VSWKI HE101-01 (2003-2)	Instandhaltung heizungstechnischer Anlagen (seulement en allemand)
VSWKI RE101-01 (2003-1)	Instandhaltung kältetechnischer Anlagen (seulement en allemand)

0.3 Bases légales

La présente norme se réfère aux lois et ordonnances fédérales suivantes:

LSPPro	Loi fédérale sur la sécurité des produits, RS 930.11
LPE	Loi fédérale sur la protection de l'environnement (loi sur la protection de l'environnement), RS 814.01
LAA	Loi fédérale sur l'assurance-accidents, RS 832.20
OPair	Ordonnance sur la protection de l'air, RS 814.318.142.1
OPB	Ordonnance sur la protection contre le bruit, RS 814.41
OFEV	Hauteur minimale des cheminées sur toit (Recommandation sur les cheminées), aide à l'exécution, UV-1318-F
AEAI	Prescriptions de protection incendie de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie

0.4 Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction

Les Conditions générales pour la construction (CGC) afférentes à la présente norme sont définies selon SIA 118/380.

0.5 Indications quant à l'utilisation de la norme

- 0.5.1 La présente norme s'adresse aux professionnels suivants: concepteurs d'installations de ventilation et de climatisation, directeurs généraux de projets, architectes, représentants du maître d'ouvrage, autorités de contrôle. Elle fournit également des indications concernant l'aération par les fenêtres et les installations de ventilation simple avec flux d'air fourni ou flux d'air repris.

- 0.5.2 Les architectes s'intéresseront en particulier aux dispositions suivantes:
- terminologie (1.1)
 - types d'installations et codes couleur des flux d'air selon tableau 1 (1.5) et tableau 3 (1.6)
 - concepts de régulation pour les flux d'air fourni et les flux d'air repris (1.5.5 et 1.5.6)
 - typologie des flux d'air (1.6)
 - conditions s'appliquant au bâtiment (2.1)
 - confort acoustique et isolation phonique (2.2.8)
 - facilité d'entretien (2.5.1)
 - données du bâtiment (3.3)
 - données d'utilisation (3.4)
 - données de confort (3.5)
 - modes de ventilation (4.2)
 - essai de réception (chapitre 6)
 - déconstruction et élimination (chapitre 8)
 - espace requis pour les installations (annexe A)
 - liste de contrôle pour la conception du bâtiment (annexe G.1)
- 0.5.3 Les maîtres d'ouvrage s'intéresseront en particulier aux dispositions suivantes:
- disponibilité de l'installation (2.4.1)
 - données du bâtiment (3.3)
 - données d'utilisation (3.4)
 - données de confort (3.5)
 - essai de réception (chapitre 6)
 - exploitation et maintenance (chapitre 7)
 - liste de contrôle pour l'exploitation (annexe G.4)
- 0.5.4 Il est recommandé de fixer par écrit les affectations auxquelles le bâtiment est destiné, les exigences requises et en particulier les éventuelles dérogations par rapport à la présente norme (convention d'utilisation).
- 0.5.5 La présente norme devrait être appliquée par tous les intervenants dès le début du projet. Il est en particulier recommandé d'ouvrir très tôt les négociations avec les autorités compétentes.

1 TERMINOLOGIE

1.1 Définitions

1.1.1 Bâtiment et local

1.1.1.1	Temps d'utilisation <i>Nutzungszeit</i> t_u h	Heures d'utilisation d'un local ou d'un groupe de locaux (horaires de travail, horaires d'ouverture, horaires d'enseignement, etc.). Le temps d'utilisation comprend également les heures de nettoyage du local ou du groupe de locaux.
1.1.1.2	Surface nette de plancher <i>Nettogeschossfläche</i> A_{SN} m^2	Partie de la surface de plancher délimitée par l'enveloppe de l'immeuble et par les éléments intérieurs de la construction.
1.1.1.3	Hauteur du local <i>Raumhöhe</i> h_R m	Hauteur comprise entre le niveau du sol fini et la face inférieure du plafond fini.
1.1.1.4	Profondeur du local <i>Raumtiefe</i> d_R m	Dimension intérieure d'une pièce mesurée perpendiculairement à la façade. Pour les pièces d'angle, prendre la valeur la plus petite.
1.1.1.5	Volume intérieur <i>Raumvolumen</i> V_R m^3	Cubage du local selon ses dimensions intérieures, ou volume net d'air chauffé et/ou climatisé à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment.
1.1.1.6	Capacité thermique <i>Wärmespeicherefähigkeit</i> C kWh/K	Quantité de chaleur qu'un élément de construction ou un local peut accumuler et rendre lorsqu'il est soumis à une variation de température périodique de 1 K d'amplitude durant une période déterminée. Voir SIA 180 pour les précisions.
1.1.1.7	Enveloppe thermique du bâtiment <i>Thermische Gebäudehülle</i>	L'enveloppe thermique du bâtiment se compose des éléments de l'enveloppe qui délimitent entièrement les locaux chauffés et/ou refroidis. Sont considérés comme locaux chauffés ou refroidis tous les locaux dont la température est régulée en fonction d'une valeur de consigne. L'enveloppe thermique du bâtiment doit être thermiquement isolante et étanche à l'air. Si le calcul du bilan énergétique ne concerne qu'une partie du bâtiment, l'enveloppe thermique est définie par le périmètre de bilan établi à la limite des locaux pris en considération.
1.1.1.8	Facteur de transmission totale d'énergie <i>Gesamtenergiedurchlassgrad</i> g	Rapport de la densité de flux thermique traversant un élément de construction transparent (y compris la transmission secondaire de chaleur) au rayonnement solaire incident global. La norme SN EN 410 définit une méthode de calcul de la valeur g pour les vitrages et SN EN 13363-1 pour les fenêtres avec et sans protections solaires. g dépend de l'incidence. Les données du fabricant se rapportent à l'incidence normale. Le facteur de transmission totale d'énergie s'applique aux fenêtres avec et sans protections solaires.

1.1.1.9	Infiltration (enveloppe du bâtiment) <i>Infiltration (Gebäudehülle)</i>	Entrée d'air incontrôlée à travers les inétanchéités de l'enveloppe du bâtiment, provoquée par des courants, le vent ou par une dépression générée par le système de ventilation mécanique.
1.1.1.10	Exfiltration (enveloppe du bâtiment) <i>Exfiltration (Gebäudehülle)</i>	Sortie d'air incontrôlée à travers les inétanchéités de l'enveloppe du bâtiment, provoquée par des courants, le vent ou par une surpression générée par le système de ventilation mécanique.
1.1.2	Données climatiques	
1.1.2.1	Température de l'air extérieur <i>Aussenlufttemperatur</i> $\theta_{a,e}$ °C	Température sèche de l'air extérieur, mesurée sans influence du rayonnement et en excluant les effets de températures locales.
1.1.2.2	Irradiance solaire (hémisphérique) <i>Solare (hemisphärische) Bestrahlungsstärke</i> G_t W/m ²	Flux de rayonnement solaire reçu par un plan donné en provenance d'un angle solide de 2π sr, rapporté à l'unité de surface réceptrice.
1.1.2.3	Design Reference Year (DRY) <i>Design Reference Year (DRY)</i>	Ensemble de données horaires pour une année type, établi à partir des données mesurées sur une plus longue période (10 ans min.). L'ensemble de données comprend les moyennes et les répartitions types, et donc aussi les situations de pointe types.
1.1.3	Confort thermique	
1.1.3.1	Vitesse de l'air intérieur <i>Luftgeschwindigkeit im Raum</i> v_a m/s	Mesure du mouvement d'air dans une direction donnée, exprimée en distance par unité de temps. Pour les questions de confort, on utilise la valeur médiane $v_{50\%}$ pour une position d'occupation déterminée.
1.1.3.2	Température de l'air <i>Lufttemperatur</i> θ_a °C	Température de l'air à l'endroit considéré.
1.1.3.3	Température radiante moyenne d'un local <i>Mittlere Strahlungstemperatur eines Raumes</i> $\theta_{r,i}$ °C	Température superficielle d'un espace clos isotherme dans lequel l'intensité du rayonnement thermique serait la même que celle du rayonnement global reçu des différentes surfaces délimitant l'espace. En première approximation, elle est égale à la température superficielle interne pondérée des surfaces délimitant l'espace du local.
1.1.3.4	Température opérative <i>Empfundene Temperatur</i> θ_o °C	Température déterminante pour le confort thermique des personnes, tenant compte de la température de l'air à l'endroit considéré et des températures radiantes des surfaces environnantes. Elle est égale à la température uniforme d'un espace fermé dans lequel un occupant aurait les mêmes échanges de chaleur par convection et rayonnement que dans l'espace réel non uniforme. Elle est aussi appelée température ressentie. Dans les espaces clos, où la vitesse d'air est faible ($\leq 0,2$ m/s), la température opérative est la moyenne arithmétique entre la température de l'air et la température radiante moyenne.

1.1.3.5	Température de l'air intérieur <i>Raumlufttemperatur</i> $\theta_{a,i}$ °C	Température de l'air intérieur au milieu du local, mesurée à 1 m de hauteur.
1.1.3.6	Température intérieure <i>Raumtemperatur</i> θ_i °C	Moyenne arithmétique de la température de l'air intérieur et de la température radiante moyenne du local (simplification admise pour l'évaluation du confort thermique et pour le calcul des transferts de chaleur): $\theta_i = (\theta_{a,i} + \theta_{r,i})/2$
1.1.3.7	Intensité de turbulence <i>Turbulenzgrad</i> Tu	Rapport entre la déviation standard de la vitesse de l'air ($v_{84\%}$) et la vitesse moyenne de l'air ($v_{50\%}$) au point de mesure. Un écoulement laminaire présente une intensité de turbulence nulle ($Tu \approx 0$), alors qu'un écoulement fortement turbulent aura une intensité de turbulence égale ou supérieure à 1.
1.1.3.8	Risque de courant d'air <i>Zugluftisiko</i> DR %	Pourcentage probable de personnes incommodées par les courants d'air. Voir SIA 180 pour les précisions.
1.1.4	Ventilation	
1.1.4.1	Ventilation naturelle <i>Natürliche Lüftung</i>	Échange d'air obtenu au moyen du vent ou de tirage thermique (aération par les fenêtres ou par une cheminée, infiltration ou ex-filtration).
1.1.4.2	Aération par les fenêtres <i>Fensterlüftung</i>	Échange d'air obtenu par l'ouverture manuelle ou automatique des fenêtres. L'aération par les fenêtres peut être envisagée comme solution unique ou comme solution mixte, associée à une ventilation mécanique.
1.1.4.3	Aération sporadique <i>Stosslüftung</i>	Aération par les fenêtres, intensive mais en général assez brève.
1.1.4.4	Ventilation mécanique <i>Mechanische Lüftung</i>	Échange d'air entraîné par un ou plusieurs ventilateurs. Les différents types d'installation sont définis selon 1.5.
1.1.4.5	Régime normal de ventilation <i>Normallüftungsbetrieb</i>	Régime pour lequel l'installation de ventilation ou de climatisation a été dimensionnée. Ne sont pas considérées comme telles la ventilation intensive et l'aération douce.
1.1.4.6	Aération douce <i>Grundlüftungsbetrieb</i>	Régime d'aération réduit lorsque les locaux sont inoccupés.
1.1.4.7	Ventilation intensive <i>Intensivlüftungsbetrieb</i>	Ventilation forcée en cas de charge thermique exceptionnelle ou en dehors du temps d'utilisation effectif (par ex. refroidissement nocturne).
1.1.4.8	Débit d'air <i>Luftvolumenstrom</i> $q_{v,a}$ m ³ /h	Volume d'air traversant un plan donné par unité de temps.
1.1.4.9	Débit hygiénique d'air neuf par personne <i>(Hygienisch notwendiger) Aussenluft-Volumenstrom pro Person</i> $q_{v,a,P}$ m ³ /h	Débit d'air neuf nécessaire pour évacuer les émissions imputables aux occupants (chaleur, humidité et odeurs) de manière à maintenir la température, l'humidité et la qualité de l'air aux valeurs admises; calculées par occupant.

1.1.4.10	Vitesse aéraulique <i>Luftgeschwindigkeit in einer Anlage</i> V_a m/s	Vitesse de l'air dans une gaine ou un appareil. La vitesse de l'air correspond au débit d'air divisé par la section nette de la gaine ou de l'appareil.
1.1.4.11	Perte de charge <i>Druckverlust</i> Δp Pa	Pression différentielle résultant de la résistance à l'écoulement d'un flux dans un milieu donné.
1.1.4.12	Puissance spécifique du ventilateur <i>Spezifische Ventilatorleistung</i> P_{SFP} W par m ³ /h, W par m ³ /s, Wh/m ³	Rapport entre la puissance effectivement absorbée par le moteur du ventilateur et le débit total d'air distribué. Il exprime l'énergie nécessaire pour ventiler un mètre cube d'air. Il se rapporte à un ventilateur fonctionnant à régime normal (débit d'air de dimensionnement), avec des filtres propres et des clapets de by-pass fermés. Valeur référentielle permettant d'analyser et de comparer le rendement global des ventilateurs, des pertes de charge, ainsi que les conditions d'installation et d'exploitation.
1.1.4.13	Puissance spécifique de la ventilation <i>Spezifische elektrische Leistung Lüftung</i> P_v W/m ²	Rapport entre la puissance électrique de la ventilation (somme de la puissance absorbée côté air fourni et côté air repris) et la surface nette de plancher ventilée.
1.1.4.14	Consommation spécifique d'électricité pour la ventilation <i>Spezifischer Elektrizitätsbedarf Lüftung</i> E_v kWh/m ²	Rapport entre la consommation d'électricité annuelle de la ventilation (somme de la puissance absorbée côté air fourni et côté air repris) et la surface nette de plancher ventilée.
1.1.4.15	Heures de ventilation à pleine charge <i>Volllaststunden Lüftung</i> t_v h	Heures d'exploitation à pleine charge exprimées en équivalents énergie. Ce nombre d'heures multiplié par la puissance électrique de la ventilation donne sa consommation d'électricité.
1.1.4.16	Puissance unitaire spécifique <i>Spezifische Geräteleistung</i> P_{SPI} W par m ³ /h, W par m ³ /s, Wh/m ³	Rapport entre la puissance totale absorbée par un monobloc de ventilation (ventilateur et organe de réglage, y compris commande et circulateur) et le débit d'air moyen côté air fourni et côté air repris; ne sont pas compris le dégivrage, le préchauffage et le post-chauffage.
1.1.4.17	Rendement de la ventilation <i>Wirkungsgrad der Luftförderung</i> η_v	Rapport entre la puissance de transport de l'air et la puissance électrique absorbée par le ventilateur et les dispositifs de régulation.
1.1.4.18	Infiltration (installation) <i>Infiltration (Anlage)</i>	Air entrant dans le système de ventilation par les inétanchéités des gaines ou du conditionneur d'air.
1.1.4.19	Exfiltration (installation) <i>Exfiltration (Anlage)</i>	Air sortant du système de ventilation à travers les inétanchéités des gaines ou du conditionneur d'air.
1.1.4.20	Puits canadien <i>Erdreich-Wärmeübertrager</i>	Échangeur air-sol permettant de réchauffer ou de refroidir l'air neuf en le faisant circuler sous terre.

1.1.4.21	Durée de vie technique <i>Technische Lebensdauer</i> t_{ti} a	Période prévue entre la mise en service d'un élément de construction ou d'installation et son remplacement consécutif à une diminution de fiabilité ou à une augmentation des coûts d'entretien et de remplacement de ses composants.
1.1.5	Chaleur	
1.1.5.1	Puissance thermique <i>Thermische Leistung</i> Φ W	Quantité de chaleur transmise à, ou fournie par un système, par unité de temps.
1.1.5.2	Apports de chaleur <i>Wärmeeinträge</i> Q_g kWh	Apports thermiques à l'intérieur d'une pièce ou de l'enveloppe thermique pendant un pas de calcul, résultant des apports internes et solaires passifs.
1.1.5.3	Utilisation de la chaleur perdue (UCP) <i>Abwärmenutzung (AWN)</i>	Valorisation des rejets thermiques d'un système au profit d'un autre système.
1.1.5.4	Récupération de chaleur (RC) <i>Wärmerückgewinnung (WRG)</i>	Transfert de chaleur entre deux flux thermiques au sein du même système (par ex. du flux d'air repris au flux d'air fourni). Les systèmes à air recyclé ne sont pas considérés comme des systèmes de récupération de chaleur.
1.1.5.5	Indice de récupération de chaleur de la ventilation <i>Temperatur-Änderungsgrad</i> $\eta_{rec,\theta}$	Rapport de la différence de la température de l'air neuf après et avant récupération de chaleur et la différence de température de l'air repris et de l'air neuf avant récupération de chaleur. Également appelé indice de retour de chaleur. Voir SICC VA300-01 pour les précisions.
1.1.5.6	Rapport de température <i>Temperaturverhältnis</i>	Différence de température se rapportant à un appareil de ventilation domestique, calculée entre l'entrée et la sortie de l'un des flux d'air, divisée par la différence de température entre les entrées des deux flux d'air. Les points de mesure sont définis selon SN EN 13141-7.
1.1.5.7	Facteur d'amplification électrothermique (AET) <i>Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor (ETV)</i> $f_{el,th}$	Rapport entre la puissance thermique utile et la demande en électricité pour fournir cette puissance.
1.1.5.8	Fraction utile annuelle <i>Jahresnutzungsgrad</i> η	Rapport entre la valeur effective et la valeur maximale du paramètre considéré. La fraction utile annuelle des installations de récupération de chaleur est définie selon SICC VA300-01.
1.1.6	Froid	
1.1.6.1	Refroidissement naturel <i>Freecooling</i>	Mode de refroidissement consistant à utiliser une source de froid naturelle (par ex. air frais venant de l'extérieur), en lieu et place d'un refroidisseur.
1.1.6.2	Puissance du refroidisseur <i>Kälteerzeugerleistung</i> $\Phi_{C,gen}$ W	Chaleur extraite par une machine frigorifique du système de production de froid.

1.1.6.3	Température de l'eau de refroidissement <i>Kaltwassertemperatur</i> $\theta_{w, re}$ °C	Température à un emplacement donné du circuit d'eau froide du refroidisseur. Si une seule température est indiquée, il s'agit de la température aller (température relativement basse, par ex. 14 °C); si deux températures sont indiquées, il s'agit de la température aller et de la température retour de l'eau froide (par ex. 14/17 °C), rapportées au radiateur de refroidissement de l'installation de climatisation.
1.1.6.4	Température de l'eau de post-refroidissement <i>Rückkühlmediumtemperatur</i> $\theta_{w, C}$ °C	Température de l'agent caloporteur dans le circuit intermédiaire de post-refroidissement. Si deux températures sont indiquées (par ex. 30/36 °C), il s'agit de la température d'entrée du condenseur (= sortie du radiateur de refroidissement) et de la température de sortie du condenseur (= entrée du radiateur).
1.1.6.5	Coefficient d'efficacité frigorifique (EER) <i>Leistungszahl einer Kältemaschine (EER)</i>	Rapport entre la puissance de réfrigération d'un refroidisseur (puissance de froid) et la puissance électrique absorbée par son entraînement (y c. puissance électrique du système de commande et d'éventuels organes circulateurs (pompes et ventilateurs) servant à compenser les pertes de charges internes au refroidisseur). Ce paramètre est défini en détail à l'annexe C.
1.1.7	Humidité	
1.1.7.1	Humidité spécifique de l'air <i>Massebezogene Luftfeuchte</i> x g/kg	Rapport entre les masses de vapeur d'eau et d'air sec, à température constante. On l'appelle également rapport de mélange.
1.1.7.2	Sources internes d'humidité <i>Feuchtequellen</i> g_i g/(h·m²)	Humidité émise dans le local par les occupants et par d'autres sources telles que plantes, cuisson, douches, aquariums et autres appareils électroménagers, par unité de temps; valeur rapportée à la surface nette de plancher.
1.1.7.3	Puissance d'humidification <i>Befeuchterleistung</i> q_{hu} kg/h	Quantité d'humidité émise par l'humidificateur. Correspond au débit massique de la pompe de l'humidificateur.
1.1.7.4	Récupération d'humidité <i>Feuchteübertragung</i>	Opération consistant à récupérer l'humidité de l'air repris pour la redonner à l'air fourni (par ex. au moyen d'un rotor à sorption).
1.1.7.5	Indice de récupération d'humidité de la ventilation <i>Feuchtegehalts-Änderungsgrad</i> $\eta_{rec, x}$	Rapport entre la différence de la teneur en humidité de l'air neuf après et avant récupération de chaleur et la différence de la teneur en humidité de l'air repris et de l'air neuf avant récupération de chaleur. Voir SICC VA300-01 pour les précisions.
1.1.7.6	Humidité relative de l'air <i>Relative Luftfeuchte</i> φ %	Rapport entre la pression de vapeur effective et la pression de vapeur saturante à la même température.
1.1.8	Polluants	
1.1.8.1	Taux d'émission de polluants <i>Schadstoffemissionsrate</i> G g/h, mg/h, cm³/h	Quantité de polluants émise par unité de temps dans un espace donné.

1.1.8.2	Concentration de polluants <i>Schadstoffkonzentration</i> C_{INT}, C_{FOU} g/m ³ , mg/m ³ , ppm	Rapport de la quantité de polluant à la quantité de mélange (d'air) dans lequel il est dilué.
1.1.9	Nuisances sonores	
1.1.9.1	Niveau d'évaluation selon OPB <i>Beurteilungspegel nach LSV</i> L_r dB(A)	Niveau d'évaluation des immissions de bruit extérieur conformément à l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB). La courbe de pondération A est définie selon EN 61672-1. Elle tient compte de la sensibilité moyenne de l'oreille humaine pour chaque bande de fréquence et plage d'intensité.
1.1.9.2	Niveau d'évaluation du bruit des installations du bâtiment <i>Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen</i> $L_{r,H}$ dB(A)	Niveau d'évaluation des bruits produits par les équipements techniques et des installations fixes du bâtiment. Il est déterminé selon SIA 181, annexe B.
1.1.9.3	Niveau acoustique continu équivalent <i>Energieäquivalenter Dauerschallpegel</i> L_{eq} dB(A)	Niveau constant sur une période d'observation donnée qui amène au récepteur la même énergie qu'un signal variable émis durant la même période.
1.1.9.4	Bruit de courte durée <i>Einzelgeräusch</i>	Bruit d'une durée ne dépassant pas 3 minutes et se produisant peu fréquemment pendant la période considérée (jour ou nuit).
1.1.9.5	Bruit continu <i>Dauergeräusch</i>	Bruit d'une durée supérieure à 3 minutes ou se produisant fréquemment pendant la période considérée (jour ou nuit).

1.2 Symboles et unités

Symbole	Terme	Unité
A	surface	m ²
A_{SN}	surface nette de plancher	m ²
DR	risque de courant d'air	–, %
E	consommation d'énergie (données mesurées) / demande en énergie (données calculées)	Wh
E_V	consommation spécifique annuelle d'électricité de la ventilation	kWh/m ²
P	puissance	W
P_{SFP}	puissance spécifique des ventilateurs	W par m ³ /s, W par m ³ /h
P_{SPI}	puissance unitaire spécifique	W par m ³ /s, W par m ³ /h
P_V	puissance spécifique de la ventilation	W/m ²
Tu	intensité de turbulence	–, %
c	concentration	mg/m ³ , ppm
c_p	capacité thermique spécifique à pression constante	Ws/(kg·K)
$f_{el,th}$	facteur d'amplification électrothermique	–
g	facteur de transmission totale d'énergie	–, %
p	pression	Pa, hPa, mbar
$q_{v,a}$	débit volumique	m ³ /s, l/s, m ³ /h

Symbole	Terme	Unité
t	temps	s, h
t_v	heures de ventilation à pleine charge	h
v	vitesse de l'air	m/s
x	humidité absolue de l'air (données massiques)	g/kg
Δp	pression différentielle	Pa
η (Eta)	rendement	–, %
η_v	rendement global de la ventilation	–, %
θ (Theta)	température	°C
ρ (Rho)	densité	kg/m ³
Φ (Phi)	charge thermique ou charge de refroidissement	W
φ (Phi)	humidité relative de l'air	%

1.3 Indices (typologie des flux d'air: voir tableau 3)

Indice	Français	Anglais	Allemand
FP	puissance du ventilateur	fan power	Ventilatorleistung
L	éclairage	lighting	Beleuchtung
P	personne	person	Person
PL	charge partielle	part load	Teillast
R	local	room	Raum
SFP	puissance spécifique du ventilateur	specific fan power	spezifische Ventilatorleistung
SN	surface nette de plancher	floor net area	Nettogeschossfläche
SPI	puissance unitaire spécifique	specific power input	spezifische Geräteleistung
V	ventilation	ventilation	Lüftung
a	air	air	Luft
b	baromètre	barometer	Barometer
cw	eau froide	cooling-water	Kaltwasser
e	extérieur	external	aussen, extern
em	émission	emission	Emission, Ausstoss
f	cadre de fenêtre	frame	Fensterrahmen
g	verre	glass	Glas
i	intérieur	internal	innen, intern
m	masse	mass	Masse
max	maximum	maximum	Maximum, maximal
min	minimum	minimum	Minimum, minimal
p	à pression constante	at constant pressure	bei konstantem Druck
r	rayonnement	radiant, radiation	Strahlung
s	solaire	solar	Solar
v	vapeur	vapor	Dampf
v	volume	volume	Volumen
w	eau	water	Wasser
w	fenêtre	window	Fenster
50	à pression différentielle de 50 Pa	at 50 Pa pressure difference	bei 50 Pa Druckdifferenz
50%	valeur de temps 50%	50% time value	50%-Zeitwert

1.4 Abréviations (typologie des flux d'air: voir tableau 3)

AET	Facteur d'amplification électrothermique
CO ₂	Dioxyde de carbone
DRY	Design Reference Year (données climatiques)
EER	Energy Efficiency Ratio
ESEER	European Seasonal Energy Efficiency Ratio
NO ₂	Dioxyde d'azote
O ₃	Ozone
PC	Conditions de pression dans le local (pressure condition)
PM10	Poussières en suspension (particulate matter), poussières fines en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm
RC	Récupération de chaleur
SFP	Puissance spécifique du ventilateur (specific fan power)
SPI	Puissance unitaire spécifique (specific power input)
UCP	Utilisation de la chaleur perdue

1.5 Typologie des installations

- 1.5.1 Les installations de ventilation et de climatisation se distinguent d'après les caractéristiques suivantes:
- le type d'installation selon 1.5.2
 - le type de conditionnement (conditionnement par air ou par système combiné) selon 1.5.7
 - le contrôle de la qualité de l'air dans les locaux selon 1.5.9
- 1.5.2 Les types fondamentaux d'installation sont énumérés au tableau 1. On distingue les installations de ventilation et de climatisation selon qu'elles peuvent contrôler la température et la teneur en humidité de l'air conditionné dans les locaux.
- 1.5.3 Les fonctions énumérées au tableau 1 sont également possibles pour les installations d'air recyclé. Les installations d'air recyclé sont caractérisées en sus par les fonctions de traitement et de recyclage de l'air, par ex. installation d'air recyclé avec filtrage et refroidissement.
- 1.5.4 Selon SIA 410/1, le bleu est également le code couleur pour les installations de ventilation et de climatisation sur les plans de coordination.
- 1.5.5 Les installations simples d'air fourni, les installations d'air fourni avec réchauffement d'air ainsi que les installations de ventilation et de climatisation fonctionnant en surpression doivent être pilotées par un module de régulation commandant directement les organes d'ouverture en tenant compte de la perméabilité à l'air des parois intérieures, des portes et de l'enveloppe du bâtiment.
- 1.5.6 Les installations simples d'air repris et les installations d'air repris avec récupération de chaleur perdue fonctionnant en dépression doivent être pilotées par un module de régulation commandant directement les organes d'ouverture en tenant compte de la perméabilité à l'air des parois intérieures, des portes et de l'enveloppe du bâtiment.
- 1.5.7 Les installations de ventilation et de climatisation peuvent prendre en charge les fonctions listées au tableau 1 uniquement par le conditionnement de l'air (systèmes air seul) ou en combinaison avec d'autres systèmes tels que plafonds froids ou radiateurs (systèmes combinés).
- 1.5.8 Les installations de ventilation avec réchauffement de l'air et les installations de ventilation avec réchauffement et humidification de l'air sont également appelées chauffages à air chaud (avec ou sans humidification), si elles fonctionnent uniquement par conditionnement de l'air (systèmes air seul).
- 1.5.9 L'unité de commande et de régulation de l'installation peut prendre en charge le contrôle de la qualité de l'air intérieur selon différentes modalités (voir tableau 2).

Tableau 1 Types d'installations de ventilation et de climatisation, classées par fonctions

Types d'installation		Amenée d'air	Extraction d'air	RC / UCP	Filtrage de l'air fourni	Chauffage	Refroidissement	Humidification	Déshumidification	Code couleur de l'air fourni
	Installation simple d'air fourni	x	–	–	x	–	–	–	–	vert
	Installation d'air fourni avec réchauffement d'air	x	–	–	x	x	–	–	–	rouge
	Installation simple d'air repris	–	x	–	–	–	–	–	–	–
	Installation d'air repris utilisant la chaleur perdue	–	x	x	–	–	–	–	–	–
	Système de ventilation simple	x	x	x	x	–	–	–	–	vert *
	Système de ventilation avec réchauffement d'air	x	x	x	x	x	–	–	–	rouge
Ventilation	Système de ventilation avec réchauffement et humidification d'air	x	x	x	x	x	–	x	–	bleu
	Système de climatisation simple	x	x	x	x	x	x	–	(x)	bleu
	Système de climatisation avec humidification de l'air	x	x	x	x	x	x	x	(x)	bleu
	Système de climatisation avec humidification et déshumidification de l'air	x	x	x	x	x	x	x	x	violet

* si la récupération de chaleur permet de maintenir la température de l'air fourni au-dessus de 17 °C, le code couleur rouge est admis

– non influencé par le système, impossible, non disponible

x régulé par le système et garanti dans les locaux

(x) influencé par le système, mais non garanti dans le local

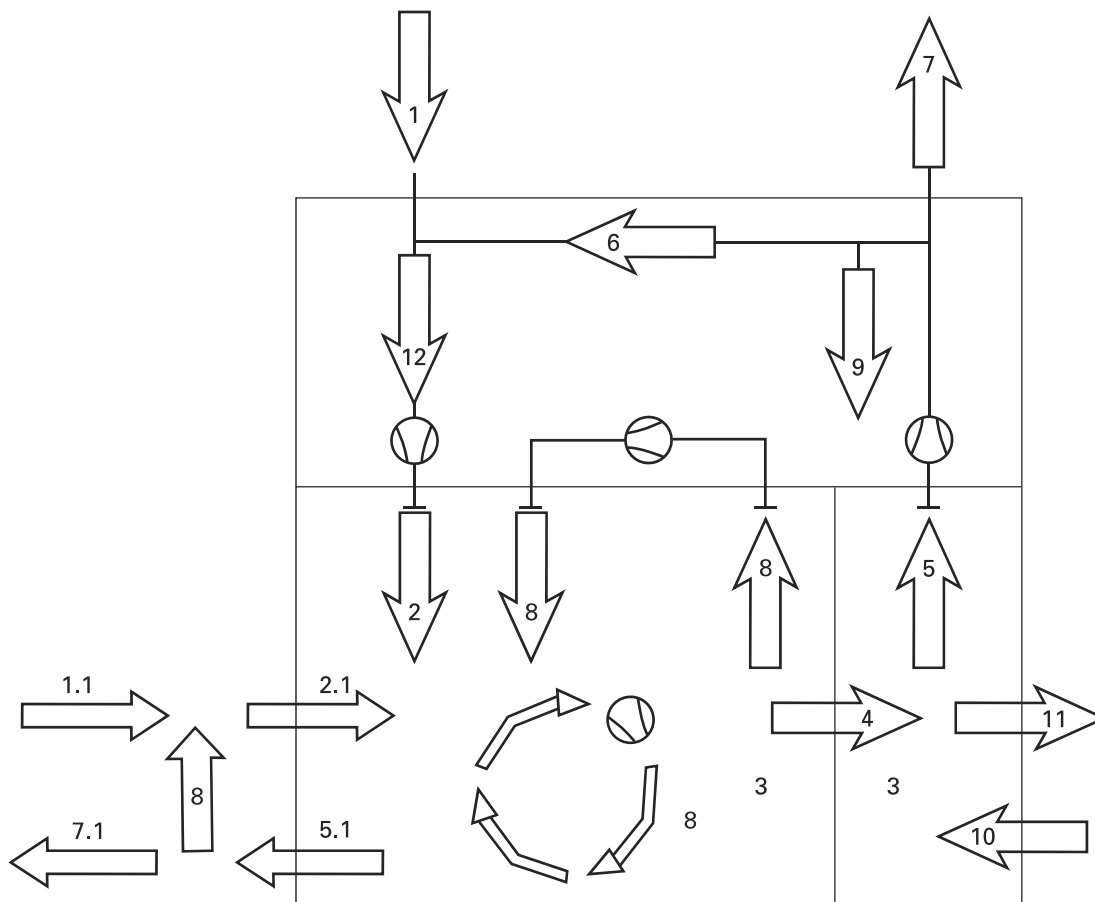
Tableau 2 Modalités de commande et de régulation se rapportant à la qualité de l'air intérieur (INT-C)

Types de commande et régulation	Description	Code
Aucune commande ni régulation	L'installation fonctionne de manière constante.	INT-C1
Commande manuelle	L'installation est pilotée par un interrupteur manuel (interrupteur on/off ou interrupteur à positions multiples).	INT-C2
Commande à plages horaires	L'installation fonctionne selon un plan horaire prédéfini.	INT-C3
Commande à la demande (locaux occupés oui/non)	L'installation fonctionne seulement si les locaux sont occupés (interrupteur d'éclairage, détecteur de présence IR, etc.).	INT-C4
Régulation à la demande (nombre d'occupants)	Le régime de l'installation est modulé en fonction du nombre d'occupants.	INT-C5
Régulation à la demande (détecteurs de gaz)	Le régime de l'installation est modulé par des détecteurs qui analysent les caractéristiques de l'air intérieur ou d'autres paramètres ad hoc (par ex. CO ₂ , mélanges gazeux ou composés organiques volatiles VOC). Les paramètres de régulation doivent être adaptés au type d'activité auquel les locaux sont affectés.	INT-C6

1.6 Typologie des flux d'air

1.6.1 Les types de flux d'air traversant le bâtiment et l'installation de ventilation ou de climatisation sont illustrés à la figure 1 et précisés au tableau 3.

Figure 1 Flux d'air (même numérotation qu'au tableau 3)



1.6.2 La démarcation entre air neuf (1) ou air mélangé (12) et air fourni (2) est constituée par le ventilateur d'air fourni. De même, la démarcation entre air repris et air rejeté est constituée par le ventilateur d'air repris.

1.6.3 Les abréviations et les codes couleur des différents flux d'air selon tableau 3 doivent être utilisés dans les plans et les schémas.

1.6.4 Les abréviations des différents flux d'air selon tableau 3 doivent également être utilisées pour le marquage des différentes parties d'installation dans les bâtiments.

Tableau 3 Typologie des flux d'air

Numéro (figure 1)	Flux	Abréviation	Code couleur	Définition
1	air neuf Aussenluft outdoor air	ANF AUL ODA	vert	Air extérieur non traité pénétrant dans le système de ventilation ou par une ouverture
2	air fourni Zuluft supply air	FOU ZUL SUP	cf. tableau 1	Flux d'air entrant dans le local conditionné ou dans le système après traitement
3	air intérieur Raumluft indoor air	INT RAL IDA	gris	Air présent dans le local ou dans la zone conditionnée
4	air transféré Überströmluft transferred air	TRA ÜSL TRA	gris	Flux d'air intérieur transféré d'un local conditionné à un autre local conditionné
5	air repris Abluft extract air	REP ABL ETA	jaune	Flux d'air sortant du local conditionné
6	air recyclé Umluft recirculation air	REC UML RCA	orange	Flux d'air repris recyclé par le conditionneur d'air pour servir à nouveau d'air fourni
7	air rejeté Fortluft exhaust air	RJT FOL EHA	marron	Flux d'air rejeté à l'extérieur du bâtiment
8	air brassé Sekundärluft secondary air	BRA SEK SEC	orange	Flux d'air repris dans le local conditionné, recyclé et réintroduit dans le même local
9	fuites Leckluft leakage	FUI LEC LEA	gris	Flux d'air involontaire passant à travers les points non étanches de l'installation. Il s'agit d'exfiltrations d'air lorsque le système est en surpression et d'infiltrations d'air lorsqu'il est en dépression.
10	infiltration Infiltration infiltration	INF INF INF	vert	Flux d'air pénétrant par les inétanchéités de l'enveloppe du bâtiment
11	exfiltration Exfiltration exfiltration	EXF EXF EXF	gris	Flux d'air sortant par les inétanchéités de l'enveloppe du bâtiment
12	air mélangé Mischluft mixed air	MEL MIL MIA	flux représenté par des couleurs séparées	Flux d'air composé de deux flux aérodynamiques ou plus
1.1	air neuf local conditionné		vert	Flux d'air extérieur non traité entrant dans le conditionneur d'air du local ou pénétrant directement par une ouverture dans le local
2.1	air fourni local conditionné		bleu	Flux d'air entrant dans le local conditionné
5.1	air repris local conditionné		jaune	Flux d'air sortant du local et entrant dans le conditionneur d'air
7.1	air rejeté local conditionné		marron	Flux d'air rejeté par le conditionneur d'air à l'extérieur du local

1.7 Catégories de flux d'air

1.7.1 Air neuf (ANF)

1.7.1.1 Les qualités d'air neuf figurent au tableau 4.

Tableau 4 Catégories d'air neuf (ANF)

Catégorie	Description
ANF 1	Air pur susceptible d'être chargé temporairement de poussières (par ex. pollen)
ANF 2	Air neuf avec une concentration importante de polluants gazeux et/ou de particules
ANF 3	Air neuf avec une concentration très élevée de polluants gazeux et/ou de particules

1.7.1.2 La catégorisation selon 1.7.1.1 dépend de la pollution la plus grave pouvant affecter l'air neuf (mis à part l'ozone O₃). L'air neuf est qualifié de pur quand toutes les valeurs d'immission de l'OPair sont respectées, à l'exception de celles pour l'ozone O₃ (ANF 1). Une concentration est réputée importante dès lors qu'elle excède jusqu'à concurrence de 50 % la limite d'immission fixée par l'OPair (ANF 2), et très élevée dès lors qu'elle excède de plus de 50 % cette limite (ANF 3).

1.7.1.3 En Suisse, les zones où la pollution de l'air dépasse les valeurs limites sont surtout affectées par le dioxyde d'azote NO₂ et les poussières en suspension PM₁₀. En vertu de la LPE, l'OPair fixe des valeurs limites pour ces substances (tableau 5). Actuellement, les concentrations de dioxyde de soufre SO₂ et de monoxyde de carbone CO n'atteignent en général plus le seuil critique. La concentration d'ozone O₃ dans l'air neuf n'est pas déterminante pour le calcul des installations de ventilation et de climatisation, parce que les dérivés de O₃ sont filtrés et que O₃ se dégrade rapidement dans les locaux.

Tableau 5 Valeurs limites d'immission selon OPAir

Polluants	Limites d'immission	Définition statistique
Dioxyde d'azote NO ₂	30 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Moyenne sur 24 h; ne doit pas être dépassée plus d'une fois par année
Poussières en suspension PM ₁₀	20 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	50 µg/m ³	Moyenne sur 24 h; ne doit pas être dépassée plus d'une fois par année

1.7.1.4 Les données sur la pollution de l'air découlent des mesures effectuées dans le cadre du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) ainsi que des programmes de mesures des services cantonaux et communaux de l'environnement. Les concentrations caractéristiques de polluants aériens en Suisse sont répertoriées au tableau 6.

Tableau 6 Concentrations caractéristiques des polluants atmosphériques en Suisse en 2009
(source: NABEL 2010)

Type d'emplacement	Station de mesure	NO ₂ µg/m ³ moyenne annuelle	PM10 µg/m ³ moyenne annuelle
urbain, routier	Bern-Bollwerk Lausanne-César-Roux	47	28
		39	22
urbain	Lugano-Università Zürich-Kaserne	32	22
		33	20
périurbain	Basel-Binningen Dübendorf-Empa	23	18
		28	19
rural, autoroutier	Härkingen-A1 Sion-Aéroport-A9	41	21
		36	21
rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	21	21
	Payerne	15	18
	Tänikon	15	17
	Lägeren	12	–
rural, altitude > 1000 m	Chaumont	6	9
	Rigi-Seebodenalp	7	10
	Davos-Seehornwald	4	–
alpin	Jungfrauoch	< 1	3
Limite OPair		30	20

Dans les centres urbains et les agglomérations ainsi qu'à proximité des axes routiers à forte densité de trafic, les limites d'immission des principaux polluants NO₂ et PM10 sont en général dépassées.

1.7.2 Air fourni (FOU)

1.7.2.1 Les qualités d'air fourni figurent au tableau 7.

Tableau 7 Catégories d'air fourni (FOU)

Catégorie	Description
FOU 1	L'air fourni est constitué à 97 % au moins d'air neuf.
FOU 2	L'air fourni est constitué d'air neuf et de plus de 3 % d'air recyclé.

1.7.2.2 L'adjonction d'air recyclé peut être techniquement voulue, ou involontaire en cas d'étanchéité insuffisante. Il faut éviter autant que possible les défauts d'étanchéité, surtout dans le cas des échangeurs de chaleur rotatifs, en veillant à ce que leur exécution soit étanche et que les conditions de pression soient adéquates.

1.7.3 Air intérieur (INT)

Les qualités d'air intérieur figurent au tableau 8.

Tableau 8 Catégories d'air intérieur (INT)

Catégorie	Description	Exemples
INT 1	Air intérieur de qualité élevée Air des locaux répondant à des contraintes spéciales (concentrations de substances étrangères et de composés aromatiques)	Laboratoires, locaux affectés à des activités ou à la production de marchandises très sensibles
INT 2	Air intérieur de qualité moyenne Air des locaux occupés répondant à des contraintes élevées; teneur en CO ₂ < 1000 ppm *, débit d'air > 30 m ³ /h-personne	Locaux protégés contre les odeurs, en particulier en ce qui concerne l'accès des personnes
INT 3	Air intérieur de qualité médiocre Air des locaux habitables; teneur en CO ₂ de 1000 à 1400 ppm *, débit d'air 18 à 30 m ³ /h-personne	Locaux d'habitation, bureaux
INT 4	Air intérieur de basse qualité Air des locaux non habitables ou rarement habités, ainsi que des locaux dans lesquels la fumée est autorisée	Entrepôts, corridors; tous les locaux dans lesquels la fumée est autorisée

* Les niveaux de CO₂ indiqués sont valables pour une teneur en CO₂ de l'air neuf de 400 ppm et une émission de CO₂ par personne de 18 l/h.

1.7.4 Air repris (REP) et air rejeté (RJT)

1.7.4.1 Les qualités d'air neuf figurent au tableau 9. Si l'air repris provient de différentes sources, le flux global est catégorisé d'après le flux qui a la catégorie la plus élevée.

Tableau 9 Catégories d'air repris (REP)

Catégorie	Description	Exemples
REP 1	Air repris avec un faible niveau de pollution Air provenant des locaux où les sources principales d'émission sont le métabolisme humain et/ou les matériaux de construction et les aménagements intérieurs; les locaux dans lesquels il est autorisé de fumer sont exclus	Bureaux y compris les petits locaux adjacents de stockage, locaux publics, salles d'école, escaliers, couloirs, salles de réunion, locaux commerciaux sans source supplémentaire de pollution; habitations sans fumeurs, sans extraction d'air directe via la hotte de cuisine
REP 2	Air repris avec un niveau de pollution modéré Air provenant des locaux occupés comme REP 1, mais avec des taux d'émission supérieurs; tous les locaux comme REP 1 dans lesquels la fumée est autorisée	Salles à manger publiques, cuisinettes, magasins, locaux de stockage dans les bâtiments administratifs, chambres d'hôtel, vestiaires
REP 3	Air repris avec un niveau de pollution élevé Air provenant des locaux où la qualité de l'air est fortement diminuée par les émissions dues à l'humidité, aux processus, aux substances chimiques, etc.	Toilettes, salles de bain, cuisines, certains laboratoires, ateliers de reproduction, fumeurs
REP 4	Air repris avec un niveau de pollution très élevé Air contenant des odeurs et des impuretés nuisibles à la santé dans des concentrations nettement plus élevées que celles admises pour l'air intérieur dans les locaux occupés	Hottes d'aspiration à usage professionnel ou industriel, garages, tunnels routiers, locaux à ordures, fumeurs à usage intensif, certains laboratoires

- 1.7.4.2 La classification des qualités d'air rejeté est analogue à celle des qualités d'air repris (RJT 1 à RJT 4). L'épuration de l'air rejeté permet d'améliorer sa qualité d'une catégorie au maximum, mais ne permet pas d'atteindre la catégorie RJT 1. Une épuration efficace nécessite un justificatif détaillé.

1.8 Classification de la puissance spécifique du ventilateur

- 1.8.1 La puissance spécifique du ventilateur fait l'objet d'une classification selon tableau 10. Cette classification s'applique à chaque ventilateur considéré individuellement. Elle est définie selon SN EN 13779.

Tableau 10 Classification de la puissance spécifique du ventilateur

Catégorie	P_{SFP} W par m ³ /s	P_{SFP} W par m ³ /h
SFP 1+ *	≤ 300	≤ 0,083
SFP 1	> 300 à 500	> 0,083 à 0,14
SFP 2	> 500 à 750	> 0,14 à 0,21
SFP 3	> 750 à 1250	> 0,21 à 0,35
SFP 4	> 1250 à 2000	> 0,35 à 0,56
SFP 5 **	> 2000 à 3000	> 0,56 à 0,83
SFP 6 **	> 3000 à 4500	> 0,83 à 1,25
SFP 7 **	> 4500	> 1,25

* La catégorie SFP 1+ est une définition de la présente norme.

** Les catégories SFP 5, SFP 6 et SFP 7 selon SN EN 13779 ne sont pas utilisées dans la présente norme.

- 1.8.2 Le fonctionnement à charge partielle diminue non seulement le débit volumique et la pression différentielle, mais aussi le rendement. En admettant que le rendement diminue selon la racine du débit, la modulation du débit via le régime du ventilateur (et non par étranglement) est exprimée par les formules suivantes:

$$\frac{P_{PL}}{P} = \left(\frac{q_{v,PL}}{q_v} \right)^{2,5} \quad (1)$$

$$\frac{P_{SFP,PL}}{P_{SFP}} = \left(\frac{q_{v,PL}}{q_v} \right)^{1,5} \quad (2)$$

1.9 Classification de la puissance unitaire spécifique

La puissance unitaire spécifique fait l'objet d'une classification selon tableau 11.

Tableau 11 Classification de la puissance unitaire spécifique selon SN EN 13142

Catégorie	P_{SPI} W par m ³ /s	P_{SPI} W par m ³ /h
SPI 1	≤ 900	≤ 0,25
SPI 2	> 900 à 1260	> 0,25 à 0,35
SPI 3	> 1260 à 1620	> 0,35 à 0,45
SPI 4	> 1620 à 1980	> 0,45 à 0,55
SPI 5	> 1980 à 2340	> 0,55 à 0,65
SPI 6	> 2340 à 2700	> 0,65 à 0,75
non classé	> 2700	> 0,75

1.10 Typologie des conditions de pression dans les locaux

- 1.10.1 Le bilan aéraulique entre débit d'air fourni et débit d'air repris doit être défini de manière à assurer la maîtrise directionnelle des flux d'air et des émissions d'une zone à l'autre dans le bâtiment et/ ou entre le bâtiment et l'extérieur.
- 1.10.2 Les catégories de pression sont définies au tableau 12. La grandeur de référence est la pression extérieure à l'état normal.
- 1.10.3 Les équilibres débits d'air repris / débits d'air fourni indiqués au tableau 12 sont des valeurs directrices selon SN EN 13779:2007, tableau 8, lesquelles doivent être vérifiées au cas par cas en tenant compte des éventuelles lacunes d'étanchéité.

Tableau 12 Catégories de pression à l'intérieur des locaux

Catégorie	Conditions de pression (sans vent ni effet de cheminée)	Équilibres typiques air repris / air fourni
PC 1	dépression (< -6 Pa)	$\geq 1,15$
PC 2	légère dépression (-6 à -2 Pa)	$1,05$ à $< 1,15$
PC 3	pression uniforme (-2 à $+2$ Pa)	$0,95$ à $< 1,05$
PC 4	légère surpression ($+2$ à $+6$ Pa)	$0,85$ à $< 0,95$
PC 5	surpression ($> +6$ Pa)	$< 0,85$

- 1.10.4 Les conditions de pression doivent être définies en fonction de l'affectation des locaux. Plusieurs niveaux de pression peuvent s'avérer nécessaires pour assurer une régulation adéquate entre toutes les zones d'un même bâtiment.

2 EXIGENCES

2.1 Conditions s'appliquant au bâtiment

2.1.1 Généralités

- 2.1.1.1 Les conditions se rapportant à la protection thermique et à la protection contre l'humidité selon SIA 180 ainsi que les valeurs limites se rapportant à l'enveloppe thermique du bâtiment selon SIA 380/1 doivent être respectées.
- 2.1.1.2 La présente norme définit les conditions supplémentaires s'appliquant aux bâtiments équipés d'installations de ventilation ou de climatisation. Ces conditions doivent aussi être respectées même si le système de ventilation ou de climatisation n'a pas été réalisé alors qu'il est souhaitable, voire nécessaire selon la présente norme.
- 2.1.1.3 Lesdites conditions doivent également être respectées dans la mesure du raisonnable lors de la transformation de bâtiments.

2.1.2 Étanchéité de l'enveloppe à l'air

- 2.1.2.1 Les exigences relatives à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment sont définies selon SIA 180, chiffre 3.6.
- 2.1.2.2 Lorsqu'une installation de ventilation ou de climatisation est nécessaire ou souhaitée, on appliquera la valeur limite pour la ventilation mécanique, même si celle-ci n'est pas exécutée.

2.1.3 Protection contre la chaleur en été

- 2.1.3.1 Les exigences relatives à la protection contre la chaleur en été sont définies selon SIA 180, chapitre 5.
- 2.1.3.2 Les locaux pour lesquels un refroidissement est nécessaire ou souhaitable d'après les critères de la présente norme ainsi que tous les locaux effectivement refroidis doivent être conformes aux conditions de protection solaire indiquées ci-dessous.
- 2.1.3.3 Les dispositifs de protection solaire équipant les fenêtres en façade doivent être asservis au moins par façade. Une subdivision multizones est requise lorsque la façade présente des conditions d'exposition hétérogènes.
- 2.1.3.4 Les dispositifs de protection solaire doivent être pilotés automatiquement en fonction de l'irradiance solaire mesurée ou d'un paramètre équivalent. Durant la période de chauffage, il peut s'avérer judicieux de compléter le calcul en tenant compte de la température de l'air intérieur.
- 2.1.3.5 Les dispositifs de protection solaire équipant les lanterneaux doivent toujours être pilotés par une commande indépendante.

2.1.4 Protection contre l'humidité

- 2.1.4.1 Pour les locaux équipés d'une humidification artificielle et les locaux ayant d'importants apports d'humidité, il faut démontrer par calcul l'absence de condensation superficielle et de moisissure selon SIA 180, chapitre 6.
- 2.1.4.2 Les locaux en surpression ou dotés d'une installation simple d'air fourni nécessitent une attention particulière en ce qui concerne la protection de l'enveloppe contre l'humidité.

2.2 Confort

2.2.1 Généralités

- 2.2.1.1 Les conditions relatives au confort thermique et à la qualité de l'air intérieur sont définies selon SIA 180. Les conditions relatives au confort acoustique sont définies selon SIA 181.
- 2.2.1.2 Les installations de ventilation et de climatisation ont une influence déterminante sur:
- le confort thermique (température de l'air intérieur et vitesse de l'air intérieur),
 - la qualité de l'air intérieur,
 - l'humidité de l'air intérieur, et
 - le confort acoustique des locaux conditionnés.
- 2.2.1.3 Sauf convention particulière, les conditions de confort dans les locaux ventilés et conditionnés s'entendent selon 2.2.2 à 2.2.8. Il est recommandé de fixer par écrit les conditions de confort, et en particulier les dérogations à la présente norme.
- 2.2.1.4 Les conditions de confort convenues sont garanties dans la zone de séjour selon 2.2.2. Toutes les mesures de contrôle doivent être effectuées dans cette zone. Les conditions de confort ne sont pas garanties en dehors de la zone de séjour, même si le local est destiné à être utilisé dans son intégralité.
- 2.2.1.5 Les conditions de confort convenues sont impératives, compte tenu des conditions d'utilisation prévues, du fonctionnement des installations selon leur dimensionnement, quelles que soient les conditions météorologiques, entre la température de dimensionnement pour l'hiver (SIA 2028, tableau 6) et pour l'été (SIA 2028, tableaux 8a, 8b et 9).

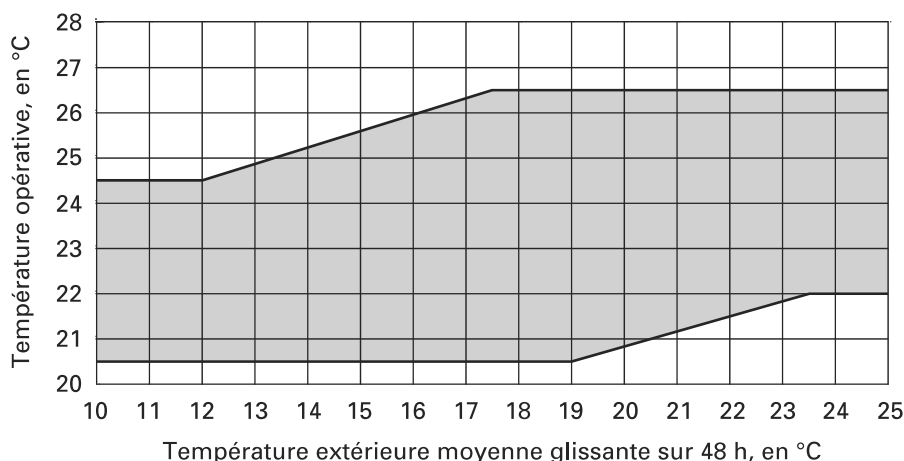
2.2.2 Zone de séjour

- 2.2.2.1 La zone de séjour dépend de l'utilisation du local et doit être définie de cas en cas.
- 2.2.2.2 Sauf convention particulière, la zone de séjour est définie selon SIA 180, chiffre 2.1.2.

2.2.3 Température de l'air intérieur

- 2.2.3.1 Telle qu'elle a été convenue, la température de l'air intérieur détermine le dimensionnement de l'installation et les conditions de garantie.
- 2.2.3.2 Les dispositions de la présente norme se rapportant à la température de l'air à l'intérieur des locaux s'appliquent à la condition que la différence entre température opérative et température de l'air intérieur soit négligeable. Lorsque tel n'est pas le cas, la température de l'air sera corrigée de manière à respecter les prescriptions de confort thermique selon SIA 180.
- 2.2.3.3 Les exigences se rapportant à la température opérative des habitations et des bureaux chauffés, refroidis ou ventilés mécaniquement sont définies selon SIA 180, chiffre 2.3.

Figure 2 Domaine admissible pour la température opérative dans les espaces d'habitation ou administratifs lorsqu'ils sont chauffés, refroidis ou à ventilation mécanique, en fonction de la température extérieure moyenne glissante (correspond à SIA 180, figure 4)



2.2.4 Vitesse de l'air intérieur

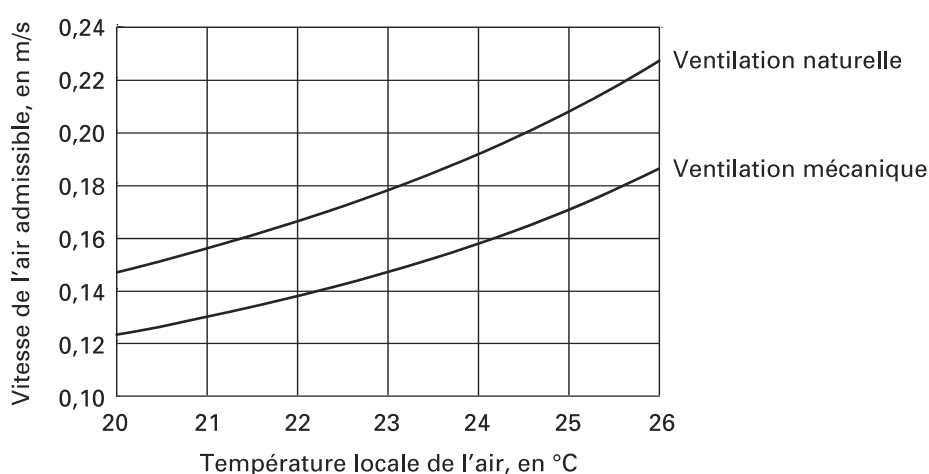
2.2.4.1 La vitesse admissible de l'air intérieur dépend du risque de courant d'air DR , de l'intensité de turbulence Tu et de la température de l'air intérieur $\theta_{a,i}$.

2.2.4.2 Sauf convention particulière, on admet selon SIA 180, chiffre 2.3.1.1, un risque de courant d'air $DR = 15\%$ dans les habitations et les bureaux ventilés ou climatisés. On adaptera ce paramètre vers le bas pour les utilisations exigeantes, et vers le haut pour les utilisations non exigeantes.

2.2.4.3 Les entrées d'air des systèmes d'aération douce génèrent une intensité de turbulence de 40% à 60%. Cette intensité est inférieure dans le cas des ventilations à flux laminaire. Sauf convention particulière, on admet selon SIA 180, annexe B.3.1, une intensité de turbulence référentielle de 50% pour les locaux ventilés ou climatisés.

2.2.4.4 Les exigences relatives à la vitesse de l'air intérieur sont définies selon SIA 180, chiffre 2.3.3. En admettant $Tu = 50\%$ (chiffre 2.2.4.3) et $DR = 15\%$ (chiffre 2.2.4.2), la vitesse maximale admissible de l'air intérieur dans les locaux ventilés ou climatisés est déterminée par la limite inférieure de la figure 3. Voir SIA 180, annexe B.3.1, pour les précisions.

Figure 3 Vitesse maximale admissible de l'air intérieur (valeur 50%) pour les locaux à aération naturelle et les locaux à ventilation mécanique (correspond à SIA 180, figure 5)



2.2.5 Courants descendants d'air froid

Pour éviter les problèmes d'inconfort liés aux mouvements de convection induits par le refroidissement de l'air, notamment devant les fenêtres, il faut respecter les prescriptions définies selon SIA 180, chiffre 4.1.3.

2.2.6 Qualité de l'air intérieur

2.2.6.1 Les exigences relatives à la qualité de l'air et le concept de ventilation sont définis selon SIA 180, chiffres 3.1 et 3.2. Il faut veiller à ce que la demande en énergie de l'installation de ventilation ou de climatisation reste raisonnable.

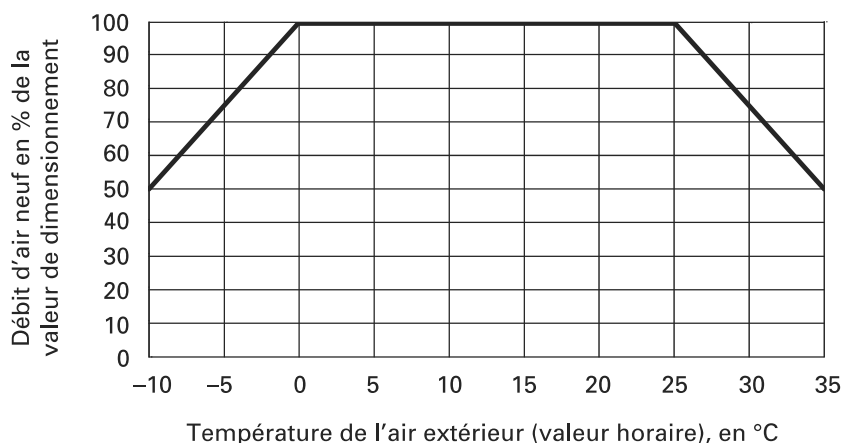
2.2.6.2 Les émissions évitables doivent être réduites autant que possible à la source de manière à ce que le débit d'air neuf des installations de ventilation et de climatisation, de toute façon nécessaire, suffise à les diluer.

2.2.6.3 Dès lors que l'utilisation du local provoque une importante source d'émission, on s'efforcera de subdiviser le local ou d'aspirer localement ces émissions, afin de confiner l'effet des émissions dans un espace aussi petit que possible.

2.2.6.4 Dans les locaux destinés à être occupés par des personnes, on définit en général le flux d'air neuf des installations de ventilation et de climatisation en fonction du débit d'air neuf par personne. Les valeurs prescrites pour le calcul du débit d'air neuf par personne en fonction de l'utilisation sont définies selon SIA 204. Pour les chambres à coucher, on admet en règle générale une occupation par deux personnes.

2.2.6.5 Il est judicieux de réduire le débit d'air jusqu'à concurrence de 50 % lorsque la température de l'air extérieur est très basse ou très élevée, de façon à éviter un air trop sec dans les locaux en hiver (température de l'air extérieur inférieure à 0 °C) et une charge thermique inconfortable sans climatisation en été (température de l'air extérieur dépassant 25 °C), ainsi que pour réduire la demande de puissance en chauffage et en refroidissement. Le débit minimal est de 15 m³/h par personne. La figure 4 illustre comment cette recommandation peut être concrétisée.

Figure 4 Exemple de réduction du débit d'air neuf



2.2.6.6 Durant les périodes d'occupation faible, voire nulle, il est recommandé, pour des motifs d'hygiène, de maintenir un débit minimal d'air neuf de 0,5 m³/h par m² de surface nette de plancher. On peut aussi envisager une ventilation ponctuelle suffisante du local avant qu'il ne soit à nouveau occupé. La ventilation est réputée suffisante dès lors que le volume total de l'air intérieur a été renouvelé au moins une fois avant la phase d'utilisation. On peut également y parvenir en ouvrant les fenêtres.

2.2.6.7 Sauf convention particulière, on admet que les locaux occupés par des personnes sont non-fumeurs.

- 2.2.6.8 Il n'est pas possible d'obtenir une bonne qualité de l'air dans les locaux où la fumée est autorisée. Cette constatation demeure même si le débit d'air neuf dans ces locaux est augmenté à la valeur de calcul usuelle de 72 m³/h par personne pour les locaux fumeurs (rapportée à toutes les personnes présentes).
- 2.2.6.9 Il faut restreindre autant que possible les zones fumeurs et les séparer des zones non-fumeurs par des mesures constructives. Les fumoirs doivent être maintenus en dépression par rapport à tous les locaux adjacents (PC 1). L'air extrait des fumoirs ne doit pas être recyclé pour d'autres locaux. Il faut s'assurer que les fumées et la charge particulaire ne puissent être transférées via le système de gaines ou de récupération de chaleur.
- 2.2.6.10 Le débit et la qualité de l'air neuf doivent être respectés à l'entrée dans le local, selon 1.7.2, tant pour les installations de ventilation que de climatisation.

2.2.7 Hygrométrie de l'air intérieur

- 2.2.7.1 Selon SIA 180, chiffres 3.5.1.3 et 3.5.1.4, le taux d'humidité spécifique de l'air des locaux ventilés doit être en principe supérieur à 4,9 g/kg et inférieur à 13,7 g/kg.
- 2.2.7.2 Les valeurs de calcul pour l'humidité relative des locaux en été (valeurs maximales) et en hiver (valeurs minimales) sont définies en fonction de l'utilisation des locaux, selon SIA 2024.
- 2.2.7.3 Les taux d'humidité spécifiques convenus font foi pour autant que les conditions d'utilisation convenues soient respectées.
- 2.2.7.4 Sans humidification active, le taux d'humidité absolue peut être inférieur à la valeur limite convenue d'humidité absolue jusqu'à concurrence de 10% du temps d'utilisation pendant une année typique. Sauf convention particulière, le débit d'air neuf est réduit en hiver selon 2.2.6.5.
- 2.2.7.5 Sans déshumidification active, le taux d'humidité absolue peut être supérieur à la valeur limite convenue d'humidité absolue jusqu'à concurrence de 10% du temps d'utilisation pendant une année typique. Sauf convention particulière, il faut partir du principe qu'en été, le débit d'air neuf est réduit selon 2.2.6.5.
- 2.2.7.6 De plus, on tiendra compte des exigences se rapportant à la protection contre l'humidité selon SIA 180, chapitre 6.

2.2.8 Confort acoustique et isolation phonique

- 2.2.8.1 Le niveau d'évaluation du bruit des installations du bâtiment selon SIA 181 est l'indice déterminant pour l'évaluation de l'impact des installations de ventilation et de climatisation sur le confort acoustique des locaux ventilés. Les performances des systèmes de ventilation et de climatisation se rapportent à un régime de ventilation, à un ameublement et à un taux d'occupation usuels. Les mesures doivent être effectuées selon SIA 181, annexe B.3 (le cas échéant, on corrigera le temps de réverbération en fonction du facteur d'ameublement). Durant les mesures, il faut éviter toute interférence avec les bruits extérieurs et les bruits d'utilisation dans le local considéré et dans les locaux avoisinants. Toutes les installations de ventilation et de climatisation doivent fonctionner au régime correspondant aux conditions de dimensionnement. Font exception les situations d'exploitation sans occupants, exceptionnelles ou exclues par convention.
- 2.2.8.2 Sauf convention particulière, on appliquera les critères de dimensionnement standard selon SIA 2024.
- 2.2.8.3 On tiendra également compte des exigences relatives à la protection contre les émissions de bruit à l'intérieur et à l'extérieur des locaux et à l'acoustique des locaux selon SIA 181 et à la protection contre les immissions selon OPB. Les conditions d'isolation phonique entre locaux mitoyens telles qu'elles sont requises par SIA 181 peuvent conditionner dans une large mesure les exigences s'appliquant aux installations de ventilation. La protection contre les émissions de bruit à l'intérieur des locaux fait l'objet de recommandations selon SIA 181, annexe G.

2.3 Demande en énergie

- 2.3.1 Il faut, par principe, limiter autant que possible la consommation d'énergie, en combinant deux facteurs, la qualité de la construction des locaux d'une part (cf. 2.1), la qualité de la conception technique et l'optimisation de l'exploitation des installations de ventilation ou de climatisation d'autre part.
- 2.3.2 Le système sera choisi et calculé selon les critères du chapitre 4, respectivement du chapitre 5.
- 2.3.3 Les méthodes de calcul décrites à l'annexe D permettent de procéder à un calcul simplifié de la consommation d'électricité pour la ventilation. Voir SIA 382/2 et SIA 2044 pour les méthodes de calcul détaillées.
- 2.3.4 L'énergie grise des installations techniques du bâtiment représente 20 % à 30 % de l'énergie grise totale du bâtiment et des émissions de gaz à effet de serre qui lui sont liées. Elle peut être estimée d'après le référentiel défini selon SIA 2032.

2.4 Sécurité de fonctionnement, protection contre l'incendie et durée de vie

- 2.4.1 La disponibilité minimale de l'installation de ventilation ou de climatisation doit être définie avec le maître d'ouvrage, compte tenu des interruptions pour cause de révision, de panne technique, etc. On veillera en particulier à fixer la durée admissible des interruptions d'exploitation et les conséquences qui en résultent pour la gestion de l'air dans les locaux.
- 2.4.2 Le concept de protection des personnes et des locaux contre l'incendie doit être mis au point avec la police du feu locale. Les prescriptions de protection incendie de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie font foi.
- 2.4.3 Conformément à la directive de protection incendie AEA 26-03f, les installations aérauliques doivent être nettoyées et entretenues de façon à garantir en tout temps leur bon fonctionnement et à prévenir tout danger d'incendie. Les clapets coupe-feu et les dispositifs de déclenchement en cas d'incendie doivent être contrôlés périodiquement.
- 2.4.4 Il incombe au propriétaire ou à l'exploitant de veiller à ce que les installations aérauliques fassent l'objet d'une maintenance adéquate afin de garantir le bon fonctionnement en tout temps.
- 2.4.5 La durée de vie technique de l'installation et de ses composants doit correspondre aux standards usuels de la branche. L'annexe B indique les valeurs approximatives pour la durée de vie technique des installations du bâtiment et de leurs composants (cf. aussi 8.3).

2.5 Facilité d'entretien et hygiène

- 2.5.1 La conception et l'exploitation de l'installation doivent permettre un accès facile à la centrale de ventilation et aux gaines pour l'entretien et le remplacement des composants. Il faut surtout veiller à ce que les gaines de ventilation et les appareils puissent être complètement nettoyés. Il y a lieu d'éviter également la présence d'endroits humides dans le réseau de ventilation.
- 2.5.2 Les prises d'air neuf et les sorties d'air rejeté doivent être conformes aux exigences selon 5.12.
- 2.5.3 L'accès aux gaines de ventilation doit être conforme à SN EN 12097 afin de faciliter la maintenance.
- 2.5.4 La place nécessaire pour les différents composants et systèmes est précisée à l'annexe A.
- 2.5.5 La maintenance est régie par les directives SWKI 95-2, VSWKI HE101-01 et VSWKI RE101-01.
- 2.5.6 On tiendra compte des exigences hygiéniques de la directive SICC VA104-01.

- 2.5.7 L'annexe B indique les valeurs approximatives pour la durée de vie et l'entretien annuel des installations techniques du bâtiment.
- 2.5.8 Les compétences relatives à l'exécution des travaux d'entretien doivent être précisées assez tôt et périodiquement vérifiées.

2.6 **Protection de l'environnement**

On respectera les principes de la construction écologique de manière à prévenir les émissions imputables aux matériaux de construction et aux équipements intérieurs (cf. par ex. www.eco-bau.ch).

3 CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT

3.1 Généralités

- 3.1.1 Les critères de dimensionnement déterminent le choix du système et son dimensionnement. Ils déterminent également les mesures à effectuer lors de la réception du système.
- 3.1.2 Les critères pertinents seront consignés par écrit, compte tenu des dispositions figurant ci-après et des dispositions définies selon SIA 2024. Il en va de même pour les éventuelles spécifications complémentaires pour les applications ou exigences spéciales.
- 3.1.3 Les exigences concernant la température de l'air intérieur en été et l'humidité de l'air intérieur ne s'appliquent que si l'installation est adéquate.
- 3.1.4 Concernant la température de l'air intérieur, il faut distinguer entre température opérative et température de l'air selon 2.2.3.2.
- 3.1.5 En cas de rénovation ou de transformation, on cherchera autant que possible à respecter les critères de dimensionnement exposés ci-après. Les dérogations seront également consignées par écrit.

3.2 Conditions extérieures

3.2.1 Données climatiques

- 3.2.1.1 Le dimensionnement des installations de ventilation et de climatisation est fonction des données climatiques définies selon SIA 2028 (cf. 2.2.1.5).
- 3.2.1.2 Lorsque les conditions extérieures se situent dans la plage de dimensionnement, les exigences de confort et toutes les fonctions de l'installation doivent être respectées comme convenu.
- 3.2.1.3 Lorsque les conditions extérieures se situent hors de la plage de dimensionnement, les conditions ambiantes peuvent également sortir de la plage de dimensionnement. Le renouvellement de l'air intérieur doit toutefois être préservé, même dans une telle situation.

3.2.2 Pollution sonore

- 3.2.2.1 La pollution sonore extérieure est évaluée selon les dispositions de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), respectivement selon SIA 181.
- 3.2.2.2 Le cas échéant, on tiendra également compte des prescriptions cantonales et communales visant à limiter les nuisances sonores des installations du bâtiment.

3.2.3 Pollution aérienne

- 3.2.3.1 La qualité de l'air extérieur sera évaluée selon les dispositions de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPAir).
- 3.2.3.2 Les critères pour l'appréciation de la qualité de l'air extérieur sont le dioxyde d'azote NO₂ et les poussières en suspension PM₁₀. Des critères olfactifs peuvent également intervenir localement. Les valeurs déterminantes sont les valeurs d'immission près des prises d'air neuf ou près des fenêtres qui s'ouvrent.

- 3.2.3.3 Les indices de pollution NO₂ et PM₁₀ sont donnés par les mesures locales des services compétents, par les valeurs empiriques provenant de lieux comparables (réseau NABEL), par le cadastre d'immissions ou par les mesures effectuées par le concepteur lui-même. Les lieux critiques sont les centres urbains, les agglomérations ainsi que les routes à fort trafic (cf. 1.7.1.4).
- 3.2.3.4 Les données de pollution olfactive doivent en général être collectées sur place par voie d'enquête.
- 3.2.3.5 L'aération par les fenêtres n'est pas envisageable comme solution unique lorsque la pollution de l'air:
- dépasse de plus de 50% la valeur limite d'immission selon OPAir se rapportant à la moyenne annuelle des émissions de NO₂ ou de PM₁₀ (ANF 3 selon 1.7.1);
 - est d'origine olfactive et qu'elle peut être atténuée par une installation de ventilation.
- 3.2.3.6 La catégorie d'air neuf sera déterminée selon 1.7.1.

3.3 Données du bâtiment

- 3.3.1 Description de l'objet: dimensions, situation, affectation, perspectives éventuelles d'agrandissement, etc.
- 3.3.2 Plans: plans, coupes, élévations et détails selon SIA 400.
- 3.3.3 Caractéristiques de la construction: structure, coefficients de transmission thermique, capacité thermique, facteur de transmission totale d'énergie des vitrages, possibilité d'ouvrir les fenêtres.
- 3.3.4 Caractéristiques de la protection solaire: type de protection, facteur de transmission totale d'énergie de la construction (le cas échéant pour divers réglages du dispositif de protection solaire), résistance au vent.
- 3.3.5 Caractéristiques de l'environnement: ombragement et réfléchissement des bâtiments voisins; nuisances provenant des bâtiments voisins, de la circulation, des places, etc.; exigences particulières de protection contre les immissions imputables aux bâtiments voisins.

3.4 Données d'utilisation

- 3.4.1 Conditions générales d'utilisation: temps d'utilisation (par ex. du lundi au vendredi, vacances d'exploitation), possibilités de changement d'affectation.
- 3.4.2 Habillement et activités des occupants.
- 3.4.3 Occupation: taux d'occupation spécifique (moyenne horaire) et courbe journalière d'occupation.
- 3.4.4 Éclairage: éclairage lumineux, charge thermique de l'éclairage (cf. SIA 380/4).
- 3.4.5 Charges thermiques internes (s'ajoutant aux personnes et à l'éclairage), puissance installée, puissance thermique maximale (moyenne horaire en tenant compte du facteur de simultanéité), courbe journalière.
- 3.4.6 Sources d'humidité internes.
- 3.4.7 Sources de pollution internes.
- 3.4.8 Sources de bruit internes.
- 3.4.9 À défaut de données spécifiques à l'objet, les concepteurs se référeront aux valeurs standard selon SIA 2024.

3.5 Données de confort

- 3.5.1 Définition des zones de séjour (cf. 2.2.2).
- 3.5.2 Définition des valeurs de dimensionnement pour la température de l'air intérieur, en hiver et en été (cf. 2.2.3 et SIA 2024).
- 3.5.3 Définition du risque admissible de courant d'air DR pour le calcul de la vitesse de l'air intérieur (cf. 2.2.4).
- 3.5.4 Définition des bases de calcul pour les débits volumiques d'air neuf (cf. 2.2.6 et SIA 2024).
- 3.5.5 Définition des valeurs de dimensionnement pour les indices d'humidité dans les locaux, en hiver et en été (cf. 2.2.7 et SIA 2024).
- 3.5.6 Définition des conditions de pression dans les locaux et dans le bâtiment (cf. 4.2.3).
- 3.5.7 Définition des exigences acoustiques (cf. 2.2.8 et SIA 2024).

4 CHOIX DU SYSTÈME

4.1 Méthode

- 4.1.1 Le choix du système s'effectue sur la base des critères selon chapitre 3. Étant donné les nombreux paramètres en interaction – technologies concurrentes, qualité de l'air intérieur, espace requis, coûts, aspects spécifiques –, ce choix s'effectue souvent par itération.
- 4.1.2 L'adéquation du système prévu par rapport à la situation d'un projet concret dépend des paramètres définis selon 4.2 à 4.6.
- 4.1.3 Le système prévu sera dimensionné selon les principes exposés au chapitre 5.

4.2 Modes de ventilation

4.2.1 Concept de ventilation

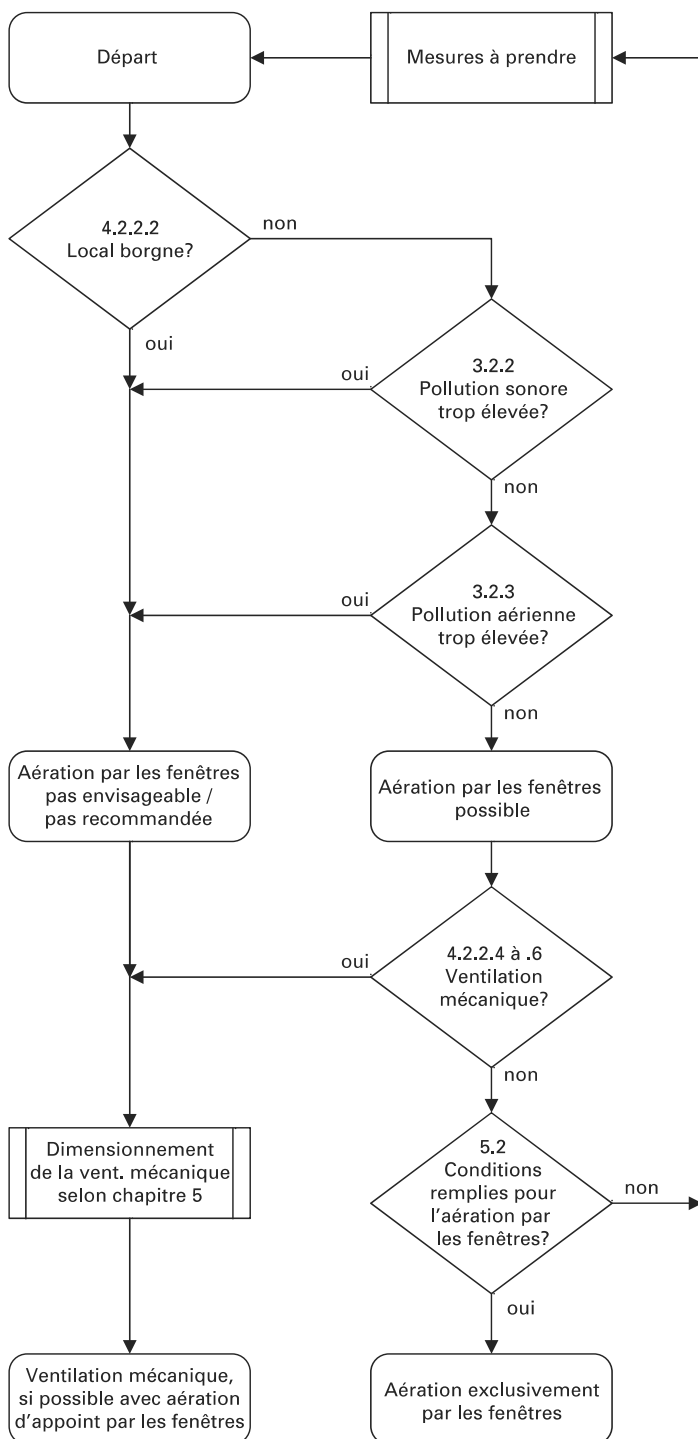
Le concept de ventilation est déterminé selon la démarche illustrée à la figure 5.

4.2.2 Aération par les fenêtres

- 4.2.2.1 Pour les locaux sans utilisation spéciale et sans exigences spéciales concernant la qualité de l'air intérieur (par ex. locaux d'habitation, bureaux standard), l'aération par les fenêtres est actuellement une solution bien acceptée et adéquate du point de vue hygiénique.
- 4.2.2.2 Les locaux borgnes doivent dans tous les cas être équipés d'une ventilation naturelle ou mécanique selon SIA 180, chiffre 3.2.4. Cette disposition s'applique également aux locaux à fenêtres dormantes, par ex. pour des raisons de sécurité.
- 4.2.2.3 La méthode présentée à la figure 5 permet de déterminer si l'aération par les fenêtres suffit ou non, compte tenu des exigences définies selon 5.2 (dimensions et orientation des fenêtres).
- 4.2.2.4 Avantages de l'aération par les fenêtres:
- renouvellement de l'air le plus simple et le plus économique,
 - aucun espace requis pour les gaines et les centrales techniques,
 - ventilation sans demande en énergie,
 - système en général bien accepté,
 - possibilité de ventilation nocturne en été et de ventilation intensive le matin.
- 4.2.2.5 Désavantages de l'aération par les fenêtres:
- aucun contrôle des échanges d'air, insuffisance possible du renouvellement d'air et de l'évacuation de l'humidité,
 - aération très liée au comportement des utilisateurs,
 - risque d'aération permanente (surtout dans les habitations), ce qui génère un surcroît d'échanges d'air et de consommation d'énergie,
 - apparition de courants d'air et confort en général insatisfaisant durant la phase d'aération intensive,
 - aucune possibilité de récupérer la chaleur,
 - aucune possibilité de traiter l'air fourni (refroidissement, humidification, déshumidification),
 - exposition possible au bruit, aux gaz d'échappement et autres pollutions aériennes,¹
 - exposition éventuelle au vent et à la pluie,
 - problèmes éventuels de sécurité.
- 4.2.2.6 Même si l'aération par les fenêtres est fondamentalement possible, une ventilation mécanique peut s'avérer judicieuse, voire nécessaire.

¹ Les systèmes de ventilation peuvent être équipés de filtres, dans lesquels les gaz réactifs comme l'ozone O₃ sont rapidement dégradés; ce n'est pas possible ou beaucoup moins le cas avec une aération par les fenêtres.

Figure 5 Choix du système de ventilation



4.2.2.7 Dans l'analyse énergétique comparative de l'aération par les fenêtres et de la ventilation mécanique, il faut mettre en balance l'économie d'énergie résultant de la récupération de chaleur en hiver et la demande en énergie pour la ventilation de l'air. Cette analyse a pour incertitude majeure l'intensité hypothétique de l'aération par les fenêtres. En première approximation, on peut partir du principe que l'échange d'air moyen par les fenêtres, y compris par infiltration, correspond à peu près à l'échange d'air nécessaire pour garantir l'hygiène des locaux, selon 2.2.6. La qualité de l'air est toutefois moins favorable que dans le cas d'une ventilation mécanique, étant donné l'accumulation d'air vicié pendant la phase de fermeture des fenêtres. Lorsqu'on compare la consommation d'énergie pour la ventilation mécanique et l'économie d'énergie résultant de la récupération de chaleur, il faut corriger les agents énergétiques en fonction des facteurs d'énergie primaire ou des facteurs nationaux de pondération.

- 4.2.2.8 Dans les systèmes bien conçus, présentant de faibles pertes de charge et des taux de rendement élevés tant au niveau de la récupération de chaleur que de la ventilation, la ventilation mécanique est dans la plupart des cas une solution bien meilleure que l'aération par les fenêtres, au plan énergétique.
- 4.2.2.9 Si l'aération par les fenêtres est inadéquate, elle peut alourdir la facture énergétique (par ex. en cas d'ouverture permanente des fenêtres à bascule) ou contribuer à la détérioration de la qualité de l'air (renouvellement insuffisant de l'air en cas de fermeture prolongée des fenêtres).
- 4.2.2.10 L'ouverture des fenêtres devrait être possible même en cas de ventilation mécanique (aération d'appoint). Elle devrait servir seulement aux aérations brèves et sporadiques, les fenêtres étant par ailleurs destinées à rester fermées. Les fenêtres à bascule sont indiquées dans les cas où il n'y a pas d'installation de refroidissement, car elles permettent d'utiliser le potentiel de refroidissement nocturne en été.

4.2.3 **Ventilation mécanique et bilan aéraulique**

- 4.2.3.1 Les débits d'air fourni et d'air repris doivent être équilibrés par local et par zones de manière à ce que le bilan aéraulique soit équilibré. Un excédent d'air fourni entraîne une surpression, un excédent d'air repris entraîne une dépression dans la zone considérée.
- 4.2.3.2 Les zones exposées à des émissions incommodantes ou dangereuses doivent être en dépression. Sauf convention particulière, on appliquera la catégorie de pression PC 1 selon 1.10. La dépression sera encore augmentée dans les cas critiques.
- 4.2.3.3 Les catégories de pression PC 1 et PC 2 sont exclues dans les zones équipées d'un foyer ouvert. La catégorie de pression PC 1 est exclue dans les zones équipées d'une chaudière entièrement étanche à l'air ambiant (cf. SIA 384/1:2009, chiffre 4.6.3).
- 4.2.3.4 La catégorie de pression PC 3 s'applique aux locaux sans exigences ni risques particuliers (bilan aéraulique équilibré).
- 4.2.3.5 Si les débits d'air fourni et d'air repris sont différents, il faut en tenir compte dans le dimensionnement des gaines de ventilation amont et aval. Outre les conditions aérauliques, on tiendra également compte des aspects relatifs à l'hygiène et à la protection contre le bruit.

4.3 **Chauffage**

- 4.3.1 Les locaux doivent être pourvus d'un chauffage pour assurer le confort usuel, sauf dans les locaux exposés à une charge thermique très grande.
- 4.3.2 L'air neuf doit être chauffé en priorité en récupérant la chaleur du flux d'air repris. Un complément de chauffage sera assuré via l'installation de ventilation et/ou via un chauffage statique.
- 4.3.3 Le chauffage des locaux exclusivement via l'installation de ventilation est possible uniquement dans les cas où la demande en chauffage est très basse, eu égard aux taux de renouvellement d'air nécessaires pour satisfaire aux conditions d'hygiène. Une demande en chauffage plus élevée nécessiterait une augmentation des taux de renouvellement d'air. Du point de vue énergétique, il faut alors installer un chauffage statique.

4.4 **Humidification**

4.4.1 **Généralités**

- 4.4.1.1 On distingue l'humidification des locaux selon qu'elle est d'origine naturelle (personnes, végétations, etc.), passive (récupération d'humidité via un échangeur à plaques ou un rotor à sorption) ou active (bloc humidificateur, par ex. évaporateur, laveurs d'air). L'humidification passive s'obtient en récupérant la chaleur latente de l'air repris et ne consomme pas d'énergie supplémentaire.

- 4.4.1.2 L'humidification naturelle et passive suffit dans de nombreux cas, l'humidification active étant alors superflue. Dans les locaux exposés à des émissions d'odeurs incommodantes, il faut renoncer à toute humidification passive par rotors à sorption, étant donné qu'elle présente un risque de propagation des odeurs et des microbes.
- 4.4.1.3 Une installation d'humidification active n'est admise que si les exigences constructives définies selon 2.1.4 sont remplies.
- 4.4.1.4 On peut renoncer à l'installation d'humidification active même si elle s'avère nécessaire selon 4.4.2 (économie sur les coûts d'investissement et d'exploitation). Néanmoins, il faut prendre les dispositions constructives nécessaires selon 2.1.4 pour qu'il soit possible d'ajouter ultérieurement un groupe d'humidification.
- 4.4.1.5 Si l'installation d'humidification active est prévue alors qu'une humidification n'est pas nécessaire selon 4.4.2, il y a lieu d'en justifier la nécessité. En tout état de cause, on veillera à ce que les moyens mis en œuvre pour l'humidification des locaux correspondent aux besoins effectifs d'humidification. On tiendra compte d'éventuelles restrictions dans le temps et l'espace.
- 4.4.1.6 Les zones humidifiées doivent être limitées au strict minimum par des mesures tant constructives qu'organisationnelles.
- 4.4.1.7 En cas d'humidification active, il faut configurer le système de telle sorte qu'il n'y ait aucun risque de condensation dans les gaines de ventilation.

4.4.2 Critères d'évaluation

- 4.4.2.1 Dans certains cas nécessitant des conditions particulières d'humidification de l'air intérieur, il est indispensable de prévoir une installation d'humidification active. Exemples:
- locaux servant au stockage de matières sensibles, par ex. archives, musées,
 - laboratoires spécialisés,
 - ateliers de production, magasins et entrepôts servant au stockage de produits nécessitant des conditions d'humidité particulières.

L'humidification active n'est pas adaptée à la prévention des décharges électrostatiques. Selon SIA 180, chiffre 3.2.8, les matériaux de construction doivent être choisis de manière qu'ils ne s'endommagent pas en absence d'humidification.

- 4.4.2.2 Dans tous les autres cas, une installation d'humidification active n'est requise que si l'humidité de l'air intérieur ne correspond pas aux exigences selon 2.2.7.1, en dépit des apports d'humidité et d'une éventuelle récupération d'humidité. Le débit d'air neuf peut être réduit lorsque la température de l'air extérieur descend, selon 2.2.6.5.
- 4.4.2.3 Pour les activités générant une charge thermique latente allant jusqu'à environ 65 g/h par personne (valeurs, cf. SIA 180, chiffre 3.5.3.3), une installation d'humidification active peut s'avérer nécessaire s'il n'y a aucun autre apport d'humidité.
- 4.4.2.4 Pour les activités générant une charge thermique latente supérieure à environ 65 g/h par personne, et de manière générale pour les locaux ayant au moins une source d'humidité supplémentaire (plantes, activités faisant intervenir de l'eau, etc.), on peut, en général, renoncer à l'humidification active.
- 4.4.2.5 Mis à part les cas spéciaux visés sous 4.4.2.1, une installation d'humidification active n'est, en général, pas nécessaire pour le bien-être des occupants, même s'il n'y a pas d'autre source d'humidité, pour autant que le débit d'air neuf par personne soit adéquat (ou réduit en hiver selon 2.2.6.5), que le système se régule à la demande et que la récupération de chaleur permette également la récupération d'humidité. Si l'air intérieur donne lieu à des réclamations parce que trop sec, l'expérience montre qu'il s'agit dans la plupart des cas d'un problème induit, dont les causes peuvent être les suivantes: l'air intérieur est surchauffé, les débits d'air neuf sont trop élevés (en particulier lorsque la température de l'air extérieur est très basse), l'air intérieur a une teneur trop élevée en poussières ou en substances étrangères (par ex. formaldéhyde), ou encore les utilisateurs ont reçu des informations erronées. Il y a lieu d'y remédier en corrigeant la régulation et en prenant les mesures qui s'imposent à la source.

4.4.3 Exigences s'appliquant à l'humidification

- 4.4.3.1 Toute installation d'humidification active doit être conforme aux exigences techniques figurant sous 5.8 (hygiène, récupération de chaleur avec récupération d'humidité).
- 4.4.3.2 Dans les locaux humidifiés, le taux d'humidité absolue ne doit pas descendre en dessous de la valeur limite fixée selon 2.2.7 pendant plus de 1 % du temps d'utilisation, rapporté à une année moyenne.
- 4.4.3.3 Lorsque, dans certains cas particuliers, un refroidissement naturel est possible en augmentant le débit d'air lorsque la température de l'air extérieur est basse, il y a lieu de soupeser les économies d'énergie pour le refroidissement d'un côté, et la nécessité d'une humidification active de l'autre.

4.5 Refroidissement

4.5.1 Généralités

- 4.5.1.1 Les dispositions de la présente norme s'appliquent aux locaux ventilés ou conditionnés. Les locaux à aération naturelle sans chauffage ni refroidissement respecteront les critères définis selon SIA 180.
- 4.5.1.2 Une installation de refroidissement n'est admise que si les exigences constructives selon 2.1.1 à 2.1.3 sont satisfaites.
- 4.5.1.3 La nécessité d'une installation de refroidissement se détermine d'après 4.5.2, 4.5.3 ou 4.5.4.
- 4.5.1.4 On peut renoncer à l'installation de refroidissement même si elle s'avère nécessaire ou souhaitée (économie sur les coûts d'investissement et d'exploitation). Néanmoins, il faut prendre les dispositions constructives nécessaires selon 2.1.1 à 2.1.3 pour qu'il soit possible d'ajouter ultérieurement un groupe de refroidissement, notamment dans la perspective d'un éventuel changement d'utilisation.
- 4.5.1.5 Les zones refroidies doivent être limitées au strict minimum par des mesures tant constructives qu'organisationnelles.

4.5.2 Cas nécessitant une température particulière de l'air intérieur

- 4.5.2.1 Dans les cas nécessitant une température particulière de l'air intérieur, il est indispensable de prévoir une installation de refroidissement. Exemples:
 - magasins et entrepôts destinés au stockage de marchandises sensibles à la température,
 - laboratoires,
 - locaux informatiques (dimensionnement rapporté à $\theta_{a,i} = 26^\circ\text{C}$).
- 4.5.2.2 Sont également considérées comme cas particuliers les situations pour lesquelles le refroidissement est légalement prescrit.

4.5.3 Apports thermiques internes et aération par les fenêtres

- 4.5.3.1 En général, la nécessité de refroidir les locaux dépend des apports thermiques internes par surface nette de plancher et de la possibilité d'aérer par les fenêtres, selon tableau 13. En cas d'aération par les fenêtres, on peut admettre des apports thermiques assez importants sans refroidissement (cf. SIA 180, chiffre 2.2).

Tableau 13 Évaluation de la nécessité du refroidissement

Apports thermiques internes, par jour, en Wh/m ²			Refroidissement
avec aération par les fenêtres jour et nuit	avec aération par les fenêtres locaux occupés	sans aération par les fenêtres	
> 200	> 140	> 120	nécessaire
140–200	100–140	80–120	souhaitable ¹⁾
< 140	< 100	< 80	superflu ¹⁾

¹⁾ Refroidissement admis seulement dans les installations de faible puissance selon 5.5 (cf. 4.5.5.3).

4.5.3.2 Le calcul des apports thermiques internes se fonde sur les charges thermiques effectives par personne, par appareil et par éclairage. Les puissances électriques installées des appareils (indiquées sur leurs plaquettes signalétiques) ne sont pas déterminantes. Les valeurs typiques pour différentes utilisations sont définies selon SIA 380/4 et SIA 2024. Des valeurs plus élevées ne sont admises dans l'évaluation selon 4.5.3.1 que si leur nécessité est démontrée.

4.5.4 Température intérieure supérieure en été

4.5.4.1 La nécessité de refroidir l'air intérieur peut être déterminée précisément à l'aide d'un calcul de simulation dynamique conforme aux règles de l'art ou en mesurant la température intérieure lorsque les locaux existent déjà. Le cas échéant, le critère d'évaluation est la température intérieure, comparée à la courbe limite supérieure selon 2.2.3, figure 2.

4.5.4.2 Selon ce calcul détaillé, le refroidissement est nécessaire lorsque les valeurs horaires calculées de la température intérieure dépassent la courbe limite supérieure selon figure 2 pendant plus de 100 h par année, rapportées au temps d'utilisation. Si le dépassement est inférieur à 100 h par année, le refroidissement est souhaitable. S'il n'y a aucun dépassement, il est superflu. La température intérieure ne doit pas descendre en dessous de la courbe limite inférieure durant la période d'observation. Seul le temps d'utilisation est pris en considération. Les valeurs horaires de la température intérieure doivent être rapportées à la température extérieure moyenne glissante pendant 48 heures.

4.5.4.3 Dans le cas des bâtiments existants et des habitations à ventilation mécanique, on admettra une tolérance supérieure, compte tenu de l'adaptation des utilisateurs. Dans de tels cas, la limite est de 400 h au lieu de 100 h par an.

4.5.4.4 La preuve du besoin selon 4.5.4.1 doit s'appuyer sur une simulation dynamique conforme aux règles de l'art. Les paramètres de calcul figurent à l'annexe E. Les éventuelles dérogations doivent être justifiées.

4.5.5 Exigences s'appliquant aux installations de refroidissement

4.5.5.1 Toute installation de refroidissement doit obéir aux principes de la production de froid selon 5.6.

4.5.5.2 Lorsqu'une installation de refroidissement est nécessaire selon 4.5.2, 4.5.3 ou 4.5.4, elle doit être dimensionnée d'après la puissance de refroidissement effectivement nécessaire, selon SIA 382/2, et régulée en fonction de la demande de refroidissement momentanée.

4.5.5.3 Si le refroidissement des locaux est seulement souhaité ou superflu selon 4.5.3 ou 4.5.4 et qu'un refroidisseur est malgré tout prévu, seules les installations de petite puissance sont admissibles selon 5.5.

4.5.6 Exceptions

Une installation de refroidissement peut se justifier dans certains cas exceptionnels. On veillera à ce que le refroidissement soit limité dans le temps et l'espace, en fonction de cette justification, et à ce que les exigences constructives selon 2.1.1 à 2.1.3 soient respectées.

4.6 Déshumidification

- 4.6.1 La déshumidification se justifie uniquement dans certaines situations particulières.
- 4.6.2 Le recours à de l'eau de refroidissement trop froide pour refroidir l'air peut provoquer une déshumidification non contrôlée, ce qui n'est pas souhaitable du point de vue énergétique.
- 4.6.3 Le taux d'humidité maximal de l'air intérieur en été doit correspondre aux critères définis selon 2.2.7. En hiver, ce taux est limité par la construction (cf. SIA 180, chapitre 6).

5 DIMENSIONNEMENT ET EXIGENCES TECHNIQUES

5.1 Généralités

- 5.1.1 Le dimensionnement se fonde sur les critères de dimensionnement exposés au chapitre 3 et sur le choix du système selon chapitre 4.
- 5.1.2 La figure 6 illustre la méthode de dimensionnement.
- 5.1.3 Un dimensionnement dans les règles de l'art doit satisfaire simultanément à toutes les dispositions techniques déterminantes du chapitre 5. Une démarche itérative s'avère souvent nécessaire pour garantir la cohérence des paramètres interdépendants.
- 5.1.4 Les exigences concernant la production de froid s'appliquent également dans le cas d'un système de refroidissement à eau combiné à l'aération par les fenêtres.

5.2 Aération par les fenêtres

- 5.2.1 Les possibilités et les limites de l'aération par les fenêtres sont définies selon 4.2.2.
- 5.2.2 En cas d'aération par les fenêtres, il faut veiller à ce que les exigences se rapportant à la qualité de l'air intérieur selon 2.2.6 soient respectées.
- 5.2.3 L'aération par les fenêtres est efficace dès lors qu'elle s'effectue par des ouvertures dont la surface correspond à min. 3% de la surface nette de plancher, et min. 5% pour les locaux nécessitant une bonne aération (par ex. aération pendant la pause dans les salles d'école). La valeur supérieure est également une condition pour le refroidissement nocturne par aération naturelle (SIA 180, chiffre 5.2.3). Les fenêtres d'aération devraient être réparties aussi régulièrement que possible. Les ouvertures hautes sont nettement plus efficaces que les ouvertures larges.
- 5.2.4 Pour les locaux dont la profondeur ne dépasse pas 2,5 fois la hauteur du local, des fenêtres sur une façade suffisent. Pour les locaux dont la profondeur va de 2,5 à 5,0 fois la hauteur du local, il faut prévoir des fenêtres sur deux façades (opposées ou en angle). Lorsque ce n'est pas possible ou lorsque la profondeur des locaux est encore supérieure, une ventilation mécanique est recommandée.
- 5.2.5 Si l'aération par les fenêtres est envisageable sur plusieurs étages, il est possible d'élargir éventuellement son champ d'application, en tenant compte des effets de cheminée.

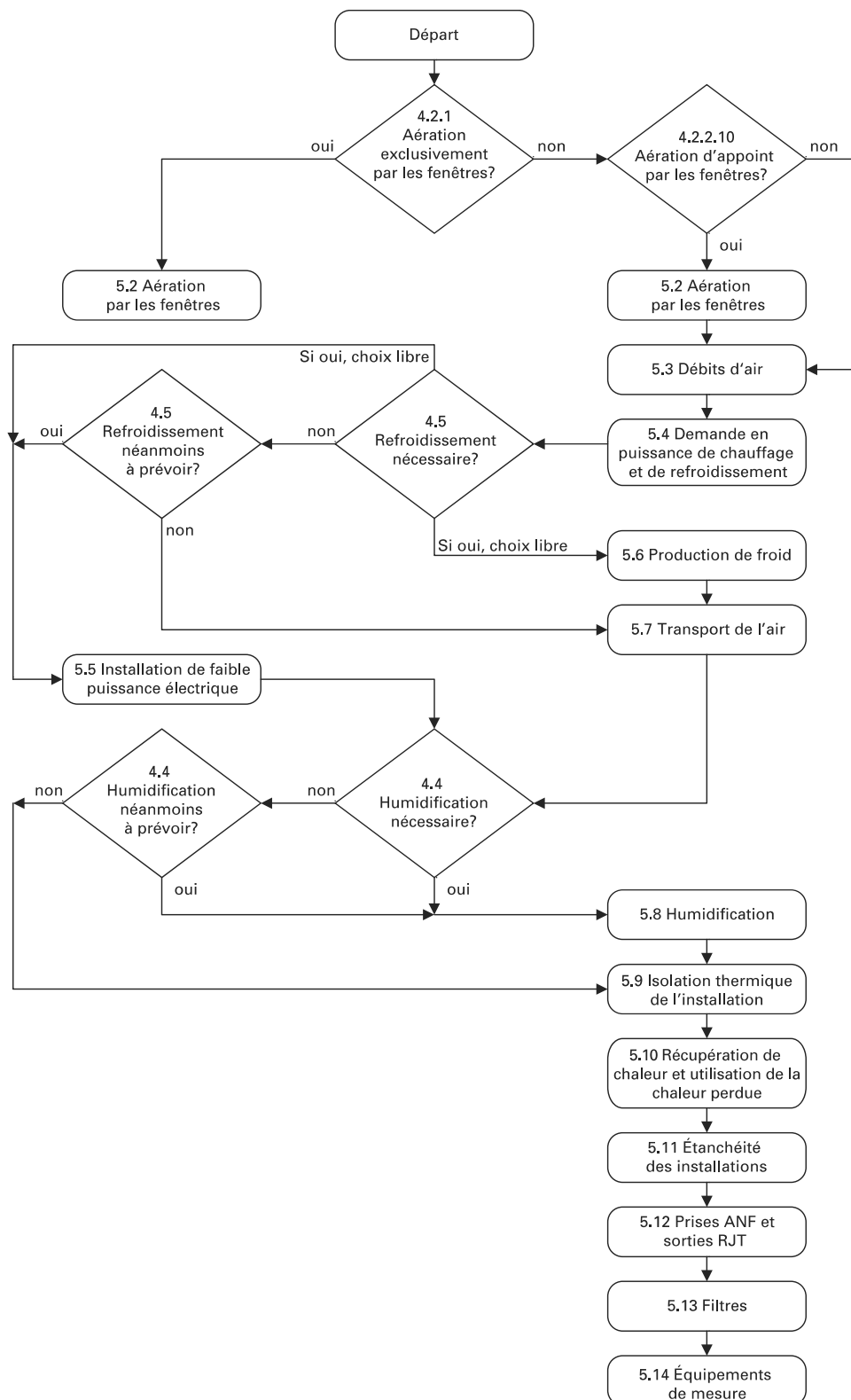
5.3 Débits d'air

5.3.1 Généralités

- 5.3.1.1 Les débits d'air sont définis pour chaque local, en fonction des paramètres suivants:
 - débit d'air neuf par personne,
 - débit d'air fourni pour le refroidissement ou le chauffage de l'air,
 - débit d'air fourni pour la dilution de polluants aériens,
 - débit d'air repris pour l'évacuation de charges thermiques ou d'air vicié,
 - débit d'air pour les locaux secondaires,
 - conditions de pression (pression différentielle entre débit d'air fourni et débit d'air repris),
 - taux de renouvellement de l'air,
 - prescriptions (par ex. Suva, autorités).
- 5.3.1.2 Lorsque plusieurs paramètres sont déterminants, le dimensionnement sera calculé en fonction du débit d'air le plus élevé.

- 5.3.1.3 Lorsque, dans les locaux essentiellement destinés à être occupés par des personnes, le débit d'air fourni est nettement plus élevé que le débit d'air neuf requis pour garantir le taux de renouvellement d'air par personne, il faut chercher d'autres solutions techniques (par ex. évacuation directe des charges thermiques et des polluants aériens, refroidissement ou chauffage avec un système à eau).
- 5.3.1.4 On peut tenir compte de la simultanéité des utilisations dans le dimensionnement global du système si la régulation de l'installation est modulable.

Figure 6 Méthode de dimensionnement



5.3.2 Débit d'air neuf par personne

- 5.3.2.1 Le débit d'air neuf par personne est donné par le débit d'air neuf spécifique selon 2.2.6 ou SIA 2024 et le nombre de personnes occupant le local.
- 5.3.2.2 Le dimensionnement se rapporte au taux d'occupation (moyenne horaire spécifique la plus élevée, cf. SIA 2024).
- 5.3.2.3 Lorsque le volume intérieur par personne est élevé ou que le taux d'occupation varie beaucoup selon les heures, on peut tenir compte de l'effet non stationnaire selon 5.3.4.3.

5.3.3 Chauffage ou refroidissement de l'air

- 5.3.3.1 Le débit d'air fourni pour le chauffage ou le refroidissement de l'air est donné par la formule

$$q_{v,a,FOU} = \frac{\Phi \cdot f_T}{\rho \cdot c_p \cdot |\theta_{INT} - \theta_{FOU}|} \quad (3)$$

$q_{v,a,FOU}$	débit d'air fourni, en m ³ /h
Φ	puissance thermique, en W (cf. 5.4)
f_T	secondes par heure ($f_T = 3600$ s/h)
ρ	densité de l'air, en kg/m ³
c_p	capacité thermique spécifique de l'air, en Ws/(kg·K)
θ_{INT}	température de l'air intérieur, en °C
θ_{FOU}	température de l'air fourni à la sortie des bouches d'air, en °C

Pour le produit de la densité de l'air par la capacité thermique spécifique, on admet à titre de simplification

$$\rho \cdot c_p = 1220 - 0,14 \cdot h \quad \text{en Ws/(m}^3 \cdot \text{K)} \quad (4)$$

h altitude, en m, au-dessus du niveau de la mer

- 5.3.3.2 On peut admettre les simplifications suivantes pour le calcul manuel:

Plateau suisse: $q_{v,a,FOU} = \frac{\Phi}{0,32 \cdot |\theta_{INT} - \theta_{FOU}|} \quad (5)$

à 1000 m d'altitude: $q_{v,a,FOU} = \frac{\Phi}{0,30 \cdot |\theta_{INT} - \theta_{FOU}|} \quad (6)$

- 5.3.3.3 La puissance thermique déterminante Φ est donnée par le calcul des besoins en puissance de chauffage et de refroidissement (cf. 5.4). Le débit d'air fourni pour le chauffage ou le refroidissement de l'air est spécifié pour chaque local, en fonction des moyennes horaires maximales pendant la période de dimensionnement.
- 5.3.3.4 Pour les locaux dans lesquels les personnes restent longtemps, la température de l'air fourni, mesurée à la sortie des bouches d'air, peut atteindre, en cas de chauffage, au maximum 40 °C (motif: confort), et 50 °C dans le réchauffeur d'air (motif: poussières brûlées). En cas de refroidissement de l'air, cette température ne doit pas descendre en dessous de 16 °C en cas de ventilation mixte, et 18 °C en cas de ventilation laminaire. Selon le mode de diffusion de l'air, ces limites peuvent être encore plus étroites pour garantir le confort dans la zone de séjour.
- 5.3.3.5 Si le débit d'air fourni pour le chauffage ou le refroidissement de l'air (5.3.3.1) est nettement supérieur au débit d'air neuf, rapporté au taux d'occupation (5.3.2), il est recommandé d'installer en complément un refroidisseur à eau. Il est également possible d'envisager un mixage avec de l'air recyclé, mais il faut toutefois faire attention aux aspects hygiéniques et énergétiques (cf. également 5.3.1.3).

5.3.4 Dilution des polluants aériens

5.3.4.1 En admettant un taux nul de dégradation et un mixage total air/polluants, le débit d'air fourni nécessaire à la dilution des polluants aériens (humidité, poussières, etc.) se calcule selon la formule:

$$q_{v,a,FOU} = \frac{G}{C_{INT} - C_{FOU}} \quad (7)$$

$q_{v,a,FOU}$ débit d'air fourni, en m³/h
 G taux d'émission de polluants dans le local, en mg/h ou cm³/h
 C_{INT} concentration de polluants admise dans le local, en mg/m³ ou ppm
 C_{FOU} concentration de polluants dans l'air fourni, en mg/m³ ou ppm

5.3.4.2 Le calcul selon 5.3.4.1 doit être effectué séparément pour chaque local et pour chaque polluant. Le paramètre déterminant est le polluant qui nécessite le plus grand débit d'air fourni.

5.3.4.3 Le calcul selon 5.3.4.1 s'applique aux états stationnaires avec émission constante. Si la période considérée est plus courte que $4 V_R/q_{v,a,FOU}$, l'état final stationnaire n'est pas atteint et le débit d'air fourni peut éventuellement être réduit en fonction de la courbe horaire de la concentration de polluants. En admettant un taux nul de dégradation, un mixage total air/polluants, des débits égaux et constants d'air fourni et d'air repris et une concentration constante en polluant dans l'air neuf, la formule de calcul est la suivante:

$$C_{INT}(t) = \left[C_{INT}(0) - \frac{G}{q_{v,a,FOU}} - C_{FOU} \right] \cdot e^{-\frac{q_{v,a,FOU}}{V_R \cdot f_T} t} + \frac{G}{q_{v,a,FOU}} + C_{FOU} \quad (8)$$

$C_{INT}(t)$ concentration de polluants dans le local à l'heure t , en mg/m³ ou ppm
 $C_{INT}(0)$ concentration de polluants dans le local à l'heure $t = 0$, en mg/m³ ou ppm
 C_{FOU} concentration de polluants dans l'air fourni, en mg/m³ ou ppm
 G taux d'émission de polluants dans le local, en mg/h ou cm³/h
 $q_{v,a,FOU}$ débit d'air fourni, en m³/h
 V_R volume intérieur, en m³
 f_T secondes par heure ($f_T = 3600$ s/h)
 t temps, en s

Si, au temps $t = 0$, la concentration de polluants dans l'air intérieur est égale à celle de l'air fourni, la formule est la suivante:

$$C_{INT}(t) = C_{INT}(0) + \frac{G}{q_{v,a,FOU}} \cdot \left[1 - e^{-\frac{q_{v,a,FOU}}{V_R \cdot f_T} t} \right] \quad (9)$$

5.3.5 Débit d'air repris

5.3.5.1 Dans les locaux avec ventilation mécanique d'air fourni et d'air repris, le débit d'air repris est déterminé en général par le débit d'air fourni et les conditions de pression requises.

5.3.5.2 Pour le débit d'air repris des cuisines et des locaux sanitaires des bâtiments d'habitation et des bâtiments administratifs, on appliquera les valeurs directrices du tableau 14. Pour les habitations, on se référera en outre aux paramètres définis selon SIA 2023.

Tableau 14 Valeurs directrices pour le dimensionnement des débits d'air repris dans les immeubles d'habitation et les bâtiments administratifs

Utilisation	Débit d'air repris		Unité de référence
	Exploitation permanente	Exploitation régulée en fonction des besoins	
Cuisine cuisinette de bureau cuisine d'appartement cuisine professionnelle	30 m ³ /h 40 m ³ /h ²⁾	100–300 m ³ /h 150–600 m ³ /h ¹⁾ ²⁾	local local
Salle d'eau douche cuvette de WC urinoir local avec douche local sans douche	40 m ³ /h 10–20 m ³ /h ³⁾ – 4 m ³ /(h·m ²) toujours ≥ 40 m ³ /h 3 m ³ /(h·m ²) toujours ≥ 20 m ³ /h	50 m ³ /h 30 m ³ /h 20 m ³ /h 8 m ³ /(h·m ²) toujours ≥ 50 m ³ /h 6 m ³ /(h·m ²) toujours ≥ 50 m ³ /h	douche cuvette de WC urinoir surface nette de plancher du local surface nette de plancher du local

¹⁾ air recyclé possible

²⁾ dimensionnement d'après la situation concrète (SICC VA102-01)

³⁾ emplacement recommandé pour la bouche d'aspiration: dans la cuvette de WC

5.3.5.3 Les débits d'air repris doivent être augmentés en cas d'utilisation à forte fréquence.

5.3.6 Débits d'air pour les locaux secondaires

5.3.6.1 Si les critères définis selon 5.3.2 à 5.3.5 ne sont pas pertinents (aucune occupation, aucune charge thermique, aucune charge polluante), on peut utiliser la valeur directrice selon 5.3.6.2.

5.3.6.2 Pour les locaux secondaires sans exigences particulières concernant la qualité de l'air intérieur (en particulier les locaux non occupés), la valeur directrice est de 0,5 m³/(h·m²) pour le débit d'air neuf ou d'air transféré. Cette valeur directrice correspond à une utilisation pendant au moins 50% du temps. Si la durée d'exploitation est plus courte, ou si les locaux sont très élevés, il faut éventuellement augmenter le débit d'air. La grandeur de référence est la surface nette de plancher du local considéré.

5.3.7 Bilan des flux d'air et conditions de pression

Le bilan des flux d'air permet d'équilibrer les conditions de pression aux besoins selon 4.2.3. Ce bilan permet également de simuler les conditions de pression à charge partielle ou d'intégrer d'autres paramètres influençant les débits d'air, par ex. l'encrassement des filtres.

5.3.8 Renouvellement de l'air

Dans certains cas spéciaux (par ex. flux laminaire), le taux de renouvellement de l'air peut déterminer le débit d'air fourni et le bilan des flux d'air.

5.3.9 Prescriptions légales

Lorsque la ventilation doit répondre à des impératifs de sécurité, elle fait l'objet de prescriptions légales impératives. On se référera entre autres à la Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA) et à la Loi fédérale sur la sécurité des produits (LSPro).

5.4 Demande en puissance de chauffage et de refroidissement

5.4.1 La demande en puissance de chauffage et de refroidissement est calculée d'après les normes SIA 384.201 et SIA 382/2.

5.4.2 Dans les bâtiments équipés d'une ventilation mécanique d'air fourni et d'un chauffage statique, il faut définir la température de l'air intérieur que le chauffage statique doit pouvoir maintenir sans ventilation. Il peut s'avérer judicieux de fixer la température de consigne générale du chauffage statique à un niveau moins élevé, par exemple 18°C. Le chauffage statique sera dimensionné d'après SIA 384.201.

5.4.3 Les réchauffeurs d'air doivent être dimensionnés de manière à ce que la température de consigne de l'air intérieur soit respectée, le cas échéant en combinaison avec un chauffage statique. La ventilation sera dimensionnée en fonction de la température minimale de l'air extérieur en hiver selon SIA 2028, d'un échange d'air naturel de 0,3 m³/(h·m²) et d'une éventuelle récupération de chaleur. Si, par convention, le chauffage statique est dimensionné pour chauffer l'air intérieur à une température moins élevée, le dimensionnement du réchauffeur d'air doit être majoré pour compenser le fait que l'apport thermique du chauffage statique baisse lorsque les deux systèmes fonctionnent en parallèle pour chauffer l'air intérieur à la température de consigne.

5.5 Installations de faible puissance électrique

5.5.1 Le climat du Plateau suisse est tel qu'il est souvent possible d'améliorer considérablement le confort thermique en été en ajoutant un système de refroidissement de faible puissance électrique. Une installation de refroidissement est admissible dès lors qu'elle répond aux exigences définies selon 5.5.2 et 5.5.3, même si elle n'est que souhaitable ou pas nécessaire selon 4.5.

5.5.2 Par installation de faible puissance électrique, on entend les installations de refroidissement dont la demande globale en puissance électrique ne dépasse pas 7 W/m², y compris la circulation de l'agent réfrigérant (air, eau, ou autre), le conditionnement et le refroidissement dudit agent réfrigérant ainsi que, le cas échéant, l'humidification et le traitement de l'eau. La surface de référence est la surface nette de plancher refroidie.

5.5.3 Les installations existantes et les installations assainies sont réputées de faible puissance électrique dès lors que leur demande globale en électricité ne dépasse pas 12 W/m² au lieu de 7 W/m².

5.5.4 Il faut tenir compte du taux de simultanéité de l'utilisation des installations durant la journée. Le rendement, le coefficient de performance, etc. doivent être précisés pour le calcul de dimensionnement. Les améliorations éventuelles à charge partielle ne sont pas prises en compte. En général, on peut faire abstraction des composants à très faible consommation d'électricité, tels que clapets motorisés et autres organes de régulation.

5.6 Production de froid

5.6.1 Généralités

5.6.1.1 La production de froid (y compris le post-refroidissement) et la distribution de froid forment un système global dont l'efficacité énergétique doit être optimisée.

5.6.1.2 Pour utiliser au mieux l'énergie électrique, il faut une installation à cycle combiné refroidisseur / pompe à chaleur. On peut ainsi exploiter le côté chaud et le côté froid de l'installation. La production de froid génère de la chaleur perdue qu'il s'agit d'utiliser pour autant que cela soit possible au plan technique, pratique et économique. Cette approche s'applique en particulier aux installations en service toute l'année.

5.6.1.3 La production de froid mécanique doit être configurée de manière à ce que la température de l'eau de refroidissement ne soit pas plus basse que nécessaire. Selon le type de climatisation, la température de l'eau de refroidissement doit répondre aux exigences suivantes:

- climatisation sans déshumidification $\theta_{cw} \geq 14^\circ\text{C}$
- climatisation avec déshumidification partielle (par ex. plafond froid) $\theta_{cw} \geq 10^\circ\text{C}$
- climatisation avec déshumidification contrôlée (refroidissement industriel) $\theta_{cw} \geq 6^\circ\text{C}$

Le recours à une installation indépendante à température contrôlée est une option à étudier dans les cas particuliers nécessitant une eau de refroidissement très froide ou lorsqu'une partie seulement des locaux nécessite une déshumidification partielle ou contrôlée.

- 5.6.1.4 L'installation doit être réglée à la demande. Lorsque la charge frigorifique est en relation avec la température de l'air extérieur, la consigne de température de l'eau de refroidissement doit pouvoir être modulée en fonction de la température de l'air extérieur.
- 5.6.1.5 Le refroidissement naturel est possible lorsque la température de l'air extérieur est inférieure de 2 K à 3 K à la température de l'eau de refroidissement. Cette option doit être envisagée en tenant compte du coefficient d'efficacité frigorifique. Elle s'avère en général judicieuse quand le coefficient d'efficacité frigorifique est assez bas.
- 5.6.1.6 Les exigences se rapportant aux refroidisseurs à eau et aux refroidisseurs à air sont définies respectivement selon 5.6.2 et 5.6.3. L'efficacité énergétique des composants auxiliaires (pompes de post-refroidissement et ventilateurs) est évaluée d'après le facteur d'amplification électrothermique (cf. annexe C). Ces composants doivent être dimensionnés de manière à ce que l'énergie de post-refroidissement et l'énergie de refroidissement soient exploitées de manière aussi efficace que possible.

5.6.2 Refroidisseurs à eau

- 5.6.2.1 Les exigences définies selon 5.6.2 s'appliquent aux refroidisseurs à eau dotés d'un circuit intermédiaire côté évaporateur et côté condensateur.
- 5.6.2.2 Les refroidisseurs doivent répondre aux paramètres du tableau 15. Ces paramètres se fondent sur les spécifications des fabricants et ont été déterminés pour des conditions standard. Les classes Eurovent et les valeurs EER se rapportent à la valeur de dimensionnement pour une puissance de refroidissement de 100 %. Les valeurs ESEER se rapportent au régime à charge partielle et doivent également être respectées. Voir annexe C et www.eurovent-certification.com pour les précisions.

Tableau 15 Exigences énergétiques s'appliquant aux refroidisseurs à eau en conditions standard (cf. annexe C) et à pleine charge

Puissance de refroidissement en kW à pleine charge	≤ 12	100	300	600	≥ 1000
Valeurs limites					
– valeur minimale EER	3,85	4,25	4,65	5,05	5,50
– valeur minimale ESEER	4,30	4,80	5,50	6,10	6,70
– classe Eurovent pour les valeurs standard *	D	C	B	A	A+
Valeurs cibles					
– valeur minimale EER	4,25	4,65	5,05	5,50	6,00
– valeur minimale ESEER	5,70	6,10	6,90	7,40	8,00
– classe Eurovent pour les valeurs standard *	C	B	A	A+	A++

* En cas d'évaluation d'après Eurovent, un refroidisseur fournissant une puissance de refroidissement intermédiaire entre deux valeurs standard doit être classé au minimum dans la classe Eurovent correspondant à la valeur standard supérieure. Les classes A à D correspondent aux classes Eurovent. Les classes A+ et A++ ont été ajoutées dans la présente norme.

Les valeurs EER et ESEER seront extrapolées linéairement pour les puissances intermédiaires de refroidissement figurant au tableau 15. Les paramètres se rapportant aux conditions standard seront calculés avec un facteur d'encrassement de 0 m²K/W, c'est-à-dire pour des appareils propres. Au tableau 15, il faut tenir compte du fluide eau.

- 5.6.2.3 Outre les exigences définies selon 5.6.2.2, l'installation doit dans sa globalité atteindre l'efficacité énergétique minimale requise en conditions effectives d'installation. On tiendra compte des paramètres suivants:
- Les températures admissibles de l'eau de refroidissement selon 5.6.1.3 doivent être respectées.
 - L'efficacité énergétique est calculée en fonction des conditions extérieures suivantes (dans la plupart des cas, ces conditions ne correspondent pas aux paramètres de dimensionnement): température de l'air extérieur 32 °C, humidité relative 40 %.
 - Le calcul à charge partielle (50 % de la puissance de refroidissement) prend en compte une température moins élevée pour l'eau de post-refroidissement à l'entrée du condensateur, soit 22 °C

(conformément aux exigences ESEER). Pour le post-refroidissement, on tiendra compte des valeurs directrices suivantes pour les conditions extérieures:

Post-refroidisseurs à évaporation: 24 °C/ 50 % h.r.

Post-refroidisseurs à sec: 18 °C (également valable pour les post-refroidisseurs à sec avec pré-refroidissement adiabatique)

La valeur référentielle EER+ doit respecter les données du tableau 16 à pleine charge et à charge partielle. Le calcul de la puissance nécessaire tiendra compte des paramètres suivants:

- puissance électrique aux bornes du refroidisseur (y compris commande, régulation et organes de sécurité),
- facteur d'encrassement = 0 m²K/W,
- post-refroidissement (y compris pompes et ventilateurs),
- quote-part de puissance nécessaire à la pompe d'évaporateur pour vaincre la perte de charge de l'évaporateur.

Cette vérification incombe au concepteur, étant donné qu'il faut tenir compte non seulement du refroidisseur, mais aussi de post-refroidisseur.

Tableau 16 Exigences énergétiques s'appliquant aux refroidisseurs à eau avec post-refroidissement (pompes et ventilateurs), conditions de fonctionnement selon 5.6.2.3, charge 100 % et 50 %

Puissance de refroidissement en kW à pleine charge	≤ 12	100	300	600	≥ 1000
Valeurs limites					
– valeur minimale EER+ à charge 100 %	3,10	3,20	3,30	3,50	3,70
– valeur minimale EER+ à charge 50 %	4,40	4,70	5,30	5,80	6,00
Valeurs cibles					
– valeur minimale EER+ à charge 100 %	3,90	4,00	4,10	4,30	4,50
– valeur minimale EER+ à charge 50 %	5,20	6,00	7,00	7,60	8,00

Les valeurs EER et ESEER seront extrapolées linéairement pour les puissances intermédiaires de refroidissement figurant au tableau 16. Les paramètres se rapportant aux conditions standard seront calculés avec un facteur d'encrassement de 0 m²K/W, c'est-à-dire pour des appareils propres. Le calcul du tableau 16 doit être effectué avec les fluides effectivement utilisés.

Voir annexe C pour les précisions.

- 5.6.2.4 La demande en puissance de la plupart des installations de froid est variable. Les installations doivent être conçues de telle manière que le coefficient d'efficacité frigorifique à charge partielle soit supérieur au coefficient d'efficacité frigorifique à pleine charge, en suivant la courbe à charge partielle, compte tenu de l'abaissement de la température de l'eau de post-refroidissement et de la température de condensation.

5.6.3 Refroidisseurs à air

- 5.6.3.1 Les exigences définies selon 5.6.3 s'appliquent aux systèmes à eau froide de dimensions compactes utilisés pour le refroidissement du frigorigène. Ce type d'installation comprend, outre le circuit de froid, le condensateur direct et ses ventilateurs, tous les modules de commande, l'installation électrique, le système hydraulique avec pompe et éventuellement un réservoir. Les refroidisseurs à air ont un circuit intermédiaire côté évaporateur, mais pas côté condensateur.

- 5.6.3.2 À partir de 12 kW de puissance frigorifique, les refroidisseurs à air doivent être conformes aux exigences du tableau 17 (cf. annexe C).

Tableau 17 Exigences énergétiques s'appliquant aux refroidisseurs à air en conditions standard et à pleine charge

Puissance de refroidissement en kW à pleine charge	12	100	300	600	≥ 1000
Valeurs limites					
– classe Eurovent minimale *	B	A	A+	A++	A++
– valeur minimale EER	2,90	3,10	3,20	3,40	3,50
– valeur minimale ESEER **	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Valeurs cibles					
– classe Eurovent minimale *	A	A+	A++	A++	A++
– valeur minimale EER	3,10	3,20	3,40	3,60	3,70
– valeur minimale ESEER **	4,20	4,50	4,80	5,00	5,20

* Les classes A à D correspondent aux classes Eurovent. Les classes A+ et A++ ont été ajoutées dans la présente norme.

** Calcul ESEER selon norme Eurovent RS6/C/003-2011

Les valeurs EER et ESEER seront extrapolées linéairement pour les puissances intermédiaires de refroidissement figurant au tableau 17. Les paramètres se rapportant aux conditions standard seront calculés avec un facteur d'encrassement de 0 m²K/W, c'est-à-dire pour des appareils propres. Au tableau 17, il faut tenir compte du fluide eau.

- 5.6.3.3 Les refroidisseurs à air ne font l'objet d'aucune exigence supplémentaire en ce qui concerne la valeur EER. En fonctionnement effectif, la valeur EER s'améliore lorsque les températures de l'eau de refroidissement sont supérieures, selon 5.6.1.3. Pour que les valeurs EER soient supérieures même à charge partielle, il est indispensable de réguler la consigne de la pression de condensation en fonction de la température de l'air extérieur sur les refroidisseurs à air dont la puissance de refroidissement dépasse 12 kW.
- 5.6.3.4 Les valeurs cibles du tableau 17 s'appliquent dans tous les cas aux refroidisseurs VRF (Variable Refrigerant Flow) et aux installations comportant un condensateur direct installé à part.
- 5.6.3.5 La présente norme ne prévoit aucune prescription spécifique pour les refroidisseurs à air de puissance inférieure à 12 kW. Les produits éconergétiques sont listés sur le site topten.ch, à la rubrique maison > climatiseurs.

5.7 Transport de l'air

5.7.1 Généralités

Il faut moins de puissance et d'énergie pour ventiler l'air lorsqu'on respecte toutes les exigences se rapportant aux pertes de charge (5.7.2) et au rendement total des ventilateurs (5.7.3) ou les exigences se rapportant à la puissance spécifique des ventilateurs (5.7.4) et à la puissance unitaire spécifique des appareils (5.7.5). On tiendra également compte des exigences concernant la régulation des installations à la demande (5.7.6).

5.7.2 Pertes de charge

- 5.7.2.1 Les gaines de ventilation doivent être conçues de manière à ce que le transport de l'air soit le plus direct possible.
- 5.7.2.2 Il faut dimensionner le réseau de ventilation et choisir les appareils en privilégiant les petites vitesses d'écoulement et les formes aérodynamiques de manière à diminuer les pertes de charge.
- 5.7.2.3 Pour dimensionner une installation dans les règles de l'art, il faut calculer la perte de charge cumulée pour l'ensemble du réseau de ventilation.

- 5.7.2.4 La perte de charge cumulée des installations ne doit pas dépasser les valeurs données au tableau 18, en conditions de débit maximal, avec filtres propres et sans by-pass. On retiendra les valeurs inférieures pour les installations plutôt simples, et les valeurs supérieures pour les autres installations. Les pertes de charge de l'installation d'air fourni et de l'installation d'air repris peuvent se compenser mutuellement.

Tableau 18 Perte de charge maximale des différents types d'installation (somme des pertes de charge internes et des pertes de charge externes)

Type d'installation selon chiffre 1.5	Perte de charge maximale en Pa		
	Air fourni	Air repris	Total
Installation simple d'air fourni	100–150	–	100–150
Installation d'air fourni avec réchauffement d'air, refroidisseur d'air recyclé	100–200	–	100–200
Installation simple d'air repris	–	50–100	50–100
Installation d'air repris avec utilisation de la chaleur perdue	–	150–300	150–300
Système de ventilation simple	250–400	150–300	400–700
Système de ventilation avec réchauffement d'air	400–600	300–550	700–1150
Système de ventilation avec réchauffement et humidification d'air	450–650	350–600	800–1250
Système de climatisation simple	500–700	300–550	800–1250
Système de climatisation avec humidification de l'air	550–800	350–600	900–1400
Système de climatisation avec humidification et déshumidification de l'air	600–900	350–600	950–1500

- 5.7.2.5 Si on respecte les valeurs directrices concernant les vitesses d'écoulement maximales définies selon 5.7.2.6 et 5.7.2.7, les pressions différentielles qui en résultent correspondent, en général, aux exigences définies selon 5.7.2.4. Les prescriptions cantonales reprennent des valeurs analogues, qui sont dès lors impératives. La vitesse de l'air est donnée par le débit d'air divisé par la section nette de l'appareil ou de la gaine de ventilation.

- 5.7.2.6 Vitesse maximale d'écoulement dans les appareils: 2 m/s (valeur directrice rapportée aux surfaces nettes).

- 5.7.2.7 Vitesses maximales d'écoulement dans les gaines (valeurs directrices selon débit d'air maximal):
- | | | |
|---------|--------------------------|---------|
| jusqu'à | 40 m ³ /h | 2,5 m/s |
| jusqu'à | 1 000 m ³ /h | 3 m/s |
| jusqu'à | 2 000 m ³ /h | 4 m/s |
| jusqu'à | 4 000 m ³ /h | 5 m/s |
| jusqu'à | 10 000 m ³ /h | 6 m/s |
| plus de | 10 000 m ³ /h | 7 m/s |

Appliquées aux systèmes de gaines ramifiées, ces valeurs directrices doivent être respectées dans le tronçon présentant la perte de charge la plus élevée. Des vitesses d'écoulement plus élevées sont admises dans les tronçons secondaires. Il faut toutefois faire attention aux incidences acoustiques.

- 5.7.2.8 Pour les débits d'air dépassant 1000 m³/h et les durées d'exploitation supérieures à 2000 h/a, il est recommandé de fixer des valeurs inférieures au cas par cas, sur la base d'un calcul d'optimisation.

5.7.3 Rendement global des ventilateurs

- 5.7.3.1 Le rendement global des ventilateurs est évalué en fonction des prescriptions européennes édictées par l'UE sur la base de la directive 2009/125/EC du 21 octobre 2009, qui s'applique aux ventilateurs dont la puissance absorbée se situe entre 125 W et 500 kW.² Les exigences se rapportant aux installations de ventilation dont la puissance est < 125 W par ventilateur (par ex. appareils de ventilation domestique) figurent dans la directive européenne citée ci-dessus, sous lot 10.
- 5.7.3.2 Pour les installations dont le champ d'application relève de la présente norme, on utilisera exclusivement des ventilateurs axiaux ou centrifuges répondant aux spécifications énergétiques de l'UE dès 2015 (seconde phase). Le recours à des ventilateurs tangentiels n'est admis que si des motifs particuliers justifient l'exception, même si les exigences mentionnées ci-dessus sont respectées.
- 5.7.3.3 Il faut faire attention aux conditions techniques d'installation et à l'exploitation à charge partielle. Le dimensionnement doit permettre d'atteindre un rendement aussi bon que possible sur toute la plage de régime.
- 5.7.3.4 Pour les analyses énergétiques, on se référera au rendement moyen pondéré en conditions réelles d'exploitation. En régime à charge partielle, les rendements sont nettement inférieurs.

5.7.4 Puissance spécifique des ventilateurs

- 5.7.4.1 La puissance spécifique des ventilateurs d'air fourni et d'air repris en régime d'exploitation normal doit satisfaire aux exigences des tableaux 19 et 20. Les éventuels ventilateurs d'air recyclé doivent correspondre aux catégories SFP 1 à SFP 2.

Tableau 19 Catégorie SFP des ventilateurs pour installations standard

Type d'installation selon chiffre 1.5	Catégories selon chiffre 1.8			
	Ventilateur d'air fourni		Ventilateur d'air repris	
	Valeur limite	Valeur cible	Valeur limite	Valeur cible
Installation simple d'air fourni	SFP 1	SFP 1+	–	–
Installation d'air fourni avec réchauffement d'air, refroidisseur d'air recyclé	SFP 1	SFP 1+	–	–
Installation simple d'air repris	–	–	SFP 1	SFP 1+
Installation d'air repris avec utilisation de la chaleur perdue	–	–	SFP 1	SFP 1+
Système de ventilation simple	SFP 1	SFP 1+	SFP 1	SFP 1+
Système de ventilation avec réchauffement d'air	SFP 2	SFP 1	SFP 1	SFP 1+
Système de ventilation avec réchauffement et humidification d'air	SFP 2	SFP 1	SFP 1	SFP 1+
Système de climatisation simple	SFP 3	SFP 2	SFP 2	SFP 1
Système de climatisation avec humidification de l'air	SFP 3	SFP 2	SFP 2	SFP 1
Système de climatisation avec humidification et déshumidification de l'air	SFP 3	SFP 2	SFP 2	SFP 1

² Commission européenne: Règlement (UE) N° 327/2011 de la Commission du 30 mars 2011 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux ventilateurs entraînés par des moteurs d'une puissance électrique à l'entrée comprise entre 125 W et 500 kW.

Tableau 20 Puissance spécifique des ventilateurs pour installations standard

Type d'installation selon chiffre 1.5	Puissance spécifique des ventilateurs en W par m ³ /h selon chiffre 1.8			
	Ventilateur d'air fourni		Ventilateur d'air repris	
	Valeur limite	Valeur cible	Valeur limite	Valeur cible
Installation simple d'air fourni	0,14	0,083	–	–
Installation d'air fourni avec réchauffement d'air, refroidisseur d'air recyclé	0,14	0,083	–	–
Installation simple d'air repris	–	–	0,14	0,083
Installation d'air repris avec utilisation de la chaleur perdue	–	–	0,14	0,083
Système de ventilation simple	0,14	0,083	0,14	0,083
Système de ventilation avec réchauffement d'air	0,21	0,14	0,14	0,083
Système de ventilation avec réchauffement et humidification d'air	0,21	0,14	0,14	0,083
Système de climatisation simple	0,35	0,21	0,21	0,14
Système de climatisation avec humidification de l'air	0,35	0,21	0,21	0,14
Système de climatisation avec humidification et déshumidification de l'air	0,35	0,21	0,21	0,14

5.7.4.2 Les tableaux 19 et 20 s'appliquent aux installations standard. Pour les installations devant répondre à des exigences spécifiques concernant le traitement de l'air (par ex. filtres HEPA) et/ou l'isolation phonique, on peut admettre la catégorie SFP directement supérieure selon tableau 19 (sauf pour les ventilations simples).³ On peut par conséquent admettre les puissances spécifiques de ventilation selon tableau 21.

Tableau 21 Puissance spécifique des ventilateurs pour les installations devant répondre à des exigences spéciales

Type d'installation selon chiffre 1.5	Puissance spécifique des ventilateurs en W par m ³ /h selon chiffre 1.8			
	Ventilateur d'air fourni		Ventilateur d'air repris	
	Valeur limite	Valeur cible	Valeur limite	Valeur cible
Installation simple d'air fourni	0,14	0,083	–	–
Installation d'air fourni avec réchauffement d'air, refroidisseur d'air recyclé	0,21	0,14	–	–
Installation simple d'air repris	–	–	0,14	0,083
Installation d'air repris avec utilisation de la chaleur perdue	–	–	0,21	0,14
Système de ventilation simple	0,21	0,14	0,21	0,14
Système de ventilation avec réchauffement d'air	0,35	0,21	0,21	0,14
Système de ventilation avec réchauffement et humidification d'air	0,35	0,21	0,21	0,14
Système de climatisation simple	0,56	0,35	0,35	0,21
Système de climatisation avec humidification de l'air	0,56	0,35	0,35	0,21
Système de climatisation avec humidification et déshumidification de l'air	0,56	0,35	0,35	0,21

³ Remplace la norme SN EN 13779, chiffre 6.5.2, qui prévoit un élargissement de la puissance spécifique des ventilateurs pour les applications spéciales.

- 5.7.4.3 Dès lors que la puissance spécifique des ventilateurs répond aux exigences indiquées ci-dessus, il n'est plus nécessaire de se préoccuper des exigences particulières relatives aux pertes de charge, aux vitesses d'écoulement et au rendement global des ventilateurs.

5.7.5 Puissance unitaire spécifique

- 5.7.5.1 Les appareils monobloc peuvent être évalués sur la base de la puissance unitaire spécifique selon 1.9. Les exigences s'appliquant aux appareils de ventilation domestique sont les suivantes:
Valeur limite: $SPI \leq 0,35 \text{ W par m}^3/\text{h}$ (SPI 2)
Valeur cible: $SPI \leq 0,28 \text{ W par m}^3/\text{h}$

- 5.7.5.2 Il faut également veiller à ce que les pertes de charge des appareils monobloc restent dans la plage prescrite.

5.7.6 Exploitation à la demande

- 5.7.6.1 En cas d'utilisation variable, le débit d'air et les heures de fonctionnement de l'installation seront modulés en fonction des besoins, de manière à respecter au minimum les exigences du tableau 22.

Tableau 22 Mode de fonctionnement de la ventilation en fonction du débit volumique spécifique d'air neuf (rapporté à la surface nette de plancher)

$q_{v,a,ANF}/A_{SN}$	Valeur limite	Valeur cible
$< 5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	une vitesse	deux vitesses (67 %, 100 %)
de 5 à $10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	deux vitesses (67 %, 100 %)	vitesse variable ($\geq 20\%$)
$> 10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	vitesse variable	vitesse variable ($\geq 20\%$)

- 5.7.6.2 Les installations à une vitesse doivent être pourvues au minimum d'une fonction de mise en marche / arrêt pilotée par minuterie (cf. 1.5.9, INT-C3). Les installations à deux vitesses ou à vitesse variable doivent être pourvues d'une commande ou d'une régulation à la demande (de INT-C4 à INT-C6).

- 5.7.6.3 Les locaux tels que pièces d'habitation, chambres d'hôtel ou chambres d'hôpital nécessitant des débits de ventilation différents le jour et la nuit doivent par conséquent être équipés au minimum d'installations à deux vitesses pilotées par minuterie (INT-C3).

5.7.7 Consommation d'électricité pour la ventilation

Le calcul de la consommation annuelle d'électricité pour le transport de l'air est décrit à l'annexe D.

5.8 Humidification

- 5.8.1 Si l'humidification active de l'air est nécessaire, l'installation doit répondre aux critères d'efficacité énergétique et doit être régulée à la demande.

- 5.8.2 Dès lors qu'une installation de ventilation ou de climatisation est complétée par un module d'humidification, une récupération de chaleur avec récupération d'humidité doit être envisagée. La récupération d'humidité est efficace si l'indice de récupération d'humidité de la ventilation est d'au moins 60% pour toute la zone humidifiée. Font exception les installations soumises à des conditions d'hygiène particulières ou lorsqu'une solution énergétiquement équivalente est réalisée (par ex. humidification utilisant de la chaleur perdue qui serait irrécupérable autrement).

- 5.8.3 Il faut accorder une attention particulière aux aspects hygiéniques lors du choix et de l'entretien du système. Les installations d'humidification mal entretenues peuvent entraîner de graves problèmes d'hygiène.

- 5.8.4 Le système d'humidification doit être dimensionné selon SIA 382/2 en fonction de la puissance d'humidification requise et doit être régulé en fonction des besoins momentanés et des zones qui en ont réellement besoin (restrictions dans le temps et l'espace). Le recours à des installations d'humidification décentralisées peut s'avérer plus judicieux qu'une humidification centralisée au niveau du système de ventilation ou de climatisation.
- 5.8.5 On peut renoncer à l'installation d'humidification active même si elle s'avère nécessaire après analyse selon 4.4. Néanmoins, il faut prendre les dispositions constructives nécessaires pour qu'il soit possible d'ajouter ultérieurement un groupe d'humidification répondant aux exigences formulées ci-dessus.

5.9 Isolation thermique de l'installation

- 5.9.1 Tous les conduits, gaines et appareils qui, non isolés, engendreraient une déperdition thermique de plus de 8 W/m² selon le calcul de dimensionnement doivent être pourvus d'une isolation thermique de manière à ce que la déperdition thermique n'excède pas 5 W/m².
- 5.9.2 Les exigences selon 5.9.1 se rapportant aux gaines de ventilation (tuyaux et canaux) sont réputées remplies lorsque l'isolation répond aux conditions minimales selon tableau 23.

Tableau 23 Isolation minimale pour les gaines de ventilation, selon le type et l'emplacement

Type de gaine	Épaisseur d'isolation selon l'emplacement de la gaine		
	à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment	dans un local fermé de tous côtés, à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment	dans un local qui n'est pas fermé de tous côtés ou à l'air libre
ANF ou RJT	100 mm (60 mm) *	30 mm	0
FOU ou REP	selon la différence de température entre fluide et environnement selon calcul de dimensionnement: $< 5 \text{ K}$ 0 mm $5 \text{ à } < 10 \text{ K}$ 30 mm $10 \text{ à } < 15 \text{ K}$ 60 mm $\geq 15 \text{ K}$ 100 mm	60 mm	100 mm

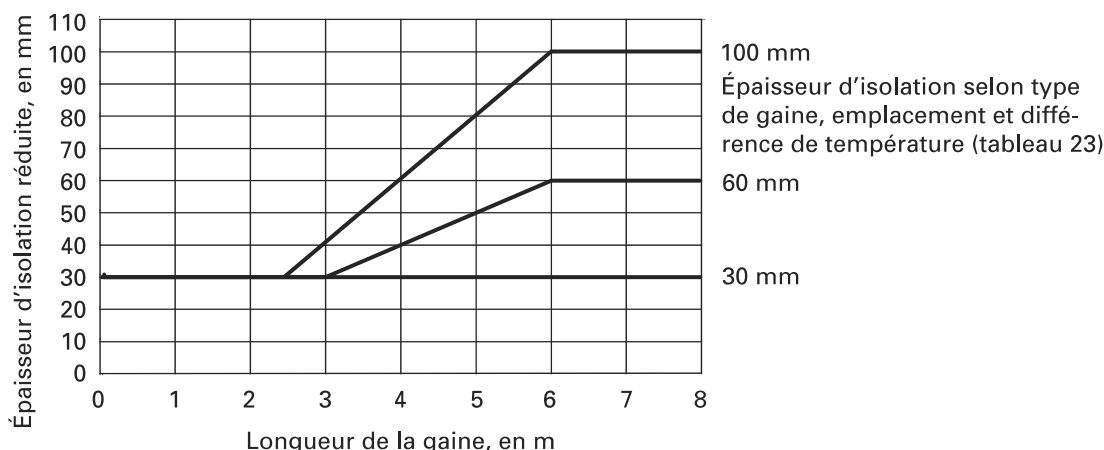
* La valeur de 60 mm vaut pour les installations dotées d'un puits canadien ou d'un autre préchauffage de l'air en amont de l'échangeur de chaleur.

Les épaisseurs d'isolation indiquées au tableau 23 sont valables pour une valeur λ comprise entre 0,03 et 0,05 W/(m·K). L'épaisseur de l'isolation peut être adaptée pour les valeurs λ inférieures à 0,03 W/(m·K) et doit être adaptée pour les valeurs λ supérieures à 0,05 W/(m·K) de manière à ce que la déperdition thermique corresponde à la situation avec les épaisseurs d'isolation prescrites au tableau 23, $\lambda = 0,04 \text{ W/(m·K)}$.

Les gaines de ventilation peu utilisées (fonctionnement $< 500 \text{ h/a}$) ne nécessitent pas d'isolation thermique si elles sont obturées en dehors du temps d'utilisation par des clapets en façade complétant l'enveloppe thermique du bâtiment (par ex. gaines d'air neuf pour les cheminées ou exutoires de fumées).

- 5.9.3 S'agissant des petites installations dont les pertes thermiques déterminantes se rapportent à des gaines de moins de 6 m de longueur, les épaisseurs d'isolation selon tableau 23 peuvent être réduites conformément à la figure 7, pour autant que les conditions suivantes soient simultanément remplies:
- Débit d'air en conditions standard maximal 220 m³/h. La vitesse maximale admissible de l'air étant de 3 m/s, cela correspond à un diamètre de 160 mm.
 - Températures côté air fourni et côté air repris entre 15°C et 30°C.
 - Climatiseur avec récupération de chaleur (échangeur à plaques ou rotatif), mais sans pompe à chaleur côté air repris.

Figure 7 Épaisseurs d'isolation réduites pour les petites installations à gaines de longueur inférieure à 6 m



5.9.4 Les conditionneurs d'air remplissent les exigences selon 5.9.1 lorsqu'ils ont une isolation répondant aux exigences suivantes:

- Installation intérieure min. 50 mm
- Installation extérieure min. 80 mm

Les conditionneurs d'air présentant une surface extérieure inférieure à 2 m² doivent avoir une isolation répondant aux exigences suivantes:

- Installation intérieure min. 30 mm
- Installation extérieure min. 80 mm

Les exigences s'appliquant aux installations extérieures concernent les conditionneurs d'air qui sont installés à l'air libre ou dans des locaux qui ne sont pas fermés de tous côtés (par ex. garages souterrains). En cas d'installation dans des locaux fermés de tous côtés, il faut respecter les exigences s'appliquant aux installations intérieures, indépendamment du chauffage et du périmètre d'isolation.

Les épaisseurs d'isolation indiquées ci-dessus correspondent à une valeur λ de 0,04 W/(m·K). L'épaisseur de l'isolation peut être adaptée pour les valeurs λ inférieures à 0,04 W/(m·K) et doit être adaptée pour les valeurs λ supérieures à 0,04 W/(m·K) de manière à ce que la déperdition thermique corresponde à la valeur $\lambda = 0,04$ W/(m·K) des épaisseurs d'isolation précitées.

5.9.5 Cette isolation thermique doit être exécutée de manière à remplir les exigences suivantes:

- Aucune condensation, tant à l'intérieur de l'isolation qu'à sa surface.
- Protection contre les détériorations mécaniques.
- Nettoyage possible des gaines.
- Fabrication, mise en œuvre et élimination autant que possible éco-compatibles.

5.9.6 Pour des raisons hygiéniques, aucune isolation intérieure n'est admise dans les gaines d'air neuf, d'air recyclé et d'air fourni.

5.10 Récupération de chaleur et utilisation de la chaleur perdue

5.10.1 Toutes les installations de ventilation et de climatisation doivent être équipées d'un échangeur de chaleur efficace. Les exceptions doivent être justifiées.

5.10.2 Les modules de récupération de chaleur doivent être dimensionnés en fonction d'une fraction utile annuelle d'au moins 75% et doivent remplir les exigences définies selon SICC VA300-01 (récupération de chaleur) et SICC 2003-3 (post-refroidissement) concernant la performance globale des installations. Cette disposition se rapporte au comportement effectif de l'installation de récupération de chaleur, y compris condensation et récupération d'humidité.

- 5.10.3 L'indice de récupération de chaleur doit dans tous les cas atteindre au moins 70%, même sans condensation. Les mesures doivent être normalement effectuées pour le volume d'air calculé et pour une température de l'air extérieur avoisinant les 5°C. Si ces mesures sont effectuées à des températures plus basses, il faut vérifier qu'aucune condensation n'intervienne dans le module de récupération de chaleur.
- S'agissant des appareils de ventilation domestique, le rapport de température côté air fourni doit atteindre au minimum 75%.
- 5.10.4 Quelle que soit l'installation de récupération de chaleur, il faut veiller à ce que la séparation entre flux d'air fourni et flux d'air repris soit bien étanche à l'air. Les conditions de pression doivent être réglées autant que possible pour que le circuit d'air fourni soit en surpression par rapport au circuit d'air repris. Dans les cas hygiéniquement problématiques ainsi que de manière générale pour l'air repris des locaux où la fumée est admise, il faut éviter les installations qui ne garantissent pas une étanchéité à l'air suffisante, par ex. les échangeurs de chaleur hygroscopiques (à rotation). Sinon, il faut veiller à ce que les conditions de pression fassent barrière à la transmission des odeurs à tous les régimes d'exploitation.
- 5.10.5 Les installations simples d'air repris doivent permettre d'utiliser la chaleur perdue, dans la mesure du possible et du raisonnable. À partir de 1000 m³/h et de 500 h/a, l'utilisation de la chaleur perdue est impérative, pour autant que la chaleur rejetée puisse être consommée. Si le bâtiment a plusieurs installations simples d'air repris, les débits d'air repris donnés par le calcul de dimensionnement doivent être additionnés comme s'il n'y avait qu'une seule installation.

5.11 Étanchéité des installations

5.11.1 Généralités

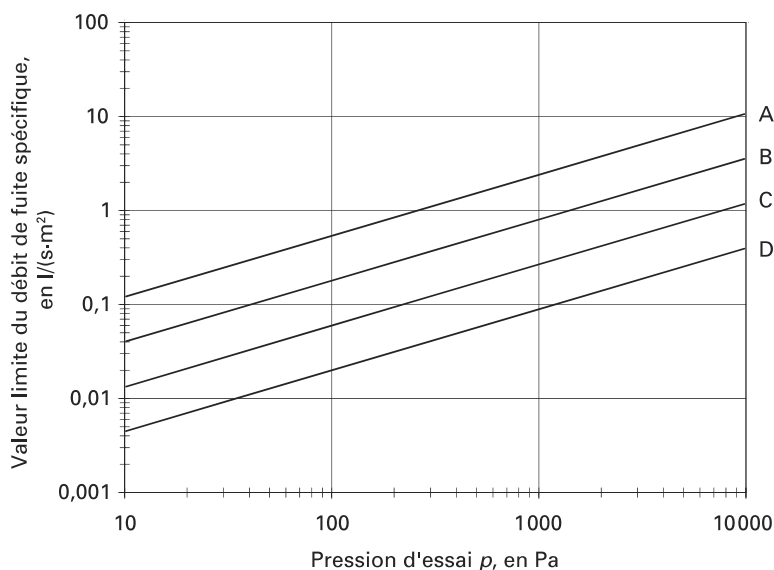
- 5.11.1.1 Les classes d'étanchéité et les essais d'étanchéité des gaines rectangulaires ou circulaires ainsi que des systèmes complets sont régis respectivement par SN EN 1507, SN EN 12237 et SN EN 15727. Les gaines flexibles et les gaines insérées dans les panneaux d'isolation sont régies respectivement par SN EN 13180 et SN EN 13403. Les exigences en matière d'étanchéité des conditionneurs d'air, y compris le défaut d'étanchéité des by-pass de filtres ainsi que leur procédure d'essai, sont précisées dans SN EN 1886.
- 5.11.1.2 On distingue les classes d'étanchéité A à D selon tableau 24 et figure 8.

Tableau 24 Classes d'étanchéité des gaines de ventilation selon SN EN 1507, SN EN 12237 et SN EN 15727

Classe d'étanchéité	Valeur limite du débit de fuite spécifique $l/(s \cdot m^2)$
A	$0,027 \cdot p^{0,65}$
B	$0,009 \cdot p^{0,65}$
C	$0,003 \cdot p^{0,65}$
D	$0,001 \cdot p^{0,65}$

p = pression d'essai en Pa

Figure 8 Classes d'étanchéité selon SN EN 1507, SN EN 12237 et SN EN 15727



5.11.1.3 Les débits d'air convenus (par ex. débit d'air neuf par personne) doivent être respectés dans la zone de séjour. En cas de défaut d'étanchéité au niveau du réseau de gaines ou de la centrale de traitement de l'air, il faut compenser le débit de fuite en augmentant le régime des ventilateurs.

5.11.2 Choix de la classe d'étanchéité

5.11.2.1 On choisira la classe d'étanchéité de manière à ce que ni l'infiltration par dépression, ni l'exfiltration par surpression ne dépasse un certain pourcentage du débit d'air global convenu pour une installation donnée. Afin d'éviter des pertes d'énergie exagérées et pour garantir la distribution d'air prévue, ce pourcentage devrait être inférieur à 6%.

5.11.2.2 Les principes généraux régissant le choix de la classe d'étanchéité sont définis selon 5.11.2.3 à 5.11.2.7. Une classe supérieure est nécessaire si la surface totale du système de gaines est particulièrement grande par rapport au débit global, si la pression différentielle est particulièrement élevée ou si les défauts d'étanchéité peuvent poser des problèmes particuliers (qualité de l'air, condensation, etc.).

5.11.2.3 La classe d'étanchéité A est la classe standard selon SN EN 1886 pour les conditionneurs d'air sans spécification particulière.

5.11.2.4 Les gaines de ventilation visibles dans les zones directement conditionnées et, de manière générale, les gaines de ventilation exploitées avec une dépression ou une surpression n'excédant pas 150 Pa doivent remplir les exigences de la classe A.

5.11.2.5 La classe d'étanchéité B s'applique aux gaines de ventilation situées en dehors de la zone conditionnée, aux gaines passant dans les faux-plafonds et, de manière générale, aux gaines de ventilation exploitées avec une dépression ou une surpression supérieure à 150 Pa. La classe B est la condition minimale pour toutes les gaines d'air repris et d'air rejeté exploitées avec une surpression à l'intérieur du bâtiment.

5.11.2.6 La classe d'étanchéité C est appliquée de cas en cas, lorsque le système de gaines est exploité avec une dépression ou une surpression extrêmement élevée ou que des défauts d'étanchéité peuvent perturber la qualité de l'air, la régulation des niveaux de pression ou le fonctionnement général de l'installation. La classe C est la condition minimale pour toutes les gaines d'air fourni, d'air repris et d'air rejeté des installations équipées d'un module d'humidification.

5.11.2.7 La classe d'étanchéité D s'applique aux cas spéciaux (par ex. laboratoires).

5.11.2.8 Les gaines de ventilation prises dans les dalles en béton doivent être étanches à l'eau.

5.11.3 **Essai d'étanchéité**

- 5.11.3.1 Les essais d'étanchéité sur site doivent être prévus dès la conception.
- 5.11.3.2 Les essais d'étanchéité doivent être effectués lorsque l'étanchéité de l'installation peut être testée dans son ensemble, mais que les réparations correctives peuvent encore être facilement opérées. Le système de gaines à tester doit être aussi complet que possible: tous les composants des gaines doivent être installés et tous les conditionneurs d'air doivent être raccordés.
- 5.11.3.3 Avant chaque mesure, il faut contrôler visuellement que l'installation ait été correctement montée et qu'elle soit exempte de tout défaut ou avarie visible.
- 5.11.3.4 Les parties de l'installation dont le niveau d'étanchéité doit répondre à des exigences différentes doivent être testées séparément. Lorsque cela n'est pas possible, la pression d'essai doit correspondre à la valeur limite de la classe la plus élevée et le résultat doit être comparé à la tolérance cumulée des défauts d'étanchéité. Les valeurs limites de pression statique pour les différentes classes d'étanchéité à l'air sont définies dans les normes européennes citées selon 5.11.1.1.

5.12 **Disposition des prises d'air neuf et des sorties d'air rejeté**

5.12.1 **Généralités**

- 5.12.1.1 Plus les gaines sont courtes, plus les pertes de pression, la demande en puissance et la consommation d'énergie pour la ventilation de l'air sont diminuées. Mais il faut simultanément tenir compte des exigences ci-après.
- 5.12.1.2 Les prises d'air neuf doivent être disposées pour capter de l'air pur, aussi sec que possible en hiver et aussi frais que possible en été. Quelques principes sont précisés sous 5.12.2 et 5.12.4.
- 5.12.1.3 L'air rejeté doit être expulsé hors du bâtiment de sorte à éviter autant que possible toute incidence hygiénique ou autre sur le bâtiment, sur ses habitants et sur l'environnement. Quelques principes sont précisés sous 5.12.3 et 5.12.4.
- 5.12.1.4 La disposition des prises d'air neuf et des sorties d'air rejeté doit aussi répondre aux exigences de la protection contre l'incendie et de la protection contre le bruit. Il faut également tenir compte de l'action du vent selon SIA 261 ainsi que de l'action des éléments naturels (météorologiques et gravitaires), conformément au guide et au répertoire de protection contre la grêle de l'AEAI. Les prises d'air extérieur et les sorties d'air rejeté doivent être protégées contre toute infiltration d'eau.

5.12.2 **Exigences s'appliquant aux prises d'air neuf**

- 5.12.2.1 Les prises d'air neuf donnant en façade, sur des rues à grand trafic, doivent être évitées. Lorsque ce n'est pas possible, il faut les placer aussi haut que possible sur le bâtiment.
- 5.12.2.2 Toute prise d'air neuf doit être située à au moins 8 m de distance, mesurés à l'horizontale, des endroits polluants ou odoriférants (dépôts de déchets, parking de plus de 3 places à forte fréquentation, quais de chargement et de déchargement, rues, cheminées, etc.).
- 5.12.2.3 Les prises d'air neuf doivent être placées de manière à éviter la recirculation d'air rejeté, d'air pollué ou d'air impropre à cet usage.
- 5.12.2.4 Les prises d'air neuf situées à proximité d'endroits exposés au soleil, de toits ou de murs doivent être positionnées de manière à éviter l'aspiration d'air exagérément chaud.
- 5.12.2.5 Les prises d'air neuf ne doivent pas être placées directement au-dessus du sol. Lorsqu'elles se trouvent sur un terrain accessible au public ou sur un terrain privé à utilisation communautaire (par ex. sur une place de jeux dans un quartier résidentiel), elles doivent se situer à une hauteur minimale de 3 m au-dessus du sol. Dans les autres cas, la hauteur minimale est de 1,5 m. On observera les règles de l'art en ce qui concerne la protection contre les odeurs, les polluants, la pluie et les chutes de grêlons, les crues, la neige, etc.

- 5.12.2.6 Les prises d'air neuf sur toiture doivent être placées du côté exposé au vent. Il en va de même pour les prises d'air neuf qui doivent être installées en façade.
- 5.12.2.7 Les prises d'air neuf en toiture doivent avoir leur bord inférieur à une hauteur équivalant au minimum à 1,5 fois la hauteur maximale d'enneigement. La cote maximale d'enneigement sera calculée à partir des charges de neige selon SIA 261 pour une neige de densité de 100 kg/m³. On se renseignera également auprès des habitants et auprès des autorités compétentes en matière de police des constructions pour bien connaître les conditions locales. On peut réduire la cote maximale d'enneigement moyennant des mesures de protection.
- 5.12.2.8 Une attention particulière s'impose lorsque les prises d'air neuf sont situées à proximité de tours de refroidissement à eau. Pour des raisons d'hygiène, il faut éviter de les orienter en direction du vent prédominant. Il faut dans tous les cas veiller à ce que les tours de refroidissement soient bien entretenues. Voir SICC VA104-01 et SICC 2003-3 pour les précisions.
- 5.12.2.9 Les prises d'air neuf doivent être protégées par un grillage (maillage ≤ 10 mm) et la vitesse d'aspiration effective ne doit pas excéder 2 m/s pour prévenir autant que possible l'aspiration d'oiseaux, d'humidité (neige, pluie, brouillard), de poussières et de feuilles mortes. Dans les zones à forte densité de brouillard, il est recommandé de ne pas dépasser une vitesse d'aspiration de 1,5 m/s au maximum.
- 5.12.2.10 Les prises d'air neuf doivent pouvoir être nettoyées.

5.12.3 Exigences s'appliquant aux sorties d'air rejeté

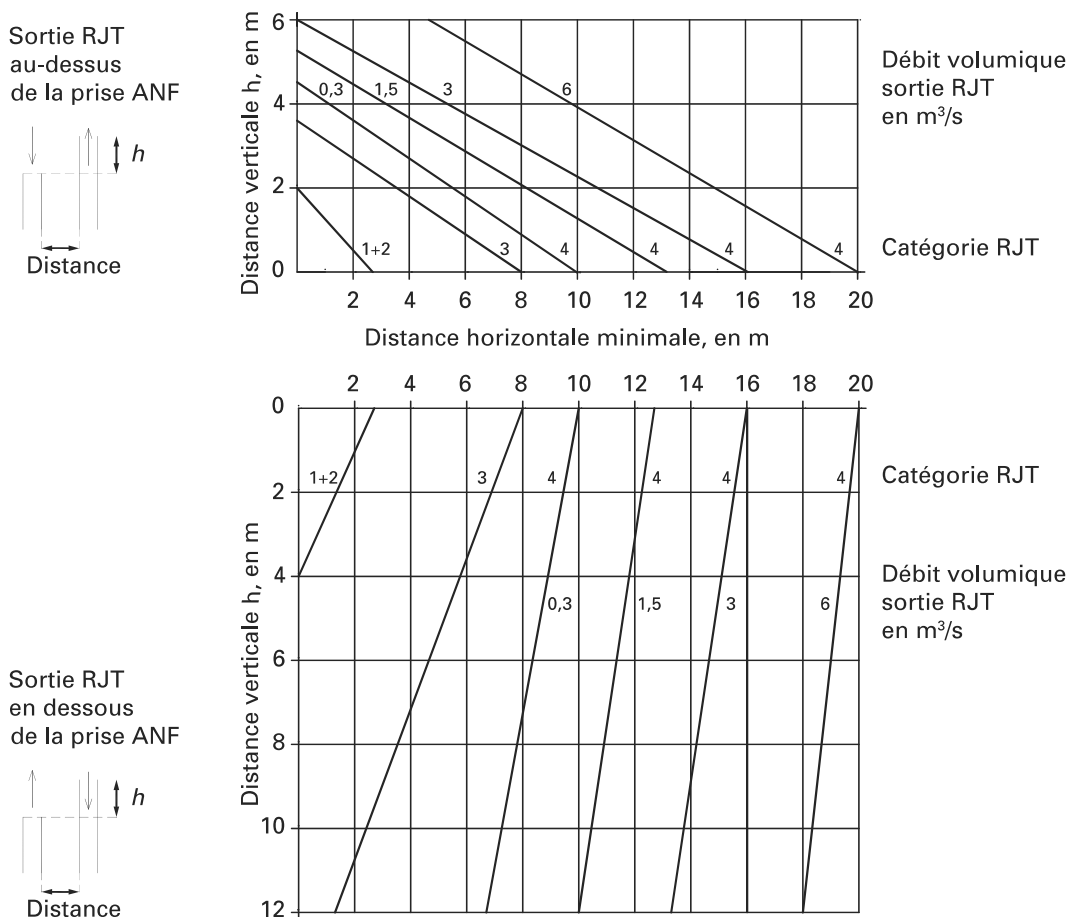
- 5.12.3.1 L'air rejeté des catégories RJT 1 et RJT 2 selon 1.7.4.2 peut être rejeté sans autre en façade dans les cas suivants:
- La distance entre la sortie d'air rejeté et le prochain bâtiment est de 8 m au minimum.
 - La distance entre la sortie d'air rejeté et la prochaine prise d'air neuf ou la prochaine fenêtre qui s'ouvre sur la même façade est de 2 m au minimum. Dans ce cas, la sortie d'air rejeté doit se situer si possible au-dessus de la prise d'air neuf ou de la fenêtre. Les conditions locales influant sur la sortie d'air doivent également être prises en compte (déviations du flux d'air).
 - Le flux d'air rejeté ne dépasse pas 1800 m³/h.
 - La vitesse de rejet est d'au moins 5 m/s en régime normal.
- 5.12.3.2 Dans tous les autres cas, il faut prouver que la solution envisagée ne pose pas de problème, par ex. en calculant la diffusion de l'air rejeté, sinon il faudra évacuer l'air rejeté par le toit. On tiendra compte des exigences suivantes:
- Le flux d'air rejeté doit être dirigé verticalement vers le haut.
 - La vitesse de rejet doit être au minimum de 5 m/s en régime normal.
 - Le bord inférieur de la sortie d'air rejeté doit être à une hauteur équivalant au minimum à 1,5 fois la hauteur maximale d'enneigement. On peut réduire la cote maximale d'enneigement moyennant des mesures de protection.
 - Dans le cas des cheminées soumises à l'OPAir, les hauteurs minimales et les vitesses de rejet sont précisées à l'annexe 6 OPAir.
 - Pour les installations qui ne tombent pas sous le coup de l'annexe 6 OPAir ou dont la hauteur de cheminée ne peut pas être calculée conformément à l'annexe 6 OPAir, on appliquera les recommandations de l'OFEV relatives à la hauteur minimale des cheminées sur toit.

5.12.4 Distance entre prises d'air neuf et sorties d'air rejeté

- 5.12.4.1 Il faut disposer les prises d'air neuf et les sorties d'air rejeté de telle manière que le risque de recirculation de l'air rejeté soit aussi réduit que possible. On tiendra compte du régime local des vents.
- 5.12.4.2 Les valeurs directrices se rapportant aux distances minimales entre prises d'air neuf et sorties d'air rejeté sont données à la figure 9. Ces distances sont fonction de la catégorie d'air rejeté selon 1.7.4.2. Les distances sont les plus grandes lorsqu'il s'agit de RJT 4. Les valeurs données à la figure 9 correspondent à des vitesses de rejet allant jusqu'à 6 m/s; des vitesses de rejet supérieures permettent des distances plus petites.

- 5.12.4.3 Dans le cas de bâtiments élevés, les prises d'air neuf et les sorties d'air rejeté doivent être disposées de manière à ce que les effets du vent et les mouvements ascensionnels soient réduits au minimum.

Figure 9 Distance minimale entre prise d'air neuf et sortie d'air rejeté.
En haut: sortie d'air rejeté située au-dessus de la prise d'air neuf.
En bas: sortie d'air rejeté située en dessous de la prise d'air neuf.



5.13 Filtres

5.13.1 Généralités

- 5.13.1.1 Le type de filtre doit être adapté à la situation spécifique et tenir compte de la charge locale de poussières et d'autres pollutions de l'air neuf, de la durée d'exploitation de l'installation, des exigences relatives à la qualité de l'air intérieur, des émissions dans le local et des conditions générales du système.
- 5.13.1.2 Un filtre efficace entraîne une perte de pression, laquelle augmente à mesure que le filtre se charge. Le dimensionnement de l'installation doit donc tenir compte de la variation de pression qui en résulte. Son incidence sur les débits volumiques convenus et, le cas échéant, les pressions convenues ne doit toutefois pas dépasser 10%.
- 5.13.1.3 La classe d'efficacité énergétique des filtres à air doit être certifiée selon SN EN 779. Dans les nouvelles installations, il faut dimensionner les filtres de manière à ce qu'ils atteignent la classe énergétique A.
- 5.13.1.4 Les défauts d'étanchéité réduisent de beaucoup l'efficacité des filtres. Il faut donc absolument respecter les exigences selon SN EN 1886 concernant l'étanchéité à l'air et les pertes de by-pass.
- 5.13.1.5 L'exploitation et la maintenance seront conformes aux prescriptions du chapitre 7.

5.13.2 Filtrage de l'air neuf et de l'air fourni

- 5.13.2.1 Les installations d'air fourni, les systèmes de ventilation et les systèmes de climatisation doivent être équipés d'une unité de filtrage de l'air neuf. Le filtrage vise à ramener la charge de poussières et de polluants à une teneur acceptable. Il sert simultanément à protéger le réseau de gaines et les composants de la centrale de conditionnement.
- 5.13.2.2 La norme SN EN 13779 définit les classes de filtres et les échelons de filtrage recommandés en fonction de la catégorie d'air intérieur et la catégorie d'air neuf. La présente norme suit ces dispositions en les simplifiant et en les complétant (cf. 5.13.2.3 à 5.13.2.7).
- 5.13.2.3 L'air fourni doit être épuré au moyen d'un filtre de classe F7 sur toutes les installations de ventilation et de climatisation. Les spécifications de filtrage seront fixées au cas par cas pour les installations destinées à des locaux spéciaux.
- 5.13.2.4 Dans les installations équipées d'un seul échelon de filtrage, les filtres seront montés en amont du module de récupération de chaleur. Il faut prévoir à cet effet un ventilateur à entraînement sans friction (transmission à engrenage direct ou à courroie plate). Il faut en particulier veiller à ce que les filtres restent secs.
- 5.13.2.5 Les installations à entraînement par courroie trapézoïdale doivent être équipées d'un filtrage à deux niveaux, le deuxième filtre devant être installé en aval du ventilateur.
- 5.13.2.6 Un préfiltre est recommandé indépendamment de la catégorie d'air extérieur selon tableau 4 lorsque l'air extérieur présente une charge pollinique ou particulaire supérieure à la moyenne. Pour un filtre principal de classe F7, il est recommandé de monter un préfiltre de classe M5. Pour les applications spéciales nécessitant un filtre principal de classe F9 ou supérieure, on prévoit en général des échelons supplémentaires de filtrage à deux ou trois classes d'intervalle.
- 5.13.2.7 Des mesures appropriées, telles que préchauffeur, gaine assez longue avant filtre, etc. permettent de maintenir l'humidité relative de l'air neuf en général en dessous de 80%.

5.13.3 Filtrage de l'air repris et de l'air rejeté

- 5.13.3.1 Le filtrage de l'air repris permet de protéger les gaines et les composants du réseau d'extraction contre d'éventuelles impuretés. La nécessité d'un tel filtrage est évaluée en fonction des besoins de l'ouvrage. Si le système filtre l'air repris, il est recommandé d'utiliser au moins un filtre de classe M5 (type de ventilation simple G4).
- 5.13.3.2 Les systèmes à air recyclé doivent être pourvus au minimum d'un filtre de classe M5 pour l'épuration de l'air recyclé. Il est recommandé de traiter l'air recyclé avec des filtres de même qualité que le flux d'air principal.
- 5.13.3.3 En cas d'émissions gênantes ou nocives, l'air repris et l'air rejeté doivent être filtrés de manière à ce que leur rejet dans l'atmosphère soit conforme à la législation. Les exigences en la matière sont fixées par l'OPAir.
- 5.13.3.4 Les hottes de cuisines doivent être pourvues de filtres à graisses faciles à changer et à nettoyer.

5.14 Équipements de mesure et interrupteurs généraux

- 5.14.1 Dès les premières étapes de conception, il faut mettre en œuvre une étude globale de la domotique du bâtiment et des mesures requises.
- 5.14.2 Dans les ouvrages complexes de taille assez grande, toutes les consommations d'eau, d'électricité, de gaz, de mazout, etc. doivent faire l'objet d'un décompte structuré. Si le bâtiment est déjà équipé d'un système de télégestion, les données nécessaires peuvent être collectées via ce système. Voir SICC 98-1 et SICC BA101-01 pour les précisions.

- 5.14.3 Les installations doivent être pourvues des équipements de mesure et des appareils de contrôle nécessaires. Il faut prévoir des tronçons de mesure et des prises de mesures appropriés pour mesurer les débits volumiques et les débits massiques.
- 5.14.4 Les systèmes de ventilation et de climatisation dont la puissance électrique installée est supérieure à 1,0 kW par appareil (puissance cumulée des installations d'air fourni et d'air repris) doivent être équipés d'un compteur d'heures de fonctionnement.
- Les systèmes dont la puissance installée est supérieure à 2,5 kW devraient faire l'objet d'un décompte des heures par régime. De même, dans le cas d'installations à débit volumique variable, il est recommandé de mesurer séparément la consommation d'électricité.
- Il est également recommandé de mesurer la consommation d'électricité séparément pour tous les systèmes de ventilation et de climatisation dont la puissance électrique installée pour le transport de l'air ainsi que pour la production de froid et de chaud est supérieure à 5,0 kW par installation (puissance cumulée des installations d'air fourni et d'air repris).
- 5.14.5 Chaque installation de ventilation et de climatisation doit être pourvue d'un interrupteur général bien accessible facilitant la mise hors service en cas de nécessité.

6 RÉCEPTION

6.1 But de la réception

- 6.1.1 La réception des installations vise à apporter la preuve que chaque composant ainsi que les installations dans leur ensemble répondent au cahier des charges convenu.
- 6.1.2 Une fois la réception effective, le mandant entre en possession de l'installation et les délais de dénonciation des défauts et de prescription commencent à courir.

6.2 Spécifications techniques

- 6.2.1 Les procédures d'essai et de mesure intervenant dans le cadre de la réception des installations de ventilation et de climatisation sont décrites selon SN EN 12599.
- 6.2.2 En Suisse, l'application de ces procédures est régie par les dispositions définies selon SIA 118 et SIA 118/380 ainsi que par les documents de réception des associations professionnelles.
- 6.2.3 Les spécifications définies selon annexe F de la présente norme sont applicables jusqu'à la révision de SIA 118/380.

7 EXPLOITATION ET MAINTENANCE

7.1 Généralités

- 7.1.1 Une installation de ventilation ou de climatisation exige un service professionnel incluant des travaux réguliers d'entretien, de contrôle, de réparation et d'amélioration.
- 7.1.2 Les travaux visés sous 7.1.1 ont pour objectif d'assurer les conditions garanties en ce qui concerne le conditionnement de l'air intérieur des locaux, de maintenir les rendements énergétiques pendant la durée de vie de l'installation, et de prévenir toute usure prématurée de l'installation.
- 7.1.3 L'inspection des installations de ventilation et de climatisation doit être conforme aux dispositions définies selon SN EN 15239 et SN EN 15240. En Suisse, la maintenance est régie par les directives SWKI 95-2, VSWKI RE101-01 et VSWKI HE101-01. Le maintien d'un standard d'hygiène élevé revêt à cet égard une importance particulière (cf. SICCA VA104-01).

7.2 Cahier de maintenance

- 7.2.1 Pour chaque installation, l'exploitant est tenu de constituer un cahier des charges pour la maintenance en tenant compte des exigences définies selon 2.6 et 2.7 et des documents exigés selon 6.2.
- 7.2.2 L'établissement du cahier de maintenance et son adaptation périodique en fonction des expériences pratiques et de l'évolution des conditions cadres incombent à l'exploitant. Celui-ci peut déléguer l'établissement du cahier de maintenance à l'ingénieur concepteur ou à l'entrepreneur lorsqu'il s'agit d'une installation nouvelle.

- 7.2.3 Compte tenu du type d'installation, des exigences relatives à la sécurité d'exploitation ainsi que des compétences professionnelles et du temps à disposition du personnel d'exploitation, le cahier de maintenance doit comporter les indications suivantes:
- les processus de contrôle et d'entretien (opérations et périodicité),
 - les services de révision (travaux et périodicité),
 - les responsabilités des processus internes et des processus externes.

7.3 Comptabilité énergétique

- 7.3.1 La consommation d'eau, d'électricité, de gaz, de mazout, etc. doit faire l'objet d'une comptabilité énergétique structurée, qui permette une optimisation de l'exploitation.
- 7.3.2 La consommation réelle doit être régulièrement confrontée aux valeurs calculées et à la consommation des périodes de mesures antérieures.

7.4 Optimisation de l'exploitation

- 7.4.1 On ne peut exclure que les conditions réelles et les exigences d'exploitation d'une installation de ventilation ou de climatisation diffèrent des conditions convenues à l'origine ou qu'elles se modifient au fil du temps.
- 7.4.2 L'optimisation de l'exploitation doit permettre d'adapter périodiquement l'exploitation des installations à la réalité des conditions d'exploitation, de sorte que les installations puissent fonctionner de manière optimale. Ce programme d'optimisation dure en général une année (4 saisons).
- 7.4.3 Toutes les mesures d'optimisation doivent être consignées par écrit.
- 7.4.4 À défaut d'une convention particulière, l'exploitant est responsable de l'optimisation des installations. Il peut déléguer cette tâche à l'ingénieur concepteur ou à l'entrepreneur.
- 7.4.5 L'optimisation de l'exploitation est un processus périodique et doit être effectuée après toute modification importante de l'affectation ou autre adaptation.

8 DÉCONSTRUCTION ET ÉLIMINATION

- 8.1 La déconstruction et l'élimination des installations doivent être considérées dès le début de la conception afin d'éviter toute atteinte inutile à l'environnement.
- 8.2 Le choix des composants et des systèmes doit suffisamment prendre en compte les aspects écologiques liés à la déconstruction et à l'élimination des composants. Au moins l'un des critères suivants doit être rempli à titre d'exigence minimale:
- recyclage,
 - incinération sans dépassement des valeurs limites d'émission selon OPAir,
 - possibilité de mise à la décharge des matériaux inertes.
- 8.3 La durée de vie des composants techniques est plus courte que celle du bâtiment. Dès lors, leur remplacement doit être possible sans nécessiter de grands travaux d'adaptation.

Annexe A (informative)

Espace requis pour les installations

A.1 Généralités

- A.1.1 Les installations de ventilation et de climatisation doivent être conçues et exécutées de manière à faciliter la maintenance (entretien, contrôle, réparation, amélioration) de tous les composants et parties d'installation. Les dégagements à prévoir pour ces installations sont sommairement décrits selon A.2 à A.5.
- A.1.2 Il faut éviter autant que possible que les parois des centrales techniques et les gaines techniques verticales (surtout celles par lesquelles passent les gaines de ventilation) soient des éléments porteurs du bâtiment.
- A.1.3 Pour les installations et les composants de taille importante, il faut ménager des chemins d'accès pour la première installation ainsi que pour l'entretien et le remplacement.
- A.1.4 L'accès aux centrales de ventilation et de climatisation ainsi qu'aux appareils décentralisés de traitement de l'air doit être possible sans gêner l'utilisateur.

A.2 Place nécessaire pour les centrales de conditionnement d'air

- A.2.1 Les figures 10 et 11 indiquent la place nécessaire pour les centrales d'air fourni et d'air repris. Les données indiquées se rapportent à une installation type comportant un module d'air fourni et un module d'air repris. Si la centrale de climatisation est subdivisée en plusieurs installations, la hauteur nécessaire est réduite, tandis que la surface nette de plancher est augmentée. Il en va de même pour les échangeurs de chaleur rotatifs et, de manière générale, lorsque le local prévu se caractérise par une géométrie défavorable. Lorsque l'espace à disposition est optimal, les surfaces indiquées à la figure 11 peuvent être diminuées jusqu'à 30 %.

Figure 10 Hauteur finie du local technique réservé à la centrale de conditionnement d'air

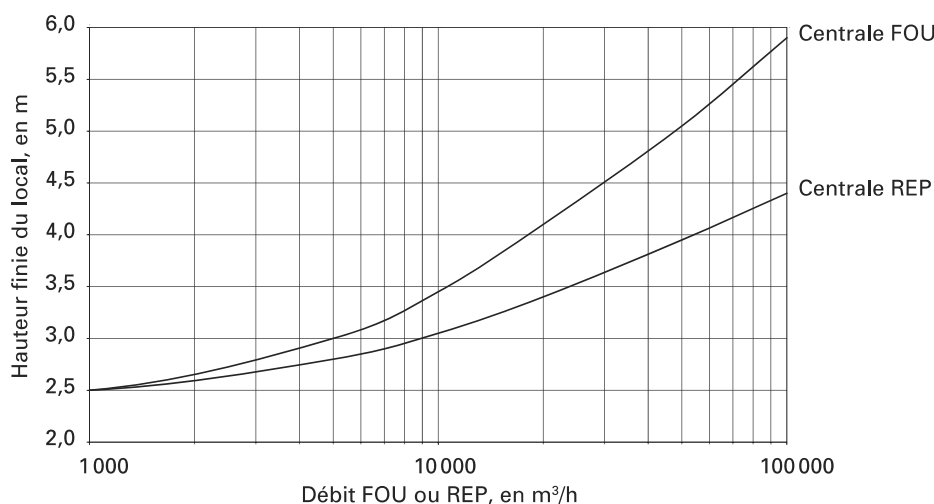
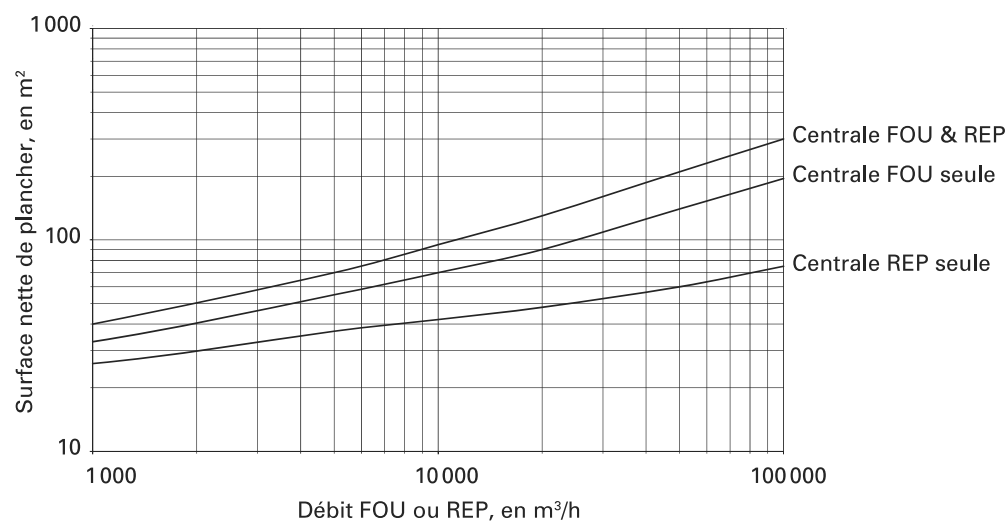
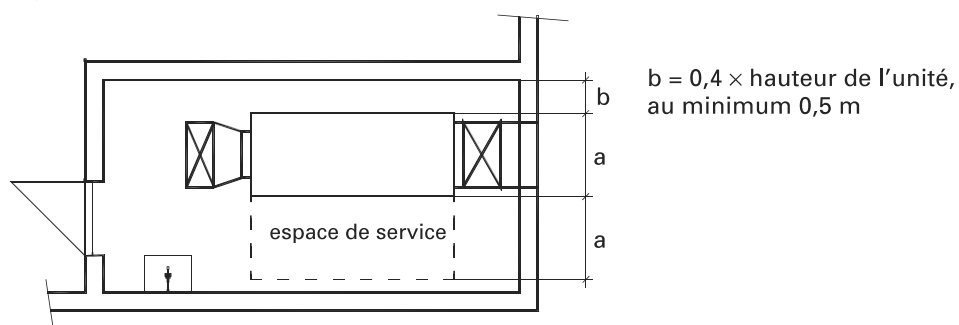


Figure 11 Surface nette de plancher de la centrale de conditionnement d'air



A.2.2 La figure 12 illustre les dispositions à prendre pour ménager un accès suffisant pour les travaux d'entretien.

Figure 12 Emplacement des conditionneurs d'air (vue en plan)



A.2.3 La distance à la paroi b peut être égale à 0 si ce vide d'accès n'est pas nécessaire pour l'entretien.

A.3 Place nécessaire pour les centrales de production et de distribution de froid

A.3.1 Les figures 13 et 14 indiquent la place nécessaire pour les centrales de production et de distribution de froid. Ces données incluent la place nécessaire pour les machines de froid, les pompes à eau froide et la distribution d'eau froide. La place nécessaire pour les pompes et la distribution de chauffage n'est pas comprise. À partir de 4 m de hauteur, il faut prévoir une zone technique spéciale (par ex. pour réservoirs verticaux).

Figure 13 Hauteur finie du local pour les centrales de production et de distribution de froid

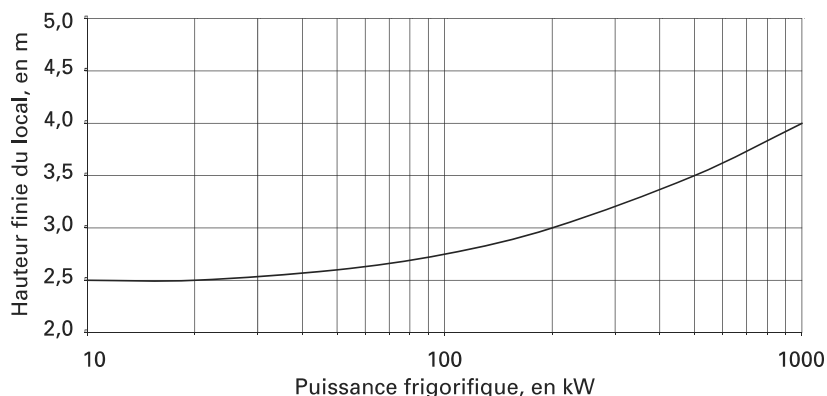
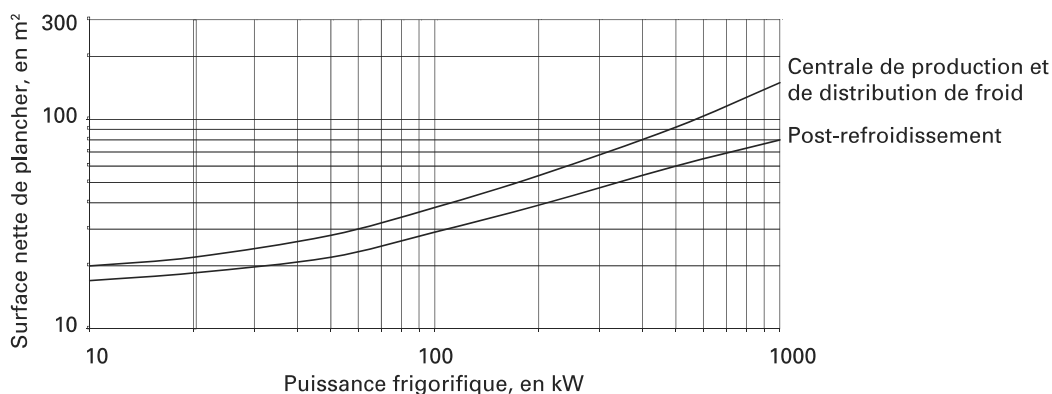


Figure 14 Surface nette de plancher pour les centrales de production et de distribution de froid

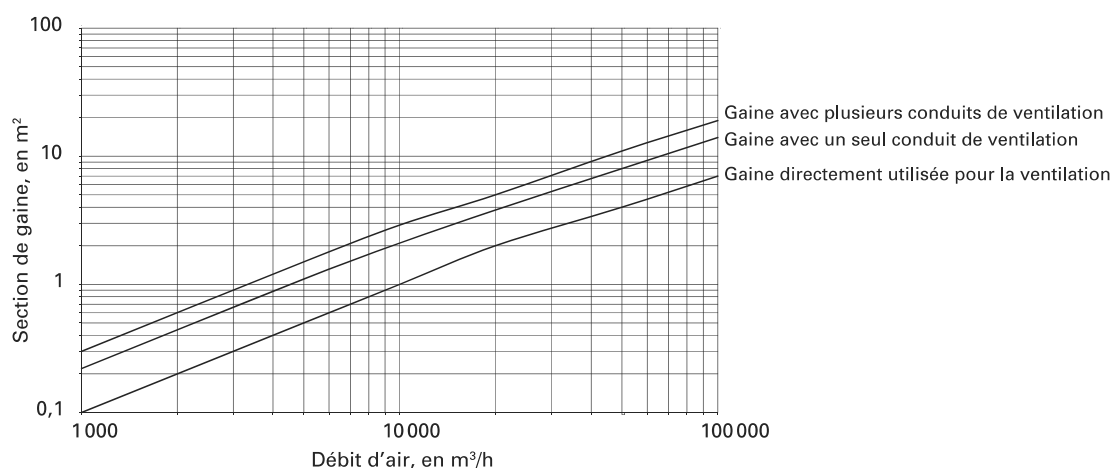


A.3.2 La place nécessaire pour les installations de post-refroidissement doit être mise à disposition à l'air libre ou à part à l'intérieur du bâtiment.

A.4 Section des gaines techniques

- A.4.1 La figure 15 indique les sections nécessaires des gaines techniques réservées aux conduits de ventilation et des gaines qui servent directement de conduit de ventilation.
- A.4.2 Les valeurs de la figure 15 expriment la surface brute nécessaire par gaine.
- A.4.3 Si une gaine sert directement de conduit de ventilation, sa section peut être réduite par rapport à celle d'une gaine par laquelle passent plusieurs conduits. Dans ce cas, les sections de gaine indiquées à la figure 15 doivent être totalement libres pour le passage de l'air. Les gaines directement utilisées pour la ventilation doivent être étanches à l'air et conformes aux standards d'hygiène, ce qui présuppose en général des gaines en béton peint.

Figure 15 Sections de gaine



- A.4.4 Les conduits d'air fourni et d'air repris peuvent être installés dans la même gaine pour autant que les prescriptions de la police du feu soient respectées.
- A.4.5 La place nécessaire pour les équipements complémentaires tels que conduites d'eau sanitaire ou conduites d'eau froide dépend principalement du système de climatisation retenu et de sa disposition. Ils nécessitent entre 25 % et 60 % de la place totale de la gaine.
- A.4.6 De manière générale, il faut prévoir un accès suffisant aux gaines techniques à chaque étage. Il faut également tenir compte de l'encombrement des embranchements à chaque étage. Une attention particulière est recommandée lorsque la gaine de ventilation est prévue entre deux puits d'ascenseurs.

A.5 Espaces nécessaires dans les faux-plafonds

- A.5.1 Dans les cas où il est nécessaire d'installer les gaines d'air fourni et d'air repris dans l'épaisseur du faux-plafond, le vide disponible entre dalle et faux-plafond doit être au minimum de 40 cm, et d'au moins 25 cm sous les sommiers.
- A.5.2 Si le vide entre dalle et faux-plafond est encombré par de très nombreuses installations (par ex. dans les corridors), il peut s'avérer nécessaire de l'augmenter au-delà de 50 cm.

Annexe B (informative)

Durée de vie technique et coûts d'entretien des installations techniques du bâtiment

- B.1 La durée de vie et les coûts d'entretien des installations techniques du bâtiment et de leurs composants dépendent des facteurs suivants:
- qualité technique de l'installation et de ses composants,
 - type et dimensionnement de l'installation,
 - mise à contribution de l'installation,
 - qualité et méthode de la maintenance,
 - disponibilité des pièces de rechange.
- B.2 Les valeurs directrices selon tableau 25 expriment la durée de vie technique et les coûts d'entretien. Ces valeurs peuvent fortement varier selon les cas, compte tenu des facteurs définis selon B.1 et d'autres paramètres spécifiques. Elles conviennent donc pour une première évaluation, mais ne devraient pas être utilisées à d'autres fins, par ex. pour les contrats d'entretien.
- B.3 Le rendement des installations est évalué selon SIA 480, annexe B.

Tableau 25 Valeurs directrices pour la durée de vie technique et les coûts annuels d'entretien des composants

Composants	Durée de vie technique en années		Coûts d'entretien en % des coûts d'investissement	
	Sollicitation moyenne	Sollicitation élevée	Sollicitation moyenne	Sollicitation élevée
Amortisseur de bruit	30	30	1	1
Bouche de ventilation générale	30	30	4	6
Brûleur, mazout et gaz	10	10	4	4
Cadre de filtre	15	10	2	4
Caisson double gaine	15	15	4	4
Clapet coupe-feu	accès facile	15	6	6
	accès difficile	15	8	8
Clapet	général	20	1	1
	motorisé	15	4	6
Climatiseur	15	10	4	6
Compresseur	15	10	4	4
Condensateur	20	15	2	3
Corps de chauffe	électrique	20	2	2
	eau chaude	30	2	2
Courroie plate	5	5	6	8
Courroie trapézoïdale	2	2	6	8
Diffuseur	20	20	4	4
Échangeur de chaleur	rotatif	15	4	6
	statique	20	4	6
Évaporateur	20	15	2	3
Filtre	1	0,5	0	0
Gaine de ventilation	avec filtrage	30	2	3
	sans filtrage	30	6	8

Tableau 25 (suite)

Composants	Durée de vie technique en années		Coûts d'entretien en % des coûts d'investissement	
	Sollicitation		Sollicitation	
	moyenne	élevée	moyenne	élevée
Grille de reprise d'air	20	20	8	12
Humidificateur eau	10	8	6	10
vapeur	4	4	4	6
Lignes électriques	30	30	1	1
Moteur diesel	10	8	4	6
électrique	20	20	1	1
Organe de régulation général	15	15	4	6
Pompe à chaleur	15	10	4	4
Pompe en circuit fermé	20	15	2	3
en circuit ouvert	15	15	2	3
Réchauffeur d'air électrique	15	15	2	3
vapeur	20	15	2	3
eau chaude	20	15	2	3
Refroidisseur d'air	20	15	2	4
Régulateur de débit électrique				
composants mécaniques	15	15	4	6
organes de régulation	10	10	6	8
Régulateur de débit mécanique	15	15	6	8
Surface de refroidissement, plafond froid	30	30	2	2
Tuyau diffuseur en circuit ouvert	30	30	1	1
en circuit fermé	15	15	1	1
Tuyauterie cuivre	30	30	1	1
synthétique	30	30	1	1
acier inoxydable	30	30	1	1
Vanne d'arrêt automatique	15	15	4	6
manuelle	30	25	2	3
Vanne de régulation automatique	15	15	6	6
manuelle	30	25	4	4
Vanne thermostatique pour corps de chauffe	15	15	4	4
Vase d'expansion cuivre	30	30	1	1
acier inoxydable	30	30	1	1
acier	15	15	2	2
Ventilateur général	20	15	4	5
à débit variable	15	10	6	8
Ventilo-convecteur	15	10	4	6

Annexe C (normative)

Production de froid: complément d'information sur les exigences énergétiques

C.1 La présente norme se réfère à deux référentiels, la valeur EER selon SN EN 14511 et la valeur élargie EER+.

EER Rapport entre la puissance nette de réfrigération du refroidisseur et la puissance électrique absorbée par son entraînement. La puissance électrique absorbée inclut les paramètres suivants:

- la puissance absorbée du compresseur,
- la puissance absorbée de tous les organes de commande, de régulation et de sécurité du refroidisseur,
- la quote-part de la puissance absorbée des organes circulateurs (ventilateurs, pompes) assurant la circulation du fluide caloporteur dans le circuit du refroidisseur.

Le rendement de la pompe de circulation sera calculé conformément à la méthode définie selon SN EN 14511-3, annexe H. Le rendement des ventilateurs sera considéré à la valeur effective.

EER+ Rapport entre la puissance nette de réfrigération du refroidisseur et la puissance électrique absorbée par son entraînement, y c. puissance absorbée par les organes de circulation (pompes et ventilateurs) pour le post-refroidissement, ainsi que la quote-part de la puissance absorbée par la pompe de l'évaporateur nécessaire à la circulation du fluide caloporteur dans le circuit du refroidisseur.

Tableau 26 Consommateurs inclus selon la valeur EER considérée

Consommateurs	EER resp. ESEER	EER+ resp. ESEER+
Refroidisseur (production de froid)		
– entraînement (compresseur)	X	X
– organes circulateurs (par ex. pompe à huile)	X	X
– commande	X	X
Circuit d'eau froide (côté évaporateur)		
– pompes côté évaporateur (quote-part)	X	X
Circuit intermédiaire côté condensateur		
– pompes côté condensateur (quote-part)	X	X
Post-refroidissement		
– pompes du circuit de post-refroidissement (côté condensateur)	–	X
– pompes internes (par ex. pulvérisation)	–	X
– ventilateurs	(X) *	X

* Seulement pour les refroidisseurs à air

C.2 Sur la base des valeurs EER à charge 100 %, 75 %, 50 % et 25 %, la valeur ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) se calcule selon la formule suivante:

$$ESEER = 0,03 \cdot EER_{100\%} + 0,33 \cdot EER_{75\%} + 0,41 \cdot EER_{50\%} + 0,23 \cdot EER_{25\%} \quad (10)$$

C.3 Les exigences définies selon 5.6.2.2 et 5.6.3.2 se fondent sur des données de fabrication standardisées selon SN EN 14511.

Pour les refroidisseurs à eau fonctionnant à leur régime à pleine charge, on retiendra les températures suivantes:

- température de l'eau de refroidissement 12/7 °C
- température de l'eau de post-refroidissement 30/35 °C

Pour les refroidisseurs à air fonctionnant à pleine charge, on retiendra les températures suivantes:

- température de l'eau de refroidissement 12/7 °C
- température de l'air extérieur (sec) 35 °C

La température de l'eau de refroidissement à la sortie de l'évaporateur de 7 °C est réservée aux cas exceptionnels (cf. 5.6.1.3). Les valeurs standardisées EER et ESEER servent à la comparaison relative des refroidisseurs.

- C.4 À charge partielle, la température de condensation doit être abaissée par une stratégie de régulation appropriée. On réglera la puissance de l'installation en agissant si possible sur le régime du compresseur.
- C.5 Les calculs justificatifs doivent être établis avec un facteur d'encrassement égal à 0 m²K/W pour tous les types de refroidisseur. En revanche, on tiendra compte du facteur d'encrassement pour le dimensionnement de l'installation. Les tolérances admissibles sont fixées selon la réglementation Eurovent, cf. «Rating Standard for Liquid Chilling Packages» (document RS 6/C/003-2011). Les tolérances incluent les tolérances constructives et les tolérances de mesures.
- C.6 L'efficacité du système de post-refroidissement, qui comprend les organes auxiliaires tels que pompes de post-refroidissement ou ventilateurs, est évaluée par le biais du facteur d'amplification électrothermique $f_{el,th}$, qui est un indicateur de performance (cf. aussi SICC 2003-3).

AET pour les ventilateurs de post-refroidissement:

$$f_{el,th} = \frac{\text{puissance de post-refroidissement}}{\text{consommation électrique des ventilateurs de post-refroidissement}} \quad (11)$$

AET pour les pompes de post-refroidissement:

$$f_{el,th} = \frac{\text{puissance de post-refroidissement}}{\text{consommation électrique des pompes de post-refroidissement}} \quad (12)$$

Le facteur d'amplification électrothermique AET pour les pompes d'eau froide est calculé de manière analogue à l'AET pour les pompes de post-refroidissement, mais rapporté à la puissance de froid. La consommation électrique des pompes d'eau froide n'est pas prise en compte dans le calcul du coefficient d'efficacité frigorifique.

Pour les ventilateurs de post-refroidissement et les pompes de post-refroidissement, il faut chercher à atteindre les valeurs suivantes (à charge pleine):

- AET pour ventilateurs de post-refroidissement
 $f_{el,th} \geq 28$ (part de la consommation électrique correspondant à la puissance de post-refroidissement $\leq 3,6\%$)
- AET pour pompes de post-refroidissement
 $f_{el,th} \geq 85$ (part à la puissance de post-refroidissement $\leq 1,2\%$)

Pour les pompes d'eau froide (qui ne sont pas prises en compte dans les organes auxiliaires), il faut chercher à atteindre la valeur suivante (à charge pleine):

- AET pour pompe d'eau froide
 $f_{el,th} \geq 65$ (part à la puissance de réfrigération $\leq 1,5\%$)

Exemple (à charge pleine):

Puissance de post-refroidissement 1000 kW

$f_{el,th}$ des ventilateurs de post-refroidissement = 28 (correspond à 3,6% de la puissance de post-refroidissement)

Puissance max. autorisée aux bornes des ventilateurs de post-refroidissement = $1000/28 = 35,7$ kW

- C.7 Informations complémentaires concernant la conversion des coefficients d'efficacité frigorifique

Il faut exiger du fournisseur qu'il communique les données correspondant au régime d'exploitation. Pour le cas où ces données font défaut, il faut définir un calcul de conversion basé sur le pire scénario. Ce calcul demeure toutefois imprécis.

$$\theta_0 = \theta_{e,out} \text{ (catalogue)} - 5 \text{ K} \quad (\text{par ex. } 7^\circ\text{C} - 5 \text{ K} = 2^\circ\text{C})$$

$$\theta_C = \theta_{c,out} \text{ (catalogue)} + 5 \text{ K} \quad (\text{par ex. } 36^\circ\text{C} + 5 \text{ K} = 41^\circ\text{C})$$

$$\varepsilon_{Carnot} = \frac{\theta_0 + 273 \text{ K}}{\theta_C - \theta_0} \quad \varepsilon_{eff} = \text{selon catalogue} \quad \text{indice de rendement } \eta = \frac{\varepsilon_{eff}}{\varepsilon_{Carnot}}$$

En cas de conversion pour de nouvelles températures, on admet que l'indice de rendement calculé à partir des données sur catalogue reste le même. À partir de la valeur ε_{Carnot} pour les nouvelles températures, on obtient la valeur corrigée $\varepsilon = \varepsilon_{Carnot} \cdot \eta$.

θ_0	température d'évaporation, en °C
θ_C	température de condensation, en °C
$\theta_{e,out}$	température de sortie de l'évaporateur, en °C
$\theta_{c,out}$	température de sortie du condensateur, en °C

Annexe D (normative)

Calcul de la consommation spécifique annuelle d'électricité pour les heures de ventilation à pleine charge

D.1 Généralités

La consommation spécifique annuelle d'électricité pour la ventilation E_V s'obtient en multipliant la puissance électrique spécifique de la ventilation P_V par le nombre d'heures à pleine charge t_V de l'installation de ventilation.

$$E_V = \frac{P_V \cdot t_V}{f_P} \quad (13)$$

E_V consommation spécifique annuelle d'électricité pour la ventilation, en kWh par m² de surface nette de plancher

P_V puissance électrique spécifique de la ventilation, en W par m² de surface nette de plancher

t_V heures annuelles de ventilation à pleine charge, en h

f_P 1000 W/kW

D.2 Puissance électrique spécifique de la ventilation

D.2.1 La puissance électrique spécifique de la ventilation P_V dépend de la perte de charge de l'installation de ventilation Δp , du débit d'air distribué par surface nette de plancher $q_{v,a}$ et du rendement global de la ventilation η_V .

$$P_V = \frac{\Delta p \cdot q_{v,a}}{\eta_V \cdot f_T} \quad (14)$$

P_V puissance électrique spécifique de la ventilation (somme air fourni + air repris), en W/m²

Δp pression différentielle totale de l'installation (somme air fourni + air repris), en Pa

$q_{v,a}$ débit d'air distribué par m² de surface nette de plancher (débit moyen air fourni + air repris), en m³/(m²h)

η_V rendement global de la ventilation (moyenne entre le circuit air fourni et le circuit air repris)

f_T 3600 s/h

Ces valeurs correspondent à un fonctionnement à la puissance nominale. Un éventuel fonctionnement à charge partielle doit être répercuté sur le nombre d'heures à pleine charge.

D.2.2 Le débit d'air distribué $q_{v,a}$ est égal au débit d'air neuf V_e , plus un éventuel débit d'air recyclé.

Dans les locaux essentiellement occupés par des personnes, le débit d'air neuf est fonction du débit d'air neuf par personne présente (cf. 5.3.2).

À défaut d'informations précises sur le taux d'occupation, on reprendra les valeurs d'utilisation standard définies selon SIA 2024.

D.2.3 Pour la pression différentielle, on retiendra les valeurs moyennes de fonctionnement entre deux changements de filtres. À défaut de valeurs plus précises concernant la pression différentielle et le rendement, on admettra, pour les installations ordinaires, les valeurs limites, et pour les installations énergétiquement efficaces, les valeurs cibles de la puissance spécifique du ventilateur selon 5.7.4. La puissance électrique spécifique s'obtient en multipliant la puissance unitaire spécifique du ventilateur ou de l'appareil par le volume d'air distribué.

$$P_V = P_{SFP} \cdot q_{v,a}$$

$$P_V = P_{SPI} \cdot q_{v,a}$$

D.3 Heures de ventilation à pleine charge

- D.3.1 Les heures à pleine charge t_V dépendent du fonctionnement effectivement prévu de la ventilation par rapport à l'utilisation des locaux et au mode de régulation.

Les heures à pleine charge sont converties en équivalents énergie en multipliant le nombre d'heures à charge partielle par le rapport entre puissance électrique spécifique à charge partielle et puissance électrique spécifique à pleine charge.

- D.3.2 À défaut de données plus précises concernant le rendement de la ventilation η_V à charge partielle, on peut admettre que la puissance électrique de la ventilation P_V augmente à raison du débit d'air distribué $q_{V,a}$ à la puissance 2,5. En d'autres termes, le rendement η_V est proportionnel à la racine de la puissance de ventilation P_V . Lorsque la perte de charge comporte une part constante (par ex. des régulateurs de débit), le calcul doit être augmenté à la puissance 1,5 à défaut de données plus précises. Voir SIA 2044 pour les précisions.

- D.3.3 À défaut de données plus précises concernant le mode de régulation du fonctionnement, on admettra les valeurs limites pour les installations ordinaires, et les valeurs cibles pour les installations énergétiquement efficaces selon tableau 20.

Les appareils de ventilation domestique sont parfois pourvus d'une fonction supplémentaire de ventilation rapide pour évacuer les airs chargés (fumée, cuisson). L'utilisation de cette fonction est limitée dans le temps et s'enclenche manuellement. On peut donc considérer que la consommation supplémentaire d'électricité est négligeable.

- D.3.4 À défaut d'informations précises sur le taux d'occupation, on reprendra les valeurs d'utilisation standard définies selon SIA 2024.

Annexe E (normative)

Règles s'appliquant aux calculs de simulation

E.1 Le calcul de simulation visant à déterminer si une installation de refroidissement mécanique est nécessaire doit tenir compte des prémisses suivantes.

Critère, grandeur physique	Température opérative au centre du local, à 1 m du sol. Si la zone de séjour comporte des endroits où les conditions de rayonnement créent une situation critique, la simulation doit être calculée à part pour ces endroits critiques.
Évaluation	Selon chiffre 4.5.4. La limite inférieure de la figure 2 ne doit alors pas être dépassée pendant les périodes d'occupation.
Modèle de calcul, pas de temps	Méthode de calcul conforme aux exigences de SIA 180, chiffre 5.2.6.1. Pas de temps une heure ou moins.
Données climatiques	Design Reference Year (DRY) pour une année normale, selon SIA 2028; pour la station la plus représentative du climat auquel le bâtiment est soumis.
Période de temps examinée	16 avril – 15 octobre 2011. L'année détermine les jours ouvrables et fériés, le 1 ^{er} janvier est un samedi.
Protections solaires	Caractéristiques et stratégie de pilotage des protections solaires prévues ou existantes. Prise en compte de la résistance au vent en admettant que la vitesse du vent près de la protection solaire est la vitesse du vent en profil libre à 1 m au-dessus du toit. La condition est que la protection contre la chaleur estivale réponde aux exigences définies selon chiffre 2.1.3.
Apports thermiques externes	Si cette condition est nécessaire dans le modèle de calcul, 10% des apports thermiques externes (rayonnement solaire) sont convectives.
Apports thermiques internes	Selon les conditions d'utilisation convenues. À défaut de conditions convenues, utiliser les conditions d'utilisation standard selon SIA 2024.
– personnes	Selon les conditions d'utilisation convenues ou SIA 2024, valeurs standard. Part convective = 50 %, partie radiative = 50 %; seule la chaleur sensible émise par les personnes est prise en compte. Apports thermiques variables selon l'activité, voir SIA 180, chiffre 3.5.3.3.
– éclairage	Selon les conditions d'utilisation convenues ou SIA 2024, valeurs standard. Modulé d'après la lumière diurne, compte tenu des conditions concrètes, y compris les caractéristiques des protections solaires. Simplification possible: Pas d'éclairage artificiel à moins de 5 m des fenêtres tant qu'il y a de la lumière naturelle. Partie convective = 30 %, partie radiative = 70 %.
– appareils	Selon les conditions d'utilisation convenues ou SIA 2024, valeurs standard. Partie convective = 80 %, partie radiative = 20 %.
Débit d'air neuf pendant les périodes d'occupation	Débit d'air neuf de l'installation en régime normal, compte tenu des débits d'air hygiéniques nécessaires selon 2.2.6, et du dimensionnement de l'installation.
Débit d'air neuf en dehors des périodes d'occupation	Débit d'air neuf comme pendant les périodes d'occupation ou plus élevé (autant que possible, mais au maximum d'un facteur 2), si $(\theta_{INT} - \theta_{ANF}) > 4 \text{ K}$ et $\theta_{INT} > 24 \text{ °C}$. Autrement, installation déclenchée et débit d'air neuf de $0,3 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$.
Temps d'utilisation	Le temps d'utilisation est estimé en fonction de l'utilisation prévue. Les utilisations standard sont définies selon SIA 2024.
Horaire d'utilisation	L'installation est enclenchée le matin une heure avant le début de la phase d'utilisation et déclenchée une heure après la fin de la phase d'utilisation le soir. Elle reste enclenchée pendant la pause de midi.

E.2 Il faut démontrer que ces hypothèses de calcul sont réalisables. Les éventuelles dérogations doivent être justifiées.

Annexe F (normative)

Spécifications techniques pour la réception des installations de ventilation et de climatisation

F.1 Principes

- F.1.1 La réception suit les prescriptions de SIA 118 (articles 157 à 164) et de SIA 118/380. Elle doit être effectuée avec des moyens économiquement appropriés.
- F.1.2 La réception comprend les quatre parties suivantes:
- contrôle de bon achèvement selon F.2
 - contrôle de fonctionnement selon F.3
 - mesures de fonctionnement selon F.4
 - premier contrôle d'hygiène selon F.5
- F.1.3 Les participants à la réception sont le mandant, le concepteur de l'installation, l'entrepreneur ou leurs représentants. Le cas échéant, un représentant des autorités y participe également.
- F.1.4 La réception est complète lorsque les procès-verbaux de réception des associations professionnelles sont intégralement remplis, avec toutes les mesures et les observations nécessaires pour chaque installation de ventilation et de climatisation.
- F.1.5 Les valeurs énergétiques référentielles des composants essentiels (ventilateurs, moteurs, pompes, échangeurs de chaleur, récupération de chaleur, refroidisseurs, post-refroidissement, pompes à chaleur, etc.) doivent être fixées par écrit et confrontées aux valeurs requises.
- F.1.6 Il est fortement recommandé au mandant de procéder à des mesures de fonctionnement supplémentaires sur les installations complexes, selon convention particulière avec le concepteur et l'entrepreneur.

F.2 Contrôle de bon achèvement

Les points suivants doivent être confirmés:

- les prestations et fournitures correspondent bien à ce qui a été fixé dans le contrat,
- les composants sont montés conformément aux règles de l'art et satisfont aux prescriptions techniques et légales (en particulier les prescriptions de sécurité),
- l'accessibilité des installations est assurée,
- l'installation est conforme aux règles de la technique,
- la qualité de l'exécution est conforme aux dispositions du contrat,
- l'installation a été nettoyée,
- toutes les informations nécessaires à l'exploitation de l'installation sont fournies (instructions de service et d'exploitation, documents d'exécution révisés).

Lorsque l'installation est mise en service pendant la phase de construction déjà, il faut nettoyer intégralement les gaines et les composants ainsi que changer les filtres avant réception.

F.3 Contrôle de fonctionnement

- F.3.1 La mise en service de l'installation précède la réception. Le contrôle de fonctionnement consiste à vérifier le statut opérationnel de l'installation. Il faut être particulièrement attentif aux aspects touchant à la sécurité.
- F.3.2 Le contrôle de fonctionnement des composants consiste à vérifier si les divers éléments (filtre, ventilateur, réchauffeur d'air, refroidisseur d'air, humidificateur, clapet coupe-feu, etc.) sont montés correctement et fonctionnent efficacement.
- F.3.3 Le contrôle de fonctionnement des organes de commande et de régulation doit montrer que les fonctions de commande et de régulation opèrent correctement dans toutes les conditions d'exploitation.

Le contrôle des commandes s'effectue en vérifiant le fonctionnement des commutateurs, des minuteries, des commandes à distance et des relais temporisés. Après ce contrôle vient l'inspection des dispositifs de sécurité (commutateur de révision, commutateur de secours, limiteurs, protection contre le gel, disjoncteurs des moteurs, clapets coupe-feu, etc.).

Le contrôle des fonctions de réglage comprend le contrôle des valeurs de consigne et des valeurs limites, la position de base des organes asservis à l'arrêt de l'installation, le fonctionnement correct des organes de réglage et leurs séquences.

- F.3.4 Le contrôle de la régulation et l'enregistrement du comportement de l'installation doivent faire l'objet d'une convention particulière entre le mandant et le concepteur de l'installation ou l'entrepreneur.

F.4 Mesures de fonctionnement

- F.4.1 Les mesures de fonctionnement visent à apporter la preuve que chaque composant ainsi que l'installation dans son ensemble possèdent les caractéristiques convenues.
- F.4.2 Dans la majorité des cas, les mesures de fonctionnement ne peuvent pas être effectuées dans les conditions prévues lors de leur dimensionnement. Il est donc toujours nécessaire d'enregistrer les conditions climatiques extérieures régnant pendant les mesures de fonctionnement. Pour les mesures dépendantes d'une charge, on maintiendra autant que possible un fonctionnement stationnaire. Les mesures de fonctionnement sont effectuées toutes portes et fenêtres fermées.
- F.4.3 Les conditions de réception sont réputées remplies dès lors que les valeurs mesurées satisfont aux valeurs convenues, dans la limite des tolérances. Si aucune valeur n'a été spécifiée, on se référera aux exigences définies selon SN EN 12599, dont les tolérances figurent au tableau 27. Toutes les conditions convenues doivent être respectées simultanément.

Tableau 27 Tolérances des grandeurs mesurées

Grandeur mesurée	Tolérance par rapport à la valeur de consigne	Tolérance	
		relative	absolue
Débit d'air			
– dans le local	± 15 %	x	
– dans chaque installation et dans chaque gaine principale	± 10 %	x	
Température de l'air fourni	± 1,0 K		x
Température de l'air intérieur	± 1,0 K		x
Vitesse de l'air dans le local ($v_{50\%}$)	± 15 %	x	
Humidité relative de l'air intérieur	± 15 %	x	
Pression différentielle	± 10 %	x	
Énergie électrique consommée	± 5 %	x	
Puissance électrique consommée	± 10 %	x	
Tension électrique	± 5 %	x	
Température de l'eau	± 1,0 K		x
Débit massique des fluides	± 10 %	x	
Production de chaud et de froid	± 15 %	x	
Niveau acoustique continu équivalent et niveau d'évaluation	1)		x

- 1) Les dispositions définies selon SIA 181 s'appliquent (chiffres complets, aucune tolérance, répétitivité des mesures jusqu'à l'obtention de valeurs fiables)

Exemple: Valeur de consigne pour l'humidité de l'air intérieur = 40 % h.r.
 Tolérance relative par rapport à la valeur de consigne $\pm 15\%$
 Plage de tolérance 34 % à 46 % h.r.
 Les conditions de réception sont remplies si la valeur mesurée est comprise entre 34 % et 46 % h.r.

- F.4.4 Les tolérances indiquées au tableau 27 incluent la marge de tolérance par rapport à la valeur de consigne et toutes les erreurs de mesure, y compris les erreurs de conversion et d'affichage. En clair, toutes les valeurs mesurées doivent être comprises dans la marge de tolérance indiquée.
- F.4.5 Les valeurs de consigne valables dans le local doivent être respectées dans toute la zone de séjour selon 2.2.2. Les valeurs déterminantes sont les moyennes établies sur cinq minutes pendant un fonctionnement stationnaire. Voir SN EN 12599 et SN EN 13182 pour les détails.
- F.4.6 Sauf convention particulière, les mesures de fonctionnement sont effectuées dans des locaux non occupés, mais avec les charges thermiques convenues.
- F.4.7 Les conditions relatives aux débits d'air et aux pressions différentielles doivent être respectées lorsque les filtres sont propres. On admet un écart supplémentaire de 10 % au maximum lorsque les filtres sont chargés.

F.5 Premier contrôle d'hygiène

- F.5.1 Le premier contrôle d'hygiène doit avoir lieu dans les trois mois après le nettoyage final de chantier.
- F.5.2 Il est effectué conformément aux spécifications définies selon SICC VA104-01:
- conception,
 - installation,
 - accès de service pour l'entretien,
 - intersections par rapport aux autres réseaux de distribution.

F.6 Documents de réception

La documentation de réception comprend trois parties:

- Documents de remise: procès-verbal avec mention de la date de réception et des personnes présentes lors de la réception. Indications concernant les instructions d'exploitation et de maintenance, les réserves, la prescription de la garantie, et les arrangements financiers.
- Liste de défauts: les défauts encore à corriger sont indiqués avec mention du responsable, du délai et du responsable de la vérification.
- Aide-mémoire confirmant que les procès-verbaux suivants ont été établis et contrôlés: contrôle de bon achèvement, contrôle de fonctionnement, mesures de fonctionnement, premier contrôle d'hygiène.

Annexe G (informative)

Listes de contrôle

G.1 Conception du bâtiment

- G.1.1 Mandater un ingénieur en technique du bâtiment aussi tôt que possible
- G.1.2 Contacter aussi tôt que possible les autorités compétentes
- G.1.3 Optimiser la forme et l'orientation du bâtiment ainsi que le gabarit des fenêtres
- G.1.4 Veiller à ce que l'enveloppe du bâtiment soit bien isolée et bien étanche
- G.1.5 Placer les prises d'air et les sorties d'air de manière appropriée
- G.1.6 Concevoir une construction à grande inertie thermique
- G.1.7 Sélectionner des matériaux et des équipements éco-compatibles
- G.1.8 Installer une protection efficace contre le soleil
- G.1.9 Réduire les charges internes de pollution, d'humidité et de chaleur
- G.1.10 Séparer l'ouvrage en zones d'affectation en fonction des différences d'utilisation et d'exigences
- G.1.11 Définir de manière univoque le plan de protection anti-incendie
- G.1.12 Définir clairement les mesures de confort acoustique et les mesures de protection anti-bruit
- G.1.13 Préconfigurer la disposition et l'encombrement des installations techniques
- G.1.14 Définir un concept d'éclairage
- G.1.15 Utiliser la lumière diurne

G.2 Conception de l'installation de ventilation ou de climatisation

- G.2.1 Définir clairement par écrit les conditions et les garanties requises
- G.2.2 Réguler le débit d'air neuf à la demande lorsque l'utilisation du bâtiment est variable
- G.2.3 Calculer les besoins en chaleur et en refroidissement
- G.2.4 Répertorier et analyser de façon critique les sources de chaleur internes
- G.2.5 Réduire le plus possible les apports de chaleur, de pollution et d'humidité, si possible par évacuation directe
- G.2.6 Définir la circulation de l'air dans le local
- G.2.7 Utiliser les possibilités de refroidissement naturel
- G.2.8 Récupérer la chaleur et utiliser la chaleur perdue
- G.2.9 Analyser les incidences des différents modes d'utilisation sur la conception et l'exploitation
- G.2.10 Étudier les options de puits canadiens
- G.2.11 Étudier les options de géothermie
- G.2.12 Opter pour un système à circuit à eau lorsque les apports thermiques sont importants
- G.2.13 Observer les exigences se rapportant au confort acoustique et à la protection contre le bruit
- G.2.14 Organiser le monitoring du fonctionnement et de la consommation énergétique de l'installation
- G.2.15 Mettre sur pied un programme de contrôle et de nettoyage de l'installation

G.3 Conception des composants

- G.3.1 Réduire autant que possible la consommation d'énergie pour le transport de l'air
- G.3.2 Sélectionner les ventilateurs à haut rendement
- G.3.3 Analyser le potentiel de récupération de chaleur
- G.3.4 Déterminer si une humidification artificielle est nécessaire
- G.3.5 Déterminer si un refroidissement artificiel est nécessaire
- G.3.6 Régler la température de l'eau de refroidissement à une température aussi élevée que possible
- G.3.7 Isoler les conduites de frigorigène et d'eau froide contre la condensation et les pertes thermiques

- G.3.8 Aménager des possibilités de contrôle et de nettoyage des gaines et des composants
- G.3.9 Prévoir des gaines et des conditionneurs d'air étanches à l'air
- G.3.10 Limiter les émissions de bruit

G.4 Exploitation

- G.4.1 Suivre la consigne de température de l'air correspondant à l'utilisation des locaux
- G.4.2 Suivre la consigne d'humidification de l'air correspondant à l'utilisation des locaux
- G.4.3 Définir un mode et un horaire d'exploitation modulable à la demande
- G.4.4 Asservir les protections solaires à une régulation situationnelle en hiver et en été
- G.4.5 Prévenir les charges thermiques inutiles en été
- G.4.6 Contrôler régulièrement et assurer la maintenance des installations (filtres, moteurs, capteurs, propreté)
- G.4.7 Dresser une comptabilité énergétique
- G.4.8 Contrôler régulièrement l'état hygiénique des installations
- G.4.9 Optimiser techniquement les installations en fonction des conditions et des exigences effectives

Organisations représentées dans la commission SIA 382

Empa	Laboratoire fédéral d'essais des matériaux et de recherche
EnFK	Conférence des services cantonaux de l'énergie
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
HES-SO	Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale
HEV	Hauseigentümerverband Schweiz
HSLU	Hochschule Luzern – Technik & Architektur
KBOB	Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
seco	Secrétariat d'État à l'économie
SIA KGE	Commission SIA pour les normes des installations dans le bâtiment et de l'énergie
SICC	Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment
suissetec	Association suisse et liechtensteinoise de la technique du bâtiment
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Commission SIA 382, Installations de ventilation et de climatisation

		Représentant de
Président	Kurt Hildebrand, Islisberg	SIA KGE, HSLU (membre SIA)
Membres	Thomas Ammann, Zurich	HEV
	Roman Arpagaus, Berne	KBOB
	Michel Bonvin, Sion	HES-SO
	Viktor Dorer, Dübendorf	Empa
	Thomas Frank, Uster	SIA 180 (membre SIA)
	Christoph Gmür, Zurich	EnFK (membre SIA)
	Peter Hartmann, Effretikon	SIA 384 (membre SIA)
	Heinrich Huber, Muttenz	Minergie, FHNW (membre SIA)
	Beat Kegel, Zurich	Concepteur
	Martin Lenzlinger, Zurich	SIA KGE (membre SIA)
	Andreas Matthäei, Erlenbach (jusqu'à 1/2011)	Concepteur, suissetec (membre SIA)
	Martin Ménard, Zurich	SIA KGE, concepteur
	Christian Monn, Zurich	seco
	Martin Neuenschwander, Liestal	EnFK
	Stephan Schläppi, Wetzikon (à partir de 2/2011)	Concepteur, suissetec
	Urs Steinemann, Wollerau	Concepteur (membre SIA)
	Frank Tillenkamp, Winterthur	ZHAW
	Michael Wagner, Lucerne	Concepteur, SICC (membre SIA)
	Gerhard Zweifel, Honau	SIA KGE, HSLU (membre SIA)
Secrétariat	Urs Steinemann, Wollerau	

Adoption et validité

La Commission centrale des normes de la SIA a adopté la présente norme SIA 382/1 le 19 novembre 2013.

Elle est valable à partir du 1^{er} juillet 2014.

Elle remplace l'édition 2007.

Copyright © 2014 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie intégrale ou partielle (photocopie, microcopie, CD-ROM, etc.), d'enregistrement sur ordinateur et de traduction sont réservés.