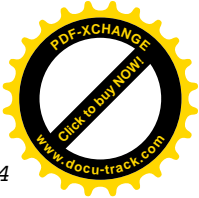
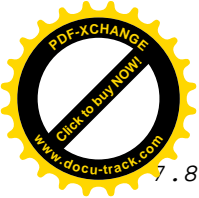




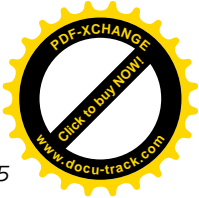
MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONSOMMATION
D'ÉNERGIE PRIMAIRE DES BATIMENTS RESIDENTIELS

Table des matières

1	Références normatives.....	5
2	Définitions.....	7
3	Symboles, abréviations et indices.....	10
3.1	SYMBOLES ET ABREVIATIONS	10
3.2	INDICES	11
4	Structure de la méthode.....	13
5	Schématisation du bâtiment.....	14
5.1	PRINCIPE	14
5.2	SUBDIVISION DU BATIMENT	14
5.3	SUBDIVISION DU 'VOLUME PER' EN SECTEURS ENERGETIQUES.....	15
5.3.1	<i>PRINCIPE</i>	15
5.3.2	<i>DIVISION EN SECTEURS ENERGETIQUES</i>	15
5.3.3	<i>VOLUME ET SURFACES DES PAROIS D'UN SECTEUR ENERGETIQUE</i>	16
6	Niveau de consommation d'énergie primaire.....	17
7	Besoins nets en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire....	18
7.1	PRINCIPE	18
7.2	BESOINS MENSUELS NETS EN ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX PAR SECTEUR ENERGETIQUE ..	18
7.3	BESOINS MENSUELS NETS EN ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	18
7.4	DEPERDITIONS DE CHALEUR MENSUELLES PAR TRANSMISSION ET VENTILATION.....	20
7.4.1	<i>PRINCIPE</i>	20
7.4.2	<i>REGLE DE CALCUL</i>	20
7.5	GAINS DE CHALEUR MENSUELS PAR ENSOLEILLEMENT ET PAR PRODUCTION INTERNE DE CHALEUR.....	20
7.6	TAUX D'UTILISATION DES GAINS UTILES DES GAINS DE CHALEUR MENSUELS	21
7.7	COEFFICIENT DE DEPERDITIONS DE CHALEUR PAR TRANSMISSION	22
7.7.1	<i>PRINCIPE</i>	22
7.7.2	<i>REGLE DE CALCUL</i>	23
7.8	COEFFICIENT DE DEPERDITION DE CHALEUR PAR VENTILATION ET PAR IN/EXFILTRATION	24
7.8.1	<i>PRINCIPE</i>	24



7.8.2	REGLE DE CALCUL	24
7.8.3	DEBIT D'INFILTRATION ET D'EXFILTRATION	25
7.8.4	DEBIT DE VENTILATION VOLONTAIRE	26
7.8.5	SURVENTILATION POUR DES SYSTEMES DE VENTILATION A EXTRACTION MECANIQUE	26
7.9	GAINS DE CHALEUR INTERNES MENSUELS	26
7.9.1	PRINCIPE	26
7.9.2	REGLE DE CALCUL	26
7.10	GAINS SOLAIRES MENSUELS	27
7.10.1	PRINCIPE	27
7.10.2	REGLE DE CALCUL	27
7.10.3	GAINS SOLAIRES PAR UNE FENETRE	27
7.10.4	GAINS SOLAIRES PAR UN SYSTEME D'ENERGIE SOLAIRE PASSIVE NON VENTILE	30
8	Risque de surchauffe et refroidissement	33
8.1	PRINCIPE	33
8.2	DETERMINATION DE L'INDICATEUR DE SURCHAUFFE	34
8.3	PROBABILITE CONVENTIONNELLE QUE DU REFROIDISSEMENT ACTIF SOIT INSTALLE	36
8.4	REFROIDISSEMENT	36
9	Besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	38
9.1	PREAMBULE	38
9.2	BESOINS MENSUELS BRUTS EN ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE:	39
9.2.1	PRINCIPE	39
9.2.2	RENDEMENT MENSUEL MOYEN DU SYSTEME	39
9.3	BESOINS MENSUELS BRUTS EN ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE:	42
9.3.1	PRINCIPE	42
9.3.2	RENDEMENT DU SYSTEME POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	42
10	Consommation finale d'énergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement	45
10.1	PREAMBULE	45
10.2	CONSOMMATION FINALE MENSUELLE D'ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX	45
10.2.1	PRINCIPE	45
10.2.2	REGLE DE CALCUL	45
10.2.3	RENDEMENT DE PRODUCTION POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX	46
10.3	CONSOMMATION MENSUELLE D'ENERGIE POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	52
10.3.1	PRINCIPE	52
10.3.2	REGLE DE CALCUL	52
10.3.3	RENDEMENT DE PRODUCTION POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE	53
10.4	CONTRIBUTION ENERGETIQUE UTILE MENSUELLE D'UN SYSTEME D'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE	55



10.4.1	CHAUFFAGE DES LOCAUX ET EAU CHAUDE SANITAIRE	55
10.4.2	EAU CHAUDE SANITAIRE	56
10.5	CONSOMMATION D'ENERGIE MENSUELLE EQUIVALENTE POUR LE REFROIDISSEMENT	57
11	Consommation mensuelle d'énergie des auxiliaires	58
11.1	CONSOMMATION MENSUELLE D'ENERGIE POUR LES FONCTIONS AUXILIAIRES DE CHAUFFAGE	58
11.1.1	PRINCIPE	58
11.1.2	REGLE DE CALCUL POUR LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE DES AUXILIAIRES POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX	58
11.1.3	REGLE DE CALCUL DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DES VEILLEUSES	59
11.2	CONSOMMATION MENSUELLE D'ELECTRICITE DES VENTILATEURS	61
11.2.1	PRINCIPE	61
11.2.2	VENTILATEURS QUI SERVENT UNIQUEMENT POUR UNE VENTILATION VOLONTAIRE	61
11.2.3	VENTILATEURS QUI SERVENT AU CHAUFFAGE PAR AIR (EN COMBINAISON OU NON AVEC UNE VENTILATION VOLONTAIRE)	63
12	Production mensuelle d'électricité de systèmes d'énergie solaire photovoltaïque et de cogénération sur site	65
12.1	SYSTEMES D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	65
12.1.1	PRINCIPE	65
12.1.2	REGLE DE CALCUL	65
12.1.3	FACTEUR DE REDUCTION RF_{PV}	65
12.1.4	FACTEUR DE CORRECTION POUR L'OMBRAGE	66
12.2	COGENERATION	66
12.2.1	PRINCIPE	66
12.2.2	PRODUCTION D'ELECTRICITE	66
13	Consommation d'énergie primaire	68
13.1	PREAMBULE	68
13.2	LA CONSOMMATION CARACTERISTIQUE ANNUELLE D'ENERGIE PRIMAIRE	68
13.3	LA CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX	68
13.4	LA CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LA PREPARATION D'EAU CHAUDE SANITAIRE	69
13.5	LA CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE DES AUXILIAIRES	69
13.6	LA CONSOMMATION EQUIVALENTE D'ENERGIE PRIMAIRE POUR LE REFROIDISSEMENT	69
13.7	L'ECONOMIE D'ENERGIE PRIMAIRE DES SYSTEMES D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR SITE	70
13.8	L'ECONOMIE D'ENERGIE PRIMAIRE RESULTANT D'UNE INSTALLATION DE COGENERATION SUR SITE	70
	Annexe A: Traitement des espaces contigus non chauffés	71
	Annexe B: Le débit de ventilation volontaire	73
	Annexe C: L'ensoleillement mensuel	86
	Annexe D: Le rendement d'émission	93
	Annexe E: Les déperditions de distribution	99
	Annexe F: Rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur de différents combustibles	104





MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DES BATIMENTS RESIDENTIELS

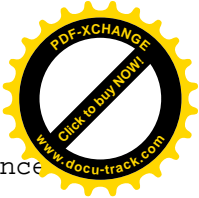
Avant-propos

La présente annexe décrit la méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E) d'un bâtiment résidentiel. Le niveau E tient compte à la fois du bâtiment et des installations de chauffage, de ventilation, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement ainsi que de l'utilisation d'une énergie durable. Cette combinaison de possibilités constructives, de choix au niveau des techniques d'installation et de production d'énergie durable permet à l'auteur de projet d'adopter les moyens les plus appropriés pour satisfaire aux exigences imposées.

1 Références normatives

La présente annexe II, de même que l'annexe III (Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et bâtiments scolaires) du présent arrêté reprennent des dispositions des normes suivantes, ou y renvoient directement ou indirectement:

EN ISO 13790	Thermal performance of buildings. Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832).
EN ISO 6946	Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method.
EN ISO 10211-1	Thermal bridges in building constructions. Heat flows and surface temperatures. Part 1: General calculation methods.
EN ISO 10211-2	Thermal bridges in building constructions. Calculation of heat flows and surface temperatures. Part 2: linear thermal bridges
EN ISO 14683	Thermal bridges in building constructions. Linear thermal transmittance. Simplified methods and default values.
EN ISO 13789	Thermal performance of buildings. Transmission heat loss coefficient. Calculation method.
EN ISO 13370	Thermal performance of buildings. Heat transfer via the ground. Calculation methods.
EN ISO 10077-1	Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 1: simplified method.
prEN ISO 10077-2	Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 2: numerical method for frames.
EN 12412-2	Thermal performance of windows, doors and shutters. Determination of thermal transmittance by hot box method. Part 2: frames.
EN 13141-1	Ventilation for buildings. Performance testing of components/products for residential ventilation. Part 1: Performance testing of external and internal mounted air transfer devices.
EN 13363-1	Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance. Part 1: Simplified method.
prEN 13363-2	Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance. Part 2: reference calculation method.
prEN 13947	Thermal performances of curtain walling. Calculation of thermal transmittance. Simplified method.
NBN EN 13829	Thermal insulation - Determination of building air-tightness. Fan pressurization method.

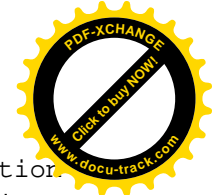


EN 673	Glass in buildings. Determination of thermal transmittance (U-value). Calculation method.
EN 410	Glass in buildings. Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing characteristics.
EN 14511	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrical driven compressors for space heating and cooling
EN 12831	Heating systems in buildings. Method for the calculation of the design heat load.
ISO 15099	Thermal performance of windows, doors and shading devices. Detailed calculations.
EN IEC 60904-1	Photovoltaic devices. Part 1: measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN D 50-001	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation.
NBN B 62-002	Calcul des coefficients de transmission thermique des parois des bâtiments.
NBN B 62-002/A1	Calcul des coefficients de transmission thermique des parois des bâtiments. Addendum (2ème édition).
EN 308	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices.
ARI Standard 560	Absorption water chilling and water heating packages.
NBN EN IEC 60034-1	Machines électriques tournantes. Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.
EN 14134	Performance testing and installation checks of residential ventilation systems
EN ISO 12241	Thermal insulation for building equipment and industrial installations -- Calculation rules



2 Définitions

- **Bâtiment résidentiel**: bâtiment destiné au logement individuel ou collectif avec occupation permanente ou temporaire.
- **Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux** : énergie transmise au système de distribution (ou au système de stockage) de chaleur destinée au chauffage des locaux par l'installation de production de chaleur destinée au chauffage.
- **Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire**: énergie transmise au système de distribution d'eau chaude sanitaire par l'installation de production de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire.
- **Besoins nets en énergie pour le chauffage**: énergie qui serait nécessaire pour maintenir le volume protégé à température intérieure pendant une certaine période (en l'occurrence 1 mois dans la présente annexe) en cas d'utilisation d'une installation avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
- **Besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire**: énergie qui serait nécessaire pour amener l'eau chaude sanitaire à la température souhaitée pendant une certaine période (en l'occurrence 1 mois dans la présente annexe) en cas d'utilisation d'une installation avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
- **Chauffage central**: installation de chauffage où un fluide caloporteur transporte la chaleur produite à plus d'un espace à l'intérieur du volume protégé.
- **Chauffage collectif**: installation destinée au chauffage de plus d'une unité d'habitation ou plus d'un bâtiment résidentiel.
- **Chauffage local**: installation de chauffage où la chaleur est émise dans l'espace où elle est produite.
- **Paroi extérieure**: construction ou partie de construction qui constitue la séparation entre le volume protégé et l'air extérieur, le sol ou l'eau.
- **Paroi intérieure**: construction ou partie de construction qui sépare le volume protégé et un espace contigu chauffé ou non.
- **Coefficient de déperdition de chaleur par transmission**: déperditions de chaleur par transmission à travers un ensemble de parois pour une différence de température de 1 Kelvin entre les ambiances qu'elles séparent.
- **Coefficient de déperditions de chaleur par ventilation**: déperditions de chaleur pour une différence de température de 1 Kelvin résultant du réchauffement du débit d'air qui pénètre dans le volume protégé par ventilation et par infiltration par unité de temps.
- **Coefficient de performance (COP)**: rapport entre la puissance de chauffe et la puissance absorbée d'une pompe à chaleur (coefficient of performance).
- **Coefficient de performance saisonnière**: rapport entre la chaleur émise et l'énergie consommée avec une pompe à chaleur pendant une certaine période.
- **Coefficient de transmission thermique**: transmission thermique à travers un élément de construction plan, par unité de surface, unité de temps et unité de différence de température, entre les ambiances des deux côtés de l'élément. Les ponts thermiques linéaires sont caractérisés par un coefficient de transmission thermique linéaire, et les ponts thermiques ponctuels le sont par un coefficient de transmission thermique ponctuelle. Ces deux grandeurs indiquent la quantité de chaleur supplémentaire perdue par unité de temps et unité de différence de température à travers un mètre courant de pont thermique linéaire ou un pont thermique ponctuel en comparaison de la transmission de chaleur à travers une construction plane de référence ne présentant pas de ponts thermiques.
- **Cogénération (PCCE - production combinée de chaleur et d'électricité)**: production combinée d'électricité et de chaleur pour laquelle la fourniture de chaleur reste limitée aux bâtiments de la même parcelle et la chaleur totale à fournir par l'installation peut être établie sans équivoque.

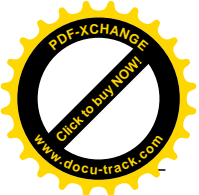


Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire: consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement (fictif), les auxiliaires ainsi que l'éclairage dans le cas des bureaux et des écoles, calculée selon la méthode décrite dans la présente annexe pour les bâtiments résidentiels et dans l'annexe III au présent arrêté pour les immeubles de bureaux et les écoles. L'économie d'énergie primaire procurée par l'électricité auto produite à l'aide d'un système photovoltaïque ou d'une installation de cogénération est décomptée.

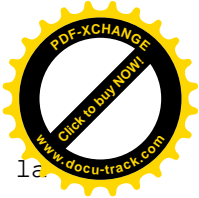
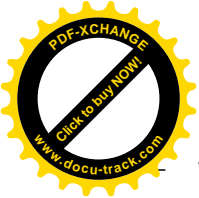
- **Consommation d'énergie pour le chauffage:** énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour le chauffage, y compris l'énergie des auxiliaires nécessaires au fonctionnement de l'installation.
- **Consommation d'énergie pour l'eau chaude sanitaire:** énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire.
- **Débit de ventilation:** quantité d'air extérieur amenée par ventilation par unité de temps.
- **Débit d'infiltration/exfiltration:** quantité d'air extérieur qui pénètre par infiltration dans le volume protégé ou dans un secteur énergétique par unité de temps.
- **Déperditions de chaleur par transmission:** déperditions de chaleur résultant de la transmission de chaleur.
- **Déperditions de chaleur par ventilation:** déperditions de chaleur résultant du réchauffement du débit de ventilation et d'infiltration dans le volume protégé jusqu'à obtention de la température intérieure imposée par l'annexe.
- **Déperditions de chaleur:** quantité de chaleur que perd en moyenne le volume protégé par unité de temps.
- **Espace contigu chauffé:** espace contigu situé à l'intérieur d'un volume protégé. Pour la détermination de la performance énergétique, on suppose qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec ce genre d'espaces. On peut distinguer 3 contextes différents:
 - Espace chauffé contigu au volume protégé considéré. Par exemple un espace situé à l'intérieur du volume protégé d'un bâtiment existant sur une parcelle attenante ou à l'intérieur du volume protégé d'une partie de bâtiment existante sur la même parcelle. Ce dernier cas peut s'appliquer, par exemple, lors de l'agrandissement d'un bâtiment.
 - Espace chauffé contigu au 'volume PE' considéré. Par exemple:
 - un espace situé dans un 'volume PE' contigu (à l'intérieur du même volume protégé);
 - ou un autre espace (auquel aucune exigence de performance énergétique n'est imposée) situé à l'intérieur du même volume protégé (par exemple une cage d'escalier commune dans un immeuble à appartements...);
 - ou encore un espace situé dans un volume protégé adjacent.
 - Espace chauffé contigu au secteur énergétique considéré. Par exemple:
 - un espace situé dans un secteur énergétique contigu (à l'intérieur du même 'volume PE');
 - ou un espace situé dans un 'volume PE' contigu;
 - ou un autre espace situé à l'intérieur du même volume protégé;
 - ou encore un espace situé dans un volume protégé adjacent.

REMARQUE: voir également 5.2 en ce qui concerne les conventions relatives aux espaces situés dans des bâtiments ou parties de bâtiments existants adjacents.

- **Espace contigu non chauffé:** espace contigu situé en-dehors d'un volume protégé et qui est non chauffé.
- **Facteur solaire d'un vitrage:** rapport entre le flux d'ensoleillement qui pénètre par un vitrage et le flux d'ensoleillement qui frappe le vitrage. Le facteur solaire inclut aussi bien la transmission directe et diffuse que les gains indirects résultant de l'absorption du flux d'ensoleillement. La comparaison entre systèmes de vitrage utilise le rayonnement direct sur une surface perpendiculaire aux rayons du soleil pour des raisons de technique de mesure.



- **Fenêtre:** paroi (partiellement) translucide.
- **Fluide caloporteur:** liquide ou gaz avec lequel de l'énergie thermique est déplacée d'un endroit à un autre, par exemple l'eau dans un circuit de radiateurs ou une solution antigel dans l'échangeur de chaleur d'une pompe à chaleur.
- **Fourniture de chaleur par des tiers:** fourniture de chaleur qui n'est pas produite sur la même parcelle.
- **Gains de chaleur:** somme des gains solaires qui pénètrent dans le volume protégé par les parois transparentes/translucides et de la production interne de chaleur.
- **Niveau de consommation d'énergie primaire:** rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du volume protégé et une consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence, multiplié par 100.
- **Opaque:** qui s'oppose au passage des rayons du soleil (antonyme de 'transparent/translucide')
- **Perméabilité caractéristique à l'air:** débit d'air pour une différence de pression de 50 Pa, déduit de la courbe caractéristique pression / débit du bâtiment résidentiel considéré ou calculé suivant la méthode par défaut indiquée dans le présent règlement.
- **Production de chaleur interne:** chaleur dégagée par les personnes, l'éclairage, les ventilateurs, les pompes et tous les autres appareils à l'intérieur du volume protégé.
- **Rendement à charge partielle:** rendement de production d'une installation à charge partielle.
- **Rendement à pleine charge:** rendement de production d'une installation de production de chaleur à la puissance nominale.
- **Rendement de distribution:** fraction de la chaleur ou du froid produit, effectivement fournie aux éléments de chauffage. Si, dans le cas d'une production sur site, l'appareil de production ne se trouve pas dans le bâtiment, le rendement de distribution inclut également les déperditions de chaleur des conduites entre l'endroit de production et le bâtiment.
- **Rendement de production:** rapport entre la chaleur fournie par un appareil producteur de chaleur et l'énergie utilisée.
- **Rendement du système:** fraction de la chaleur utile produite effectivement utilisée. Le rendement du système est subdivisé en rendement de distribution et rendement d'émission.
- **Rendement d'un système d'énergie solaire thermique:** rapport entre la contribution énergétique mensuelle utile et l'énergie que le soleil fournit chaque mois au système.
- **Secteur énergétique:** partie du volume protégé dotée d'installations techniques homogènes. Les bâtiments résidentiels comportent, dans la plupart des cas, un seul secteur énergétique qui correspond au volume protégé.
- **Surface d'utilisation:** la surface au sol, déterminée tel que prescrit au chapitre 2 de l'annexe III au présent arrêté.
- **Système d'énergie solaire photovoltaïque:** dispositif qui capte l'énergie solaire et la transforme en électricité.
- **Système d'énergie solaire thermique:** dispositif qui capte l'énergie solaire et la convertit en chaleur.
- **Taux d'utilisation des gains de chaleur:** fraction des gains de chaleur procurés par l'ensoleillement et les sources internes, qui réduit les besoins nets en énergie pour le chauffage du volume protégé.
- **Température extérieure:** température moyenne de l'air extérieur mesurée sur une période donnée, en l'occurrence 1 mois dans la présente annexe.
- **Transparent/translucide :** qui laisse passer en tout ou en partie les rayons du soleil. (antonyme de opaque)
 - Transparent : qui permet de distinguer avec netteté les objets vus au travers.
 - Translucide : qui ne permet pas de distinguer avec netteté les objets.
- **Ventilation mécanique:** ventilation réalisée par un ou plusieurs ventilateurs.

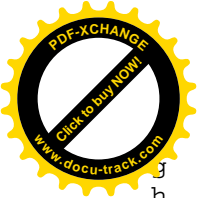


- **Ventilation naturelle:** ventilation réalisée sous l'effet du vent et de la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur.
- **Volume PE:** un bâtiment ou une partie de bâtiment dont la performance énergétique est évaluée. On distingue 2 types:
 - Volume PER: une habitation ou une unité d'habitation dont la performance énergétique est évaluée selon la présente annexe.
 - Volume PEN : un bâtiment ou une partie de bâtiment de type bureaux ou école dont la performance énergétique est déterminée selon l'annexe III au présent arrêté (Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire dans les immeubles de bureaux et bâtiment scolaires)
- **Volume protégé:** volume de tous les espaces d'un bâtiment qui est protégé, du point de vue thermique, de l'environnement extérieur (air ou eau), du sol et de tous les espaces contigus qui ne font pas partie d'un volume protégé.
- **Zone de ventilation:** partie fermée d'un bâtiment, dotée d'un système indépendant de ventilation.

3 Symboles, abréviations et indices

3.1 Symboles et abréviations

Symbole	Signification	Unités
A	surface (projetée)	m ²
A	air	
AOR	espace contigu non chauffé	
B	largeur	m
B	fluide antigel (brine)	
C	compacité	m
C	capacité thermique effective	J/K
COP	coefficient de performance d'une pompe à chaleur ou d'une machine frigorifique (coefficient of performance)	-
E	consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	MJ
E	niveau de la consommation d'énergie primaire	-
F	facteur (de réduction)	-
H	coefficient de déperdition de chaleur	W/K
I	ensoleillement	MJ/m ²
I	indicateur (pour la surchauffe)	Kh
L	coefficient de déperdition de chaleur	W/K
P	périmètre	m
P	puissance	W
P	pression	Pa
Q	quantité de chaleur ou d'énergie	MJ
R	résistance thermique	m ² .K/W
RF	facteur de réduction	-
SPF	coefficient de performance saisonnière	-
U	Tension	V
U	coefficient de transmission thermique	W/(m ² .K)
V	Volume	m ³
∇	débit d'air, débit de ventilation	m ³ /h
W	quantité d'électricité	kWh
W	eau	
a	coefficient, paramètre numérique, facteur d'utilisation	-
b	coefficient, paramètre numérique	-
c	facteur de correction	-
c	chaleur spécifique	J/(kg.K)
c	coefficient	-
d	épaisseur	m
f	facteur	-

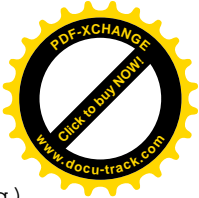
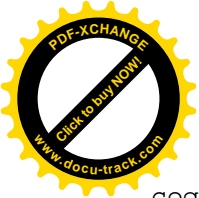


g	facteur solaire	-
h	hauteur	m
l	longueur	m
m	facteur de multiplication	-
m	mois	-
n	taux de ventilation	h ⁻¹
q	flux de chaleur	W/m ²
r	facteur de réduction, facteur de correction	-
t	temps, pas de temps	s
z	profondeur	m
α	coefficient d'absorption	-
α_h	angle d'obstacle	degrés
α_v	angles de saillie	degrés
α_{sL}, α_{sR}		
γ	rapport gains-déperditions	-
η	rendement	-
λ	rapport gains-déperditions, conductivité thermique	- , W/(m.K)
ω	angle horaire	degrés
θ	Température	°C
Φ	flux de chaleur, puissance	W
ρ	masse volumique	kg/m ³
τ	constante de temps	s
Ψ	coefficient de transmission thermique linéaire	W/(m.K)
χ	angle d'incidence	degrés
χ	coefficient de transmission thermique ponctuelle	W/K

3.2 Indices

< signifie : dérivé de

a	année	k	nombre ordinal
abs	en absence	kitchen	cuisine
adj	réglage (<adjustment)	L	déperditions de chaleur (transmission + ventilation) (< loss)
AHU	caisson de traitement d'air (< air handling unit)	l	linéaire
al	couche d'air	leak	Fuite, défaut d'étanchéité
all	tous	light	éclairage
ann	annuel	m	nombre
annih	annihilation	m	mensuel (sur base mensuelle)
app	appareil	max	maximal
artif	artificiel	meas	mesuré
artif	zone d'éclairage artificiel	mech	mécanique
area			
as	système d'énergie solaire active (< active solar)	min	minimal
aux	(énergie) auxiliaire	mod	modulant
ave	moyen	n	nombre
b	eau dans chaudière	nat	naturel
bath	salle de bains	net	net
bf	sous-sol	night	nuit
boiler	chaudière	nom	nominal
bw	mur de cave	npref	non préférentiel
c	protection solaire	on	sous tension
calc	calculé	oper	en service
char	caractéristique	out	hors tension
circ	circulation, conduite de	over	surventilation



cogen	circulation	overh	surchauffe (< overheating)
cons	cogénération	p	panneau
cool	consommation	p	primaire
ctrl	refroidissement	pref	préférentiel
cw	contrôle	preh	préchauffage
D	mur-rideau	pres	présent
D	vers air extérieur et eau	prim	primaire
day	porte	ps	système d'énergie solaire
	jour		passive
dayl	lumière du jour	pumps	pompes
dayl area	zone de lumière du jour	pv	photovoltaïque (< photovoltaic)
dedic	volontaire	r	nombre
def	par défaut	r	rayonnement
demand	demande en énergie	rad	radiateur
depth	profondeur	real	réel
design	conception	red, reduc	réduction
dh	fourniture de chaleur	ref	référence
	externe (<district heating)		
dif	diffus	refl	réflexion
dir	direct	req	exigé
distr	distribution	return	retour
duct	gaine	rm	(par) espace
e	extérieur, externe	RTO (OAR)	bouche d'alimentation
			réglable
eb	température extérieure de	s	soleil, ensoleillement
	base		
eff	effectif	s	par le sol (< soil)
elec	électrique	se	flux de chaleur sortant de la construction
em	émission (< emission)	sec	secteur énergétique
En	énergie	setpoint	Point de consigne
PER	'volume PER'		
equiv	équivalent	sh+wh	chauffage de l'air ambiant et de l'eau (< space heating + water heating)
excess	excédentaire	shad	ombragé (< shaded)
Exh	bouche d'évacuation	si	flux de chaleur entrant dans la construction
extr	extraction	sink	évier
f	utilisation	stack	gaine d'extraction
F	profilé de fenêtre	stor	stockage
fans	ventilateurs	supply	amenée, insuflation
final	consommation finale	switch	commutation
fitting	armature	sys	système (d'installation)
f	plancher (< floor)	T	transmission
fl.h	chauffage par le sol	t	transparent
g	vitrage (< glazing)	test	en conditions d'essai
g	gains (de chaleur)(< gain)	th	thermique
g	Sol	thresh	valeur de seuil (< threshold)
gen	production	tubing	tuyauterie
gross	brut	U	espace contigu non chauffé (< unheated)
h	rayonnement hémisphérique	unshad	non ombragé (< unshaded)
heat	chauffage (de l'espace)	util	utilisation
hr	récupération de chaleur	V	ventilation
	(heat recovery)		
hor	horizontal	vent	ventilation
HP	pompe à chaleur (< heat pump)	vert	vertical
horshad	ombrage par l'horizon (< horizon shading)	w	fenêtre (< window)



lum	humidification	wall	façade
i	interne, ordinal	wall.h	chauffage mural
i	partie opaque	water	eau chaude sanitaire
in	entrant	wC	avec protection solaire (< with curtain)
in/exfilt	in/exfiltration	well	source
instal	installé	woC	sans protection solaire (< without curtain)
int	intérieur	ws	combinaison fenêtre & volet
insul	isolation (< insulation)	x	vide sanitaire ou cave
j	nombre ordinal	z	nombre ordinal

4 Structure de la méthode

La détermination de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire et du niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E) s'effectue en plusieurs étapes.

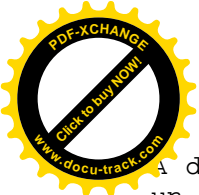
Dans une première étape, on calcule les besoins énergétiques mensuels nets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Ce calcul fait intervenir les déperditions par transmission, les déperditions par ventilation, les gains solaires, les gains de chaleur internes et la consommation d'eau chaude sanitaire. Les risques de surchauffe font l'objet d'un contrôle séparé.

Dans une deuxième étape, les besoins énergétiques mensuels nets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont convertis en besoins énergétiques mensuels bruts. Cette conversion s'effectue en divisant les besoins nets par le rendement de système, respectivement de l'installation de chauffage et de l'installation d'eau chaude sanitaire.

Dans une troisième étape, on détermine la consommation (finale) mensuelle d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Pour ce faire, on soustrait, le cas échéant, l'apport énergétique mensuel d'un système d'énergie solaire thermique des besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La différence ainsi obtenue est divisée par le rendement de production de l'installation de production de chaleur. Par ailleurs, on calcule aussi la consommation (finale) mensuelle d'énergie pour les fonctions auxiliaires et on détermine la consommation (finale) mensuelle d'énergie équivalente pour le refroidissement. Si de l'électricité est produite dans le bâtiment à l'aide d'un système d'énergie solaire photovoltaïque ou par cogénération, on calcule la production d'électricité caractéristique mensuelle.

Dans une quatrième étape, on calcule la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. Pour ce faire, on commence par multiplier chacune des consommations finales mensuelles d'énergie (pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et les fonctions auxiliaires) par le facteur de conversion pour l'énergie primaire de la source d'énergie correspondante pour obtenir les consommations d'énergie primaires mensuelles. En ce qui concerne l'énergie auto produite, on calcule l'économie d'énergie primaire réalisée dans les centrales électriques en effectuant la multiplication par le facteur de conversion d'application. On additionne ensuite les consommations caractéristiques mensuelles d'énergie primaire sur les 12 mois de l'année, moins l'économie caractéristique mensuelle d'énergie primaire procurée par l'électricité auto produite.

Dans une cinquième étape, on calcule, sur la base de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, du volume protégé et de la surface à travers laquelle se produisent des déperditions par transmission ($A_{T,E}$), le niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E).



A différentes étapes des calculs, on a le choix entre une 'approche simple' et un 'calcul plus détaillé'. L'approche simple repose sur des valeurs par défaut. Le calcul détaillé nécessite des données d'entrée supplémentaires et la fourniture d'informations par les entreprises.

5 Schématisation du bâtiment

5.1 Principe

La performance énergétique concerne souvent un sous-volume d'un bâtiment, selon, par exemple, que les espaces sont chauffés (et/ou refroidis) ou non, selon la destination des différentes parties et la présence éventuelle de plusieurs unités d'habitation. C'est pourquoi, pour déterminer la performance énergétique, on subdivise par convention le bâtiment en différentes parties. Chaque sous-volume qui doit satisfaire en soi à une exigence de performance énergétique relative à un bâtiment résidentiel, est appelé 'volume PER'. Au besoin, on procède à une subdivision supplémentaire en secteurs énergétiques pour pouvoir intégrer correctement différents types d'installations dans les calculs.

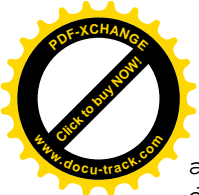
Remarque :

La subdivision de l'ensemble du bâtiment considéré pour la détermination de la performance énergétique peut différer de la division à réaliser éventuellement pour l'exigence, (les exigences) d'isolation thermique globale (destination industrielle ou non industrielle des différentes parties du bâtiment). Une autre subdivision peut encore s'appliquer pour la conception des dispositifs de ventilation (voir annexes VI et VII au présent arrêté): le cas échéant, il faut distinguer les parties de bâtiment à destination résidentielle des parties de bâtiment à destination non résidentielle.

5.2 Subdivision du bâtiment

On considère l'ensemble du bâtiment ou l'ensemble de l'extension (d'un bâtiment existant) et l'on procède successivement aux subdivisions suivantes:

- On définit le volume protégé (VP). Le VP doit comprendre au moins tous les espaces chauffés (et/ou refroidis) (en continu ou par intermittence) qui font partie du bâtiment considéré ou de l'extension envisagée.
- On divise le volume protégé, selon le cas, en 1 ou plusieurs parties ayant chacune une des destinations suivantes:
 - partie de bâtiment destinée au logement: les exigences en matière de performance énergétique pour les bâtiments résidentiels sont d'application;
 - destinations non résidentielles pour lesquelles les exigences en matière de performance énergétique sont d'application (voir annexe III au présent arrêté);
 - autres destinations: aucune exigence en matière de performance énergétique ne s'applique, sauf si on les considère comme un élément de 1 des 2 destinations précédentes.
- On considère la partie du volume protégé destinée à l'habitation. Au cas où cette partie dans son ensemble sert au logement individuel ou collectif (par exemple respectivement habitation unifamiliale ou maison de retraite), l'ensemble de cette partie sera décrite par la suite comme 'volume PER'. Ce 'volume PER' doit satisfaire à l'exigence en matière de performance énergétique imposée aux bâtiments résidentiels. Au cas où plus d'une unité d'habitation individuelle se trouve dans cette partie (par exemple appartements individuels dans un immeuble à



appartements), chaque unité d'habitation constitue en soi un 'volume PER' qui doit satisfaire à l'exigence en matière de performance énergétique imposée aux bâtiments résidentiels. Les parties collectives de ce genre d'immeuble (par exemple cage d'escalier et couloirs communs) ne sont pas prises en considération dans la détermination PE et ne doivent pas satisfaire à une exigence en matière de performance énergétique. (Mais d'autres exigences peuvent s'appliquer à ces parties collectives, par exemple des valeurs U maximum et la contribution au niveau K du bâtiment dans son ensemble).

Seule la consommation d'énergie d'un 'volume PER' est considérée dans la présente méthode de détermination. Si nécessaire ou si souhaité, on divise ce volume en plusieurs secteurs énergétiques tel que décrit au 5.3.

Remarque:

Les espaces du bâtiment considéré ou de l'extension considérée, qui ne sont pas repris dans le volume protégé, sont donc non chauffés par définition.

IMPORTANT:

Dans le cadre de cette réglementation, on peut toujours partir de l'hypothèse que tous les espaces des bâtiments adjacents existants sont des espaces chauffés (même si ce n'est pas nécessairement le cas physiquement).

Lors de la détermination de la performance énergétique, on suppose qu'aucun flux de chaleur n'a lieu à travers les parois mitoyennes avec des espaces contigus chauffés.

En dehors de ces parois mitoyennes avec des espaces contigus chauffés, on tient bien compte, dans la détermination de la performance énergétique, des flux par transmission à travers toutes les autres parois du volume protégé, **même si ces parties de l'enveloppe donnent sur une parcelle adjacente.**

5.3 Subdivision du 'volume PER' en secteurs énergétiques

5.3.1 Principe

Pour que différents espaces puissent former ensemble un secteur énergétique, ils doivent:

- appartenir à la même zone de ventilation
- être dotés du même type de système d'émission de chaleur (à moins que, dans le cas de chauffage central, l'on calcule avec le rendement d'émission le plus mauvais)
- et être chauffés par le même appareil producteur de chaleur (ou, le cas échéant, la même combinaison d'appareils producteurs de chaleur).

Cette subdivision formelle permet de calculer correctement l'incidence des différents rendements partiels.

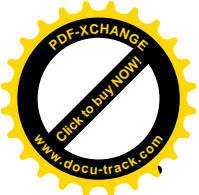
5.3.2 Division en secteurs énergétiques

Généralement, dans un 'volume PER', il n'y a qu'une seule installation de ventilation, tous les espaces individuels sont chauffés de la même façon et un seul appareil central produit la chaleur. Dans ces cas, il n'est pas nécessaire de subdiviser le 'volume PER' en secteurs énergétiques: l'ensemble du 'volume PER' constitue alors le seul secteur énergétique.

C'est uniquement quand plusieurs types d'installations sont présents (ce qui est beaucoup moins fréquent), qu'il faut effectuer une subdivision en secteurs énergétiques tel que décrit ci-dessous.

Les systèmes de ventilation sont subdivisés en 4 types différents (voir également les annexes VI et VII au présent arrêté):

- ventilation naturelle,



- ventilation mécanique simple flux par insufflation,
- ventilation mécanique simple flux par extraction,
 - ventilation mécanique double flux.

Si des installations de ventilation indépendantes sont présentes dans différentes parties fermées du 'volume PER', de type différent ou non selon la subdivision ci-dessus, chacune de ces parties constitue une zone de ventilation. Un secteur énergétique ne peut pas s'étendre sur différentes zones de ventilation. Il y a donc toujours au moins autant de secteurs énergétiques que de zones de ventilation.

Si on applique un chauffage local (par exemple chauffage à résistance électrique) dans un espace et que des éléments d'émission de chaleur d'un système de chauffage central y sont également présents, on ne tient pas compte du système de chauffage central présent dans cet espace pour la détermination de la performance énergétique: on s'intéresse uniquement aux caractéristiques du système local. Mais en présence de feux ouverts ou de poêles à bois, c'est quand même le système de chauffage central qui est pris en considération.

Si différents espaces du 'volume PER' sont chauffés de différentes façons (après application de la convention ci-dessus en matière de chauffage central et local combiné) de telle sorte que les différents systèmes tombent dans une autre catégorie du Tableau 6, il faut procéder à une subdivision en secteurs énergétiques. Mais cette subdivision n'est pas obligatoire en cas de chauffage central. Dans ce cas, il faut faire les calculs avec le rendement d'émission le plus mauvais du Tableau 6 dans tout le secteur énergétique et on ne peut plus opter pour la méthode de calcul détaillée selon l'annexe D.

Enfin, le fait que plusieurs générateurs de chaleur centraux fournissent séparément de la chaleur à différentes parties du 'volume PER' entraîne en principe une nouvelle subdivision en secteurs énergétiques. Mais cette subdivision n'est pas nécessaire si les générateurs de chaleur ont exactement le même rendement de production (par exemple dans le cas de l'utilisation de 2 chaudières de chauffage identiques pour différentes parties du 'volume PER'). (Les mêmes règles de subdivision s'appliquent également quand chaque partie du bâtiment est chauffée par une combinaison de générateurs de chaleur centraux connectés en parallèle, au lieu d'un seul appareil.)

Il est permis de subdiviser le 'volume PER' en un plus grand nombre de secteurs énergétiques, mais ce n'est pas obligatoire. Un plus grand nombre de secteurs énergétiques entraîne généralement davantage de travail de calcul (nécessité de données d'entrée supplémentaires), mais n'influence peu ou pas la valeur calculée de la consommation caractéristique annuelle d'énergie.

Si le 'volume PER' contient des espaces qui ne sont pas équipés d'un système d'émission de chaleur (par exemple W.-C., couloirs, rangements, espaces qui ne sont pas immédiatement utilisés comme des chambres à coucher...), ces espaces doivent être affectés à un secteur énergétique d'un espace contigu du même étage. Si aucun dispositif d'alimentation en air neuf n'est présent dans l'espace non chauffé considéré mais qu'il y a des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur depuis des espaces contigus (il s'agit par exemple d'un espace de passage ou d'extraction, ou d'un espace de rangement), on affecte l'espace aux secteurs (à 1 des secteurs) énergétique(s) contigu(s) d'où le local considéré est approvisionné en air fourni.

On détermine la consommation caractéristique annuelle et de référence d'énergie primaire du 'volume PER' selon la présente méthode de détermination.

5.3.3 Volume et surfaces des parois d'un secteur énergétique

Lors de la détermination du volume $V_{\text{sec } i}$ et des surfaces des parois (tous deux sur la base des dimensions extérieures), la limite entre deux secteurs énergétiques est formée par l'axe de la paroi intermédiaire.



6 Niveau de consommation d'énergie primaire

Le niveau de consommation d'énergie primaire du 'volume PER' est donné par le rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du 'volume PER' et une valeur de référence, multiplié par 100:

$$E = 100 \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons,ref}}} \quad (-)$$

avec:

- E le niveau de consommation d'énergie primaire du 'volume PER' (-);
- $E_{\text{char ann prim en cons}}$ la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du 'volume PER', calculée selon 13.2, en MJ;
- $E_{\text{char ann prim en cons,ref}}$ la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

La valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire est donnée par :

$$E_{\text{char ann prim en cons,ref}} = a_1 \times A_{T,E} + a_2 \times V_{\text{EPW}} + a_3 \times \dot{V}_{\text{dedic,ref}} \quad (\text{MJ})$$

où:

- a_1, a_2, a_3 constantes établies dans le texte principal du présent arrêté;
- $A_{T,E}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le 'volume PER' et à travers lesquelles des déperditions par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique¹ (voir également 5.2), en m²;
- V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m³;
- $\dot{V}_{\text{dedic,ref}}$ le débit de ventilation volontaire de référence dans le 'volume PER', en m³/h.

On a:

$$V_{\text{EPW}} = \sum_i V_{\text{sec}i} \quad (\text{m}^3)$$

et

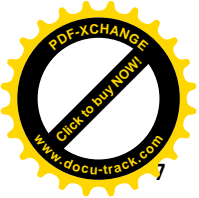
$$\dot{V}_{\text{dedic,ref}} = 1.5 [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{EPW}} / 500)] V_{\text{EPW}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

avec:

- $V_{\text{sec}i}$ le volume du secteur énergétique i , en m³.

Dans l'équation pour V_{PER} , il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du volume PER.

¹ Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre le 'volume PER' et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans les calculs pour la détermination de $A_{T,E}$.



7 Besoins nets en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

7.1 Principe

Les besoins nets en énergie pour le chauffage sont calculés par secteur énergétique pour tous les mois de l'année. A cette fin, on détermine chaque fois les déperditions mensuelles totales par transmission et par ventilation à une température conventionnelle, ainsi que les gains mensuels totaux par gains de chaleur internes et solaires. On établit ensuite le bilan énergétique mensuel à l'aide du taux d'utilisation des gains de chaleur.

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont calculés de manière forfaitaire en fonction du 'volume PER'. On peut également tenir compte d'une récupération de chaleur. Seuls les points de consommation suivants sont pris en considération:

- les points de puisage des cuisines;
- la ou les douche(s) et/ou la ou les baignoire(s) dans la ou les salle(s) de bain

Tous les autres points de puisage du 'volume PER' (y compris donc le ou les lavabo(s) dans les salles de bains) ne sont pas pris en considération.

7.2 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux par secteur énergétique

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par secteur énergétique comme suit:

$$Q_{\text{heat,net,seci,m}} = Q_{L,\text{heat,seci,m}} - \eta_{\text{util,heat,seci,m}} \cdot Q_{g,\text{heat,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

avec:

- $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ;
- $Q_{L,\text{heat,sec i,m}}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation du secteur énergétique i , en MJ, déterminées selon 7.4;
- $\eta_{\text{util,heat,sec i,m}}$ le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur du secteur énergétique i , déterminé selon 7.6;
- $Q_{g,\text{heat,sec i,m}}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et production de chaleur interne dans le secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.5.

7.3 Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i sont donnés par :

$$Q_{\text{water,bath i,net,m}} = r_{\text{water,bath i,net}} \times f_{\text{bath i}} \times \max[64, 64 + 0.220(V_{\text{EPW}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier i dans une cuisine² sont donnés par:

² D'éventuels autres points de puisage d'eau chaude (par exemple pour le lave-vaisselle/lave-linge) ne sont pas pris en considération. Le cas échéant, plusieurs éviers dans 1 cuisine sont considérés séparément.

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{net}} \times f_{\text{sink } i} \times \max[16, 16 + 0.055(V_{\text{EPW}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

avec :

- $Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , en MJ;
- $Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , en MJ;
- $r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);
- $r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine i grâce à la récupération de chaleur de l'écoulement, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);
- $f_{\text{bath } i}$ la part de la douche ou de la baignoire i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires du 'volume PER', tel que déterminé ci-dessous (-);
- $f_{\text{sink } i}$ la part de l'évier de cuisine i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la (de toutes les) cuisine(s) du 'volume PER', tel que déterminé ci-dessous (-);
- V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m^3 , voir 6;
- t_m la longueur du mois considéré en Ms, voir Tableau 1.

S'il ne devait y avoir aucune douche ni baignoire dans le 'volume PER'³, on n'envisage pas de consommation d'eau chaude sanitaire destinée à cette fin. De même, s'il ne devait y avoir aucun évier de cuisine dans le 'volume PER'³, on n'envisage pas non plus de consommation d'eau chaude sanitaire destinée à cette fin.

Les parts des différents points de puisage sont déterminées comme suit :

$$f_{\text{bath } i} = 1/N_{\text{bath}}$$

$$f_{\text{sink } i} = 1/N_{\text{sink}}$$

avec :

- N_{bath} le nombre total de douches et de baignoires dans le 'volume PER' ;
- N_{sink} le nombre total d'éviers de cuisine dans le 'volume PER'.

Tableau 1 : Le numéro du jour, la longueur du mois, la température extérieure moyenne et l'ensoleillement total et diffus moyen sur une surface horizontale non ombragée

Mois	Jour caractéristique	Longueur du mois t_m (Ms)	Température extérieure moyenne du mois $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m ²)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m ²)
janvier	15	2.6784	3.2	71.4	51.3
février	46	2.4192	3.9	127.0	82.7
Mars	74	2.6784	5.9	245.5	155.1
Avril	105	2.5920	9.2	371.5	219.2

³ Par exemple dans le cas d'une extension à laquelle une exigence de performance énergétique est imposée.



Mai	135	2.6784	13.3	510.0	293.5
Juin	166	2.5920	16.2	532.4	298.1
juillet	196	2.6784	17.6	517.8	305.8
Août	227	2.6784	17.6	456.4	266.7
septembre	258	2.5920	15.2	326.2	183.6
octobre	288	2.6784	11.2	194.2	118.3
novembre	319	2.5920	6.3	89.6	60.5
décembre	349	2.6784	3.5	54.7	40.2

7.4 Déperditions de chaleur mensuelles par transmission et ventilation

7.4.1 Principe

Les déperditions de chaleur mensuelles par transmission dans un secteur énergétique sont obtenues en multipliant les coefficients de déperditions de chaleur mensuels par transmission par la longueur du mois considéré et par l'écart entre la température intérieure moyenne et la température extérieure mensuelle moyenne.

Le calcul des déperditions de chaleur mensuelles par ventilation s'effectue de façon similaire.

7.4.2 Règle de calcul

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation comme suit :

$$Q_{L,heat,seci,m} = Q_{T,heat,seci,m} + Q_{V,heat,seci,m} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$$Q_{T,heat,seci,m} = H_{T,seci,m} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{V,heat,seci,m} = H_{V,heat,seci} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

et avec :

$Q_{T,heat,sec i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission du secteur énergétique i , en MJ;

$Q_{V,heat,sec i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation du secteur énergétique i , en MJ;

$H_{T,sec i,m}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par transmission du secteur énergétique i , en W/K, déterminées selon 7.7;

$H_{V,heat,sec i}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation du secteur énergétique i , en W/K, déterminées selon 7.8;

18 la valeur de calcul imposée par la présente annexe pour la température intérieure, en °C;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 1;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1.

7.5 Gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur

On détermine les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur du secteur énergétique i comme suit :

$$Q_{g,heat,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,heat,seci,m} \quad (\text{MJ})$$



avec :

- $Q_{i,sec\ i, m}$ les gains de chaleur mensuels par production interne de chaleur dans le secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.9;
- $Q_{s,heat,sec\ i, m}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement dans le secteur énergétique i , in MJ, déterminés selon 7.10.

7.6 Taux d'utilisation des gains utiles des gains de chaleur mensuels

On détermine le taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels par secteur énergétique comme suit :

- si $\gamma_{heat,sec\ i, m}$ est supérieur ou égal à 2.5, on calcule :

$$\eta_{util,heat,sec\ i, m} = 1/\gamma_{heat,sec\ i, m}$$

- si $\gamma_{heat,sec\ i, m}$ est inférieur à 2.5, on calcule :

$$\eta_{util,heat,sec\ i, m} = a/(a+1) \quad \text{pour } \gamma_{heat,sec\ i, m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{util,heat,sec\ i, m} = \frac{1 - (\gamma_{heat,sec\ i, m})^a}{1 - (\gamma_{heat,sec\ i, m})^{a+1}} \quad \text{pour tous les autres cas} \quad (-)$$

avec $\gamma_{heat,sec\ i, m} = Q_{g,heat,sec\ i, m} / Q_{L,heat,sec\ i, m} \quad (-)$

$$a = 1 + \frac{\tau_{heat,sec\ i, m}}{54000} \quad (-)$$

où :

- $\gamma_{heat,sec\ i, m}$ le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i ;
- $Q_{g,heat,sec\ i, m}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.5;
- $Q_{L,heat,sec\ i, m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation du secteur énergétique i , en MJ, déterminées selon 7.4;
- a un paramètre numérique;
- $\tau_{heat,sec\ i, m}$ la constante de temps du secteur énergétique i , en s.

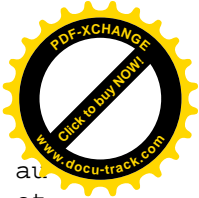
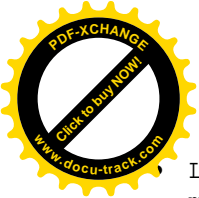
On suppose que la constante de temps du secteur énergétique i égale à :

$$\tau_{heat,sec\ i, m} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,sec\ i, m} + H_{V,heat,sec\ i}} \quad (s)$$

avec :

- $C_{sec\ i}$ la capacité thermique effective du secteur énergétique i , en J/K;
- $H_{T,sec\ i, m}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par transmission, en W/K, déterminée selon 7.7;
- $H_{V,heat,sec\ i}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation, en W/K, déterminée selon 7.8.

On prend, pour la capacité thermique effective du secteur énergétique i , les valeurs du Tableau 2.



Le terme 'lourd' de ce Tableau s'applique aux secteurs énergétiques dont au moins 90% de la surface des éléments de construction horizontaux, inclinés et verticaux sont massifs.

- Le terme 'mi-lourd' s'applique aux secteurs énergétiques dont au moins 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou aux secteurs énergétiques dont au moins 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'peu-lourd' s'applique aux secteurs énergétiques dont 50 à 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou aux secteurs énergétiques dont 50 à 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'léger' s'applique à tous les autres secteurs énergétiques.

Dans le présent contexte, les éléments de construction sont considérés comme massifs si leur masse est d'au moins 100 kg/m², déterminée en partant de l'intérieur jusqu'à une lame d'air ou une couche à conductivité thermique inférieure à 0.20 W/(m.K).

Tableau 2 : Valeur de la capacité thermique effective $C_{sec\ i}$ du secteur énergétique i

Type de construction	$C_{sec\ i}$ (J/K)
Lourd	217 000 $V_{sec\ i}$
Mi-lourd	117 000 $V_{sec\ i}$
Peu-lourd	67 000 $V_{sec\ i}$
Léger	27 000 $V_{sec\ i}$

avec :

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m³.

7.7 Coefficient de déperditions de chaleur par transmission

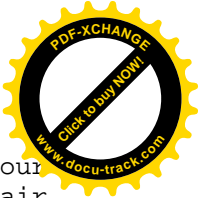
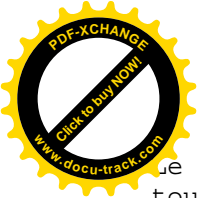
7.7.1 Principe

Le coefficient de déperdition de chaleur par transmission se développe, comme la géométrie du bâtiment, en trois dimensions. Il faut donc le calculer de manière tridimensionnelle, voir les normes EN ISO 13789 et EN ISO 10211-1. Ce genre de calcul tridimensionnel sert de référence.

Le calcul tridimensionnel de référence est remplacé, dans la présente annexe, par un calcul simplifié basé sur les principes suivants:

- 1) l'élément principal des déperditions par transmission est unidimensionnel,
- 2) la surface entourant le volume protégé est continue sauf au droit des parois mitoyennes avec des espaces contigus chauffés,
- 3) et les parois sont planes.

Une paroi plane de surface A se caractérise par un coefficient de transmission thermique U. Toutes les lignes de coupure et de contact de longueur l entre les parois sont affectées d'un coefficient linéaire de transmission thermique ψ et tous les points de coupure entre des lignes de coupure et de contact sont affectés d'un coefficient ponctuel de transmission thermique χ . Les ponts thermiques linéaires et ponctuels, propres à une paroi et répartis sur toute la surface de cette paroi, sont repris dans le coefficient de transmission thermique de cette paroi.



Le coefficient de déperdition de chaleur par transmission est déterminé pour toutes les parois entre le secteur énergétique et l'environnement extérieur (air ou eau), le secteur énergétique et le sol, et le secteur énergétique et les espaces contigus non chauffés. Il faut également prendre ces parois en considération dans la détermination du coefficient de déperdition de chaleur si elles donnent sur une parcelle attenante, voir également 5.2.

7.7.2 Règle de calcul

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur mensuel moyen par transmission pour chaque secteur énergétique comme suit:

$$H_{T,sec\ i,m} = H_{D,sec\ i} + H_{g,sec\ i,m} + H_{U,sec\ i,m} \quad (W/K)$$

avec :

- $H_{T,sec\ i,m}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel moyen par transmission du secteur énergétique i , en W/K;
- $H_{D,sec\ i}$ le coefficient de déperdition de chaleur par transmission à travers toutes les parois entre le secteur énergétique i et l'air extérieur, et entre le secteur énergétique i et l'eau, en W/K;
- $H_{g,sec\ i,m}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel moyen par transmission à travers toutes les parois entre le secteur énergétique i et le sol, en W/K;
- $H_{U,sec\ i,m}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel moyen par transmission à travers toutes les parois intérieures entre le secteur énergétique i et les espaces contigus non chauffés, en W/K.

Les différents termes sont calculés selon des spécifications plus précises émanant des pouvoirs publics.

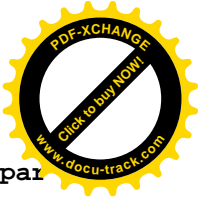
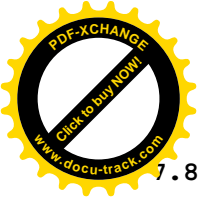
On trouvera davantage d'explications sur les différentes manières de tenir compte des ponts thermiques (linéaires comme ponctuels) dans l'annexe V au présent arrêté.

En ce qui concerne les éléments dont les propriétés thermiques ne sont pas connues ou ne peuvent pas être déterminées (par exemple grilles de ventilation, couches à structure complexe dans les éléments muraux, etc.), on peut toujours supposer que la résistance thermique propre de la couche ou de l'élément est égale à zéro. Le coefficient de transmission thermique totale est alors entièrement déterminé par les résistances des surfaces de contact avec l'environnement intérieur et extérieur (compte tenu des surfaces développées), et éventuellement par les résistances thermiques des autres couches de l'élément.

Il ne faut pas tenir compte des passages de conduites (eau, gaz, électricité, égouts, etc.) et des éléments analogues présents dans les parois extérieures, pour autant que leur surface totale ne dépasse pas 0,25% de la surface totale ($A_{T,E}$) du 'volume PER' concerné, à travers laquelle surviennent des déperditions par transmission (donc à l'exception des parois adjacentes à des espaces contigus chauffés). Dans ce cas, les éléments susmentionnés se voient attribuer la même valeur U que les parois dans lesquels ils se trouvent.

Quant aux volets, il faut supposer par convention qu'ils sont fermés 8 heures par jour⁴

⁴ Si les volets ne sont pas commandés depuis l'intérieur, aucune réduction ne s'applique.



7.8 Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation et par in/exfiltration

7.8.1 Principe

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation et par in/exfiltration en multipliant la capacité thermique sensible de 1 m³ d'air par la somme des débits d'air suivants:

- le débit d'air moyen mensuel résultant de l'infiltration et de l'exfiltration;
- le débit d'air moyen mensuel résultant de la ventilation volontaire, compte tenu d'un éventuel facteur de réduction pour préchauffage;
- et, le cas échéant, le débit d'air moyen mensuel résultant d'une surventilation en cas d'application d'une pompe à chaleur sur l'air de ventilation rejeté pour la préparation d'eau chaude sanitaire.

L'extraction mécanique qui évacue la vapeur d'eau pendant la cuisson d'aliments est ignorée. Il en va de même pour l'extraction mécanique présente dans les toilettes ou la salle de bains, lorsque celle-ci assure une extraction plus élevée de manière temporaire mais n'est pas nécessaire pour satisfaire aux exigences de ventilation des annexes VI ou VII au présent arrêté. En ce qui concerne la consommation d'énergie des ventilateurs des systèmes mécaniques, on se reportera au point 11.1.3.

7.8.2 Règle de calcul

On détermine le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation du secteur énergétique i comme suit:

- pour les calculs de chauffage:

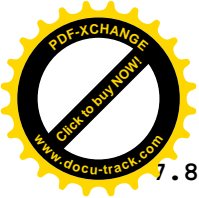
$$H_{V,heat,seci} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} + r_{preh,heat,seci} \dot{V}_{dedic,seci} + \dot{V}_{over,seci} \right] \quad (W/K)$$

- pour les calculs de refroidissement:

$$H_{V,cool,seci} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} + r_{preh,cool,seci} \dot{V}_{dedic,seci} + \dot{V}_{over,seci} \right] \quad (W/K)$$

avec

- $\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$
- $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ le débit d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment dans le secteur énergétique i, respectivement pour les calculs de chauffage et de refroidissement, déterminé selon 7.8.3, en m³/h;
- $\dot{V}_{dedic,seci}$ le débit de ventilation volontaire dans le secteur énergétique i, déterminé selon 7.8.4, en m³/h;
- $r_{preh,heat,seci}$
- $r_{preh,cool,seci}$ la valeur du facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur les besoins nets en énergie, respectivement pour le chauffage et le refroidissement, calculée selon l'annexe B (-);
- $\dot{V}_{over,seci}$ le débit d'air supplémentaire déterminé selon 7.8.5, résultant d'une surventilation dans le secteur énergétique i, dans le cas des systèmes à extraction mécanique où une pompe à chaleur utilise l'air rejeté comme source de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, en m³/h.



7.8.3 Débit d'infiltration et d'exfiltration

Le débit moyen d'infiltration et d'exfiltration à appliquer dans le secteur énergétique i , en m^3/h , est donné de manière conventionnelle par :

- pour les calculs de chauffage :

$$\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\ i} = 0.04 \times \dot{v}_{50,heat} \times A_{T,E,sec\ i}$$

- pour les calculs de refroidissement :

$$\dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\ i} = 0.04 \times \dot{v}_{50,cool} \times A_{T,E,sec\ i}$$

avec :

$\dot{v}_{50,heat}$

$\dot{v}_{50,cool}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface, respectivement pour les calculs de chauffage et de refroidissement, tel que déterminé ci-après, en $m^3/(h.m^2)$;

$A_{T,E,sec\ i}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le secteur énergétique i et à travers lesquelles des déperditions par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique⁵ (voir également 5.2 et 7.7), en m^2 .

Si une mesure de débit d'air de l'ensemble du 'volume PER' (ou le cas échéant d'une partie plus grande du volume protégé) est présentée conforme à NBN EN 13829, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface, $\dot{v}_{50,heat}$ et $\dot{v}_{50,cool}$, en $m^3/h-m^2$, est de :

$$\dot{v}_{50,heat} = \dot{v}_{50,cool} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$$

avec :

A_{test} la surface totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors de l'essai d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois contigues à des espaces contigus chauffés, en m^2 ;

\dot{V}_{50} le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure, en m^3/h , déduit de l'essai d'étanchéité à l'air mesuré conformément à NBN EN 13829.

Sinon, les valeurs par défaut suivantes sont d'application, en $m^3/(h.m^2)$:

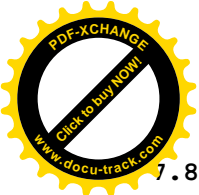
- pour les calculs de chauffage :

$$\dot{v}_{50,heat} = 12$$

- pour les calculs de refroidissement :

$$\dot{v}_{50,cool} = 0$$

⁵ Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre le secteur énergétique et des espaces contigus chauffés, ne sont pas pris en compte dans le calcul de $A_{T,E,sec\ i}$.



7.8.4 Débit de ventilation volontaire

On détermine le débit de ventilation volontaire du secteur énergétique i comme suit :

$$\dot{V}_{\text{dedic,seci}} = [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{EPW}} / 500)] m_{\text{seci}} \cdot V_{\text{seci}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

avec :

- $m_{\text{sec } i}$ un multiplicateur qui est fonction du système de ventilation dans le secteur énergétique i et de la qualité d'exécution de ce dernier;
- V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m^3 , voir 6;
- $V_{\text{sec } i}$ le volume du secteur énergétique i , en m^3 .

La valeur du facteur multiplicateur $m_{\text{sec } i}$ peut varier entre 1.0 et 1.5. La valeur par défaut de $m_{\text{sec } i}$ est de 1.5. Pour déterminer des valeurs plus favorables, on se référera à l'annexe B.

7.8.5 Surventilation pour des systèmes de ventilation à extraction mécanique

Pour un système de ventilation mécanique où l'air est extrait mécaniquement, l'air rejeté peut être utilisé par une pompe à chaleur comme source de chaleur pour la préparation d'eau chaude sanitaire.

Dans ce cas, on parle de surventilation lorsque la quantité d'air repris nécessaire pour le bon fonctionnement de la pompe à chaleur à un moment donné se situe au-dessus du débit de ventilation volontaire à ce moment.

Etant donné qu'il n'existe actuellement pas de méthodologie qui permette d'évaluer de façon cohérente tous les appareils de production de chaleur pour l'eau chaude sanitaire, on tient compte de valeurs fixes pour le rendement de production au chapitre 10.3. Pour cette raison, l'effet de la surventilation n'est pas encore pris en compte. On considère donc :

$$\dot{V}_{\text{over,seci}} = 0$$

7.9 Gains de chaleur internes mensuels

7.9.1 Principe

Les gains de chaleur internes sont égaux à toute la chaleur produite dans un secteur énergétique par des sources internes, à l'exception du système de chauffage des locaux: par exemple l'émission de chaleur des personnes, l'éclairage et les appareils. Dans le cadre de la réglementation, on établit leur valeur de manière forfaitaire. Dans les espaces contigus non chauffés, les gains de chaleur internes sont par hypothèse égaux à zéro.

7.9.2 Règle de calcul

On détermine les gains de chaleur internes dans un secteur énergétique i pendant un mois donné comme suit :

$$Q_{i,\text{seci},m} = (0.67 + 220/V_{\text{EPW}}) \cdot V_{\text{seci}} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

avec :

- V_{PER} le volume total du 'volume PER', en m^3 , voir 6;
- $V_{\text{sec } i}$ le volume du secteur énergétique i , en m^3 ;
- t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1.

7.10 Gains solaires mensuels

7.10.1 Principe

Les gains solaires relatifs à un mois donné se composent de la somme de 3 termes:

- les gains solaires par les fenêtres;
- les gains solaires par les systèmes d'énergie solaire passive non ventilés;
- les gains solaires provenant d'espaces contigus non chauffés.

Les systèmes d'énergie solaire passive ventilés avec de l'air extérieur ou intérieur doivent être traités sur base du principe d'équivalence selon l'annexe F de EN 13790.

7.10.2 Règle de calcul

On détermine les gains solaires dans un secteur énergétique i pendant un mois donné comme suit:

$$Q_{s,heat,seci,m} = \sum_{j=1}^m Q_{s,heat,w,m,j} + \sum_{k=1}^n Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^p Q_{s,heat,seci,U,m,l} \quad (\text{MJ})$$

avec:

$Q_{s,heat,w,m,j}$ les gains solaires par une fenêtre j pendant le mois considéré, en MJ, déterminés selon 7.10.3;

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ les gains solaires par un système d'énergie solaire passive non ventilé k pendant le mois considéré, en MJ, déterminés selon 7.10.4;

$Q_{s,heat,seci,U,m,l}$ la part des gains solaires, pendant le mois considéré, de l'espace non chauffé contigu l qui profite indirectement au secteur énergétique i , en MJ, déterminée selon les annexes A et C.

A cette fin, il faut effectuer une sommation sur toutes les fenêtres m , tous les systèmes d'énergie solaire passive non ventilés n et tous les espaces contigus non chauffés p du secteur énergétique i . La façon de traiter les espaces contigus non chauffés se trouve à l'annexe A.

L'indice 'heat' (c.-à-d. la valeur utilisée pour la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage) est remplacé par l'indice 'overh' pour la détermination du risque de surchauffe, et par l'indice 'cool' pour la détermination des besoins nets en énergie pour le refroidissement.

7.10.3 Gains solaires par une fenêtre

7.10.3.1 Définitions

Une fenêtre est une paroi (partiellement) transparente/translucide. Le châssis, les panneaux de remplissage éventuels et les grilles éventuelles constituent la partie opaque. Les portes pourvues d'un vitrage sont traitées comme des fenêtres. L'importance des gains solaires par une fenêtre dépend de l'écran formé par des éléments de l'environnement étrangers au bâtiment ou liés au bâtiment, par des protections solaires fixes et par des protections solaires mobiles. L'écran formé par des éléments de l'environnement est pris en compte dans le calcul de l'ensoleillement incident; l'écran formé par une protection solaire l'est par adaptation du facteur solaire g .

7.10.3.2 Règle de calcul

On détermine les gains solaires par la fenêtre j comme suit:

$$Q_{s,heat,w,m,j} = 0.95g_j A_{g,j} I_{s,m,j,shad} \quad (\text{MJ})$$

avec :

0.95 le facteur de réduction lié à la salissure;

g_j le facteur solaire moyen de la fenêtre j , déterminé selon 7.10.3.3 (-);

$A_{g,j}$ la surface vitrée de la fenêtre j en m^2 ;

$I_{s,m,j,shad}$ l'ensoleillement de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m^2 , déterminé selon l'annexe C.

7.10.3.3 Facteur solaire moyen g d'une fenêtre

7.10.3.3.1 Principe

Le facteur solaire moyen d'une fenêtre (g) est déterminé par le facteur solaire de la partie transparente/translucide de cette fenêtre et la nature de la protection solaire. A cet égard, il convient d'établir une distinction entre protection solaire intérieure, protection solaire extérieure et protection solaire intégrée. Une protection solaire intérieure se trouve du côté intérieur de la fenêtre, une protection solaire extérieure se trouve du côté extérieur, et une protection solaire intégrée se trouve entre les vitres qui constituent ensemble la partie transparente/translucide. Les protections solaires peuvent se situer dans le plan et en-dehors du plan de la fenêtre. Les volets, volets roulants, stores et persiennes sont des exemples de protections solaires situées dans le plan de la fenêtre. Les marquises, stores à projection et bannes solaires sont des exemples de protections solaires hors du plan de la fenêtre. Une protection solaire composée exclusivement d'écrans architectoniques est traitée comme un élément de l'environnement lié au bâtiment. Par ailleurs, les protections solaires peuvent être fixes, à commande manuelle ou automatique (distinction importante pour la détermination du facteur d'utilisation a_c). La position d'une protection solaire fixe est immuable; les protections solaires à commande manuelle ou automatique ont au moins deux positions. Une commande automatique exige un activateur piloté de manière automatique (par exemple un moteur) et au moins 1 capteur d'ensoleillement par orientation de façade ou un détecteur d'absence qui referme la protection solaire en cas d'absence. En présence d'une protection solaire intégrée où l'espace intérieur est ventilé avec de l'air intérieur ou extérieur, le facteur solaire doit être déterminé sur base du principe d'équivalence.

7.10.3.3.2 Règle de calcul

On détermine le facteur solaire moyen d'une fenêtre comme suit:

$$g = 0.9 \cdot (a_c F_c + (1 - a_c)) \cdot g_{g,\perp} \quad (-)$$

avec:

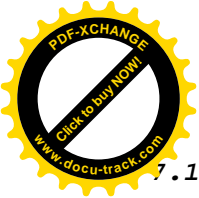
0.9 une valeur fixe pour la correction de l'angle d'incidence;

F_c le facteur de réduction pour protection solaire, déterminé selon 7.10.3.4;

a_c le facteur d'utilisation moyen de la protection solaire, déterminé selon 7.10.3.5;

$g_{g,\perp}$ le facteur solaire du vitrage pour une incidence normale, déterminé selon EN 410.

Si une fenêtre est équipée de plusieurs systèmes de protection solaire mobile (par exemple protection intérieure et extérieure), il faut prendre en considération le système qui possède la plus haute valeur F_c pour les calculs de chauffage, et le système possédant la valeur F_c la plus basse pour l'évaluation de l'indicateur de surchauffe et des besoins net en énergie pour le refroidissement des espaces.



7.10.3.4 Facteur de réduction F_C pour protection solaire

7.10.3.4.1 Protection solaire dans le plan de la fenêtre

Le facteur de réduction pour une protection solaire située dans le plan de la fenêtre est donné par le rapport entre le facteur solaire pour une incidence normale de la combinaison de la partie transparente/translucide et de la protection solaire, et le facteur solaire pour une incidence normale de la seule partie transparente/translucide:

$$F_C = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}} \quad (-)$$

avec :

$g_{g+C,\perp}$ le facteur solaire pour une incidence normale de la combinaison de la partie transparente/translucide et de protection solaire, déterminé selon EN 13363-1, prEN 13363-2 ou ISO 15099. EN 13363-1 peut uniquement être appliqué si le facteur solaire de la partie transparente/translucide proprement dite, $g_{g,\perp}$, est compris entre 0.15 et 0.85;

$g_{g,\perp}$ le facteur solaire pour une incidence normale pour la partie transparente/translucide de la fenêtre, déterminé selon EN 410.

Si $g_{g+C,\perp}$ n'est pas indiqué, il faut utiliser les valeurs par défaut du Tableau 3. Ces valeurs sont indépendantes du facteur solaire de la partie transparente/translucide et restent constantes tout au long de l'année.

Tableau 3: Valeurs par défaut pour le facteur de réduction F_C pour protection solaire dans le plan de la fenêtre

Systeme de protection solaire	F_C
Protection solaire extérieure	0.50
Protection solaire intégrée non ventilée	0.60
Protection solaire intérieure	0.90
Tous les autres cas	1.00

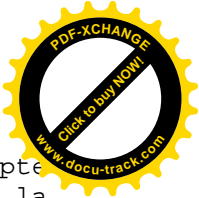
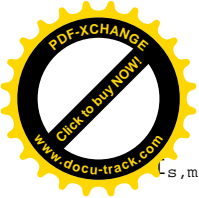
7.10.3.4.2 Protection solaire non située dans le plan de la fenêtre

Seules les protections solaires ayant un facteur de transmission solaire (moyenné sur la surface) $\tau_{e,dir,h}$ (angle d'incidence perpendiculaire, transmission hémisphérique) inférieur à 30% sont prises en considération. Les protections solaires qui ne satisfont pas à ce critère sont négligées dans la détermination du niveau E.

Le facteur de réduction moyen mensuel F_C pour une protection solaire non située dans le plan de la fenêtre est donné par le rapport entre l'ensoleillement mensuel sur la fenêtre ombragée par la protection solaire et l'ensoleillement mensuel de la fenêtre non ombragée:

$$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

avec :



$I_{s,m,j,shad,wC}$

l'ensoleillement sur la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage assuré tant par les obstacles fixes que par la protection solaire, en MJ/m^2 , déterminé selon l'annexe C. Ceci exige de déterminer l'angle de surplomb α_v . La protection solaire est traitée ici comme si elle était opaque.

$I_{s,m,j,shad,wOC}$

l'ensoleillement sur la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu uniquement de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m^2 , déterminé selon l'annexe C.

7.10.3.5 Facteur d'utilisation moyen a_c

Avec une protection solaire fixe, a_c sera toujours égal à 1.

En cas de protection solaire mobile, on tirera a_c du Tableau 4. La valeur varie selon qu'il s'agit de la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage ou pour le refroidissement, ou du risque de surchauffe.

Tableau 4: Le facteur d'utilisation moyen a_c , en fonction du type de calcul

	chauffage	surchauffe	refroidissement
commande manuelle	0	0.5	0.2
automatique	0	0.6	0.5

7.10.4 Gains solaires par un système d'énergie solaire passive non ventilé

7.10.4.1 Définitions

Un système d'énergie solaire passive non ventilé est une construction composée d'une partie extérieure transparente/translucide et d'une partie intérieure opaque, et où aucune circulation d'air extérieur ou intérieur n'a lieu dans la(les) lame(s) d'air (éventuellement) présent(s). Les murs (massifs) avec sur-vitrage, combinés ou non avec une isolation transparente/translucide supplémentaire, en sont des exemples.

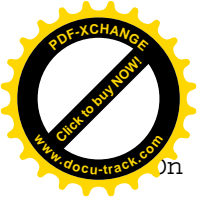
7.10.4.2 Règle de calcul

On détermine les gains solaires d'un système d'énergie solaire passive non ventilé k pendant le mois considéré comme suit :

$$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} A_{ps,g,k} I_{s,m,k,shad} \quad (MJ)$$

avec :

- $g_{eff,t,m,k}$ le facteur solaire effectif du système k , tel que déterminé ci-après (-);
- $A_{ps,g,k}$ la surface transparente/translucide du système d'énergie solaire passive k , en m^2 ;
- $I_{s,m,k,shad}$ l'ensoleillement sur le système k pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m^2 , déterminé selon l'annexe C.



On détermine $g_{eff,t,m}$ comme suit:

- concernant les systèmes constructifs extérieurs ayant une transmission non négligeable de l'énergie solaire, la valeur effective est proportionnelle à l'absorption de la partie opaque:

$$g_{eff,t,m,k} = \alpha(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}) \frac{U}{U_{te}}$$

- concernant les systèmes constructifs extérieurs ayant une transmission négligeable de l'énergie solaire (par exemple les constructions dans lesquelles un absorbeur est intégré), on adapte la valeur déterminée sur la base de mesures afin de tenir compte de la résistance thermique de la lame d'air (non ventilé) entre le système constructif et la partie opaque:

$$g_{eff,t,m,k} = (R_{se} + R_t)(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp})U$$

avec:

$$U = 1/(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si})$$

$$U_{te} = 1/(R_{se} + R_t + R_{al})$$

et avec:

- α le coefficient d'absorption de la partie opaque;
- $g_{t,h}$ le facteur solaire du système constructif pour un rayonnement solaire hémisphérique diffus;
- $c_{m,k}$ un coefficient repris au Tableau 5;
- $g_{t,\perp}$ le facteur solaire du système constructif sous un angle d'incidence normal;
- U le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction, de l'intérieur vers l'extérieur, en $W/m^2.K$;
- U_{te} le coefficient de transmission thermique externe de l'élément de construction, depuis la surface qui délimite le système constructif jusqu'à l'environnement extérieur, en $W/m^2.K$;
- R_{se} la résistance thermique superficielle externe, en $m^2.K/W$;
- R_t la résistance thermique du système constructif, en $m^2.K/W$;
- R_{si} la résistance thermique superficielle interne, en $m^2.K/W$;
- R_{al} la résistance thermique de la couche d'air (non ventilée) entre la partie opaque et le système constructif, en $m^2.K/W$;
- R_i la résistance thermique de la partie opaque derrière le système constructif, en $m^2.K/W$.



Tableau 5: Coefficients $c_{m,k}$ pour le calcul du facteur solaire effectif d'une isolation transparente/translucide sur la base des valeurs mesurées pour l'incidence perpendiculaire et hémisphérique (pour les murs verticaux)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
S	-0,105	-0,067	-0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	-0,054	-0,093	-0,105
SO/SE	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
O/E	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NO/NE	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000



8 Risque de surchauffe et refroidissement

8.1 Principe

Dans un climat froid comme celui de la Belgique, une combinaison raisonnable d'interventions constructives et occupationnelles réduit suffisamment le risque de surchauffe estivale dans les bâtiments résidentiels pour pouvoir se passer de refroidissement actif. Il suffit de ne pas prendre une surface de fenêtres trop grande, de prévoir si nécessaire une protection solaire extérieure, de conférer aux murs intérieurs, aux plafonds et aux planchers une hauteur suffisante, une masse thermique suffisamment élevée et accessible, et d'assurer une ventilation supplémentaire la nuit.

Quand il y a encore des plaintes, elles sont généralement liées à une pièce. Les gains solaires par pièce, les gains de chaleur internes, la masse thermique accessible, les possibilités de ventilation et la température souhaitée (différente, par exemple, dans une salle de bains et dans une chambre à coucher) déterminent, entre autres, le risque de surchauffe dans cette pièce et la décision éventuelle de prévoir quand même un refroidissement actif. Une évaluation des risques de surchauffe devrait donc se faire au niveau de chaque pièce. Dans le cadre de la présente annexe, on utilise une méthode très simplifiée qui évalue la surchauffe par secteur énergétique sans donner de réponse définitive quant à la surchauffe possible dans une pièce.

L'évaluation se fait en 3 étapes.

Dans une 1^{ère} étape, pour chaque secteur énergétique, on évalue de façon conventionnelle le risque de surchauffe. Les gains de chaleur normalisés excédentaires sont pris comme indicateur du risque de surchauffe. Si le risque de surchauffe dans un secteur énergétique est inacceptablement élevé, il faut obligatoirement prendre des mesures pour le ramener au-dessous de la valeur maximale admise, que l'on place ou non un refroidissement actif.

Une valeur de l'indicateur de surchauffe inférieure à la limite maximale autorisée ne donne aucune garantie qu'aucun problème de surchauffe ne surviendra. Un réel risque de surchauffe existe pour des valeurs proches de la valeur maximale. Si des problèmes de surchauffe se produisent, il y a de grandes chances pour qu'une installation de refroidissement actif soit installée, avec la consommation d'énergie associée. Pour tenir compte de manière équilibrée de l'effet de cette consommation sur la performance énergétique du bâtiment lors de la conception et de la construction, on introduit le concept de refroidissement fictif. De cette manière, on anticipe de manière conventionnelle l'utilisation éventuelle d'une installation de refroidissement.

Dans une 2^{ème} étape, on définit, en fonction de l'indicateur de surchauffe, une sorte de probabilité conventionnelle qu'une installation de refroidissement actif soit effectivement placée. Deux cas peuvent se présenter:

- si une installation de refroidissement actif est placée dès la construction, on tient toujours entièrement compte des besoins de refroidissement. La probabilité qu'une installation de refroidissement soit placée est alors de 1, quelle que soit la valeur de l'indicateur de surchauffe.
- si on ne place pas de refroidissement actif lors de la construction, on considère un palier pour l'indicateur de surchauffe. Sous ce palier, le risque de surchauffe est considéré comme tellement faible que la probabilité que du refroidissement actif soit installé par après est prise comme étant égale à 0. Entre le palier et la valeur maximale autorisée, on considère conventionnellement une augmentation linéaire de la probabilité entre 0 et 1.

Au cas où la probabilité conventionnelle n'est pas nulle, on calcule, dans une troisième étape, le besoin net en énergie pour le refroidissement sur base des gains de chaleur excédentaires par rapport à la valeur de consigne pour le refroidissement. On prend conventionnellement 23°C comme valeur de consigne. Lorsqu'une installation de refroidissement actif garanti un confort d'été, on considère que les occupants utiliseront moins les éventuelles protections solaires ou les possibilités de ventilation (nocturne) intensive. Ces installations sont donc considérées différemment que lors de l'évaluation du risque de surchauffe.

Il est donc obligatoire de concevoir l'habitation de telle manière que dans chaque secteur énergétique, l'indicateur de surchauffe demeure à tout moment inférieur au maximum autorisé. Il est en outre fortement recommandé de rester également au-dessous du palier pour le refroidissement fictif.

8.2 Détermination de l'indicateur de surchauffe

On détermine, par secteur énergétique i , l'indicateur de surchauffe comme étant égal aux gains de chaleur annuels normalisés excédentaires par rapport à la température de consigne du chauffage pour le secteur énergétique i . Cette valeur étant égale à la somme des valeurs mensuelles :

$$I_{\text{overh,sec } i} = Q_{\text{excessnorm,seci,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excessnorm,seci,m}} \quad (\text{Kh})$$

avec

$$Q_{\text{excessnorm,seci,m}} = \frac{(1 - \eta_{\text{util,overh,seci,m}}) \cdot Q_{\text{g,overh,seci,m}}}{H_{\text{T,overh,seci,m}} + H_{\text{V,overh,seci,m}}} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad (\text{Kh})$$

et avec :

$$Q_{\text{g,overh,seci,m}} = Q_{\text{i,seci,m}} + Q_{\text{s,overh,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\eta_{\text{util,overh,seci,m}} = a/(a + 1) \text{ pour } \gamma_{\text{overh,sec } i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{\text{util,overh,seci,m}} = \frac{1 - (\gamma_{\text{overh,seci,m}})^a}{1 - (\gamma_{\text{overh,seci,m}})^{a+1}} \text{ pour les autres cas} \quad (-)$$

avec :

$$\gamma_{\text{overh,seci,m}} = Q_{\text{g,overh,seci,m}}/Q_{\text{L,overh,seci,m}} \quad (-)$$

$$a = 1 + \frac{\tau_{\text{overh,seci,m}}}{54000} \quad (-)$$

$$Q_{\text{L,overh,seci,m}} = Q_{\text{T,overh,seci,m}} + Q_{\text{V,overh,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{T,overh,seci,m}} = H_{\text{T,overh,seci,m}} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

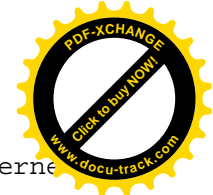
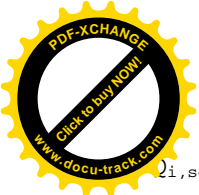
$$Q_{\text{V,overh,seci,m}} = H_{\text{V,overh,seci,m}} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\tau_{\text{overh,seci,m}} = \frac{C_{\text{seci}}}{H_{\text{T,overh,seci,m}} + H_{\text{V,overh,seci,m}}} \quad (\text{s})$$

avec :

$\eta_{\text{util,overh,sec } i,m}$ le taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels du secteur énergétique i , pour l'évaluation du risque de surchauffe (-);

$Q_{\text{g,overh,sec } i,m}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et production de chaleur interne dans le secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ;



$Q_{i,sec i,m}$	les gains de chaleur mensuel par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i , en MJ, déterminé selon 7.9.2.;
$Q_{g,overh,sec i,m}$	les gains de chaleur mensuel par ensoleillement dans le secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ, déterminé selon 7.10;
$\gamma_{overh,sec i,m}$	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles dans le secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe (-);
$Q_{L,overh,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission et par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ;
a	un paramètre numérique;
$Q_{T,overh,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission du secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ;
$Q_{V,overh,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation du secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe, en MJ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 1;
$H_{T,overh,sec i,m}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel moyen du secteur énergétique i par transmission pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K, tel que déterminé ci-dessous;
$H_{V,overh,sec i,m}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel du secteur énergétique i par ventilation pour l'évaluation du risque de surchauffe, en W/K, déterminée selon les règles à spécifier par les pouvoirs publics ⁶ ;
$\tau_{overh,sec i,m}$	la constante de temps du secteur énergétique i pour l'évaluation du risque de surchauffe, en s;
$C_{sec i}$	la capacité thermique effective du secteur énergétique i , en J/K, déterminée selon 7.6;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1.

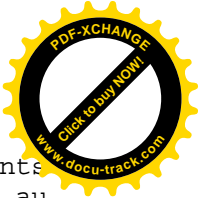
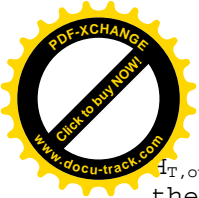
Une unité d'habitation répond aux exigences relatives aux limitations du risque de surchauffe⁷ si l'indicateur de surchauffe de chaque secteur énergétique est inférieur à la valeur maximale autorisée de 17500 Kh.

Lorsque l'indicateur de surchauffe d'un secteur énergétique s'avère supérieur à la valeur maximale autorisée, le projet de construction doit être modifié. Des adaptations favorables pour réduire le risque de surchauffe sont:

- Réduire la surface vitrée.
- Prévoir une protection solaire (y compris un vitrage sélectif) pour les fenêtres exposées à un ensoleillement direct.
- Rehausser la masse thermique effective. Dans le cadre de la détermination conventionnelle de la performance énergétique, cette action se réduit à une augmentation de léger à peu-lourd, de peu-lourd à mi-lourd et de mi-lourd à lourd.
- Installer des dispositifs de ventilation intensive, en particulier pour la ventilation nocturne.

⁶ Une méthode pragmatique est en cours de développement en vue d'évaluer les possibilités de ventilation (nocturne) intensive (par exemple la possibilité de laisser les fenêtres (et d'autres ouvertures) ouvertes sans danger la nuit et le débit de ventilation correspondant).

⁷ En cas de dépassement de la valeur maximale, le calcul de l'amende administrative se fait dans un premier temps en multipliant le dépassement de l'indicateur de surchauffe par le volume du secteur énergétique. Chaque dépassement de 1000 Khm³ correspond alors à une consommation d'énergie primaire de 2MJ/an. Les amendes sont basées là-dessus. Dans un deuxième temps, les (éventuelles) amendes de chaque secteur énergétique sont additionnées pour obtenir l'amende totale pour l'unité d'habitation.



$I_{overh,sec i,m}$ est déterminé selon 7.7.2. Toutefois si le calcul des ponts thermiques s'effectue de manière forfaitaire (selon l'option 5 de l'annexe V au présent arrêté), ce supplément forfaitaire n'est pas pris en considération dans le calcul du risque de surchauffe.

8.3 Probabilité conventionnelle que du refroidissement actif soit installé

Lors de la détermination de la performance énergétique, on applique par convention la valeur suivante pour la probabilité que du refroidissement actif soit placé (voir 8.1 pour plus d'explications):

1. si du refroidissement actif est installé, on a:

$$p_{cool,sec i} = 1 \quad (-)$$

2. si aucun refroidissement actif n'est installé, on a:

$$p_{cool,sec i} = \max \left\{ 0, \min \left(\frac{I_{overh,sec i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}, 1 \right) \right\} \quad (-)$$

avec:

$I_{overh, norm,thresh}$ la valeur de seuil au-dessus de laquelle il faut tenir compte, pour la détermination de la performance énergétique, d'un risque d'installation de refroidissement actif ultérieure. Cette valeur est par hypothèse égale à 8000 Kh;

$I_{overh, norm,max}$ la valeur maximale autorisée, tel qu'établi ci-dessus, en Kh.

8.4 Refroidissement

Les besoins nets en énergie pour le refroidissement par mois et par secteur énergétique i sont déterminés comme le produit de la probabilité conventionnelle que l'on installe un refroidissement actif et des gains de chaleur excédentaires par rapport à la température de consigne pour le refroidissement:

$$Q_{cool,net,sec i,m} = p_{cool,sec i} \cdot Q_{excess,cool,sec i,m} \quad (MJ)$$

avec:

$p_{cool,sec i}$ la probabilité conventionnelle d'installation d'un refroidissement actif, déterminé selon 8.3 (-);

$Q_{excess,cool,sec i,m}$ les gains de chaleur excédentaires par rapport à la température de consigne du refroidissement, en MJ, tels que déterminés ci-dessous.

On détermine les gains de chaleur excédentaires par rapport à la température de consigne du refroidissement, $Q_{excess,cool,sec i,m}$, par:

$$Q_{excess,cool,sec i,m} = (1 - \eta_{util,cool,sec i,m}) \cdot Q_{g,cool,sec i,m} \quad (MJ)$$

avec:

$$Q_{g,cool,sec i,m} = Q_{i,sec i,m} + Q_{s,cool,sec i,m} \quad (MJ)$$

$$\eta_{util,cool,sec i,m} = a/(1 + a) \text{ pour } \gamma_{cool,sec i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{util,cool,sec i,m} = \frac{1 - (\gamma_{cool,sec i,m})^a}{1 - (\gamma_{cool,sec i,m})^{a+1}} \text{ pour les autres cas} \quad (-)$$

et:

$$\gamma_{cool,sec i,m} = Q_{g,cool,sec i,m} / Q_{L,cool,sec i,m} \quad (-)$$

$$a = 1 + \frac{\tau_{cool,sec i,m}}{54000} \quad (-)$$

$$Q_{L,cool,sec i,m} = Q_{T,cool,sec i,m} + Q_{V,cool,sec i,m} \quad (MJ)$$

$$Q_{T,cool,seci,m} = H_{T,cool,seci,m} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{V,cool,seci,m} = H_{V,cool,seci} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\tau_{cool,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,cool,seci,m} + H_{V,cool,seci}} \quad (\text{s})$$

$\eta_{util,cool,sec i,m}$	le taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels d'un secteur énergétique i , pour la détermination du besoin de refroidissement (-);
$Q_{g,cool,sec i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ;
$Q_{i,sec i,m}$	les gains de chaleur mensuels par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i , en MJ, déterminé selon 7.9.2;
$Q_{s,cool,sec i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ, déterminé selon 7.10, où l'ensoleillement incident (Tableau 1) est toutefois augmenté de 10%;
$\gamma_{cool,sec i,m}$	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement (-);
$Q_{L,cool,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission et par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ;
a	un paramètre numérique;
$Q_{T,cool,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ;
$Q_{V,cool,sec i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau 1;
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 2°C;
$H_{T,cool,sec i,m}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel du secteur énergétique i par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K; Cette valeur est par hypothèse égale à $H_{T,overh,sec i,m}$ tel que déterminé dans 8.2;
$H_{V,cool,sec i}$	le coefficient de déperdition de chaleur mensuel du secteur énergétique i par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K, déterminée selon 7.8.2;
$\tau_{cool,sec i,m}$	la constante de temps du secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en s;
$C_{sec i}$	la capacité thermique effective du secteur énergétique i , en J/K, déterminée selon 7.6;
23	la température intérieure imposée par la présente annexe pour la détermination du besoin de refroidissement, en °C;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1.

REMARQUE

Pour le climat belge, le besoin de refroidissement dépend fortement des conditions atmosphériques du moment. Le besoin de refroidissement d'une année météorologique moyenne n'est pas égal au besoin de refroidissement moyen sur différentes années car les années chaudes pèsent relativement plus lourd. Les calculs tiennent compte de ce phénomène, en prenant des températures et un ensoleillement quelque peu supérieurs à la moyenne au long de l'année.



9 Besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

9.1 Préambule

L'évaluation des besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire tient compte du système de stockage de chaleur, de distribution de chaleur, d'émission de chaleur et de régulation pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sanitaire. Les besoins bruts en énergie représentent l'énergie transmise par les installations de production de chaleur au système de distribution de chaleur (ou de stockage de chaleur) consacré au chauffage des locaux et au système de distribution d'eau chaude sanitaire.

Une installation de chauffage se compose de:

- Une installation de production de chaleur. En cas de chauffage central, il s'agit de chaudières (hydroniques), de générateurs (d'air chaud), de pompes à chaleur ou d'installations de cogénération. En cas de chauffage local, la production de chaleur s'effectue dans les systèmes d'émission de chaleur proprement dits.
- Eventuellement un système de stockage de chaleur;
- Un système de distribution de chaleur. Il s'agit de conduites en cas de chauffage central hydronique et de gaines en cas de chauffage à air chaud. Un chauffage local n'a pas de système de distribution de chaleur;
- Un système d'émission de chaleur. Radiateurs, convecteurs, conduites dans le sol, conduites dans le plafond, conduites dans les murs ou grilles en cas de chauffage central; poêles, radiateurs ou convecteurs en cas de chauffage local;
- La régulation de chacun de ces systèmes.

Les besoins bruts en énergie pour le chauffage comprennent les besoins nets en énergie pour le chauffage et toutes les déperditions qui surviennent lors du stockage, de la distribution et de l'émission de chaleur ainsi que lors de la régulation de chacun de ces systèmes. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système.

Si, dans un secteur énergétique, plusieurs valeurs d'un rendement partiel donné devaient être d'application (par exemple dans Tableau 6), il faut calculer avec la valeur la plus négative pour l'ensemble du secteur énergétique. (Le cas échéant, le secteur énergétique peut évidemment être subdivisé en plusieurs secteurs énergétiques plus petits.)

Une installation d'eau chaude sanitaire se compose de:

- Une installation de production de chaleur; on distingue ici 2 types: les installations à production instantanée de l'eau chaude sanitaire et les installations à accumulation. Dans les deux cas, l'installation de production de chaleur destinée au chauffage des locaux peut fournir la chaleur, ou bien le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont chacun leur propre appareil producteur de chaleur;
- Un système de distribution. Si ce système doit franchir de grandes distances, on prévoit souvent une conduite de circulation.

Les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire comprennent les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire et toutes les déperditions qui surviennent lors de la distribution. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système. Au cas où plus d'une installation de production de chaleur assure la production d'eau chaude sanitaire, chacune est associée aux points de puisage qu'elle dessert.



9.2 Besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage:

9.2.1 Principe

On obtient les besoins bruts mensuels en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i en divisant les besoins nets mensuels en énergie pour le chauffage par le rendement mensuel moyen du système de chauffage. Ce rendement mensuel moyen du système représente le rapport entre la chaleur utile que le système d'émission de chaleur émet chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que l'installation de production de chaleur correspondante transmet chaque mois au système de distribution de chaleur (et éventuellement au stockage de chaleur). L'écart entre les deux est déterminé, entre autres, par les flux de déperdition suivants:

1. Les déperditions de stockage et de distribution non récupérées;
2. Un flux de déperdition supplémentaire à travers les parois extérieures à l'arrière, au-dessous ou au-dessus du corps de chauffe;
3. Un flux de déperdition supplémentaire résultant de la stratification de la température, à cause de laquelle la température au niveau de référence est plus basse qu'au niveau du plafond.
4. Un flux de déperdition supplémentaire dû au fait que le calcul d'une température intérieure un peu basse mais constante de 18°C intègre un abaissement nocturne de la température et des températures diurnes différenciées, et que la régulation n'est pas en mesure de réaliser simplement la différenciation souhaitée;
5. Un flux de déperdition supplémentaire du fait que les utilisateurs du bâtiment considèrent la valeur de consigne moins le différentiel comme la température souhaitée.

Les besoins bruts mensuels en énergie pour le chauffage sont calculés comme suit:

$$Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\eta_{\text{sys,heat,seci,m}}} \quad (\text{MJ})$$

avec:

- $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , en MJ;
- $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2;
- $\eta_{\text{sys,heat,sec i,m}}$ le rendement mensuel moyen du système pour le chauffage d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2(-).

9.2.2 Rendement mensuel moyen du système

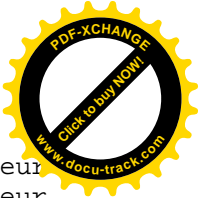
9.2.2.1 Principe

Le rendement mensuel moyen du système défini ci-dessus se compose, à son tour, du produit du rendement mensuel moyen de l'émission, de la distribution et du stockage:

$$\eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \eta_{\text{stor,heat,seci,m}} \quad (-)$$

avec:

- $\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$ le rendement mensuel moyen d'émission d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2.2;
- $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ le rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2.3;
- $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ le rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2.4.



Le rendement mensuel moyen d'émission représente le rapport entre la chaleur utile que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur totale qu'ils émettent chaque mois. Il comprend aussi bien les déperditions de chaleur inutiles de ces éléments que les déperditions dues à une régulation imparfaite.

Le rendement moyen mensuel de distribution représente le rapport entre la chaleur que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que la/les installation(s) de production de chaleur et/ou la/les ballon(s) de stockage transmettent chaque mois au système de distribution de chaleur.

En cas de stockage d'énergie thermique dans un réservoir tampon, le rendement moyen mensuel de stockage représente le rapport entre la chaleur fournie chaque mois au système de distribution et la chaleur que la/les installation(s) de production de chaleur transmettent chaque mois au(x) ballon(s) de stockage.

9.2.2.2 Rendement d'émission

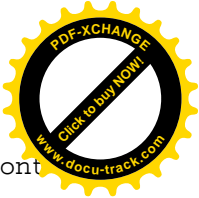
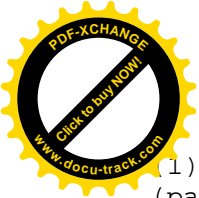
Pour simplifier l'approche, on prend les valeurs du Tableau 6. Pour un calcul détaillé, on se reportera à l'annexe D.

Si, dans le cas d'un chauffage central, il y a plus de 1 système d'émission dans le secteur énergétique, on tient compte du système ayant le plus mauvais rendement d'émission du Tableau 6. Dans ce cas, il n'est plus possible d'utiliser l'annexe D.

Si, dans un secteur énergétique, il devait y avoir plusieurs types de chauffage local, il faut obligatoirement affiner la subdivision en secteurs énergétiques, afin qu'il ne subsiste plus que 1 seul type dans chaque secteur : voir également 5.3.2.

Tableau 6: Valeurs de calcul pour le rendement d'émission

Chauffage central		
régulation de la température intérieure	régulation de la température de départ de l'eau du circuit ou de l'air	
	valeur de consigne constante	valeur de consigne variable
commande de la température par local	0.87 (1)	0.89 (1)
Autres	0.85 (1)	0.87 (1)
Chauffage local		
poêle au bois		0.82
poêle au charbon		0.82
poêle au mazout		0.87
poêle au gaz		0.87
radiateur ou convecteur sans régulation électronique (par exemple avec bilame)		0.90
radiateur ou convecteur avec régulation électronique		0.96
chauffage électrique à accumulation, sans capteur externe (par exemple réglage manuel)		0.85
chauffage électrique à accumulation, avec capteur externe		0.92
chauffage électrique à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond		0.87
Chauffage collectif		
Si plusieurs unités d'habitation disposent d'une installation de production de chaleur commune, les valeurs ci-dessus (relatives au chauffage central) doivent être diminuées comme suit:		
<ul style="list-style-type: none">• si un décompte individuel des coûts de chauffage est établi par unité d'habitation sur la base d'une mesure individuelle de la consommation réelle: on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0.95• si l'on n'effectue pas ce genre de décompte individualisé réel des coûts de chauffage: on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0.85		



1) Si 1 ou plusieurs éléments d'émission de chaleur du secteur énergétique sont (partiellement) installés devant un vitrage, le rendement est diminué de 0.08.

Dans les systèmes de chauffage central, il faut établir une distinction selon la régulation de la température de départ dans le système de distribution⁸:

- soit la valeur de consigne est constante;
- soit la valeur de consigne change automatiquement, par exemple avec la température extérieure.

Une régulation rentre dans la catégorie 'commande de la température par local' si l'émission de chaleur est régulée dans tous les locaux du secteur énergétique considéré de telle sorte que l'apport de chaleur se coupe automatiquement dès que la valeur de consigne de la température intérieure est atteinte. Cela peut se faire par exemple au moyen de vannes thermostatiques sur tous les éléments d'émission et/ou par une régulation thermostatique dans chaque pièce. Les vannes d'arrêt simples montées sur les radiateurs ne rentrent pas dans la catégorie 'pilotée par la température'.

9.2.2.3 Rendement de distribution

On prend comme approche simple du rendement mensuel de distribution les valeurs constantes du Tableau 7. Pour un calcul détaillé, on consultera l'annexe E.

Tableau 7: Rendement de distribution

Installation de chauffage	$\eta_{distr,heat,sec i,m}$
Chauffage local	1.00
Chauffage central à eau chaude ou à air chaud, chauffage collectif	
- Toutes les conduites ou les gaines à l'intérieur de la couche d'isolation du volume protégé	1.00
- Une partie des conduites ou des gaines à l'extérieur de la couche d'isolation du volume protégé	0.95

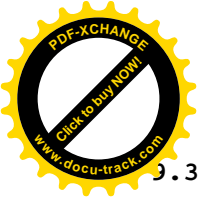
9.2.2.4 Rendement du stockage

On prend comme approche simplifiée du rendement mensuel de stockage les valeurs constantes du Tableau 8. On peut utiliser des valeurs plus favorables sur base du principe d'équivalence.

Tableau 8: Rendement de stockage

Stockage de chaleur pour le chauffage dans un (ou plusieurs) réservoir(s) tampon(s)	$\eta_{stor,heat,sec i,m}$
Absent	1.00
Présent	
- à l'intérieur du volume protégé	1.00
- à l'extérieur du volume protégé	0.97

⁸ Une valeur de consigne variable peut être réalisée soit à l'aide d'une régulation glissante de la température de la chaudière, soit à l'aide d'une vanne à trois voies immédiatement après la chaudière pour autant qu'elle soit équipée d'une régulation automatique à point de consigne variable.



9.3 Besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire:

9.3.1 Principe

Les besoins bruts mensuels en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont obtenus en divisant le besoin net en énergie par le rendement mensuel moyen correspondant du système:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross,m}} = r_{\text{water,bath } i,\text{gross}} \times \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}}{\eta_{\text{sys,bath } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross,m}} = r_{\text{water,sink } i,\text{gross}} \times \frac{Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}}{\eta_{\text{sys,sink } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

avec:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , en MJ, déterminés selon 7.3;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , en MJ, déterminés selon 7.3;

$\eta_{\text{sys,bath } i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , déterminé selon 9.3.2.1 (-);

$\eta_{\text{sys,sink } i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , déterminé selon 9.3.2.1 (-);

$r_{\text{water,bath } i,\text{gross}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou à une baignoire i , par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);

$r_{\text{water,sink } i,\text{gross}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);

Les facteurs de réduction $r_{\text{water,gross}}$ ne peuvent pas être appliqués dans le cas où l'eau chaude sanitaire destinée à la douche, la baignoire ou l'évier de cuisine est soutirée à une conduite de circulation. Dans ce cas, il faut faire appel au principe d'équivalence.

9.3.2 Rendement du système pour l'eau chaude sanitaire

9.3.2.1 Principe

Le rendement du système pour l'eau chaude sanitaire dépend du mode de distribution de l'eau chaude et du mode de puisage. A chaque prélèvement, de l'eau chaude refoule l'eau qui a refroidi entre-temps dans les conduites de puisage. De même, après cette évacuation initiale, l'eau chaude se refroidit lors de son passage dans les conduites de puisage. Les installations à conduite de circulation présentent une déperdition de chaleur proportionnelle à la longueur de la conduite. La conduite de circulation peut concerner aussi bien 1 'volume PER' (p ; ex. une habitation unifamiliale ou un home de personnes âgées) que plusieurs 'volumes PER' (par exemple les différentes unités d'habitation d'un immeuble à appartements à production centrale collective d'eau chaude sanitaire).

9.3.2.2 Règle de calcul

On détermine comme suit le rendement du système dans les salles de bains et les cuisines:

- sans conduite de circulation:

$$\eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i}$$



$$\eta_{\text{sys}, \text{sink } i, m} = \eta_{\text{tubing}, \text{sink } i}$$

- avec conduite de circulation:

$$\eta_{\text{sys}, \text{bath } i, m} = \eta_{\text{tubing}, \text{bath } i} \eta_{\text{water}, \text{circ } k, m}$$

$$\eta_{\text{sys}, \text{sink } i, m} = \eta_{\text{tubing}, \text{sink } i} \eta_{\text{water}, \text{circ } k, m}$$

avec:

- $\eta_{\text{tubing}, \text{bath } i}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau sanitaire vers une douche ou une baignoire i , telle que déterminée ci-dessous (-);
- $\eta_{\text{tubing}, \text{sink } i}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau sanitaire vers un évier de cuisine i , telle que déterminée ci-dessous (-);
- $\eta_{\text{water}, \text{circ } k, m}$ la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation k , telle que déterminée ci-dessous (-).

On détermine comme suit la contribution des conduites d'eau sanitaire:

- valeurs par défaut:

$$\eta_{\text{tubing}, \text{bath } i} = 0.72$$

$$\eta_{\text{tubing}, \text{sink } i} = 0.24$$

- ou, compte tenu de la longueur des conduites:

$$\eta_{\text{tubing}, \text{bath } i} = \frac{25}{25 + l_{\text{tubing}, \text{bath } i} / r_{\text{water}, \text{bath } i, \text{net}}}$$

avec:

- $l_{\text{tubing}, \text{bath } i}$ la longueur des conduites vers une douche ou une baignoire i , en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation: on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point de raccordement de l'appareil producteur de chaleur concerné pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher de la salle de bains considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite.
S'il y a une conduite de circulation: on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher de la salle de bains considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite;
- $r_{\text{water}, \text{bath } i, \text{net}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);
- $l_{\text{tubing}, \text{sink } i}$ la longueur des conduites vers un évier de cuisine i , en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation: on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre l'appareil producteur de chaleur concerné pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher de la cuisine considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite.
S'il y a une conduite de circulation: on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher de la cuisine considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite;
- $r_{\text{water}, \text{sink } i, \text{net}}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine i par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles agréées préalablement par les pouvoirs publics (-);



On détermine comme suit la contribution de la conduite de circulation k :

$$\eta_{\text{water,circ k,m}} = \frac{Q_{\text{water out,circ k,m}}}{Q_{\text{water out,circ k,m}} + t_m \sum_j \frac{l_{\text{circ,j}} (60 - \theta_{\text{amb,m,j}})}{R_{1,j}}} \quad (-)$$

avec :

$$Q_{\text{water out,circ k,m}} = \sum_i \left(w_{\text{bath i,circ k}} \frac{Q_{\text{water,bath i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath i}}} + w_{\text{sink i,circ k}} \frac{Q_{\text{water,sink i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink i}}} \right) \quad (\text{MJ})$$

et :

- t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1;
- $l_{\text{circ k,j}}$ la longueur du segment j de la conduite de circulation k, en m;
- $\theta_{\text{amb,m,j}}$ la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite j, en °C:
 - si le segment de conduite se trouve à l'intérieur du volume protégé, alors: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 18$;
 - si le segment de conduite se trouve dans un espace contigu non chauffé, alors: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0.4 \theta_{e,m}$;
 - si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, alors: $\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{e,m}$;
 où:
 - $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau 1;
- $R_{1,j}$ la résistance thermique linéaire du segment de conduite j, en mK/W, déterminée selon l'annexe E.3;
- $w_{\text{bath i,circ k}}$ un facteur qui prend en compte le fait que la douche ou la baignoire i est ou non desservie par une conduite de circulation k:
 - si oui, on a $w_{\text{bath i,circ k}} = 1$;
 - si non, on a $w_{\text{bath i,circ k}} = 0$;
- $Q_{\text{water,bath i,net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon 7.3, en MJ;
- $w_{\text{sink i,circ k}}$ un facteur qui prend en compte le fait que l'évier de cuisine est ou non desservi par la conduite de circulation:
 - si oui, on a $w_{\text{sink i,circ k}} = 1$;
 - si non, on a $w_{\text{sink i,circ k}} = 0$;
- $Q_{\text{water,sink i,net,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon 7.3, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les segments j de la conduite de circulation k et l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i.



10 Consommation finale d'énergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement

10.1 Préambule

Les installations de production de chaleur entrent en compte dans l'évaluation de la consommation finale d'énergie. Pour les chaudières et générateurs, cela se fait par le biais du rendement de production et, pour les pompes à chaleur, par le biais du facteur de performance saisonnier (FPS). Le cas échéant, on tient compte en même temps de la contribution utile des systèmes d'énergie solaire thermique. Une procédure spécifique s'applique au refroidissement.

Lors de l'extension d'un bâtiment, les cas suivants peuvent se présenter:

- si l'extension est chauffée par une nouvelle installation de production de chaleur qui fonctionne indépendamment des installations existantes, on applique la procédure ci-dessous dans son entièreté.
- si on place de nouvelles installations de production de chaleur qui fonctionnent en combinaison avec les installations existantes, il faut appliquer la procédure ci-dessous sans prendre les appareils existants en considération.
- si on ne place pas d'appareils supplémentaires, mais que l'on fait uniquement usage d'appareils existants, on peut au choix:
 - § appliquer la procédure ci-dessous aux appareils existants pour autant que toutes les informations nécessaires soient disponibles de manière univoque
 - § calculer avec les valeurs suivantes par défaut (on suppose alors qu'il s'agit d'installations de production différentes pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sanitaire):
 - source d'énergie: gazole
 - $\eta_{\text{gen,heat}} = 0.77$ (par rapport au PCI)
 - $\eta_{\text{gen,water}} = 0.45$ (par rapport au PCS)

10.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage des locaux

10.2.1 Principe

L'énergie nécessaire pour chauffer un secteur énergétique peut être fournie par 1 seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils connectés en parallèle. Afin de traiter ce dernier cas, on introduit le formalisme d'un appareil connecté préférentiel et non préférentiel. Dans le cas (le plus courant) où il n'y a pas d'appareil parallèle, cela correspond à une part préférentielle de 100%. Les expressions ci-après donnent alors comme résultat une consommation nulle pour l'appareil non préférentiel.

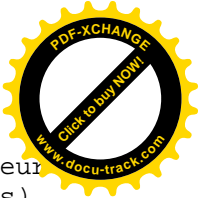
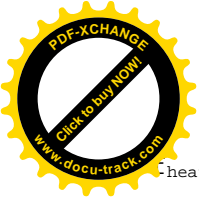
10.2.2 Règle de calcul

La consommation finale d'énergie pour le chauffage par mois et par secteur énergétique, sans compter l'énergie des auxiliaires, est donnée par:

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \times (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

où:



$f_{heat,m,pref}$

la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), reprise au Tableau 9 (-). S'il y a seulement 1 appareil, on a : $f_{heat,m,pref} = 1$;

$f_{as,heat,sec i,m}$

la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i , couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 10.4.1(-). S'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au chauffage d'un secteur énergétique i , la valeur de $f_{as,heat,sec i,m}$ est égale à 0;

$Q_{heat,gross,sec i,m}$

les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , déterminés selon 9.2.1, en MJ;

$\eta_{gen,heat,pref}$

le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon 10.2.3 (-);

$\eta_{gen,heat,npref}$

le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s), déterminé selon 10.2.3 (-);

En ce qui concerne le regroupement de producteurs de chaleur préférentiels et non préférentiels, et la part dans la puissance installée totale, on applique les mêmes règles que celles spécifiées au 7.1 et 7.3.1 de l'annexe III au présent arrêté (méthode de détermination du niveau d'utilisation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et bâtiments scolaires).

Tableau 9: Valeur de $f_{heat,m,pref}$ en fonction de la part du système de production de chaleur préférentiel dans la puissance installée

Part du producteur préférentiel dans la puissance installée totale	J	F	M	A	M-S	O	N	D
Chaudières à eau chaude, générateurs d'air chaud ou chauffage électrique par résistance								
< 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 – 0.3	0.44	0.46	0.55	0.72	1	0.89	0.54	0.42
0.3 – 0.4	0.68	0.74	0.88	1	1	1	0.87	0.67
> 0.4	1	1	1	1	1	1	1	1
Pompes à chaleur ou cogénération sur site								
< 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1 – 0.2	0.42	0.44	0.53	0.70	1	0.86	0.52	0.40
0.2 – 0.3	0.69	0.73	0.86	1	1	1	0.86	0.66
0.3 – 0.4	0.81	0.86	1	1	1	1	1	0.78
0.4 – 0.6	0.85	0.90	1	1	1	1	1	0.81
0.6 – 0.8	0.86	0.91	1	1	1	1	1	0.82
> 0.8	1	1	1	1	1	1	1	1

10.2.3 Rendement de production pour le chauffage et l'humidification des locaux

10.2.3.1 Principe

Le rendement de production pour le chauffage est défini comme le rapport entre la fourniture de chaleur par l'installation de production de chaleur au système de distribution de chaleur et l'énergie nécessaire pour générer cette chaleur. La consommation d'énergie électrique des auxiliaires pour les chaudières à eau chaude et les générateurs d'air chaud est calculée au §11.1.2. La consommation d'une veilleuse est, le cas échéant, calculée au § 11.1.3.

La détermination du rendement de production, tel que décrit dans ce chapitre, est aussi d'application pour la production de chaleur pour l'humidification, voir paragraphe 7.4.1 de l'Annexe III au présent Arrêté.



10.2.3.2 Rendement de production de corps de chauffe qui ne sont pas des pompes à chaleur électriques

On trouve le rendement de production dans le Tableau 10.

Tableau 10: Rendement de production pour le chauffage (à l'exception des pompes à chaleur)

Appareil de production de chaleur	Rendement de production $\eta_{\text{gen,heat}}$
Chauffage central	
- chaudière à eau chaude à condensation (1)(2)	$f_{1/h} [\eta_{30\%} + 0.003(\theta_{30\%} - \theta_{\text{ave,boiler}})]$
- chaudière à eau chaude non à condensation (1)(2)	$f_{1/h} \eta_{30\%}$
- générateur d'air chaud (1)	$f_{1/h} \eta_{30\%}$
- cogénération sur site	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
- fourniture de chaleur externe	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$
- chauffage électrique par résistance (1)	1.00
Chauffage local (3)	
- poêle au charbon	$f_{1/h} 0.77$
- poêle au bois	$f_{1/h} 0.77$
- poêle au mazout	$f_{1/h} 0.80$
- poêle au gaz	$f_{1/h} 0.83$
- chauffage électrique par résistance	1.00
Cas spéciaux	équivalence (4)

(1) Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement obtenu de 0.02.

(2) Si la chaudière est équipée d'une régulation qui maintient la chaudière chaude en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur⁹ (c.-à-d. : entre 2 périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière ne peut pas se refroidir de manière illimitée, pour atteindre finalement la température ambiante), il faut diminuer le rendement obtenu de 0.05.

(3) Si le fabricant peut présenter, pour le rendement de production d'un corps de chauffe local, une valeur qui a été déterminée suivant des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics, on peut utiliser cette valeur au lieu de la valeur par défaut ci-dessus.

⁹ Peu importe que la température de la chaudière reste constante ou qu'elle puisse quand même baisser de manière limitée jusqu'à un niveau de température moins élevé (mais pas tout à fait jusqu'à la température ambiante).

4) Les dérogations par rapport aux catégories ci-dessus doivent être traitées sur base du principe d'équivalence, selon des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

Les symboles du tableau ont été définis comme suit:

$f_{1/h}$	est un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, repris à l'annexe F;
$\eta_{30\%}$	le rendement à charge partielle pour une charge de 30%. Dans le cas de producteurs d'air chaud pour lesquels le rendement à 30% de charge ne peut pas être mesuré, on peut appliquer la valeur à 100% de charge;
$\theta_{30\%}$	la température d'entrée de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle de 30% a été déterminé, en °C;
$\theta_{ave,boiler}$	la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière à appliquer, tel que déterminé ci-dessous, en °C;
$\epsilon_{cogen,th}$	le rendement de conversion thermique (par rapport au pouvoir calorifique supérieur) pour une cogénération sur site, repris au Tableau 16 de l'annexe A à l'annexe III au présent arrêté (méthode de détermination du niveau d'utilisation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et bâtiments scolaires);
$\eta_{equiv,heat,dh}$	le rendement pour une fourniture de chaleur externe.

Dans le cas de chaudières à condensation, on détermine la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière par:

$$\theta_{ave,boiler} = 6.4 + 0.63 \times \theta_{return,design}$$

où:

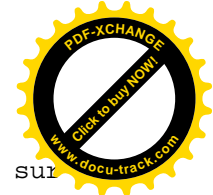
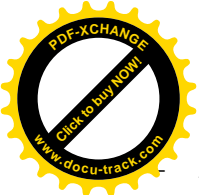
$\theta_{ave,boiler}$	la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière à utiliser, en °C;
$\theta_{return,design}$	la température de retour de conception du système d'émission de chaleur, en °C.

La valeur par défaut pour la température de retour de conception est de 45°C pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, par le mur ou par le plafond) et de 70°C pour tous les autres systèmes d'émission de chaleur. On peut introduire des valeurs meilleures conformément à des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

10.2.3.3 Pompes à chaleur électriques

En présence de pompes à chaleur électriques, le rendement de production est assimilé au facteur de performance saisonnière moyen (FPS). Le facteur de performance saisonnière moyen exprime le rapport entre la chaleur que la pompe à chaleur fournit au cours de la saison de chauffe et l'énergie nécessaire à cette fin. Le facteur de performance saisonnière moyenne dépend de la température moyenne de l'évaporateur et de la température moyenne du condensateur pendant la période considérée, et de l'énergie nécessaire pour prélever la chaleur à la source et dégivrer l'évaporateur pendant cette période. Le facteur de performance saisonnière moyen diffère selon la source d'où la pompe à chaleur prélève la chaleur:

- Sol. La pompe à chaleur pompe un fluide caloporteur (généralement une solution antigel, par exemple un mélange eau-glycol) à travers un échangeur de chaleur enterré vertical ou horizontal. La chaleur prélevée dans le sol par ce fluide caloporteur est cédée à l'évaporateur. Dans une solution alternative, le fluide réfrigérant de la pompe à chaleur peut circuler directement dans des conduites enterrées et s'y évaporer;
- Nappe phréatique. L'eau de la nappe phréatique est pompée, cède sa chaleur à l'évaporateur et est réinjectée dans le sol;
- Air extérieur. L'air extérieur est amené jusqu'à l'évaporateur à l'aide d'un ventilateur et y cède sa chaleur;



Air repris. L'air repris du système de ventilation est amené sur l'évaporateur et y cède sa chaleur.

REMARQUE

Dans le présent texte, on entend par pompes à chaleur des machines actives qui prélèvent de la chaleur à une source à basse température et qui émettent cette chaleur à une température plus élevée pour le chauffage, pour le refroidissement ou pour la production d'eau chaude sanitaire. Une telle augmentation de température de la chaleur s'effectue forcément avec l'apport d'une (quantité moindre d') énergie valorisable.

Avec certains systèmes de ventilation, il est aussi possible de transférer la chaleur de l'air repris à l'air neuf (plus froid) à l'aide d'échangeurs de chaleur passifs. Le transfert de chaleur s'effectue dans ce cas de manière tout à fait naturelle de la température haute vers la température basse sans apport d'énergie supplémentaire (à part une petite quantité d'énergie auxiliaire supplémentaire, par exemple une petite consommation supplémentaire pour les ventilateurs afin de surmonter la perte de charge supplémentaire de l'échangeur de chaleur. Les appareils de ce genre se présentent sous différentes variantes (par exemple échangeurs de chaleur à plaques à flux croisé ou à contre-courant, roues thermiques, échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire, systèmes régénérateurs, etc.) et sont désignés ici sous le terme général d'appareil de récupération de chaleur. L'évaluation énergétique des appareils de récupération de chaleur s'effectue lors du traitement des déperditions de ventilation dans 7.4.

Quand on utilise des pompes à chaleur pour l'air de ventilation, elles sont souvent combinées avec des appareils de récupération de chaleur. C'est normalement plus intéressant du point de vue énergétique. Pour éviter les doubles comptages, le coefficient de performance de la pompe à chaleur utilisé dans ce chapitre ne peut se rapporter qu'à la pompe à chaleur proprement dite sans intégrer l'effet de l'appareil de récupération de chaleur, puisque ce dernier est explicitement repris dans le calcul du chapitre concernant la ventilation. La combinaison de l'évaluation de la pompe à chaleur au sens strict dans le présent chapitre et de l'appareil de récupération de chaleur dans le chapitre ventilation donne une évaluation correcte du système combiné dans son ensemble lors de la détermination de la consommation d'énergie caractéristique.

On suppose le rendement de production des pompes à chaleur égal au facteur de performance saisonnière moyen, FPS:

$$\eta_{\text{gen,heat}} = \text{FPS}$$

avec:

$$\text{FPS} = f_{\theta} f_{\Delta\theta} f_{\text{pumps}} f_{\text{AHU}} \text{COP}_{\text{test}} \quad (-)$$

où:

f_{θ} un facteur de correction pour l'écart entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou le cas échéant le stockage de chaleur) et la température de sortie du condensateur dans l'essai selon EN 14511, en cas de transport de chaleur par l'eau;

$f_{\Delta\theta}$ un facteur de correction pour l'écart dans la variation de température, d'une part, du système d'émission de chaleur dans des conditions de conception (ou le cas échéant le stockage de chaleur) et, d'autre part, de l'eau à travers le condensateur dans des conditions d'essai selon EN 14511, en cas de transport de chaleur par l'eau;

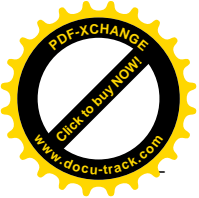
f_{pumps} un facteur de correction pour la consommation d'énergie d'une pompe sur le circuit vers l'évaporateur;

f_{AHU} un facteur de correction pour la différence entre le débit d'air de conception et le débit d'air lors de l'essai selon EN 14511. f_{AHU} intervient uniquement pour les pompes à chaleur couplées à l'air de ventilation;

COP_{test} le coefficient de performance (coefficient of performance) de la pompe à chaleur selon EN 14511 dans les conditions d'essai décrites comme 'standard rating conditions' dans la partie 2 de la norme.

Facteur de correction f_{θ}

- L'air comme fluide caloporteur: $f_{\theta}=1$



- L'eau comme fluide caloporteur: $f_{\theta} = 1 + 0.01(43 - \theta_{\text{supply,design}})$

avec :

$\theta_{\text{supply,design}}$ la température de départ vers le système d'émission de chaleur en °C dans les conditions de conception. Il faut tenir compte ici non seulement du système d'émission, mais aussi du dimensionnement d'un éventuel réservoir tampon (température maximum de stockage). On peut prendre comme valeur par défaut pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, le mur et le plafond) $\theta_{\text{supply,design}} = 55^{\circ}\text{C}$ et, pour les radiateurs et les convecteurs, $\theta_{\text{supply,design}} = 90^{\circ}\text{C}$. On peut introduire des valeurs meilleures conformément à des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

Facteur de correction $f_{\Delta\theta}$

- L'air comme fluide caloporteur: $f_{\Delta\theta} = 1$

- L'eau comme fluide caloporteur: $f_{\Delta\theta} = 1 + 0.01(\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$ avec $\Delta\theta_{\text{design}}$, l'écart de température en °C entre le départ et le retour du système d'émission (ou le cas échéant le stockage de chaleur) dans des conditions de conception, et $\Delta\theta_{\text{test}}$, l'augmentation de température de l'eau à travers le condensateur en °C, lors des essais selon EN 14511. On peut prendre $f_{\Delta\theta} = 0.93$ comme valeur par défaut.

Facteur de correction f_{pumps}

- Pas de pompe pour l'apport de chaleur vers l'évaporateur: $f_{\text{pumps}} = 1$ (c.-à-d. l'air comme source de chaleur ou évaporation directe dans le sol);

- Puissance électrique de la pompe inconnue: $f_{\text{pumps}} = 5/6$;

- Puissance électrique de la pompe (P_{pumps} , en kW) connue: $f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + P_{\text{pumps}}/P_{\text{HP}}}$

avec P_{HP} , la puissance électrique (en kW) de la pompe à chaleur selon EN 14511 dans les mêmes conditions d'essai que pour la détermination de COP_{test} .

Facteur de correction f_{AHU}

Ce facteur intervient uniquement quand on utilise l'alimentation de la ventilation et/ou l'évacuation de la ventilation.

- Air de ventilation repris comme seule source de chaleur (sans mélange préalable avec de l'air extérieur), air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local).

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.51 + 0.7 \min(\dot{V}_{\text{supply}}, \dot{V}_{\text{extr}}) / \dot{V}_{\text{max}}}{0.51 + 0.7 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.51$

- Air de ventilation repris comme seule source de chaleur (sans mélange préalable avec l'air extérieur), l'émission de chaleur ne se faisant pas uniquement vers l'air de ventilation fourni:

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{extr}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

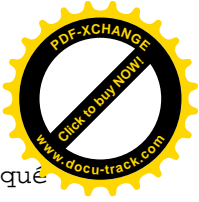
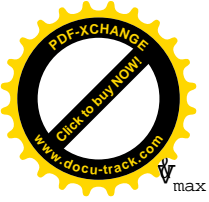
- Air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local), l'air de ventilation repris n'étant pas la seule source de chaleur:

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{supply}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}}$$

On peut prendre comme valeur par défaut: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

- Dans tous les autres cas: $f_{\text{AHU}} = 1$;

avec:



le débit d'air maximal dans l'installation en m^3/h , tel qu'indiqué par le fabricant. Si le fabricant indique une plage de débits, on prend alors la valeur la plus grande ;

\dot{V}_{max}

le débit d'air dans l'installation en m^3/h lors de l'essai selon EN 14511;

\dot{V}_{extr}

le débit d'évacuation de conception dans l'installation en m^3/h ;

\dot{V}_{supply}

le débit d'alimentation de conception dans l'installation en m^3/h ;



10.3 Consommation mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire

10.3.1 Principe

L'énergie nécessaire pour produire de l'eau chaude sanitaire peut être fournie par un seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils connectés en parallèle. On peut éventuellement utiliser différents appareils (ou une combinaison d'appareils) pour les différents points de puisage de la salle de bains et de la cuisine. En raison du cas où plusieurs appareils sont montés en parallèle, on introduit le formalisme d'un appareil connecté préférentiel et non préférentiel, de manière tout à fait analogue au cas du chauffage. Dans le cas (le plus courant) où il n'y a pas d'appareil parallèle, cela correspond à une part préférentiel de 100%. Les expressions ci-après donnent alors comme résultat une consommation nulle pour l'appareil non préférentiel.

10.3.2 Règle de calcul

La consommation finale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire est donnée par mois par :

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{npref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \times Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \times Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{npref}}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$f_{\text{water},m,\text{pref}}$

la fraction moyenne mensuelle de la fourniture totale de chaleur par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), avec l'indice 'bath i' ou 'sink i' selon le cas (-) :

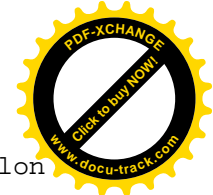
* s'il y a seulement 1 appareil, on a : $f_{\text{water},m,\text{pref}} = 1$;

* s'il y a plusieurs producteurs de chaleur parallèles et que ces appareils assurent également le chauffage, on tire la valeur du Tableau 9 ;

* s'il y a plusieurs producteurs de chaleur parallèles et que ces appareils assurent uniquement la préparation de l'eau chaude sanitaire, on pose que $f_{\text{water},m,\text{pref}}$ est égal au rapport entre la puissance installée de l'appareil préférentiel et la puissance installée des appareils producteurs de chaleur pour l'eau chaude sanitaire ;

$f_{\text{as},m}$

la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 10.4.1 dans le cas où le système contribue aussi au chauffage et selon 10.4.2 dans le cas où le système participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire (-). Avec les indices 'water,bath i' et 'water,sink i' pour la préparation d'eau chaude sanitaire respectivement, pour la (les) douche(s)/baignoire(s), et pour le (les) évier(s) de cuisine. Si le flux d'eau chaude sanitaire considéré n'est pas préchauffé à l'aide d'un système d'énergie solaire thermique,



	la valeur de $f_{as,m}$ est égale à 0 (et n'est pas déterminée selon 10.4.1 ou 10.4.2);
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , déterminés selon 9.3.1, en MJ;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , déterminés selon 9.3.1, en MJ;
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref}$	le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i , déterminé selon 10.3.3(-);
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref}$	le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i , déterminé selon 10.3.3(-);
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref}$	le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminé selon 10.3.3(-);
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref}$	le rendement de production mensuel moyen du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminé selon 10.3.3(-);

10.3.3 Rendement de production pour l'eau chaude sanitaire

10.3.3.1 Principe

Le rendement de production d'une installation de production de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire est défini comme le rapport entre la fourniture de chaleur utile à l'eau, mesurée au point de départ de la conduite d'eau chaude sanitaire (selon le cas à partir de l'appareil producteur ou du réservoir de stockage), et l'énergie nécessaire pour produire cette chaleur, y compris les déperditions de stockage et l'éventuelle énergie électrique des auxiliaires. La consommation d'une veilleuse est, le cas échéant, calculée dans § 11.1.3.

10.3.3.2 Valeurs de calcul

On prend les valeurs du Tableau 11. Ce tableau est valable tant pour les appareils producteurs qui réchauffent uniquement l'eau sanitaire, que pour les appareils qui assurent aussi bien le chauffage des locaux que l'approvisionnement en eau chaude sanitaire.

Les installations de production qui réchauffent l'eau instantanément, génèrent de la chaleur uniquement aux moments où l'on prélève de l'eau chaude sanitaire, sans qu'il y ait stockage de chaleur quelque part dans l'installation, sous une forme ou une autre. Dès que le puisage d'eau chaude cesse, la production de chaleur s'arrête aussi complètement dans ces installations et l'ensemble du système refroidit jusqu'à température ambiante.

Les installations de production avec stockage de chaleur tiennent une quantité de chaleur à disposition dans un réservoir de stockage, y compris aux moments où l'on ne prélève pas d'eau chaude. Le stockage de chaleur peut se faire aussi bien sous la forme de l'eau chaude sanitaire proprement dite, que sous la forme d'eau de chaudière; dans ce dernier cas, l'eau sanitaire est réchauffée par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur au moment précis des prélèvements. Les mêmes rendements de production restent d'application même si l'installation ne maintient pas de la chaleur à disposition en permanence, mais peut refroidir librement pendant certaines périodes (la nuit, p. ex).



Tableau 11: Valeurs de calcul pour le rendement de production $\eta_{gen,water}$ pour la préparation d'eau chaude sanitaire

	chauffage instantané	avec stockage de chaleur
appareil à combustion (1)	0.50	0.45
chauffage électrique par résistance	0.75	0.70
pompe à chaleur électrique	1.45	1.40
cogénération sur site (1)	$\epsilon_{cogen,th} + 0.05$	$\epsilon_{cogen,th}$
fourniture de chaleur externe	$\eta_{equiv,water,dh}$	$\eta_{equiv,water,dh} - 0.05$
autres cas	équivalence (2)	

(1) Ces chiffres indiquent déjà les rendements par rapport au pouvoir calorifique supérieur.

(2) Les écarts par rapport aux catégories ci-dessus doivent être traités, sur base d'équivalence, selon des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

Les symboles du tableau ont été définis comme suit:

- $\epsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique (par rapport au pouvoir calorifique supérieur) pour une cogénération sur site, repris au Tableau 18 de l'annexe A en annexe III au présent arrêté (méthode de détermination du niveau d'utilisation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et bâtiments scolaires);
- $\eta_{equiv,water,dh}$ le rendement à considérer pour une fourniture de chaleur externe pour la préparation d'eau chaude sanitaire.



10.4 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique

10.4.1 Chauffage des locaux et eau chaude sanitaire

10.4.1.1 Approche simple

On détermine la contribution énergétique utile mensuelle (comme part de la demande totale de chaleur) d'un système d'énergie solaire thermique destiné au chauffage et à la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit¹⁰:

$$f_{as,heat,seci,m} = f_{as,water,bathi,m} = f_{as,water,sinki,m} = \min\left(1, \eta_{as,sh+wh,m} Q_{as,m} / Q_{demand,as,sh+wh,m}\right) \quad (-)$$

avec:

$$Q_{as,m} = \sum_j (A_{as,j} I_{as,m,shad,j}) \quad (MJ)$$

$$Q_{demand,as,sh+wh,m} = Q_{demand,as,water,m} + \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} \quad (MJ)$$

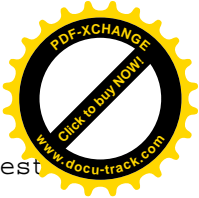
$$Q_{demand,as,water,m} = \sum_i (Q_{water,bathi,gross,m} + Q_{water,sinki,gross,m}) \quad (MJ)$$

et où:

$\eta_{as,sh+wh,m}$	le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique;
$Q_{as,m}$	l'ensoleillement mensuel du système d'énergie solaire thermique, compte tenu de l'ombrage, en MJ;
$Q_{demand,as,sh+wh,m}$	la demande de chaleur totale à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ;
$A_{as,j}$	la superficie d'entrée des capteurs à orientation j du système d'énergie solaire thermique, en m ² ;
$I_{as,m,shad,j}$	l'ensoleillement de la surface des capteur à orientation j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m ² , déterminé selon l'annexe C;
$Q_{demand,as,water,m}$	la demande mensuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon 9.2.1, en MJ;
$Q_{water,bathi,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminés selon 9.3.1, en MJ;
$Q_{water,sinki,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminés selon 9.3.1, en MJ.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour le chauffage, et sur l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

¹⁰ Le terme anglais pour f est 'solar fraction', traduit par la suite par 'fraction solaire'. Elle peut théoriquement varier entre une valeur de 0 (contribution nulle de l'énergie solaire) et une valeur de 1 (couverture totale par l'énergie solaire).



Le rendement mensuel moyen constant du système d'énergie solaire thermique est calculé comme suit:

$$\text{si } \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} > 0$$

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{Q_{\text{as,a}}} + 0.015 \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{Q_{\text{as,m}}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

$$\text{si } \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = 0$$

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{Q_{\text{as,a}}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

avec:

- $Q_{\text{demand,as,water,a}}$ la demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire de l'installation, en MJ (égale à la somme des 12 besoins énergétiques mensuels bruts pour la préparation d'eau chaude sanitaire, $Q_{\text{demand,as,water,m}}$, en MJ);
- $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , déterminés selon 9.2.1, en MJ;
- $Q_{\text{as,a}}$ l'ensoleillement annuel du système d'énergie solaire thermique, en MJ (égal à la somme de l'ensoleillement de chacun des 12 mois, en MJ).

Il faut faire un sommation sur tous les secteurs énergétiques i auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour le chauffage.

10.4.1.2 Calcul détaillé

Si l'on connaît la conception du système d'énergie solaire thermique et les caractéristiques de chacun des éléments, on peut déterminer sa contribution énergétique mensuelle utile (fraction solaire) à l'aide d'un programme de calcul approprié, préalablement agréé par les pouvoirs publics. L'énergie des auxiliaires (par exemple pour un circulateur) doit, en outre, être multipliée par le facteur de conversion en énergie primaire pour l'électricité et soustraite lors de la détermination de la contribution énergétique mensuelle utile.

10.4.2 Eau chaude sanitaire

10.4.2.1 Méthode simple

On détermine la contribution mensuelle utile (égale à la part de la demande totale de chaleur de l'installation) d'un système d'énergie solaire thermique qui participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire comme suit:

$$f_{\text{as,water,bathi,m}} = f_{\text{as,water,sin ki,m}} = \min \left(1, \eta_{\text{as,water,m}} \cdot Q_{\text{as,m}} / Q_{\text{demand,as,water,m}} \right) \quad (-)$$



avec :

$\eta_{as,water,m}$ le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique;
 $Q_{as,m}$ l'ensoleillement mensuel du système d'énergie solaire thermique, compte tenu de l'ombrage, en MJ, déterminé selon 10.4.1.1;
 $Q_{demand,as,water,m}$ la demande de chaleur mensuelle totale de l'installation, en MJ, déterminée selon 10.4.1.1

Le rendement mensuel moyen du système d'énergie solaire thermique est calculé comme suit :

$$\eta_{as,water,m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

avec :

$Q_{demand,as,water,a}$ la demande annuelle de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire à laquelle le système d'énergie solaire contribue, en MJ (égale à la somme des 12 besoins énergétiques mensuels bruts pour la préparation d'eau chaude sanitaire, $Q_{demand,as,water,m}$, en MJ);
 $Q_{as,a}$ l'ensoleillement annuel du système d'énergie solaire thermique, en MJ (égal à la somme des 12 valeurs mensuelles de captage, en MJ).

10.4.2.2 Calcul détaillé

Si l'on connaît la conception du système d'énergie solaire et les caractéristiques de chacun des éléments, on peut déterminer leur contribution énergétique utile mensuelle (fraction solaire) à l'aide d'un programme de calcul approprié, préalablement agréé par les pouvoirs publics. L'énergie des auxiliaires (par exemple pour un circulateur) doit, en outre, être multipliée par le facteur de conversion en énergie primaire pour l'électricité et soustraite lors de la détermination de la contribution énergétique mensuelle utile.

10.5 Consommation d'énergie mensuelle équivalente pour le refroidissement

S'il y a trop de gains de chaleur excédentaires, le risque de surchauffe est élevé. Même si on n'installe pas de refroidissement actif lors de la construction, il est possible qu'on en installe un par la suite. C'est pourquoi on tient compte également, dans ces cas, d'une consommation de refroidissement fictive équivalente, voir chapitre 8.

On détermine la consommation d'électricité mensuelle équivalente pour le refroidissement comme suit :

$$Q_{cool,final,seci,m} = \frac{Q_{cool,net,seci,m}}{8.1} \quad (\text{kWh})$$

avec :

$Q_{cool,net,seci,m}$ les gains mensuels excédentaires d'un secteur énergétique i , calculés selon 8.4;
8.1 le produit du rendement forfaitaire du système (0.9), d'un COP forfaitaire du système de refroidissement (2.5) et du facteur de conversion de MJ en kWh (3.6).



11 Consommation mensuelle d'énergie des auxiliaires

11.1 Consommation mensuelle d'énergie pour les fonctions auxiliaires

11.1.1 Principe

La consommation conventionnelle d'énergie des fonctions auxiliaires est déterminée dans le présent chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au 13.5.

11.1.2 Règle de calcul pour la consommation d'énergie électrique des auxiliaires pour le chauffage des locaux

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour les fonctions auxiliaires comme suit:

$$W_{\text{aux,heat},m} = \sum_j \left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},m}}{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},a}} \right) W_{\text{aux,heat},j} \quad (\text{kWh})$$

avec:

$$Q_{\text{heat,gross,seci},a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,seci},m} \quad (\text{MJ})$$

et où:

$Q_{\text{heat,gross,seci},m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, calculés selon 9.2;

$W_{\text{aux,heat},j}$ la consommation d'électricité de la fonction auxiliaire, faisant partie de l'installation, en kWh, reprise au Tableau 12.

Il faut faire une sommation sur tous les appareils j qui desservent le 'volume PER', et chaque fois sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' considéré desservi par appareil j .

La consommation éventuelle d'énergie des auxiliaires par les appareils de chauffage locaux a déjà été prise en compte dans le rendement de production et n'est donc plus considéré à nouveau dans les calculs.



Tableau 12: Valeurs de calcul pour la consommation d'électricité des fonctions auxiliaires des installations de chauffage des locaux

($V_{sec\ i}$: volume du secteur énergétique i)

Appareil/composant	Variantes	Consommation d'énergie auxiliaire $W_{aux,heat,j}$ (kWh)
Circulateur par unité d'habitation	Sans régulation du circulateur	$0.70 \sum V_{sec\ i}$
	Avec régulation du circulateur	$0.35 \sum V_{sec\ i}$
Circulateur pour plusieurs unités d'habitation	En cas d'approvisionnement séparé en eau chaude sanitaire: circulateur uniquement pour le chauffage des locaux (fonctionnant uniquement pendant la saison de chauffe)	$0.35 \sum V_{sec\ i}$
	Le circulateur sert aussi pour l'approvisionnement en eau chaude sanitaire par l'intermédiaire d'un circuit de fourniture: en fonctionnement toute l'année	$0.70 \sum V_{sec\ i}$
Autres circulateurs	Circulateur supplémentaire en cas d'utilisation d'un réservoir de stockage pour le chauffage	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
	Circulateur supplémentaire entre la chaudière et les collecteurs/conduites de distribution	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
	Circulateur supplémentaire pour un échangeur de chaleur dans une caisson de traitement d'air	$0.10 \sum V_{sec\ i}$
Chaudière/générateur	Ventilateur intégré	$0.30 \sum V_{sec\ i}$
Chaudière/générateur	Electronique	$0.20 \sum V_{sec\ i}$

Il faut effectuer une sommation sur le volume de tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' considéré desservi par l'appareil. Dans le cas d'un caisson de traitement d'air, il s'agit de tous les secteurs énergétiques dans lesquels de l'air réchauffé est amené.

11.1.3 Règle de calcul de la consommation d'énergie des veilleuses

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire des veilleuses est obtenue pour chacun des 12 mois de l'année¹¹ comme le produit de la durée du mois et de la somme des puissances de toutes les veilleuses:

$$Q_{pilot,m} = t_m \sum_j P_{pilot,j} \quad (MJ)$$

avec:

t_m la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau 1;

$P_{pilot,j}$ une valeur de calcul fixe pour la puissance d'une veilleuse, à savoir 80 W.

¹¹ On admet par convention que la veilleuse reste allumée dans tous les cas pendant les 12 mois de l'année.



Il faut faire une sommation sur tous les appareils producteurs de chaleur équipés d'une veilleuse, qu'ils servent au chauffage des locaux et/ou à la préparation d'eau chaude sanitaire. Seule exception: les appareils de chauffage locaux. Pour ces appareils, la consommation de la veilleuse a déjà été prise en compte dans le rendement de production.

Si un appareil avec veilleuse dessert plusieurs 'volumes PER', la consommation de sa veilleuse est imputée à chacun des 'volumes PER' au prorata de leur volume relatif.



11.2 Consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs

11.2.1 Principe

La consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs présents dans les systèmes de ventilation mécanique et/ou dans les systèmes de chauffage à air est calculée sur la base d'une valeur de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs, suivant :

- 11.2.2 pour le(s) ventilateur(s) qui ser(ven)t uniquement pour une ventilation volontaire;
- 11.2.3 pour le(s) ventilateur(s) qui ser(ven)t au chauffage à air (en combinaison ou non avec une ventilation volontaire).

La consommation totale mensuelle d'électricité est la somme des deux :

$$\bar{W}_{\text{aux,fans,m}} = \bar{W}_{\text{aux,fans,vent,m}} + \bar{W}_{\text{aux,fans,heat,m}} \quad (\text{kWh})$$

11.2.2 Ventilateurs qui servent uniquement pour une ventilation volontaire

11.2.2.1 Règle de calcul

On détermine la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs comme suit :

$$\bar{W}_{\text{aux,fans,vent,m}} = t_m \left(\sum_j \Phi_{\text{fans,vent,j}} \right) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

avec :

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1;

$\Phi_{\text{fans,vent,j}}$ la valeur de calcul de la puissance électrique moyenne d'un ventilateur j déterminée selon 11.2.2.2, en W.

Il faut effectuer une sommation sur tous les ventilateurs j qui contribuent à la ventilation volontaire du 'volume PER' (insufflation et/ou extraction) et qui ne servent pas au chauffage par air. (Ces derniers sont pris en compte dans 11.2.3.) Dans le cas où l'on prend la valeur par défaut pour la puissance électrique moyenne, celle-ci équivaut immédiatement à la somme de tous les ventilateurs présents dans une zone de ventilation et il n'y a donc plus besoin de faire d'addition dans cette zone de ventilation.

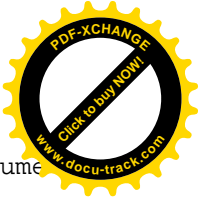
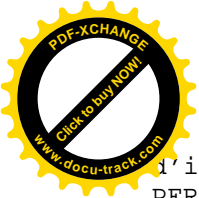
11.2.2.2 Détermination de la valeur de calcul pour la puissance électrique moyenne des ventilateurs (pour une ventilation volontaire)

La valeur de calcul pour la puissance électrique moyenne des ventilateurs destinés à une ventilation volontaire est déterminée, au choix, selon l'une des 3 méthodes suivantes :

- utilisation d'une valeur par défaut (11.2.2.2.1)
- utilisation d'une valeur de calcul basée sur la puissance installée (11.2.2.2.2)
- utilisation de la puissance en un point de fonctionnement représentatif (11.2.2.2.3)

Dans le cas où plusieurs ventilateurs sont présents dans une même zone de ventilation, on ne peut pas combiner la 1^{ère} méthode avec la 2^{ème} et la 3^{ème} méthode. Par contre, on peut utiliser ensemble la 2^{ème} et la 3^{ème} méthode.

Si un ventilateur assure aussi l'insufflation ou l'extraction dans des locaux extérieurs au 'volume PER' considéré, dans le cas de la 2^{ème} ou de la 3^{ème} méthode, pour la puissance moyenne, on tient uniquement compte de la fraction de la valeur de calcul totale qui correspond au rapport du débit nominal



d'insufflation ou d'extraction dans les locaux situés à l'intérieur du 'volume PER' considéré et du débit nominal total du/des ventilateur(s)¹².

11.2.2.2.1 Valeur de calcul par défaut pour la puissance électrique

On prend, comme valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui desservent une zone de ventilation ventilée mécaniquement, les valeurs du Tableau 13.

Tableau 13: Valeurs de calcul par défaut pour la puissance électrique des ventilateurs pour la ventilation volontaire
($V_{sec\ i}$: volume du secteur énergétique i)

Installation	Type de ventilateur	Puissance $\Phi_{fans,vent}$ (W)
Mécanique simple flux par insufflation ou extraction	ventilateur à courant alternatif	$0.125 \Sigma V_{sec\ i}$
	ventilateur à courant continu	$0.085 \Sigma V_{sec\ i}$
Mécanique double flux	ventilateur à courant alternatif	$0.235 \Sigma V_{sec\ i}$
	ventilateur à courant continu	$0.150 \Sigma V_{sec\ i}$
Mécanique simple flux par extraction avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une pompe à chaleur	ventilateur à courant alternatif	$0.145 \Sigma V_{sec\ i}$
	ventilateur à courant continu	$0.100 \Sigma V_{sec\ i}$
Mécanique double flux avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une pompe à chaleur	ventilateur à courant alternatif	$0.270 \Sigma V_{sec\ i}$
	ventilateur à courant continu	$0.185 \Sigma V_{sec\ i}$

Il faut faire une sommation sur le volume de tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation considérée.

11.2.2.2.2 Valeur de calcul basée sur la puissance électrique installée

On détermine la valeur de calcul de la puissance électrique moyenne d'une des 2 manières suivantes:

- la moitié de la puissance maximale de la combinaison électromoteur-ventilateur, y compris le cas échéant tous les éléments auxiliaires, telle qu'indiquée par le fabricant, en W;
- la moitié de la puissance nominale de l'électromoteur, y compris le cas échéant tous les éléments auxiliaires, déterminée selon NBN EN IEC 60034-1, telle qu'indiquée par le fabricant, en W;

REMARQUE:

La puissance nominale d'un électromoteur est définie comme la puissance maximale que le moteur peut absorber en régime continu. (Elle est donc totalement indépendante de la puissance que le moteur absorbe quand il fournit le débit de ventilation nominal dans une application donnée.)

11.2.2.2.3 La puissance électrique moyenne en un point de fonctionnement représentatif

On considère par convention, comme point de fonctionnement représentatif pour la consommation moyenne du ventilateur dans le temps, un point de fonctionnement

¹² Si le ventilateur dessert aussi des destinations non résidentielles, il faut prendre en compte le débit de conception et non le débit nominal.

qui peut effectivement être réalisé (en fonction de la position de réglage du ventilateur) et avec:

- un débit égal au moins à 65% du débit nominal ¹³ qui doit être fourni par le ventilateur
- une différence de pression égale au moins à 50% de la différence de pression totale à travers le ventilateur en position nominale. Cela nécessite donc une mesure de pression en position nominale dans l'installation terminée. (Sauf indication contraire sur le commutateur, on considère la position maximale comme la position nominale.)

On prend, comme valeur de calcul pour la puissance électrique moyenne, la puissance absorbée pour ce point de fonctionnement, y compris le cas échéant tous les éléments auxiliaires, en W.

11.2.3 Ventilateurs qui servent au chauffage par air (en combinaison ou non avec une ventilation volontaire)

11.2.3.1 Règle de calcul

On détermine la consommation mensuelle d'électricité de ces ventilateurs comme suit:

$$W_{\text{aux,fans,heat,m}} = t_m \sum_j (f_{\text{heat,m,j}} \Phi_{\text{fans,heat,j}} + f_{\text{vent,m,j}} \Phi_{\text{fans,vent,j}}) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

avec:

- t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1;
- $f_{\text{heat,m,j}}$ la fraction mensuelle du temps où le ventilateur j doit être en service pour le chauffage des locaux, tel que déterminé ci-dessous (-);
- $\Phi_{\text{fans,heat,j}}$ la valeur de calcul de la puissance électrique d'un ventilateur j en mode chauffage, déterminée selon 11.2.3.2, en W ;
- $f_{\text{vent,m,j}}$ la fraction mensuelle du temps où le ventilateur j doit assurer uniquement la ventilation, tel que déterminé ci-dessous (-);
- $\Phi_{\text{fans,vent,j}}$ la valeur de calcul de la puissance électrique d'un ventilateur j en mode ventilation, déterminée selon 11.2.2.2, en W.

Il faut faire une sommation sur tous les ventilateurs j qui servent au chauffage de l'air.

La fraction mensuelle du temps où un ventilateur j tourne en mode chauffage est donnée par:

$$f_{\text{heat,m,j}} = \min \left[1; \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} / (1000 \cdot P_{\text{nom,j}} \cdot t_m) \right]$$

avec:

- $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon 9.2.1, en MJ;
- $P_{\text{nom,j}}$ la puissance nominale de l'unité de production d'air chaud ¹⁴, en kW;

¹³ Dans le cas d'une destination non résidentielle: on considère le débit de conception.

¹⁴ Si 1 ventilateur devait desservir plusieurs appareils producteurs d'air chaud, il faut prendre comme $P_{\text{nom,j}}$ la somme des puissances nominales de tous ces appareils.



la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau 1.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i qu'un ventilateur j approvisionne en chauffage à air.

Si un ventilateur j chauffe également des locaux en-dehors du 'volume PER' considéré, le numérateur (c.-à-d. le besoin mensuel net en énergie) est multiplié par le rapport entre le volume total chauffé à l'aide du ventilateur j et le volume des secteurs énergétiques i situés à l'intérieur du 'volume PER' considéré chauffés à l'aide du ventilateur j .

La fraction mensuelle du temps où un ventilateur j tourne en mode ventilation est donnée par:

- si un ventilateur j sert uniquement au chauffage et n'assure pas une ventilation volontaire:

$$f_{vent,m,j} = 0$$

- si un ventilateur j sert uniquement au chauffage mais assure aussi une ventilation volontaire:

$$f_{vent,m,j} = 1 - f_{heat,m,j}$$

11.2.3.2 Détermination de la valeur de calcul pour la puissance électrique des ventilateurs (pour le chauffage des locaux)

La valeur de calcul de la puissance électrique des ventilateurs servant pour le chauffage est déterminée, au choix, selon l'une des 2 méthodes suivantes:

- utilisation d'une valeur par défaut (11.2.3.2.1)
- utilisation d'une valeur de calcul basée sur la puissance installée (11.2.3.2.2)

Dans le cas où plusieurs ventilateurs chauffent l'air dans un même secteur énergétique, on ne peut pas combiner les 2 méthodes.

Si un ventilateur assure aussi le chauffage de locaux situés en-dehors du 'volume PER' considéré, on considère, dans le cas où l'on détermine la valeur de calcul sur base de la puissance électrique installée, la fraction de la valeur de calcul déterminée ci-dessous pour la puissance, qui correspond au rapport entre le débit maximum de conception dans les locaux intérieurs au 'volume PER' considéré et le débit maximal total de conception du/des ventilateur(s).

11.2.3.2.1 Valeur de calcul par défaut pour la puissance électrique

On prend, comme valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui servent au chauffage de l'air, les valeurs du Tableau 14.

Tableau 14: Valeurs de calcul par défaut pour la puissance électrique des ventilateurs qui assurent le chauffage des locaux

($V_{sec\ i}$: volume du secteur énergétique i)

Installation	Type de ventilateur	Puissance $\Phi_{fans,heat}$ (W)
Chauffage de l'air	Sans régulation automatique du ventilateur	$0.780 \Sigma V_{sec\ i}$
	Avec régulation automatique du ventilateur	$0.525 \Sigma V_{sec\ i}$

Il faut additionner le volume de tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' chauffés par air.



11.2.3.2 Valeur de calcul basée sur la puissance électrique installée

On détermine la valeur de calcul de la puissance électrique d'une des 2 manières suivantes:

- la puissance maximale de l'ensemble électromoteur-ventilateur, y compris le cas échéant tous les éléments auxiliaires, tel qu'indiqué par le fabricant, en W;
- la puissance nominale de l'électromoteur, y compris le cas échéant tous les starters, déterminée selon NBN EN IEC 60034-1, tel qu'indiqué par le fabricant, en W;

REMARQUE:

La puissance nominale d'un électromoteur est définie comme la puissance maximale que le moteur peut absorber en régime continu. (Elle est donc totalement indépendante de la puissance que le moteur absorbe quand il fournit le débit de ventilation nominal dans une application donnée.)

12 Production mensuelle d'électricité de systèmes d'énergie solaire photovoltaïque et de cogénération sur site

12.1 Systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

12.1.1 Principe

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque sur site est déterminée en multipliant l'ensoleillement mensuel incident par le rendement de conversion. A part la détermination de la production, la méthode de calcul est comparable à celle utilisée pour les systèmes d'énergie solaire thermique. Mais l'incidence de l'ombrage est plus importante. Dès que différentes parties du système PV ont des orientations, des angles d'inclinaison ou un ombrage différents, il faut les calculer comme des systèmes différents.

Si le système d'énergie solaire photovoltaïque est commun à plusieurs 'volumes PER' et/ou plusieurs 'volumes PEN', la production est répartie sur les différents volumes au prorata de leur volume V_{PER} ou V_{PEN} .

12.1.2 Règle de calcul

La production mensuelle d'électricité, en kWh, est calculée comme suit pour un système d'énergie solaire photovoltaïque i:

$$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \times RF_{pv,i} \times C_{pv,i} \times I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

avec:

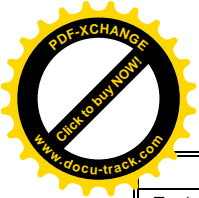
- $P_{pv,i}$ la puissance de crête du systèmes photovoltaïque i en W, pour un flux d'ensoleillement de 1000 W/m², déterminée selon EN IEC 60904-1;
- $RF_{pv,i}$ facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque, déterminé selon 12.1.3 (-);
- $C_{pv,i}$ le facteur de correction pour l'ombrage, calculé selon 12.1.4;
- $I_{s,m,i,shad}$ l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé selon l'annexe C;

12.1.3 Facteur de réduction RF_{pv}

On tire la valeur du facteur de réduction du Tableau 15, sauf si une valeur plus favorable peut être établie sur base du principe d'équivalence.

Tableau 15: Facteur de réduction RF_{pv} du système PV

DISPOSITION DES MODULES PV	CONVERTISSEUR CENTRAL	MODULES À TENSION
----------------------------	-----------------------	-------------------



		ALTERNATIVE
Intégrés en toiture, peu ventilés	0.67	0.71
Indépendants, peu ventilés	0.70	0.73

12.1.4 Facteur de correction pour l'ombrage

On détermine le facteur de correction pour l'ombrage comme suit:

$$c_{pv,i} = \max\left(0; 1.26 \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0.26\right)$$

avec:

$I_{s,m,i,shad}$ l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage des obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'annexe C;

$I_{s,m,i,horshad}$ l'ensoleillement de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, en prenant en compte uniquement l'ombrage de l'horizon, en MJ/m², déterminé selon l'annexe C. Les autres obstacles (surplombs et écrans équivalents) ne sont donc pas pris en considération dans ce calcul.

En dérogation à la règle qui s'applique aux fenêtres et aux systèmes d'énergie solaire thermique, on ne peut pas calculer avec les valeurs par défaut F_s tel qu'indiqué à l'annexe C. Un rendu détaillé de l'ombrage est toujours obligatoire pour les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque.

(S'il n'y a pas d'autres obstacles que l'horizon qui apportent de l'ombrage, $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i} = 1$, et il n'y a donc pas de diminution de production.)

12.2 Cogénération

12.2.1 Principe

Comme une partie de la production d'énergie d'une installation de cogénération est convertie en électricité, la consommation finale d'énergie locale est généralement plus élevée pour un besoin de chaleur brut donné qu'avec les producteurs de chaleur habituels: voir chapitre 10. La quantité d'électricité produite par l'installation de cogénération ne doit toutefois plus être produite dans des centrales électriques classiques (production distincte), on évite ainsi une consommation de combustible. La consommation d'énergie épargnée dans les centrales électriques est donc calculée comme un bonus dans la performance énergétique du bâtiment, si bien que l'on évalue correctement la consommation d'énergie primaire globale du pays. Dans ce chapitre 12.2, on détermine la production d'électricité par cogénération. Cette électricité est convertie en quantité d'énergie primaire épargnée au paragraphe 13.8.

12.2.2 Production d'électricité

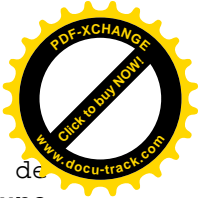
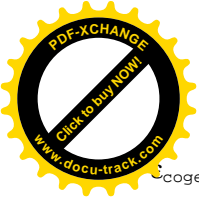
On détermine la quantité d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site comme suit:

$$W_{cogen,m} = \frac{\epsilon_{cogen,elec}}{3.6} \times \frac{Q_{heat,demand,cogen,m}}{\epsilon_{cogen,th}} \quad (\text{kWh})$$

avec:

$\epsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, soit la fraction du combustible consommé par une installation de cogénération (le calcul s'effectue par rapport au pouvoir calorifique supérieur) qui est convertie en électricité;

$Q_{heat,demand,cogen,m}$ la quantité mensuelle de chaleur que l'installation de cogénération peut fournir utilement au bâtiment, telle que déterminé ci-dessous, en MJ;



$\epsilon_{\text{cogen,th}}$

le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, soit la fraction du combustible consommé par une installation de cogénération (le calcul s'effectue par rapport à la valeur supérieure de combustion) qui est transformée en chaleur utilisable;

On utilise les rendements de conversion $\epsilon_{\text{cogen,elec}}$ et $\epsilon_{\text{cogen,th}}$ du Tableau 16 de l'annexe A à l'annexe III au présent arrêté (méthode de détermination du niveau d'utilisation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et bâtiments scolaires).

On détermine la quantité mensuelle de chaleur que l'installation de cogénération peut fournir utilement au bâtiment comme suit:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{heat,demand,cogen,m}} &= \sum_i f_{\text{heat,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} \\
 &+ \sum_i f_{\text{water,bath i,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath i,m}}) \times Q_{\text{water,bath i,gross,m}} \\
 &+ \sum_i f_{\text{water,sink i,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink i,m}}) \times Q_{\text{water,sink i,gross,m}} \quad (\text{MJ})
 \end{aligned}$$

avec :

- $f_{\text{heat,m,sec i,pref}}$ la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur d'un secteur énergétique i , déterminée selon 10.2.2;
- $f_{\text{as,heat,sec i,m}}$ la part des besoins de chaleur totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i , couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 10.4.1 (-). S'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , la valeur de $f_{\text{as,heat,sec i,m}}$ est égale à 0;
- $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , déterminés selon 9.2.1, en MJ;
- $f_{\text{water,bath i,m,pref}}$ la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i , déterminée selon 10.3.2;
- $f_{\text{as,m}}$ la part du besoin de chaleur total couvert par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon 10.4.1 dans le cas où le système contribue aussi au chauffage des locaux et selon 10.4.2 dans le cas où le système participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire (-). Avec les indices 'water,bath i ' et 'water,sink i ' pour la préparation d'eau chaude sanitaire respectivement pour la (les) douche(s)/baignoire(s) et le (les) évier(s) de cuisine. Si le flux d'eau chaude sanitaire considéré n'est pas préchauffé à l'aide d'un système d'énergie solaire thermique, la valeur de $f_{\text{as,m}}$ est égale à 0 (et n'est pas déterminée selon 10.4.1 ou 10.4.2);
- $Q_{\text{water,bath i,gross,m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , déterminés selon 9.3.1, en MJ;
- $f_{\text{water,sink i,m,pref}}$ la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminée selon 10.3.2;
- $Q_{\text{water,sink i,gross,m}}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminés selon 9.3.1, en MJ;

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER' chauffés au moyen de l'installation de cogénération, et l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i du 'volume PER' auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.



13 Consommation d'énergie primaire

13.1 Préambule

Le conversion de la consommation d'énergie finale en consommation d'énergie primaire introduit les facteurs de conversion pour l'énergie primaire dans le bilan énergétique. Tous les sous-termes sont ensuite additionnés afin d'obtenir la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. En ce qui concerne l'électricité produite par des installations photovoltaïques sur site ou par des installations de cogénération sur site, on introduit dans le calcul un bonus correspondant à l'économie de combustible dans les centrales électriques.

13.2 La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du 'volume EP' comme suit:

$$E_{\text{charannprimencons}} = \sum_{m=1}^{12} (E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} + E_{p,\text{cool},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m}) \quad (\text{MJ})$$

avec:

- $E_{p,\text{heat},m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon 13.3;
- $E_{p,\text{water},m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon 13.4;
- $E_{p,\text{aux},m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires, en MJ, déterminée selon 13.5;
- $E_{p,\text{cool},m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire équivalente pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon 13.6;
- $E_{p,\text{pv},m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site, en MJ, déterminée selon 13.7;
- $E_{p,\text{cogen},m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant d'une installation de cogénération sur site, en MJ, déterminée selon 13.8.

13.3 La consommation d'énergie primaire pour le chauffage des locaux

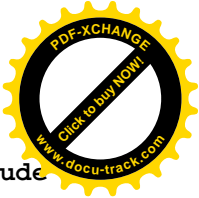
On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire du 'volume PER' pour le chauffage comme suit:

$$E_{p,\text{heat},m} = \sum_i (f_p \times Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{pref}} + f_p \times Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{npref}}) \quad (\text{MJ})$$

avec:

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté;
- $Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{pref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie des auxiliaires, déterminée selon 10.2.2, en MJ;
- $Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{npref}}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel destiné au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , à l'exception de l'énergie auxiliaire, déterminée selon 10.2.2, en MJ;

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i du 'volume PER'.



13.4 La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire du 'volume PER' pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit:

$$E_{p,water,m} = \sum_i (f_p \times Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,bath\ i,final,m,npref}) + \sum_i (f_p \times Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,sink\ i,final,m,npref}) \text{ (MJ)}$$

avec:

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté;
- $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i , déterminée selon 10.3.2, en MJ;
- $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i , déterminée selon 10.3.2, en MJ;
- $Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminée selon 10.3.2, en MJ;
- $Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie de l'appareil producteur non préférentiel pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i , déterminée selon 10.3.2, en MJ;

Il faut faire une sommation sur toutes les douches et toutes les baignoires i du 'volume PER' et tous les éviers de cuisine i du 'volume PER'.

13.5 La consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On calcule la consommation d'énergie primaire auxiliaire comme suit:

$$E_{p,aux,m} = f_p \times 3.6 \times (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m}) + f_p \times Q_{pilot,m} \text{ (MJ)}$$

avec:

- f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie considérée, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté;
- $W_{aux,fans,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs, déterminée selon 11.2.1, en kWh;
- $W_{aux,heat,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les fonctions auxiliaires destinées au chauffage, déterminée selon 11.1.2, en kWh;
- $Q_{pilot,m}$ la consommation mensuelle d'énergie des veilleuses des appareils producteurs qui contribuent au chauffage du 'volume PER', déterminée selon 11.1.3, en MJ.

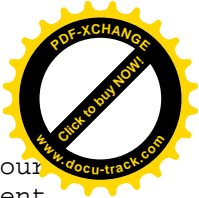
13.6 La consommation équivalente d'énergie primaire pour le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement comme suit:

$$E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times Q_{cool,final,sec\ i,m}) \text{ (MJ)}$$

avec:

- $Q_{cool,final,sec\ i,a}$ la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement, déterminée selon 10.5, en kWh;



le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i .

13.7 L'économie d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site comme suit:

$$E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times W_{pv,m,i}) \quad (\text{MJ})$$

avec:

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté;

$W_{pv,m,i}$ la production mensuelle d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque sur site i , déterminée selon 12.1.2, en kWh.

Il faut faire une sommation sur tous les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site i .

13.8 L'économie d'énergie primaire résultant d'une installation de cogénération sur site

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire d'une (des) installation(s) de cogénération sur site comme suit:

$$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{cogen,m,i} \quad (\text{MJ})$$

avec:

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité autoproduite par cogénération, tel qu'établi dans le texte principal du présent arrêté;

$W_{cogen,m,i}$ la production mensuelle d'électricité de l'installation de cogénération sur site i , déterminée selon 12.2.2, en kWh.

Il faut effectuer une sommation sur tous les secteurs énergétiques i auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur.

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement du xxx déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments.

Le Ministre-Président du Gouvernement bruxellois
Charles PICQUE

La Ministre de l'Environnement, de l'Energie et de la Politique de l'Eau

Evelyne HUYTEBROECK



Annexe A: Traitement des espaces contigus non chauffés

Un facteur de réduction b est déterminé pour les espaces contigus non chauffés, voir EN 13789.

Quant au traitement des espaces contigus non chauffés lors de la détermination de la performance énergétique, les deux possibilités simplifiées suivantes sont prévues de manière standard.

Possibilité 1

Il est toujours permis de ne pas prendre en considération la géométrie extérieure des espaces contigus non chauffés.

- Pour la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage, on suppose que la température des espaces contigus non chauffés est égale à la température extérieure (c.-à-d. que le facteur de réduction $b = 1$). On considère qu'aucun rayonnement solaire n'atteint le volume protégé.
- Pour l'évaluation de l'indicateur de surchauffe et la détermination des besoins nets en énergie pour le refroidissement, on suppose que l'espace contigu non chauffé se trouve à la même température que le volume protégé (c.-à-d. que le facteur de réduction $b = 0$). En d'autres termes, on ne tient pas compte de flux de chaleur par transmission du volume protégé vers l'espace contigu non chauffé. Pour l'ensoleillement, on suppose que l'espace contigu non chauffé ne constitue pas un obstacle.

Possibilité 2

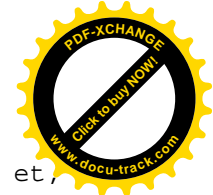
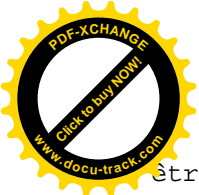
- Cette possibilité s'applique uniquement si l'espace contigu non chauffé jouxte 1 seul secteur énergétique et s'il n'y a pas de ventilation volontaire entre l'espace contigu non chauffé et le volume protégé.
- Dans les cas où l'espace contigu non chauffé jouxte plusieurs secteurs énergétiques, les pouvoirs publics peuvent éventuellement proposer des règles supplémentaires qui permettent de subdiviser l'espace contigu non chauffé en plusieurs espaces contigus non chauffés fictifs plus petits jouxtant chacun un seul secteur énergétique.

Quand plusieurs espaces contigus non chauffés sont également contigus entre eux, on admet par convention qu'il n'y a pas de transmission de chaleur ou d'échange d'air (volontaire ou par in/exfiltration) entre les espaces contigus non chauffés. La paroi est également considérée comme opaque.

Dans les espaces contigus non chauffés, les gains de chaleur internes sont supposés égaux à zéro.

Le facteur de réduction b est calculé selon EN 13789. Pour le traitement des ponts thermiques, on applique les mêmes règles que dans 7.4 (distinction entre, d'une part, les calculs relatifs au chauffage et, d'autre part, les calculs relatifs au refroidissement et à la surchauffe).

Les gains solaires indirects du secteur énergétique contigu (voir 7.10.2) sont égaux à la fraction $(1-b)$ des gains solaires absorbés dans les espaces contigus non chauffés. Tant le facteur de réduction b que les gains solaires peuvent



être différents au niveau, d'une part, des calculs relatifs au chauffage et, d'autre part, des calculs relatifs au risque de surchauffe et au refroidissement, en raison d'une différence dans le taux de ventilation et/ou le facteur d'utilisation d'une éventuelle protection solaire.

L'ensoleillement direct via l'espace contigu non chauffé n'est pris en considération que si le mur extérieur de l'espace contigu non chauffé est également transparent/translucide perpendiculairement au centre de la fenêtre entre l'espace contigu non chauffé et le volume protégé. La détermination des angles d'ombrage de la fenêtre entre l'espace contigu non chauffé et le volume protégé tient compte de la géométrie de l'espace contigu non chauffé (par exemple toit opaque). On déduit, de l'ensoleillement incident de la fenêtre séparant l'espace contigu non chauffé et le volume protégé, le produit $0.95 \times F_p \times g_g$ du mur extérieur transparent/translucide opposé. Pour déterminer les gains solaires absorbés dans l'espace contigu non chauffé, on déduit la pénétration solaire directe de l'espace contigu non chauffé des gains solaires totaux entrants de l'espace contigu non chauffé.



Annexe B: Le débit de ventilation volontaire

Pour les locaux constituant un volume PER suivant les règles du présent arrêté, on entendra, par 'débit exigé', le débit minimal de conception selon l'annexe VI au présent arrêté.

Dans la suite du texte, on évalue différents termes des systèmes mécaniques à la position dite 'nominale' des ventilateurs. Sauf mention explicite contraire sur le panneau de commande, la position maximale est assimilée à la position nominale. En position nominale, l'insufflation mécanique ou l'extraction mécanique doivent être au moins égales, dans chaque pièce, au débit exigé.

La détermination du facteur de multiplication m et du facteur de réduction pour préchauffage r s'effectue par zone de ventilation. Une zone de ventilation est une partie fermée du 'volume PER' possédant son propre système de ventilation. Les locaux du 'volume PER' auxquels aucune exigence n'est imposée en matière d'insufflation en air neuf, de transfert ou d'extraction vers l'extérieur, sont regroupés avec une zone de ventilation contiguë. Dans le cas où il y a plusieurs zones de ventilation contiguës, ils sont regroupés avec les zones avec lesquelles ils sont éventuellement en contact par des liaisons intérieures. S'il n'y a pas de liaison de ce genre, le choix est libre.

Conformément aux règles relatives à la subdivision d'un 'volume PER' en secteurs énergétiques tel qu'établi en 5.3, 1 secteur énergétique ne peut pas couvrir plusieurs zones de ventilation, puisqu'un secteur énergétique doit être équipé du même type de système de ventilation. Mais 1 secteur de ventilation peut se composer de plusieurs secteurs énergétiques, par exemple parce que les différentes parties ont des systèmes d'émission de chaleur différents (par exemple un logement avec 1 seul système de ventilation, mais des radiateurs au 1^{er} étage et un chauffage par le sol au rez-de-chaussée).

B.1 Détermination du facteur de multiplication $m_{sec\ i}$ pour le débit

Le facteur de multiplication $m_{sec\ i}$ d'un secteur énergétique i est égal au facteur de multiplication de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique fait partie:

$$m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$$

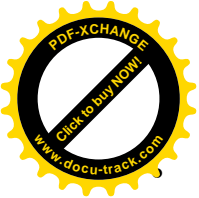
La détermination du facteur de multiplication de la zone de ventilation z s'effectue tel que décrit ci-dessous.

Remarque: l'application des règles ci-dessous entraîne, pour chacun des systèmes de ventilation, la valeur par défaut $m_{zone\ z} = 1.5$.

Chaque fois que dans ce paragraphe il est question de 'débit d'insufflation en air neuf exigé', il est question également le cas échéant du 'débit de recirculation exigé' dans un local de séjour.

B.1.1 Ventilation naturelle

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone\ z}$ tient compte, pour ces systèmes, des aspects suivants:



en ce qui concerne l'alimentation:

- la mesure dans laquelle les bouches d'alimentation réglables sont autoréglables.

• en ce qui concerne l'évacuation:

- la mesure dans laquelle les bouches d'évacuation sont autoréglables.
- Le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'évacuation naturelle

On détermine $m_{zone z}$ par zone de ventilation z comme suit:

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{nat.supply,zonez} + r_{nat.exh,zonez} + r_{leak,stack,zonez}}{r_{nat.supply,zonez,def} + r_{nat.exh,zonez,def} + r_{leak,stack,zonez,def}} \right)$$

avec:

$r_{nat.supply,zone z}$ un facteur de correction pour la mesure dans laquelle les bouches d'alimentation réglables sont autoréglables dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{nat.exh,zone z}$ un facteur de correction pour la mesure dans laquelle les bouches d'évacuation réglables sont autoréglables dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{leak,stack,zone z}$ un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'évacuation dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{nat.supply,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{nat.supply,zone z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{nat.exh,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{nat.exh,zone z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{leak,stack,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{leak,stack,zone z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);

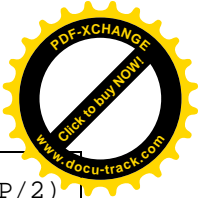
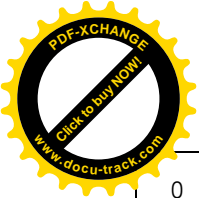
Facteur de correction $r_{nat.supply,zone z}$

Les ouvertures d'alimentation naturelle qui ont été testées conformément à EN 13141-1 peuvent être classées dans une catégorie donnée selon le Tableau 16. On évalue à cet effet dans quelle mesure le débit reste constant en cas de variation de la différence de pression

On associe par convention le facteur de correction $r_{nat.supply,zone z}$ de la zone de ventilation z au classement en catégories tel qu'indiqué au Tableau 17. C'est l'ouverture d'alimentation réglable (OAR) ayant le facteur de correction le plus élevé qui détermine la valeur pour l'ensemble de la zone de ventilation. La valeur par défaut est de 0.20.

Tableau 16: Classe de réglage en fonction de la différence de pression

Différence de pression P (Pa)	Débit en fonction du débit nominal à 2 Pa (q_N)				
	Classe P ₀	Classe P ₁	Classe P ₂	Classe P ₃	Classe P ₄



$0 \text{ Pa} \leq P < 2 \text{ Pa}$		$\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$ et $\leq 1.20q_{DN}$	$\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$ et $\leq 1.20q_{DN}$	$\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$ et $\leq 1.20q_{DN}$	$\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$ et $\leq 1.20q_{DN}$
2 Pa	q_{DN}	q_{DN}	q_{DN}	q_{DN}	q_{DN}
$2 \text{ Pa} < P < 5 \text{ Pa}$	Ne satisfait pas à la classe P ₁	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.8q_{DN}$	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.8q_{DN}$	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.5q_{DN}$	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.2q_{DN}$
$5 \text{ Pa} - 10 \text{ Pa}$		$\geq 0.70q_{DN}$ et $\leq 2.3q_{DN}$	$\geq 0.70q_{DN}$ et $\leq 2.0q_{DN}$	$\geq 0.70q_{DN}$ et $\leq 1.5q_{DN}$	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.2q_{DN}$
$10 \text{ Pa} - 25 \text{ Pa}$		$\geq 0.50q_{DN}$ et $\leq 3.0q_{DN}$	$\geq 0.50q_{DN}$ et $\leq 2.0q_{DN}$	$\geq 0.50q_{DN}$ et $\leq 1.5q_{DN}$	$\geq 0.80q_{DN}$ et $\leq 1.2q_{DN}$
$25 \text{ Pa} - 50 \text{ Pa}$		$\geq 0.30q_{DN}$ et $\leq 3.0q_{DN}$	$\geq 0.30q_{DN}$ et $\leq 2.0q_{DN}$	$\geq 0.30q_{DN}$ et $\leq 1.5q_{DN}$	$\geq 0.30q_{DN}$ et $\leq 1.5q_{DN}$
$50 \text{ Pa} - 100 \text{ Pa}$		$\leq 3.0q_{DN}$	$\leq 2.0q_{DN}$	$\leq 2.0q_{DN}$	$\leq 2.0q_{DN}$
$100 \text{ Pa} - 200 \text{ Pa}$		$\leq 4q_{DN}$	$\leq 3.0q_{DN}$	$\leq 3.0q_{DN}$	$\leq 3.0q_{DN}$

Tableau 17: Facteur de correction $r_{nat.supply,zone z}$

Classe OAR	$r_{nat.supply,zone z}$
P0	0.20
P1	0.18
P2	0.14
P3	0.08
P4	0.02

Facteur de correction $r_{nat.exh,zone z}$

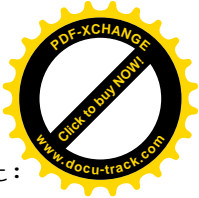
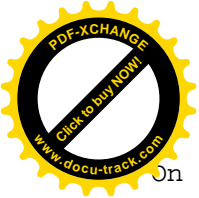
On affecte la valeur suivante aux bouches d'évacuation naturelles qui ne sont pas autorégulatrices:

$$r_{nat.exh,zone z} = 0.20$$

C'est également la valeur par défaut.

On peut déterminer des valeurs meilleures suivant des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

Facteur de correction $r_{leak,stack,zone z}$



On calcule par convention $r_{leak,stack,zone z}$ de la zone de ventilation z comme suit:

$$r_{leak,stack,zonez} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zonez,k}}{\dot{V}_{req,exh,zonez}}$$

avec:

$\dot{V}_{leak,stack,zonez,k}$ le débit de fuite conventionnel de la gaine d'évacuation naturelle k dans la zone de ventilation z , en m^3/h ;

$\dot{V}_{req,exh,zonez}$ le débit d'évacuation total exigé pour la zone de ventilation z , égal à la somme des débits d'évacuation vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m^3/h .

Il faut faire une sommation sur toutes les gaines d'évacuation naturelle k présentes dans la zone de ventilation z . On détermine le débit de fuite $\dot{V}_{leak,stack,zonez,k}$ d'une gaine d'évacuation naturelle k à l'aide d'une mesure, conformément aux procédures décrites dans EN 14134. La pression de service à prendre en considération est, par convention, de 2 Pa.

Dans le cas où ou aucun résultat de mesure n'est présenté:

$$r_{leak,stack,zone z} = 0.025$$

C'est la valeur par défaut.

B.1.2. Ventilation mécanique simple flux par insufflation

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants:

- en ce qui concerne l'insufflation:
 - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation
 - le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'insufflation mécanique
- en ce qui concerne l'évacuation:
 - la mesure dans laquelle les bouches d'évacuation sont autoréglables.
 - le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'évacuation naturelle

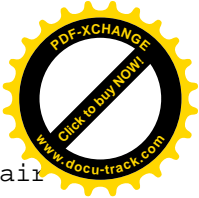
On détermine $m_{zone z}$ par zone de ventilation z comme suit:

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{mech.supply,zonez} + r_{nat.exh,zonez} + r_{leak,stack,zonez}}{r_{mech.supply,zonez,def} + r_{nat.exh,zonez,def} + r_{leak,stack,zonez,def}} \right)$$

avec:

$r_{mech.supply,zone z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans chacun des locaux et le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'insufflation mécanique dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{nat.exh,zone z}$ un facteur de correction pour la mesure dans laquelle les bouches d'évacuation dans la zone de ventilation z sont autoréglables, tel que déterminé au B.1.1 (-);



- $r_{leak,stack,zone z}$ un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'extraction dans la zone de ventilation z , tel que déterminé au B.1.1 (-);
- $r_{mech.supply,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{mech.supply,zone z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);
- $r_{nat.exh,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{nat.exh,zone z}$, tel que déterminé au B.1.1 (-);
- $r_{leak,stack,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{leak,stack,zone z}$, tel que déterminé au B.1.1 (-);

Facteur de correction $r_{mech.supply,zone z}$

On calcule $r_{mech.supply,zone z}$ comme suit:

$$r_{mech.supply,zone z} = r_{adj.mech.supply,zone z} + \frac{\sum \dot{v}_{leak,supplyduct,zonez,l}}{\dot{v}_{req,mech.supply,zonez}}$$

avec:

- $r_{adj,mech.supply,zone z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);
- $\dot{v}_{leak,supplyduct,zonez,l}$ les pertes par les fuites des gaines d'insufflation l dans la zone de ventilation z , à la position nominale des ventilateurs, en m^3/h , tel que déterminé ci-dessous;
- $\dot{v}_{req,mech.supply,zonez}$ le débit d'insufflation total exigé de la zone de ventilation z , égale à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés pour chacun des locaux, en m^3/h .

Dans le deuxième terme, il faut faire une sommation sur tous les réseaux de gaines d'insufflation l dans la zone de ventilation z .

On détermine le facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans une zone de ventilation z comme suit:

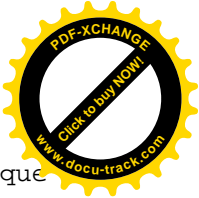
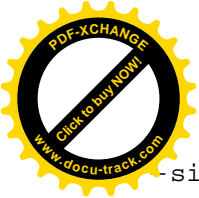
- si, dans la zone de ventilation z , on n'a pas mesuré les débits (pour la position nominale des ventilateurs) de toutes les bouches d'alimentation mécanique, on a:

$$r_{adj,mech.supply,zone z} = 0.20$$

C'est la valeur par défaut.

- si, dans la zone de ventilation z , on a mesuré les débits (pour la position nominale des ventilateurs) de toutes les bouches d'alimentation mécanique, on a:
- si chacune des valeurs mesurées par local des débits d'insufflation mécanique se situe entre 100% et 120% de la valeur exigée pour le local considéré, on a:

$$r_{adj,mech.supply,zone z} = 1$$



-si chacune des valeurs mesurées par local des débits d'insufflation mécanique est égale à au moins 100% de la valeur exigée pour le local considéré, mais que 1 ou plusieurs valeurs dépassent 120% des valeurs exigées, on a:

$$r_{adj, mech. supply, zone z} = \max \left[0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{meas, mech. supply, rmj}}{\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}} - 1.20 \right\} \right]$$

où il faut additionner les débits mécaniques mesurés par local ($\dot{V}_{meas, mech. supply, rmj}$, en m³/h), de tous les locaux d'alimentation j de la zone de ventilation z. $\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$ est le débit d'insufflation mécanique total exigé dans la zone de ventilation z; c'est la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés des locaux individuels, en m³/h.

-sinon:

$$r_{adj, mech. supply, zone z} = 0.20$$

On détermine les pertes de fuite des réseaux de gaines d'insufflation dans la zone de ventilation z comme suit:

-en mesurant chacun des réseaux de gaines d'insufflation, conformément à la procédure décrite dans EN 14134. La pression de service à prendre en compte est la surpression statique mesurée immédiatement après le ventilateur lors du fonctionnement en position nominale.

-la valeur par défaut est de:

$$\sum_k \dot{V}_{leak, supply duct, zone z, k} = 0.18 \dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$$

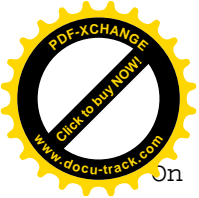
Cette valeur est d'application

- * si on n'a pas effectué de mesure antérieure pour tous les réseaux de gaines d'insufflation.
- * ou si les débits de fuite mesurés sont supérieurs à cette valeur par défaut.

B.1.3. Ventilation mécanique simple flux par extraction

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants:

- en ce qui concerne l'alimentation:
 - la mesure dans laquelle les bouches d'alimentation réglables sont autoréglables
- en ce qui concerne l'extraction:
 - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction
 - le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'extraction mécanique



On détermine $m_{zone z}$ par zone de ventilation z comme suit:

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{nat.supply,zonez} + r_{mech.extr,zonez}}{r_{nat.supply,zonez,def} + r_{mech.extr,zonez,def}} \right)$$

avec:

$r_{nat.supply,zone z}$ un facteur de correction pour la mesure dans laquelle les bouches d'alimentation réglables dans la zone de ventilation z sont autoréglables, tel que déterminé au B.1.1 (-);

$r_{mech.extr,zone z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans chacun des locaux et le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'extraction mécanique dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{nat.supply,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{nat.supply,zone z}$, tel que déterminé au B.1.1 (-);

$r_{mech.extr,zone z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{mech.extr,zone z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);

Facteur de correction $r_{mech.extr,zone z}$

On calcule $r_{mech.extr,zone z}$ comme suit:

$$r_{mech.extr,zonez} = r_{adj,mech.extr,zonez} + \frac{\sum \dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zonez}}$$

avec:

$r_{adj,mech.extr,zone z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$\dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}$ les pertes par les fuites du réseau de gaines d'extraction m dans la zone de ventilation z , à la position nominale des ventilateurs, en m^3/h , tel que déterminé ci-dessous;

$\dot{V}_{req,mech.extr,zonez}$ le débit d'extraction total exigé de la zone de ventilation z , égale à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m^3/h .

Dans le deuxième terme, il faut additionner tous les réseaux de gaines d'extraction m présents dans la zone de ventilation z .

On détermine le facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans une zone de ventilation z comme suit:

- si, dans une zone de ventilation z , on n'a pas mesuré les débits (pour la position nominale des ventilateurs) de toutes les bouches d'extraction mécanique, on a:

$$r_{adj,mech.extr,zone z} = 0.20$$



C'est la valeur par défaut.

- si, dans une zone de ventilation z , on a mesuré les débits (pour la position nominale des ventilateurs) de toutes les bouches d'extraction mécanique, on a :

-si chacune des valeurs des débits d'extraction mécanique mesurées pour chaque local se situe entre 100% et 120% de la valeur exigée pour le local considéré, on a :

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = 0$$

-si chacune des valeurs des débit d'extraction mécanique mesurées pour chaque local est égale à au moins 100% de la valeur exigée pour le local considéré, mais que 1 ou plusieurs valeurs dépassent 120% des valeurs exigées, on a :

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = \max \left[0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{meas, mech. extr, rmj}}{\dot{V}_{req, mech. extr, zone z}} - 1.20 \right\} \right]$$

où il faut additionner les débits mécaniques mesurés pour chaque local ($\dot{V}_{meas, mech. extr, rmj}$, en m^3/h) de tous les locaux d'extraction j de la zone de ventilation z . $\dot{V}_{req, mech. extr, zone z}$ est le débit d'extraction mécanique total exigé dans la zone de ventilation z ; c'est la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m^3/h .

-sinon :

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = 0.20$$

On détermine les pertes de fuite des réseaux de gaines d'extraction dans la zone de ventilation z comme suit :

-en mesurant chacun des réseaux de gaines d'extraction, conformément à la procédure décrite dans EN 14134. La pression de service à prendre en compte est la dépression statique mesurée immédiatement avant le ventilateur pour un fonctionnement en position nominale.

-la valeur par défaut est de :

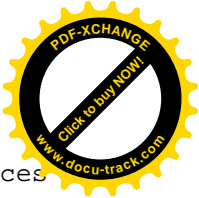
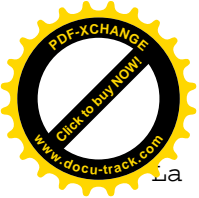
$$\sum_l \dot{V}_{leak, extr duct, zone z, l} = 0.18 \dot{V}_{req, mech. extr, zone z}$$

Cette valeur est d'application

* si on n'a pas effectué de mesure antérieure pour tous les réseaux de gaines d'extraction.

* ou si les débits de fuite mesurés sont supérieurs à cette valeur par défaut.

B.1.4 Ventilation mécanique double flux



La détermination du facteur de multiplication $m_{zone z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants:

- en ce qui concerne l'insufflation:
 - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation
 - le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'insufflation mécanique
- en ce qui concerne l'extraction:
 - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction
 - le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'extraction mécanique

On détermine $m_{zone z}$ par zone de ventilation z comme suit:

$$m_{zonez} = 1.0 + 0.5 \frac{r_{allmech,zonez}}{r_{allmech,zonez,def}}$$

avec:

$r_{all\ mech,zone\ z}$ un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des gaines d'insufflation et d'extraction; et la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation et d'extraction dans chacun des locaux de la zone de ventilation z , tel que déterminé ci-dessous (-);

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{all\ mech,zone\ z}$, tel que déterminé ci-dessous (-);

Facteur de correction $r_{all\ mech,zone\ z}$

On calcule $r_{all\ mech,zone\ z}$ comme suit:

$$r_{allmech,zonez} = \frac{\max(\dot{V}_{calc, mech. supply, zonez}; \dot{V}_{calc, mech. extr, zonez})}{\max(\dot{V}_{req, mech. supply, zonez}; \dot{V}_{req, mech. extr, zonez})}$$

avec:

$$\dot{V}_{calc, mech. supply, zonez} = r_{adj, mech. supply, zonez} \times \dot{V}_{req, mech. supply, zonez} + \sum_1 \dot{V}_{leak, supplyduct, zonez, l}$$

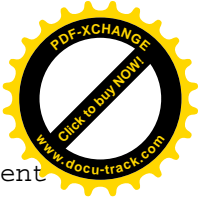
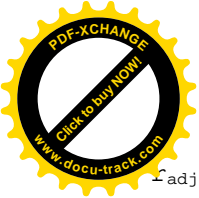
$$\dot{V}_{calc, mech. extr, zonez} = r_{adj, mech. extr, zonez} \times \dot{V}_{req, mech. extr, zonez} + \sum_m \dot{V}_{leak, extrduct, zonez, m}$$

avec:

$r_{adj, mech. supply, zone z}$ un facteur de correction pour la réglabilité éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans la zone de ventilation z , tel que déterminé au B.1.2 (-);

$\dot{V}_{leak, supplyduct, zonez, l}$ les pertes de fuite du réseau de gaines d'insufflation l dans la zone de ventilation z , pour la position nominale des ventilateurs, en m^3/h , tel que déterminé au B.1.2 (-);

$\dot{V}_{req, mech. supply, zonez}$ le débit d'extraction total exigé pour la zone de ventilation z , égale à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés des locaux individuels, en m^3/h (-);



$\gamma_{adj, mech. extr, zone z}$ un facteur de correction pour la réglabilité éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans la zone de ventilation z, tel que déterminé au B.1,3 (-);

$\dot{V}_{leak, extrduct, zonez, m}$ les pertes de fuite du réseau de gaines d'extraction m dans la zone de ventilation z, pour la position nominale des ventilateurs, en m³/h, tel que déterminé au B.1,3;

$\dot{V}_{req, mech. extr, zonez}$ le débit d'extraction total exigé de la zone de ventilation z, en tant que somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés des locaux individuels, en m³/h.

Il faut faire une sommation sur tous les réseaux de gaines d'insufflation l et tous les réseaux de gaines d'extraction m dans la zone de ventilation z.

B.2 Facteur de réduction pour préchauffage

Le facteur de réduction pour préchauffage r d'un secteur énergétique i est égal au facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique fait partie:

$$\gamma_{preh, heat, sec i} = \gamma_{preh, heat, zone z}$$

$$\gamma_{preh, cool, sec i} = \gamma_{preh, cool, zone z}$$

La détermination du facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z à l'aide d'un appareil de récupération de chaleur s'effectue tel que décrit ci-après. Il faut traiter le préchauffage par passage à travers un espace contigu non chauffé et/ou à travers une gaine d'amenée souterraine sur base du principe d'équivalence.

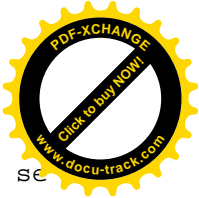
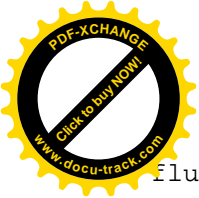
S'il n'y a pas de préchauffage, la valeur de r est égale à 1 dans chacun des cas.

La présente annexe ne traite pas des pompes à chaleur utilisant l'air repris comme source de chaleur.

- Si la pompe à chaleur sert au chauffage, le calcul s'effectue selon 10.2.3.3.
- Si la pompe à chaleur sert à la préparation d'eau chaude sanitaire, le calcul s'effectue selon 10.3.3.2.

Appareil de récupération de chaleur dans le cas d'une ventilation mécanique double flux

Dans une zone de ventilation z avec de la ventilation mécanique double flux, il est possible de préchauffer dans une plus ou moins grande mesure l'alimentation en air neuf à l'aide d'un échangeur de chaleur qui soustrait de la chaleur à l'air rejeté vers l'extérieur. L'air fourni provenant de l'extérieur peut éventuellement être introduit dans la zone de ventilation z via différentes entrées d'air. Dans ce cas, il se peut éventuellement que toutes les alimentations en air ne soient pas préchauffées. Inversement, l'extraction mécanique vers l'extérieur peut éventuellement se faire par différentes sorties d'air et il se peut qu'il n'y ait pas de récupération de chaleur pour certains de ces flux d'air. Si, en fin de compte, le débit total d'insufflation mécanique diffère du débit total d'extraction mécanique dans la zone de ventilation z, un



Flux d'air supplémentaire incontrôlé (vers l'intérieur ou l'extérieur) se produira forcément à travers l'enveloppe ¹⁵.

Dans plupart de cas, on peut déterminer le facteur de réduction pour chauffage résultant du préchauffage par récupération de chaleur de l'alimentation en air neuf dans une zone de ventilation z à l'aide de la formule suivante:

$$r_{\text{preh,heat,zonez}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \min(\dot{V}_{\text{in,p}}, \dot{V}_{\text{out,p}}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}, \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}}\right)}$$

avec:

$e_{\text{heat,hr,p}}$ un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur à l'endroit p, déterminé comme suit:

* si le flux d'insufflation en air neuf p n'est pas préchauffé, on a

$$e_{\text{heat,hr,p}} = 0$$

* si le flux d'insufflation en air neuf p est préchauffé à l'aide d'un appareil de récupération de chaleur, on a $e_{\text{heat,hr,p}} = r_p \cdot \eta_{\text{test,p}}$

Le facteur r_p est déterminé tel que décrit ci-dessous et $\eta_{\text{test,p}}$ est le rendement thermique de l'appareil de récupération de chaleur p, mesuré selon EN 308 à des débits qui ne sont pas inférieurs respectivement à $\dot{V}_{\text{in,p}}$ et à $\dot{V}_{\text{out,p}}$. L'isolation thermique de l'appareil doit être au moins aussi bonne que lors de l'essai;

$\dot{V}_{\text{in,p}}$ le débit d'air entrant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous;

$\dot{V}_{\text{out,p}}$ le débit d'air sortant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous.

Il faut faire une sommation sur tous les endroits p de la zone de ventilation z où a lieu une insufflation mécanique en air neuf et/ou une extraction mécanique vers l'extérieur.

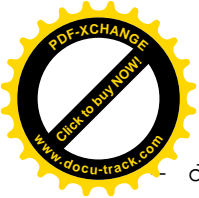
On détermine le débit d'air neuf entrant à l'endroit p comme suit:

- si une mesure continue du débit entrant s'effectue à l'endroit p et si, sur base de cette mesure, une adaptation continue et automatique à la valeur de consigne s'effectue de telle sorte que le débit entrant ne varie pas de plus de 5% de la valeur de consigne pour aucune des positions du ventilateur, on a:

$$\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{supply,setpoint,nom,p}}$$

où on considère la valeur de consigne du débit à l'endroit p pour la position nominale du ventilateur, en m³/h;

¹⁵ Par souci de simplification, on ne tient pas compte par convention, tout comme en 7.8.2, de l'interaction possible entre le terme d'in/exfiltration et le terme de ventilation volontaire.



- dans tous les autres cas, on a :

$$\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mech\ supply,p} + \dot{V}_{leak, supplyduct,p}$$

Pour la détermination des pertes de fuite du réseau de gaines d'insufflation ($\dot{V}_{leak, supplyduct,p}$, en m³/h), les mêmes règles s'appliquent que pour la ventilation mécanique simple flux par insufflation (voir B1.2). Si aucune valeur de mesure des pertes de fuite n'est disponible, leur valeur est supposée égale à zéro. Si les débits d'insufflation pour la position nominale du ventilateur sont effectivement mesurés dans tous les locaux alimentés en air neuf via l'endroit p, on utilise alors pour $\dot{V}_{mech\ supply,p}$ la somme de ces valeurs mesurées. Dans l'autre cas, $\dot{V}_{mech\ supply,p}$ est supposé égal à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés par local.

On détermine le débit d'air d'extraction vers l'extérieur à l'endroit p comme suit :

- si une mesure continue du débit sortant s'effectue à l'endroit p et si, sur base de cette mesure, une adaptation continue et automatique à la valeur de consigne s'effectue de telle sorte que le débit sortant ne varie pas de plus de 5% par rapport à la valeur de consigne pour aucune des positions du ventilateur, on a :

$$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr, setpoint, nom, p}$$

où l'on considère la valeur de consigne du débit à l'endroit p pour la position nominale du ventilateur, en m³/h;

- dans tous les autres cas, on a :

$$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mech\ extr,p} + \dot{V}_{leak, extrduct,p}$$

En ce qui concerne la détermination des pertes de fuite du réseau de gaines d'extraction ($\dot{V}_{leak, extrduct,p}$, en m³/h), les mêmes règles que pour la ventilation mécanique simple flux par extraction (voir B1.3) s'appliquent. Si aucune valeur de mesure des pertes de fuite n'est disponible, leur valeur est supposée égale à zéro. Si les débits d'extraction pour la position nominale du ventilateur sont effectivement mesurés dans tous les locaux d'où de l'air est aspiré vers l'extérieur via l'endroit p, on utilise alors pour $\dot{V}_{mech\ extr,p}$ la somme de ces valeurs mesurées. Dans l'autre cas, $\dot{V}_{mech\ extr,p}$ est supposé égal à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés.

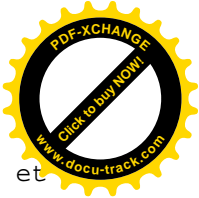
Dans le cas où il y a récupération de chaleur à l'endroit p, on détermine r_p comme suit :

- si une mesure continue du débit entrant ainsi que du débit sortant s'effectue dans l'appareil de récupération de chaleur et si, sur base de ces mesures, une adaptation continue et automatique aux valeurs de consigne s'effectue de telle sorte que le débit entrant et le débit sortant ne varient pas de plus de 5% de leur valeur de consigne respective pour aucune des positions du ventilateur, on a :

$$r_p = 0.95$$

- dans tous les autres cas, on a :

$$r_p = 0.85$$



On détermine le facteur de réduction pour le calcul du risque de surchauffe et des besoins nets en énergie pour le refroidissement comme suit :

$$r_{\text{preh,cool,zonez}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{cool,hr},p} \min(\dot{V}_{\text{in},p}, \dot{V}_{\text{out},p}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{\text{in},p}, \sum_p \dot{V}_{\text{out},p}\right)}$$

où les différents termes sont les mêmes que ci-dessus, à l'exception de $e_{\text{cool,hr},p}$, dont la valeur est déterminée comme suit :

- si l'appareil de récupération de chaleur p est équipé d'un by-pass grâce auquel le passage à travers l'échangeur de chaleur est totalement interrompu, ou si il peut être totalement inactivé d'une autre façon (par exemple arrêt d'une roue thermique rotative), on a :

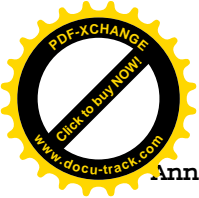
$$e_{\text{cool,hr},p} = 0$$

- si l'appareil de récupération de chaleur p est équipé d'un by-pass mais que le passage à travers l'échangeur de chaleur n'est pas totalement interrompu pour autant ou s'il n'est pas totalement inactivé d'une autre façon, on a :

$$e_{\text{cool,hr},p} = 0.5 \times e_{\text{heat,hr},p}$$

- dans tous les autres cas :

$$e_{\text{cool,hr},p} = e_{\text{heat,hr},p}$$



Annexe C: L'ensoleillement mensuel

C.1 Introduction

La présente annexe décrit les algorithmes de calcul de l'ensoleillement mensuel d'une surface quelconque j . L'ensoleillement est calculé pour les fenêtres, les systèmes d'énergie solaire passive, les capteurs solaires thermiques et les installations photovoltaïques. Pour l'utilisateur, seul le C.2, où l'on définit comment l'ombrage est caractérisé, est intéressant.

La pente θ_j du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre la verticale et la normale au plan j . Pour une surface horizontale, la pente est de 0° , pour une surface verticale, elle est de 90° .

L'orientation ϕ_j du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre le sud et la projection horizontale de la normale sur le plan j . En direction de l'ouest, l'orientation est positive tandis qu'elle est négative en direction de l'est.

C.2 Schématisation de l'ombrage

Généralités

Une surface ensoleillée j peut être ombragée par des éléments environnants étrangers au bâtiment, appelés obstacles, et par des éléments liés au bâtiment, appelés saillies horizontales et verticales. Les obstacles font écran au rayonnement solaire direct si le soleil descend en dessous d'une hauteur déterminée. Les saillies horizontales font écran au rayonnement solaire direct si le soleil se trouve au-dessus d'une hauteur déterminée et les saillies latérales font écran au rayonnement solaire direct si l'angle horaire est inférieur ou supérieur à une valeur déterminée. Les obstacles comprennent les bâtiments, arbres et collines environnants. Les saillies comprennent les débords de toiture, balcons, auvents horizontaux et prolongements de murs latéraux.

Valeurs par défaut

Si l'ombrage d'un plan n'est pas analysé de manière détaillée, on prend la valeur 0.6 pour la F_s pour les calculs de chauffage et pour les capteurs solaires. Pour l'évaluation de l'indicateur de surchauffe et les calculs de refroidissement, on prend la valeur 0.8 pour F_s . F_s est ici le rapport entre l'ensoleillement du plan ombragé et l'ensoleillement du plan non ombragé.

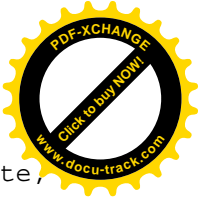
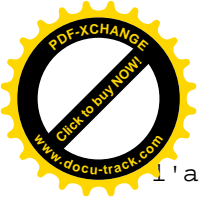
Pour des installations photovoltaïques, ces valeurs par défaut ne s'appliquent pas et il est obligatoire de toujours indiquer l'ombrage de manière détaillée.

Géométrie d'un obstacle

Les obstacles sont schématisés par un seul plan appelé plan d'obstacle vertical. L'angle d'obstruction α_h est l'angle entre l'horizontal et la ligne reliant le point central de la surface ensoleillée au bord supérieur du plan d'obstacle vertical.

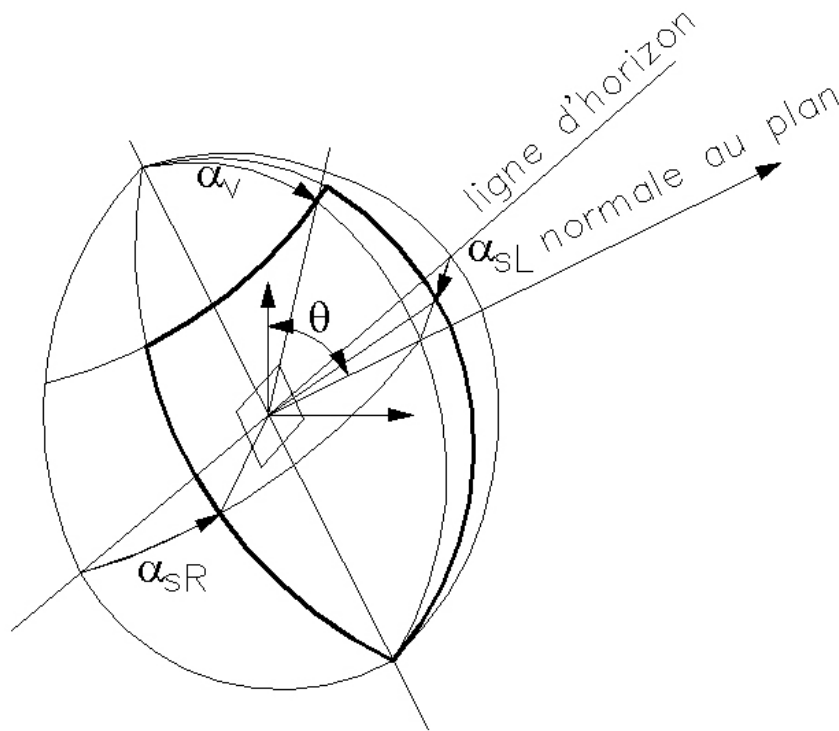
Géométrie des saillies

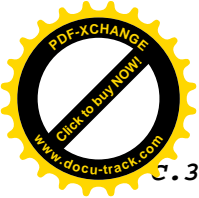
Les saillies sont schématisées par 1 saillie horizontale et 2 saillies verticales définies à l'aide d'un angle de saillie verticale α_v (0° en l'absence de saillie horizontale, valeur maximale 180°), à l'aide d'un angle de saillie à gauche α_{sL} (0° en l'absence de saillie à gauche, valeur maximale 180°) et à



l'aide d'un angle de saillie à droite α_{sR} (0° en l'absence de saillie à droite, valeur maximale 180°) tel qu'indiqué à la figure ci-dessous.

Explication: les limites des saillies horizontales et verticales forment un rectangle sur une photo prise au grand angle (fish-eye) depuis le centre du plan considéré dans la direction normale à celui-ci. Ce rectangle, appelé plan de ciel, correspond à la partie du ciel visible à partir du plan.





C.3 Ensoleillement mensuel d'un plan non ombragé

Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan j quelconque non ombragé égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis.

$$I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec :

- $I_{s,dir,m,j,unshad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;
- $I_{s,dif,m,j,unshad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;
- $I_{s,refl,m,j,unshad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

Ensoleillement direct

Le calcul de l'ensoleillement mensuel direct s'effectue à l'aide d'un jour caractéristique du mois. Il s'agit du 15 de chaque mois. Le numéro du jour caractéristique indique le nombre de jours à partir du 1^{er} janvier (365 jours), voir Tableau 1.

- On détermine l'ensoleillement direct mensuel d'un plan non ombragé comme suit :

$$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor} \right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec :

- $I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau 1 ;
- $I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau 1 ;
- $Q_{s,dir,char,j}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour) ;
- $Q_{s,dir,char,hor}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour) ;

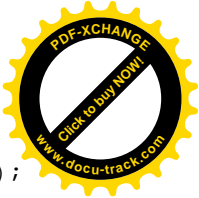
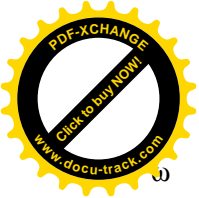
- On calcule l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé et l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé pour le jour caractéristique du mois considéré comme suit :

$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\{0, [\alpha_{s,dir,n} \cos \chi_{s,j} \Delta\omega]\} \quad (\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour}))$$

$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\{0, [\alpha_{s,dir,n} \cos \chi_{s,hor} \Delta\omega]\} \quad (\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour}))$$

avec :

- $\alpha_{s,dir,n}$ l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique du mois, en W/m², tel que calculé ci-dessous ;



- ω l'angle horaire (180° à minuit, 90° à 6 h, 0° à midi, -90° à 18 h);
- $\Delta\omega$ le pas dans l'angle horaire en ° (1 heure =15°);
- ω_1 le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ et $\cos\chi_{s,j}$ sont supérieurs à zéro;
- ω_2 le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ et $\cos\chi_{s,j}$ sont encore supérieurs à zéro;
- ω_3 le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ est supérieur à zéro;
- ω_4 le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ est encore supérieur à zéro;
- $\chi_{s,j}$ l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan j, en °, tel que calculé ci-dessous;
- $\chi_{s,hor}$ l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan horizontal, en °, tel que calculé ci-dessous;
- 240 facteur de conversion de l'angle horaire en s.

On prend comme pas de temps, pour le calcul, un angle horaire de 15°.

- On détermine l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique de chaque mois par heure comme suit:

$$q_{s,dir,n} = \max[0, 1353[1 + 0.033 \cos[360d/365]] \exp(- m d_R T_L)] \quad (\text{W/m}^2)$$

avec:

d le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir Tableau 1;

m le facteur de chemin en m^{-1} ;

d_R le chemin optique en m;

T_L le facteur de trouble de l'atmosphère (-);

Le facteur de chemin, le chemin optique et le facteur de trouble sont donnés par:

$$m = \frac{0.992}{\sin(\beta) + 0.15(\pi\beta/180 + 3.885)^{-1.253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$d_R = 1.4899 - 2.1099 \cos(\beta) + 0.6322 \cos(2\beta) + 0.0253 \cos(3\beta) - 1.0022 \sin(\beta) + 1.0077 \sin(2\beta) - 0.2606 \sin(3\beta) \quad (\text{m})$$

$$T_L = 3.372 + 0.053(\pi\beta/180) - 0.296 \cos(30m) \quad (-)$$

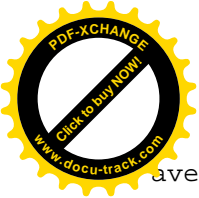
avec:

β l'angle d'élévation du soleil en ° ;

m le rang du mois (1 pour janvier, 2 pour février, etc.), l'argument du cos est exprimé en ° ;

Cet angle d'élévation du soleil est égal à:

$$\beta = \max[0, 90 - \arccos[\cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta]] \quad (^\circ)$$



avec :

ϕ la latitude, pour Uccle, $+50.8^\circ$

δ l'inclinaison pour chacun des jours caractéristiques, en $^\circ$, égal à

$$\delta = \arcsin\left[-\sin(23.45) \cos\left(\frac{360}{365}(d + 10)\right)\right] \quad (^\circ)$$

avec :

d le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir, Tableau 1;

- On détermine l'angle d'incidence du soleil sur le plan j et sur le plan horizontal comme suit :

$$\begin{aligned} \cos \chi_{s,j} = & 0.775[\sin \delta \cos \theta_j + \cos \delta \sin \theta_j \cos \phi_j \cos \omega] \\ & - 0.632[\sin \delta \sin \theta_j \cos \phi_j - \cos \delta \cos \theta_j \cos \omega] \\ & + \cos \delta \sin \theta_j \sin \phi_j \sin \omega \end{aligned}$$

$$\chi_{s,hor} = 90 - \beta$$

Ensoleillement diffus

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan non ombragé comme suit :

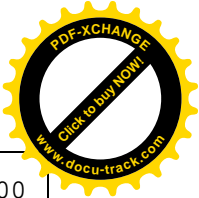
$$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor} c_m \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec :

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m^2 , voir Tableau 1;

c_m un facteur de correction pour le caractère anisotrope du rayonnement diffus, voir tableau ci-dessus.

		Orientation ($^\circ$)								
		0 (S)	22.5	45	67.5	90 (E/O)	112.5	135	157.5	180 (N)
Pente ($^\circ$)	0 (H)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	22.5	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
	45	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.94	0.92	0.92
	67.5	1.06	1.05	1.03	0.99	0.94	0.90	0.86	0.84	0.83
	90 (V)	1.06	1.04	1.00	0.94	0.87	0.81	0.76	0.73	0.71
	112.5	0.98	0.97	0.92	0.85	0.76	0.68	0.63	0.60	0.60
	135	0.80	0.78	0.74	0.67	0.59	0.53	0.49	0.47	0.47
	157.5	0.58	0.56	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.34



	180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
--	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Pour les pentes et les orientations intermédiaires, on commence par interpoler dans le tableau selon l'orientation à pente constante. Ensuite, on interpole dans un second temps selon la pente à orientation constante.

Ensoleillement réfléchi

On détermine l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan non ombragé comme suit:

$$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0.2I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (MJ/m^2)$$

avec:

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir Tableau 1.

C.4 Ensoleillement mensuel d'un plan ombragé

Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé j quelconque égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis:

$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (MJ/m^2)$$

avec:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

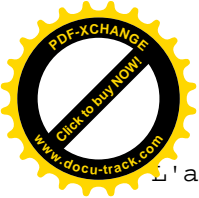
$I_{s,refl,m,j,shad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m²;

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

Ensoleillement direct

On détermine l'ensoleillement mensuel direct du plan ombragé ($I_{s,dir,m,j,shad}$) de la même manière que pour un plan non ombragé. On applique les règles suivantes pour le calcul de l'ensoleillement direct journalier du plan considéré pour le jour caractéristique du mois considéré pour chaque angle horaire où le soleil se trouve au-dessus de l'horizon:

- Pour les angles horaires compris entre ω_1 et ω_2 , pour lesquels l'élévation du soleil β est inférieure à l'angle d'obstacle α_h , on suppose l'ensoleillement direct égal à zéro;
- Pour les autres angles horaires, on pratique une transformation des coordonnées sphériques pour l'angle azimutal du soleil γ_s et la hauteur du soleil β en un système d'axes pour lequel les obstacles sont définis. On obtient comme résultat les angles transformée γ_s' et β' ;
- Si le point (γ_s' , β') tombe en-dehors du plan du ciel, l'ensoleillement direct est supposé égal à zéro. Sinon, l'ensoleillement direct est supposé égal à la valeur non ombragée.



L'angle azimutal du soleil γ_s est donné par:

$$\gamma_s = -\text{teken}(\omega) \arccos\left(\frac{\cos \chi_{s,\text{hor}} \sin \varphi - \sin \delta}{\sin \chi_{s,\text{hor}} \cos \varphi}\right)$$

Ensoleillement diffus

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan ombragé comme suit:

$$I_{s,\text{dif},m,j,\text{shad}} = I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2}\right) c_m c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$c_n = \frac{\left(\frac{180 - \theta_j}{90} (1 - \sin \alpha_n) - (1 - \cos \alpha_v)\right) (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2(180 - \theta_j)}$$

avec:

$I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir Tableau 1;

Ensoleillement réfléchi

On calcule l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan quelconque comme suit:

$$I_{s,\text{refl},m,j,\text{shad}} = 0.2 I_{s,\text{tot},m,\text{hor}} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2}\right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

avec:

$I_{s,\text{tot},m,\text{hor}}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir

;



Annexe D: Le rendement d'émission

La méthode de calcul de détaillée donné ici s'applique uniquement aux secteurs énergétiques qui n'ont qu'un seul système d'émission de chaleur composé de radiateurs, d'un chauffage par le sol ou d'un chauffage mural.

Les éléments calculés de manière plus détaillée sont les déperditions de chaleur supplémentaires à travers la paroi extérieure située derrière ou sous les systèmes d'émission de chaleur.

Dans la présente annexe, on établit à plusieurs reprises une distinction entre une valeur de consigne variable et une valeur de consigne constante de la température de départ de l'eau du circuit : voir 9.2.2.2 pour une description plus détaillée de cette distinction.

D.1 Temps de fonctionnement conventionnel du système d'émission de chaleur

On détermine le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur d'un secteur énergétique i comme suit:

- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a:

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\left[29(H_{T,\text{seci,m}} + 0.27V_{\text{seci}}) + 10V_{\text{seci}}\right](18 - \theta_{e,m})/29} \quad (\text{Ms})$$

- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a:

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{29(H_{T,\text{seci,m}} + 0.27V_{\text{seci}}) + 10V_{\text{seci}}} \quad (\text{Ms})$$

Dans les deux formules:

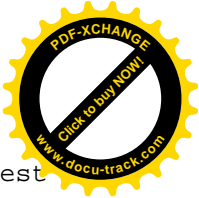
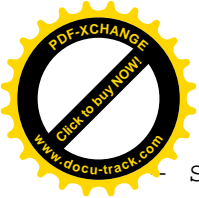
- $Q_{\text{heat,net,seci,m}}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2;
- $H_{T,\text{seci,m}}$ le coefficient de déperdition de chaleur mensuel par transmission du secteur énergétique i à la température extérieure de base, en W/K;
- V_{seci} le volume du secteur énergétique i , en m^3 ;
- $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, voir Tableau 1.

D.2 Température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission

On détermine, pour chaque mois de la saison de chauffe, la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement comme suit:

- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a:

$$\theta_{c,\text{seci,m}} = 21 + (\theta_{c,\text{seci},\theta_{eb}} - 21) \left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29} \right]^{0.75} \quad (^\circ\text{C})$$



- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a :

$$\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta eb} \quad (^\circ C)$$

mais en présence d'une chaudière standard sans post-mélange à l'aide d'une vanne à trois voies, il faut toujours calculer avec $\theta_{c,sec\ i,m} = 80^\circ C$, indépendamment de la température de conception du circuit d'émission.

avec :

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour la température extérieure de base, tel que déterminé ci-dessous, en $^\circ C$;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, voir Tableau 1.

On détermine la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour une température extérieure de base (c.-à-d. pour les conditions de conception), comme suit :

$$\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0.5 (\theta_{design,supply,sec\ i} + \theta_{design,return,sec\ i})$$

avec :

$\theta_{design,supply,sec\ i}$ la température de départ de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (pour la température extérieure de base), en $^\circ C$;

$\theta_{design,return,sec\ i}$ la température de retour de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (à la température extérieure de base), en $^\circ C$;

On peut prendre comme valeurs par défaut :

- pour le chauffage par le sol et le chauffage mural :

$$\theta_{design,supply,sec\ i} = 55^\circ C$$

$$\theta_{design,return,sec\ i} = 45^\circ C$$

- pour des radiateurs :

$$\theta_{design,supply,sec\ i} = 90^\circ C$$

$$\theta_{design,return,sec\ i} = 70^\circ C$$

De meilleures valeurs peuvent être adoptées conformément à des règles agréées au préalable par les pouvoirs publics.

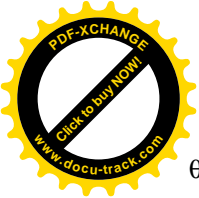
D.3 Radiateurs

- On calcule les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires ($\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$) pour les radiateurs du secteur énergétique i , à travers les parois situées derrière les radiateurs, comme suit :

$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \{U_j A_{rad,j} \max(0, w\theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w)\theta_{e,m} - 18)\} \quad (MJ)$$

avec :

$\theta_{c,sec\ i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en $^\circ C$;



- $\theta_{e,m}$ la température extérieure mensuelle moyenne, voir Tableau 1;
- $t_{heat,sec i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;
- w un facteur de pondération. Il est de 0.4 dans le cas où un écran réfléchissant possédant un facteur d'émissivité inférieur à 0.2 est présent derrière un radiateur j et de 0.8 dans tous les autres cas, (-);
- U_j la valeur U des parois extérieures situées derrière le radiateur j , en W/m^2K ;
- $A_{rad,j}$ la surface projetée du radiateur j , en m^2 .

Il faut faire une sommation sur tous les radiateurs j du secteur énergétique i qui sont placés contre une paroi extérieure.

- Le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) est égal à:

$$\eta_{em,heat,seci,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{Q_{heat,net,seci,m} + \Delta Q_{rad,seci,m}} \quad (-)$$

avec:

- η le multiplicateur repris au Tableau 18. Ce multiplicateur tient compte des déperditions supplémentaires de régulation et des déperditions résultant de la stratification de la température;
- $Q_{heat,net,sec i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2;
- $\Delta Q_{rad,sec i,m}$ la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle derrière les radiateurs du secteur énergétique i , en MJ.

Tableau 18: Multiplicateur η

Chauffage central à eau chaude		
régulation de la température intérieure	régulation de la température de départ de l'eau du circuit	
	valeur de consigne constante	valeur de consigne variable
commande de la température par local	0.90	0.92
autre	0.92	0.94



D.4 Chauffage par le sol

- On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les planchers du secteur énergétique i ($\Delta Q_{fl.h,sec i,m}$) comme suit:

$$\Delta Q_{fl.h,sec i,m} = (\theta_{c,sec i,m} - 18) t_{heat,sec i,m} \sum_j (U_{f,j}^* A_{f,j}) \quad (MJ)$$

avec:

$\theta_{c,sec i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en °C;

$t_{heat,sec i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;

$A_{f,j}$ la surface de plancher occupée par le chauffage par le sol j , au prorata de la part de ce plancher à travers lequel surviennent des déperditions par transmission, en m²;

$U_{f,j}^*$ la valeur U équivalente du plancher sous le chauffage par le sol j , égale à:

- dans le cas de planchers sur terre-plein:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0.75 \quad (m^2K/W)$$

avec:

$U_{f,j}$ la valeur U du plancher, calculée à partir de l'environnement intérieur jusqu'à la surface de séparation avec le sol, en W/m²K.

- dans le cas de planchers au-dessus d'une cave ou d'un vide sanitaire:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad (m^2K/W)$$

(voir l'annexe A pour la signification de chacun des symboles)

- dans le cas de planchers en contact avec l'air extérieur:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 \quad (m^2K/W)$$

avec $U_{f,j}$, le coefficient de transmission thermique du plancher de l'environnement intérieur jusqu'à l'air extérieur, calculé selon NBN EN ISO 6946, en W/(m²K).

Il faut faire une sommation sur tous les chauffages par le sol j du secteur énergétique i qui sont intégrés dans des parois délimitant le volume protégé.

- On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) est égal à :

$$\eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{fl,h,sec i,m}} \quad (-)$$

avec :

- η le multiplicateur repris au Tableau 18;
- $Q_{heat,net,sec i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2;
- $\Delta Q_{fl,h,sec i,m}$ la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle par les planchers dans le secteur énergétique i , en MJ.

D.5 Chauffage mural

- On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les murs du secteur énergétique i ($\Delta Q_{wall,h,sec i,m}$) comme suit :

$$\Delta Q_{wall,h,sec i,m} = (\theta_{c,sec i,m} - 18) \cdot t_{heat,sec i,m} \sum_j (U_{wall,j}^* \cdot A_{wall,j}) \quad (MJ)$$

avec :

- $\theta_{c,sec i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon D.2, en °C;
- $t_{heat,sec i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i , déterminé selon D.1, en Ms;
- $A_{wall,j}$ la surface de la paroi verticale extérieure j , derrière le plan contenant le chauffage mural, en m²;
- $U_{wall,j}^*$ le coefficient de transmission thermique équivalente de la paroi verticale extérieure j , derrière le plan contenant le chauffage mural, donné par :

$$U_{wall,j}^* = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0.175} \quad (W/m^2K)$$

avec :

- $U_{wall,j}$ le coefficient de transmission thermique de la paroi verticale extérieure j située derrière l'élément.

Il faut faire une sommation sur toutes les parois verticales extérieures j du secteur énergétique i , dans lesquelles un chauffage mural est intégré.

- On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) est égal à :



$$\eta_{em,heat,seci,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{Q_{heat,net,seci,m} + \Delta Q_{wall,h,seci,m}} \quad (-)$$

avec :

- η le multiplicateur repris au Tableau 18;
- $Q_{heat,net,sec i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2;
- $\Delta Q_{wall.h,sec i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires par les murs dans le secteur énergétique i , en MJ.



Annexe E: Les déperditions de distribution

La présente annexe s'applique uniquement aux secteurs énergétiques alimentés par 1 seul réseau en-dehors du volume protégé. Si ce réseau fournit également de la chaleur à d'autres secteurs énergétiques, il faut en outre que chacun de ces autres secteurs énergétiques n'ait pas recours à un second réseau indépendant en-dehors du volume protégé. (Si l'ensemble du volume protégé constitue 1 seul secteur énergétique, chacune de ces conditions est remplie automatiquement.)

On calcule tout d'abord le rendement de l'ensemble du réseau. Ce rendement s'applique alors à tous les secteurs énergétiques approvisionnés en chaleur par ce réseau, même quand un secteur énergétique n'utilise qu'une partie du réseau.

E.1 Rendement de distribution

Le rendement moyen mensuel de distribution, $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$, d'un secteur énergétique i est égal au rendement moyen mensuel de distribution du réseau de distribution de chaleur n qui approvisionne le secteur énergétique en chaleur:

$$\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

avec:

$$\eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netw } n,m}}{Q_{\text{in,heat,netw } n,m}} \quad (-)$$

avec:

$$Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

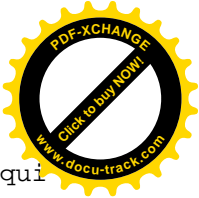
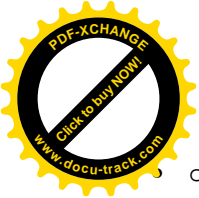
et

$$Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

avec:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| $Q_{\text{out,heat,netw } n,m}$ | la quantité mensuelle de chaleur fournie par le réseau de distribution de chaleur n aux secteurs énergétiques que le réseau dessert, en MJ; |
| $Q_{\text{in,heat,netw } n,m}$ | la quantité mensuelle de chaleur fournie par l'installation de production de chaleur ou par le réservoir de stockage au réseau de distribution de chaleur n , en MJ; |
| $Q_{\text{distr,heat,netw } n,m}$ | la quantité mensuelle de chaleur perdue par le réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé, en MJ; |
| $\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ | le rendement mensuel d'émission d'un secteur énergétique i , déterminé selon 9.2.2.2 ou selon l'annexe D, (-); |
| $Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$ | les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i , en MJ, déterminés selon 7.2. |

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le réseau. Si le réseau de distribution de chaleur fournit aussi de l'énergie à des parties du bâtiment pour lesquelles on n'effectue aucun calcul PE, on ne tient pas compte de l'effet de ces autres parties du bâtiment:



on ne tient pas compte des déperditions des conduites de distribution qui desservent uniquement ces autres parties de bâtiment

- l'énergie fournie par le réseau à ces autres parties de bâtiment n'est pas non plus prise en compte dans le calcul de l'output du réseau.

E.2 Les déperditions de chaleur du réseau de distribution de chaleur

On détermine la déperdition de distribution du réseau, tant dans le cas de conduites d'eau que de gaines d'air, comme suit:

$$Q_{\text{distr,heat,netwn,m}} = t_{\text{heat,netwn,m}} \cdot \sum_j (\theta_{\text{c,netwn,m}} - \theta_{\text{amb,m,j}}) \left(\frac{l_j}{R_{1,j}} \right) \quad (\text{MJ})$$

avec :

$t_{\text{heat,netw n,m}}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du réseau de distribution de chaleur n, en Ms. On suppose leur valeur égale au maximum des temps de fonctionnement conventionnels $t_{\text{heat,sec i,m}}$ (déterminés selon l'annexe D.1, tant pour les systèmes de chauffage par eau que pour les systèmes de chauffage par air) des secteurs énergétiques i desservis par le réseau;

$\theta_{\text{c,netw n,m}}$ la température moyenne mensuelle du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n, en °C. On suppose sa valeur égale au maximum des températures moyennes mensuelles du fluide caloporteur dans les circuits d'émission de chacun des secteurs énergétiques desservis par le réseau. Ces températures sont déterminées comme suit par secteur énergétique:

- dans le cas de l'eau comme fluide caloporteur: il s'agit de la température $\theta_{\text{c,sec i,m}}$, déterminée selon l'annexe D.2 (même lorsqu'il s'agit d'un autre système de chauffage que des radiateurs, ou qu'un chauffage par le sol ou par le mur; par exemple des convecteurs)

- dans le cas de l'air comme fluide caloporteur: on utilise, pour chaque mois, la valeur moyenne pendant la saison de chauffe, donnée par:

$$\theta_{\text{c,sec i}} = 8 + 0.6 \theta_{\text{design,supply,sec i}}$$

avec $\theta_{\text{design,supply,sec i}}$ la température de départ de conception de l'air pour la température extérieure de base. On peut prendre 50°C comme valeur par défaut. Si l'on utilise une autre température de conception, des calculs détaillés de la conception du système d'émission (pour chaque local chauffé du secteur énergétique i) doivent faire partie de la déclaration EPB.

$\theta_{\text{amb,m,j}}$ la température ambiante moyenne mensuelle du segment j du réseau de distribution de chaleur, en °C:

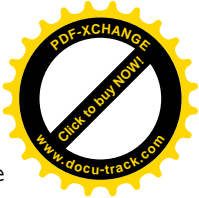
- si le segment se trouve dans un espace contigu non chauffé, on a:

$$\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0.4 \theta_{\text{e,m}i}$$

- si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, on a:

$$\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{\text{e,m}i}$$

avec :



$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau 1;

l_j la longueur du segment j , en m;

$R_{1,j}$ la résistance thermique linéaire du segment j , en mK/W, déterminée selon l'annexe E.3;

Il faut faire une sommation sur tous les segments j du réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé.

E.3 Détermination de la résistance thermique linéaire

La résistance thermique linéaire donne le flux de chaleur d'un segment du réseau de distribution de chaleur par unité de longueur et par degré de différence de température.

On peut la calculer de manière détaillée comme donnée d'entrée pour les calculs ci-dessus. Il faut tenir compte, pour cela, de l'effet des ponts thermiques dus aux suspensions, écarteurs, flasques, etc. Dans ce cas, il faut aussi intégrer dans les calculs tous les segments spéciaux et/ou non isolés comme des segments séparés: robinets d'arrêt, régulateurs, coudes éventuellement non isolés, etc.

Si l'on n'effectue pas de calcul de détail, il faut utiliser les comparaisons ci-dessous. Elles sont basées sur EN ISO 12241. En ce qui concerne les manteaux isolants multi-coques, on fait directement référence à cette norme; il faut tenir compte du même facteur de réduction de 0.6 que celui utilisé ci-dessous.

E.3.1 Conduites et gaines rondes

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{1,j}$ du segment j comme suit:

$$R_{1,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}\pi D_{e,j}} \quad (\text{mK/W})$$

avec:

$\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en W/(.K);

$D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m;

$D_{i,j}$ le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m;

$h_{se,j}$ le total des coefficients de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) du segment j , en W/m²K, supposé égal à:

- à l'intérieur du volume protégé: $h_{se,j} = 8$;
- dans un espace contigu non chauffé: $h_{se,j} = 10$;
- à l'extérieur: $h_{se,j} = 25$.

Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de ponts thermiques et de la non-isolation des robinets, coudes éventuels, etc., les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite ou de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.



E.3.2 Gaines rectangulaires

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{1,j}$ du segment j comme suit:

$$R_{1,j} = \frac{0.6 \times d_{\text{insul},j}}{2\lambda_{\text{insul},j}(H_j + B_j - 2d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2h_{\text{se},j}(H_j + B_j)} \quad (\text{mK/W})$$

avec:

$\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en $\text{W}/(\text{.K})$;

$d_{\text{insul},j}$ l'épaisseur de l'isolation thermique autour de la gaine, en m ;

H_j la hauteur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;

B_j la largeur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;

$h_{\text{se},j}$ le coefficient de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) total du segment j , en $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, tel qu'établi en E.3.1.

Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de négligences lors de l'exécution et aux ponts thermiques, les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.

E.3.3. Conduites souterraines

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{1,j}$ du segment j comme suit:

$$R_{1,j} = R'_{1,j} + R_E \quad (\text{mK/W})$$

avec:

$$R'_{1,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{mK/W})$$

et

$$R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \operatorname{ar\,cosh}\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{mK/W})$$

avec:

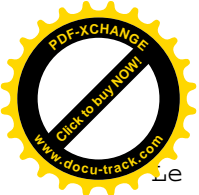
$\lambda_{\text{insul},j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j , en $\text{W}/(\text{.K})$;

$D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m ;

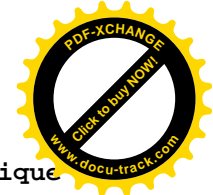
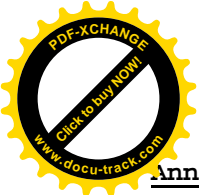
$D_{i,j}$ le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m ;

λ_E la conductivité thermique du sol environnant. On prend comme valeur: $\lambda_E = 2 \text{ W}/(\text{m.K})$;

$H_{E,j}$ la distance entre le centre de la conduite et la surface du sol, en m .



Le multiplicateur 0.6 tient compte du fait que, à la suite de négligences lors de l'exécution aux de ponts thermiques, les déperditions réelles sont plus élevées que dans le cas d'une isolation parfaite. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite sont supposées négligeables dans la formule.



Annexe F: Rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur de différents combustibles

Combustible	$f_{1/h}$
gaz naturel	0.90
gazole	0.94
propane/butane/GPL	0.92
charbon	0.96
bois	0.93
autres combustibles (1)	équivalence

(1) En ce qui concerne les combustibles qui ne figurent pas encore explicitement dans le tableau, il faut demander au préalable la valeur à appliquer aux pouvoirs publics.