

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: ONTWERP EN REGELING

LENTE 2025

Bijzonderheden van kleine installaties (eengezinswoningen)

Integratie van ventilatie bij renovatie

Sébastien PECCEU

 Buildwise



- ▶ Herinneren aan de moeilijkheden en uitdagingen in verband met ventilatie bij renovatie
- ▶ Voorstellen van alternatieve systemen die bijzonder geschikt zijn in een renovatiecontext
 - Begrijpen van de werking
 - Begrijpen van de respectieve voor- en nadelen
- ▶ Bespreken van de toepasbaarheid in de reglementaire context (EPB)



Disclaimer

De notities van deze opleiding maken geen deel uit van de officiële Buildwise-publicaties en kunnen dus niet als referentie worden gebruikt.

Verspreiding of vertaling, zelfs gedeeltelijk, van deze notities is alleen toegestaan mits toestemming van Buildwise.

INLEIDING - VENTILATIE EN RENOVATIE

ALTERNATIEVE SYSTEMEN IN EEN RENOVATIECONTEXT - INNOVATION PAPER 41

BESCHRIJVING VAN ALTERNATIEVE SYSTEMEN

VOORBEELDEN

NORMEN EN REGELGEVING



De uitdaging van ventilatie bij renovatie

- **Belangrijkste uitdaging voor de sector:** de energierenovatie vertegenwoordigt de grootste uitdaging in de bouwsector
- **Ventilatieproblemen:** Het merendeel van de oudere huizen beschikt niet over een passend ventilatiesysteem
- **Gevolgen**
 - Verslechtering van de binnenluchtkwaliteit en de gezondheid
 - Vochtigheidsproblemen

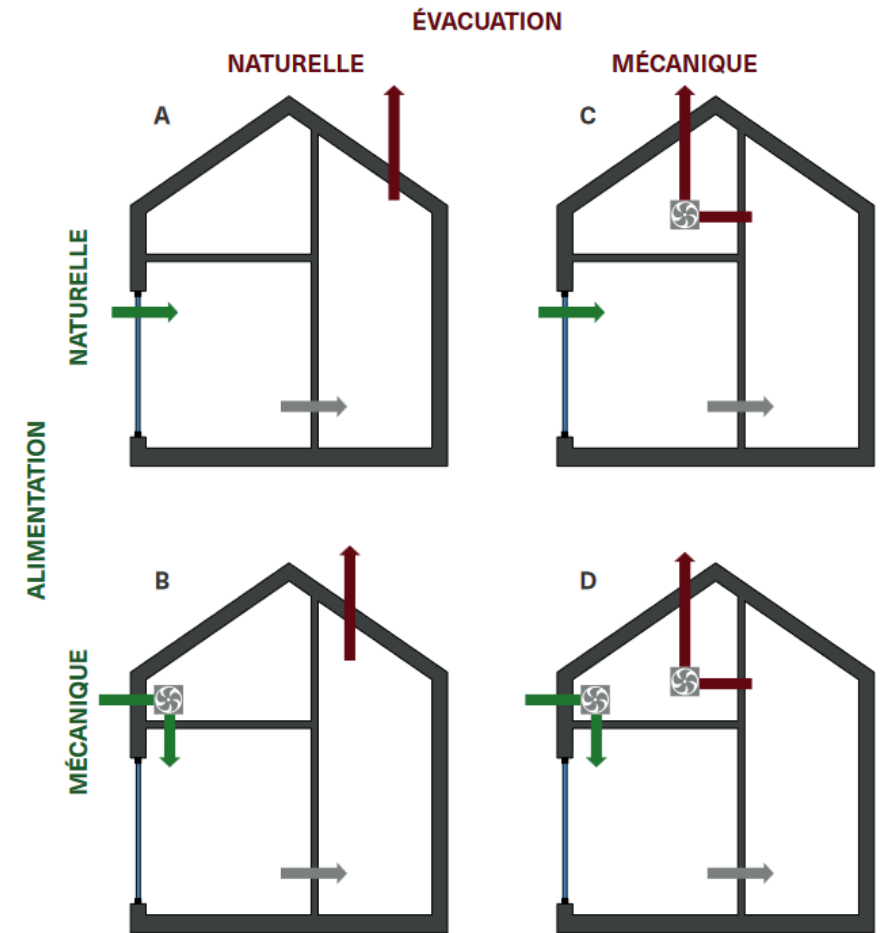
Renovatieproject = opportuiniteit (of noodzaak) om ventilatie te verbeteren

Praktische problemen

- **Installatie van systemen (C of D):**
 - Gebrek aan ruimte voor kanalen en ventilatiegroep (met name voor systeem D)
 - Toevoeropeningen zonder aanpassing van bestaand schrijnwerk
- **Perceptie en kosten**
 - De impact van luchtkwaliteit wordt minder snel opgemerkt dan die van verwarming of isolatie, waardoor ook de gepercipieerde waarde van gerealiseerde verbeteringen minder hoog is.
 - Investerings in ventilatie worden dan ook vaak op de achtergrond gedrongen of achter andere begrotingsposten “weggestopt”.

Herinnering - redenen om te ventileren en basissystemen

- Voornaamste polluenten
 - Bio-effluenten (uitgestoten door mensen, duidelijk getraceerd door CO₂-gehalte)
 - VOS uitgestoten door materialen en menselijke activiteiten
 - Vochtigheidsgraad
- Logica voor basissystemen
 - Toevoer van buitenlucht (aangenomen als gezonder) in ruimten bestemd voor menselijk gebruik
 - Afvoer van vochtige of vervuilde lucht naar de buitenomgeving
 - Gelijktijdigheidseis (maximale stroomdebieten moeten overal tegelijk gerealiseerd kunnen worden)



Vaststellingen en getuigenis over ervaringen

- Bij normaal gebruik zijn de debieten vereist voor de afvoer van bio-effluenten **hoger** dan de vochtigheids- en VOS-debieten.
 - Niet alle ruimten worden permanent en op hetzelfde moment gebruikt
- Mogelijk om een verschillende ventilatie, met een goede binnenluchtkwaliteit, te realiseren
- Niet altijd noodzakelijk om in de droge ruimten buitenlucht aan te voeren
 - Niet altijd noodzakelijk om overal tegelijk het maximale debiet te verzekeren

Deze principes worden gebruikt om alternatieve systemen voor te stellen

INLEIDING - VENTILATIE EN RENOVATIE

ALTERNATIEVE SYSTEMEN IN EEN RENOVATIECONTEXT - INNOVATION PAPER 41

BESCHRIJVING VAN ALTERNATIEVE SYSTEMEN

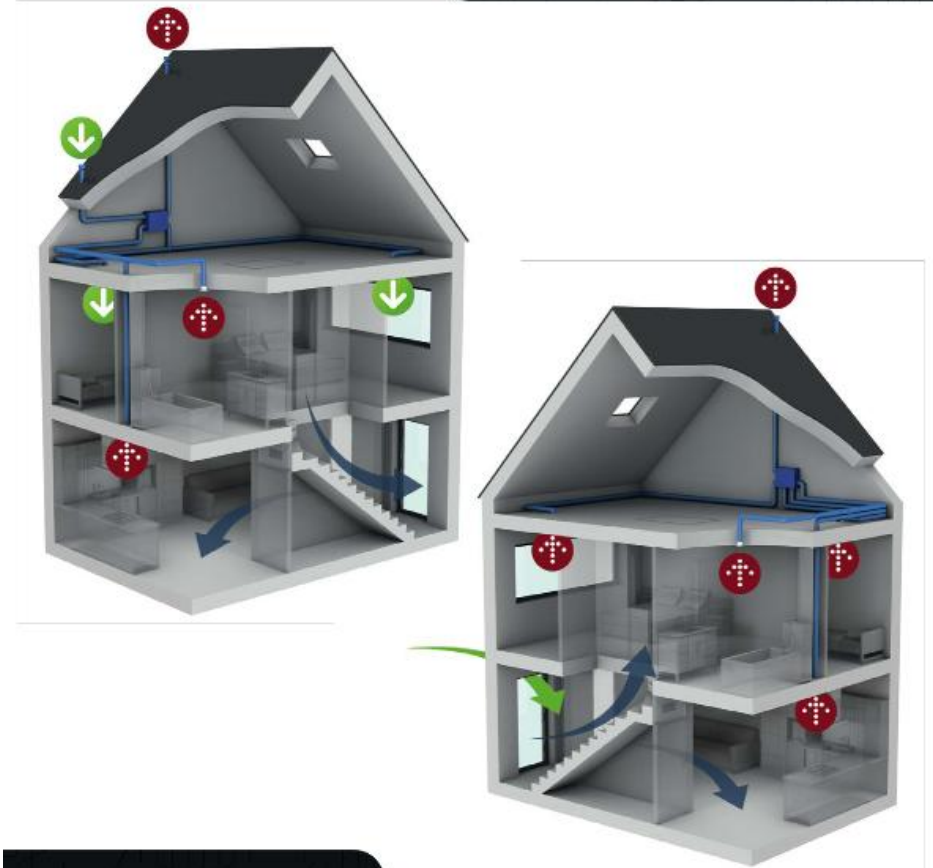
VOORBEELDEN

NORMEN EN REGELGEVING



Innovation Paper (IP) 41

- **Innovatieve ventilatiesystemen voor woningen in een renovatiecontext**
- Verscheidene alternatieve systemen bestudeerd volgens 4 criteria
 - Binnenluchtkwaliteit
 - Eenvoud van installatie
 - Energieprestaties
 - Comfort en acceptatie door bewoners/gebruikers



Ventilatie debieten

In IP 41 worden alternatieve debieten voorgesteld ten opzichte van de norm NBN D 50-001

Droge ruimten

- 25 m³/u/persoon
- 1 persoon in elke slaapkamer + minstens 1 slaapkamer voor 2 personen
- Aantal personen voor de woonkamers = #slaapkamers + 1

Vochtige ruimten

- Keuken: 50 m³/u
- Badkamer/douche 50 m³/u
- Toiletten: 25 m³/u
- Wasruimte: 50 m³/u

Zie IP41 §2.2 voor meer informatie

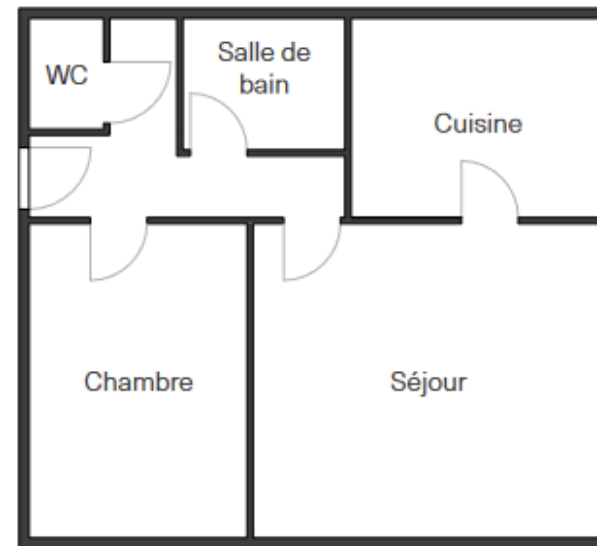
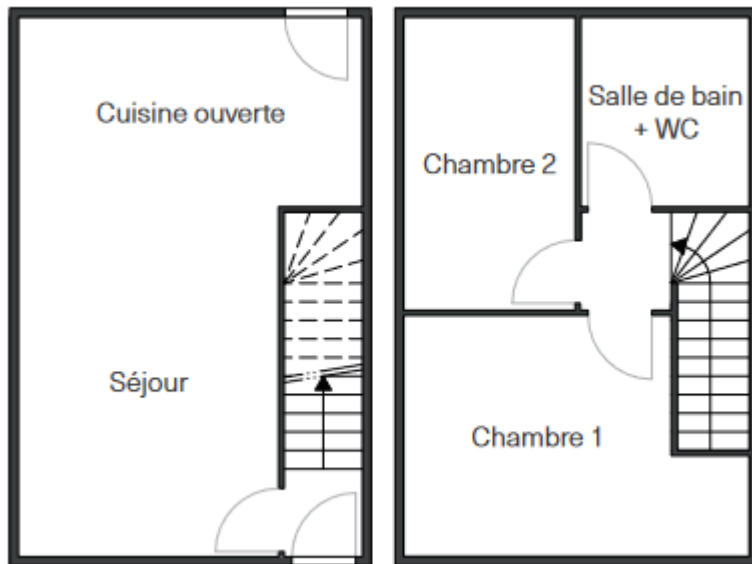
Overzicht van de systemen voorzien in IP 41

		D cascade	C hall centralisé	C hall 1 zone chambres	C hall décentralisé	C zonal OAR motorisées	C cascade	C cascade avec transferts mécaniques
	Fiche	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8
Principe de fonctionnement	Type d'alimentation	mécanique	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle	naturelle
	Espaces concernés	chambres	hall	hall	hall	chambres et séjour	chambres	chambres
	Type d'évacuation mécanique	centralisée	centralisée	centralisée chambres	décentralisée	centralisée	centralisée	centralisée
	Espaces concernés	services (et séjour)	tous	tous	tous	services	services (et séjour)	services (et séjour)
Avantages		très performant (QAI, confort, énergie)	performant (QAI, confort, énergie)	solution économique	travaux intérieurs limités		solution économique	variante du C cascade pour tous n_{50}
		différents logements (nombreuses chambres, p. ex.)	différents logements (nombreux espaces de service, p. ex.)	phasage possible des travaux	phasage possible des travaux	appartement avec séjour fermé séparé	appartement avec séjour fermé séparé	
Convient pour séjour fermé séparé ?		variantes possibles	variantes possibles	variantes possibles	variantes possibles	oui	oui	oui
Sensible à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ?		non	non	non	non	non, si $n_{50} \leq 3$	non, si $n_{50} \leq 1$	non

Bijzonder geval: de woonkamer

Indirecte ventilatie van de woonkamer voor bepaalde systemen

- Open keuken die uitgeeft op de woonkamer
- “Doorkruiste woonkamer”: gesloten woonkamer, maar met luchtstroom (naar de keuken of een andere vochtige ruimte)



Regeling van de systemen voorzien in IP 41

Regeling = aanpassen van de debieten aan de werkelijke behoeften met het oog op energiebesparing

Verwaarloosd aspect in de norm NBN D 50-001 maar essentieel voor bepaalde voorgestelde systemen

Type controle

- handmatige controle
- controle met een klokfunctie
- controle door aanwezigheidsdetectie
- vraaggestuurde controle (RV, CO₂, VOS, ...)

Regeling van de ruimten

Centrale regeling

Gemeenschappelijke regeling voor de ventilatie van alle ruimten

Zonale regeling

Gelijktijdige regeling voor de ventilatie van alle ruimten in een zone, met twee of meerdere afzonderlijke zones

Lokale regeling

Afzonderlijke regeling van de ventilatie in elke ruimte

Verscheidene combinaties mogelijk op hetzelfde systeem

Regeling van de systemen voorzien in IP 41

Balancering van debieten: totale toevoerbehoefte (bijv. gebaseerd op CO₂-gehalte) en totale afvoerbehoefte (bijv. gebaseerd op RV-graad) zijn doorgaans verschillend.

In de voorgestelde regelingen:

- Het **mechanische debiet** wordt altijd **afgesteld op de hoogste behoefte**
- De debieten worden afgesteld om **steeds in balans te zijn**

Regeling van de systemen voorzien in IP 41

Voor elk systeem voorzien in IP 41 worden er verscheidene regelingen voorgesteld (hier niet in detail behandeld)

Algemeen principe: de voorgestelde regelingen verzekeren een goede binnenluchtkwaliteit

- Hoe nauwkeuriger de detectie, hoe meer het debiet kan worden verlaagd tijdens periodes zonder bezetting zonder de binnenluchtkwaliteit in het gedrang te brengen.
- Hoe minder nauwkeurig de detectie, hoe hoger het minimale debiet

Voorbeeld: grenswaarden en aanbevolen minimale debieten voor slaapkamers (IP41 – Bijlage A.4)

Régulation	Valeur seuil	Débit minimum
Chambre équipée d'un capteur de CO ₂	950 ppm	1/10 du débit de référence
Chambre sans capteur, mais capteur commun à plusieurs chambres ou horloge	/	1/3 du débit de référence
Capteur commun à plusieurs chambres (hall de nuit ou conduit d'extraction commun)	$(550/n) + 400$ ppm n = le nombre de chambres concernées	1/3 du débit de référence
Contrôle par horloge pour les chambres à coucher	/	Débit de référence de 20h à 8h
Chambre sans aucune régulation	/	Débit de référence

INLEIDING - VENTILATIE EN RENOVATIE

ALTERNATIEVE SYSTEMEN IN EEN RENOVATIECONTEXT - INNOVATION PAPER 41

BESCHRIJVING VAN ALTERNATIEVE SYSTEMEN

VOORBEELDEN

NORMEN EN REGELGEVING



Systeem D cascade - Principe

Niet weerhouden in
NBN D 50-001

Systeem D **zonder toevoer in de woonkamer**

Woonkamer geventileerd door middel van
doorstroomlucht vanuit de slaapkamers

- gebaseerd op het feit dat de slaapkamers en de woonkamer op verschillende tijdstippen (maximaal) gebruikt worden.

Componenten

Mechanische toevoer

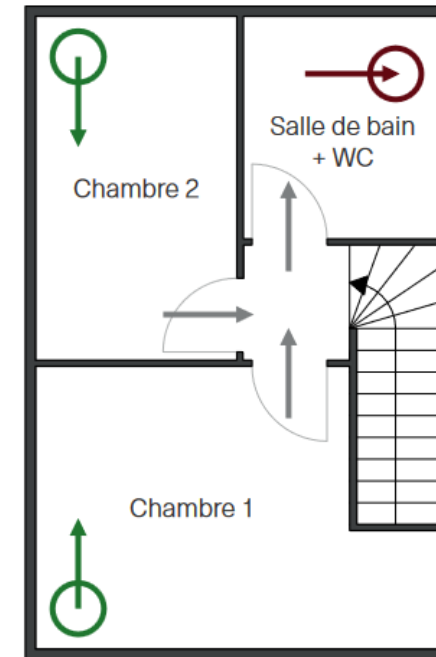
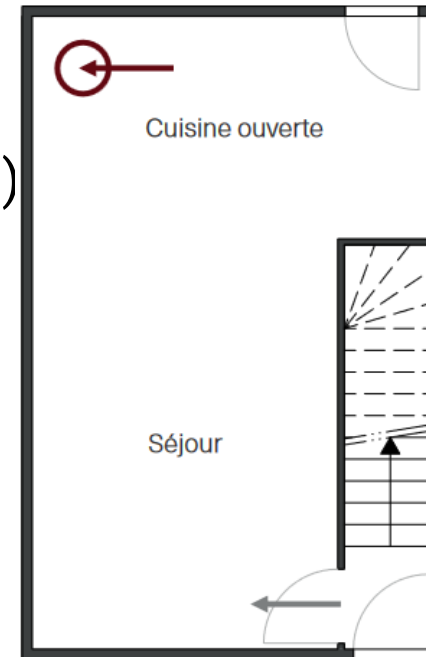
- Slaapkamers

Vrije doorstroom

- Naar hallen
- Naar woonkamer
- Naar dienstruimten

Mechanische afvoer

- Dienstruimten



Systeem D cascade - Voordelen en beperkingen

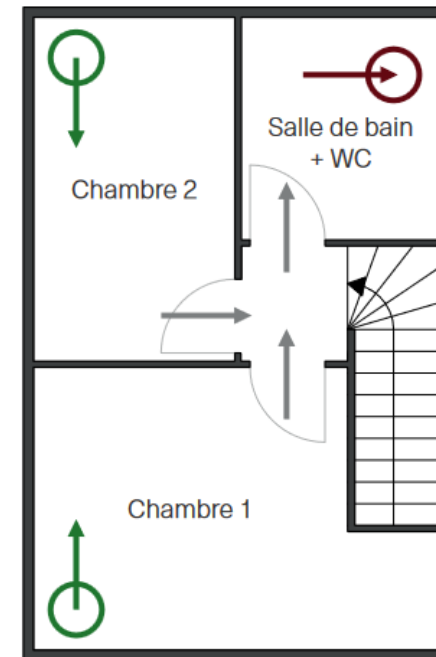
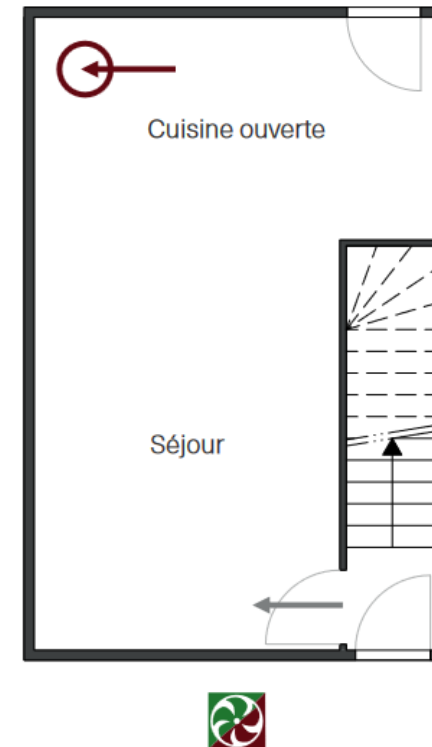
Voordelen

- Eenvoudiger te installeren dan een klassiek systeem D (toevoerkanaal minder in woonkamer, moeilijk te installeren in een renovatiecontext)
- Totaal ontwerpdebiet < klassiek systeem D
- Installatiekosten < klassiek systeem D (kleinere ventilatiegroep, minder kanalen en doorvoeringen)
- Goede luchtkwaliteit, onafhankelijk van luchtdichtheid
- Goede energie-efficiëntie: (laag debiet + warmteterugwinning)

Nadelen of beperkingen

- Ingenomen ruimte door systeem D (ten opzichte van C)
- Minder voordelig zonder open keuken of doorkruiste woonkamer

Niet weerhouden in
NBN D 50-001



Systeem C hall - Principe

Systeem met enkelvoudige stroom (systeem C) met **afvoer in alle droge en dienstruimten**

Uitsluitend natuurlijke toevoer in inkomhal of ander hallen

Onderliggend principe: debiet beter geregeld door mechanische afvoer dan door natuurlijke toevoer

Componenten

Natuurlijke toevoer

- Hal op laagste verdieping van de woning

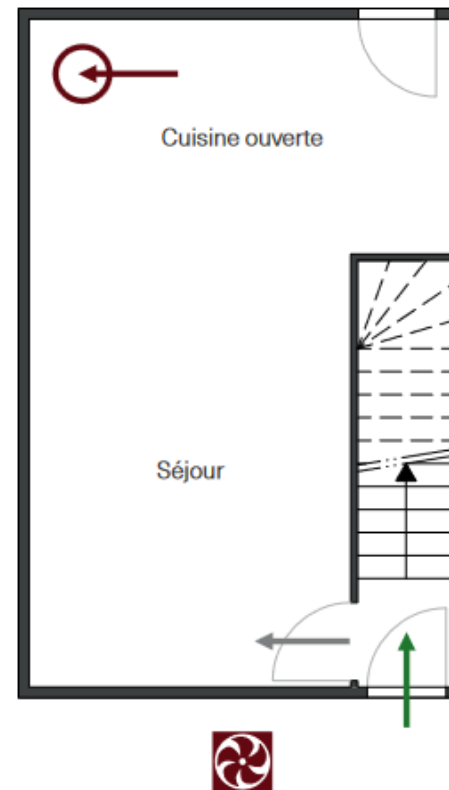
Vrije doorstroom

- Naar slaapkamers en woonkamers

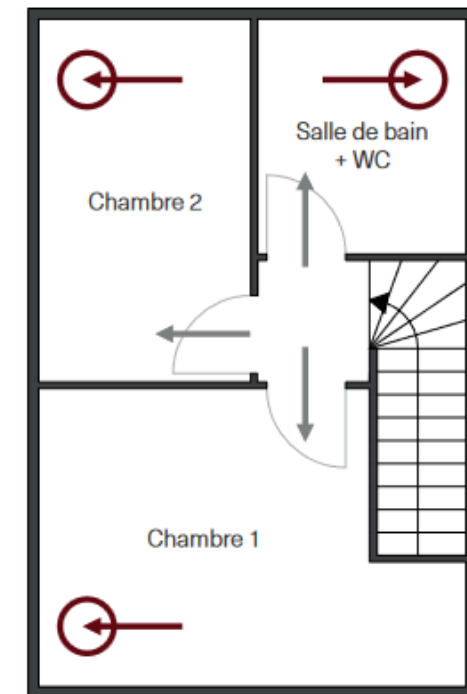
- Naar dienstruimten

Mechanische afvoer

- Dienstruimten



Niet weerhouden in
NBN D 50-001



Systeem C hal - Voordelen en beperkingen

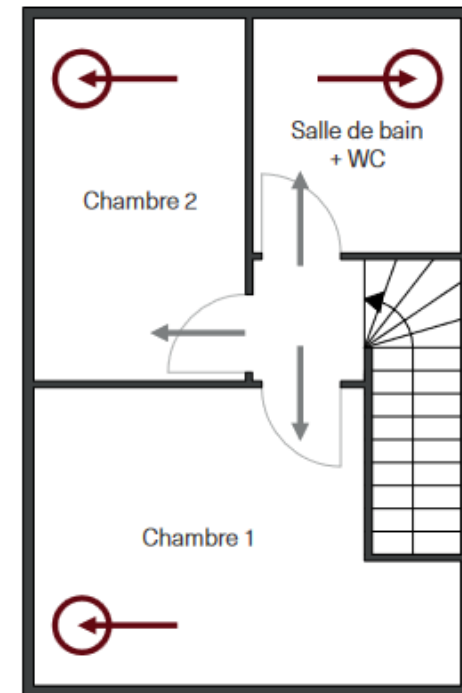
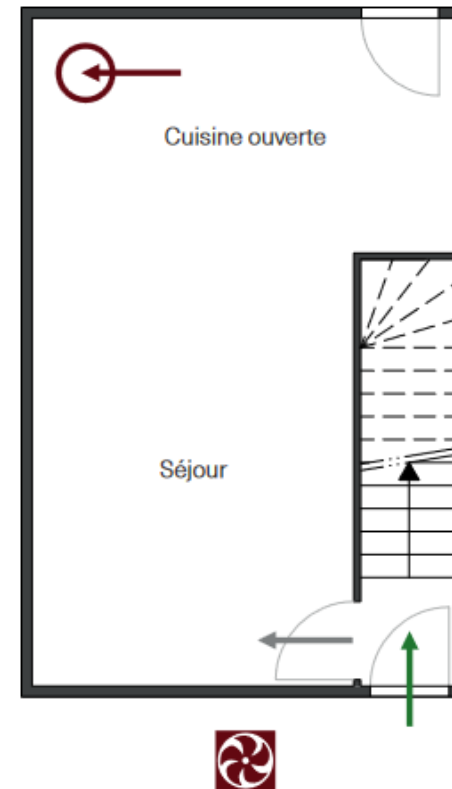
Niet weerhouden in
NBN D 50-001

Voordelen

- Goede binnenluchtkwaliteit, onafhankelijk van luchtdichtheid
- Thermisch en akoestisch comfort in gebruikte ruimten (geen direct contact met buitenomgeving)
- Minder te installeren roosters (ten opzichte van een klassiek systeem C)

Nadelen of beperkingen

- Minder voordelig zonder open keuken of doorkruiste woonkamer
- Afvoer in elke slaapkamer: aantal kanalen (ten opzichte van een klassiek systeem C)
- Sensoren zijn noodzakelijk (vraaggestuurde ventilatie) om inzake energie concurrerend te zijn



Systeem C hal decentraal

Mogelijk om C hal **volledig decentraal** uit te voeren

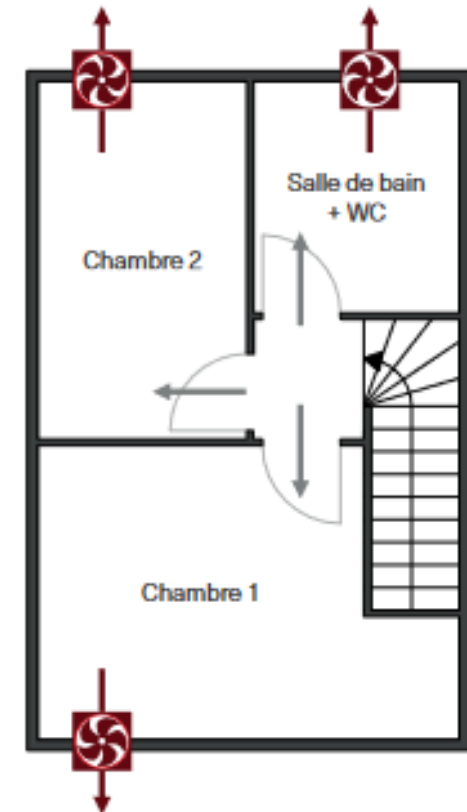
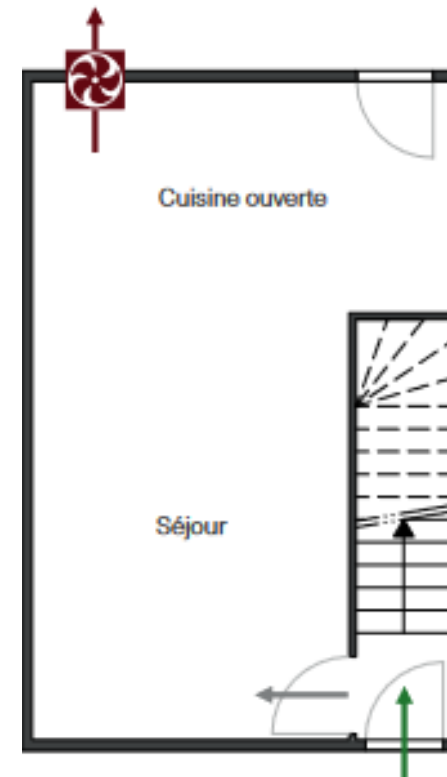
Voordelen (ten opzichte van C hal centraal)

- Eenvoud van installatie
- Geen kanalen noch ruimte vereist in de woning
- Potentieel lagere kosten (bij beperkt aantal ruimten)
- Mogelijke fasering van de werken

Nadelen of (bijkomende) beperkingen

- Alle ruimten in contact met (of dichtbij) de buitenwanden
- Tal van doorvoeringen in de gevel
- Potentieel moeilijk akoestisch comfort in de slaapkamers
- (Momenteel) weinig producten op de markt met akoestisch comfort en efficiënte regeling

Niet weerhouden in
NBN D 50-001



Systeem C hal decentraal

Voorbeelden van producten op de markt



© Soler & Palau

Systeem C zonaal met gemotoriseerde RTO - Principe

Conform
NBN D 50-001

Klassiek Systeem C waarvan bepaalde of alle **toevoeropening gemotoriseerd zijn**

Onderliggend principe: de regeling van de openingen (bijvoorbeeld op basis van CO₂-gehalte) zorgt voor een optimalere luchtverdeling overeenkomstig de behoeften.

Componenten

Natuurlijke toevoer

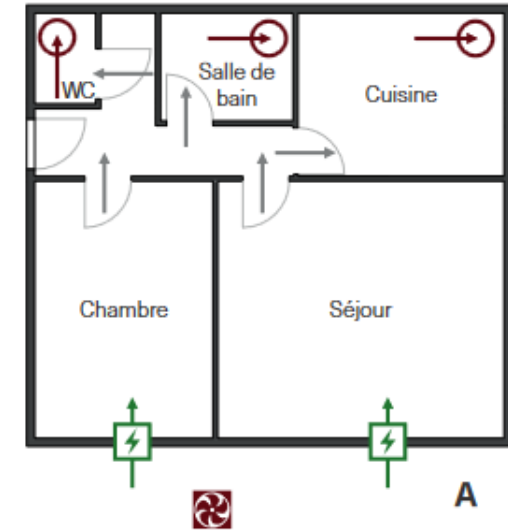
- in de slaapkamers, eventueel automatisch
- in de woonkamer, altijd automatisch

Vrije doorstroom

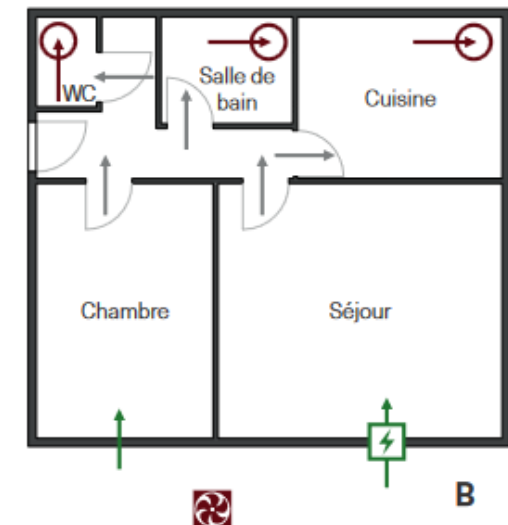
- naar de hallen
- naar de dienstruimten

Mechanische afvoeren

- in de dienstruimten



Gemotoriseerde RTO
in woonkamer en
slaapkamer



Gemotoriseerde RTO
alleen in woonkamer

Systeem C zonaal met gemotoriseerde RTO - Voordelen en beperkingen

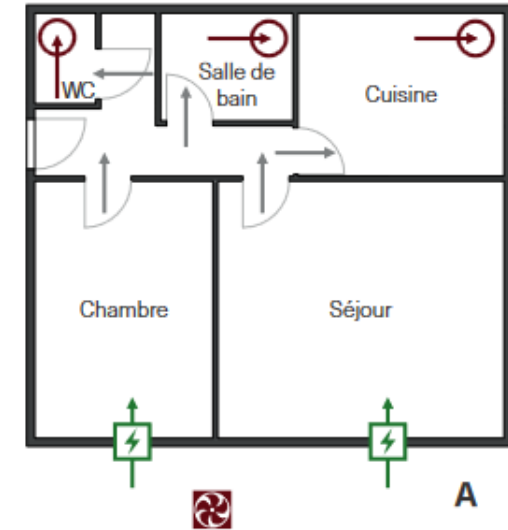
Conform
NBN D 50-001

Voordelen

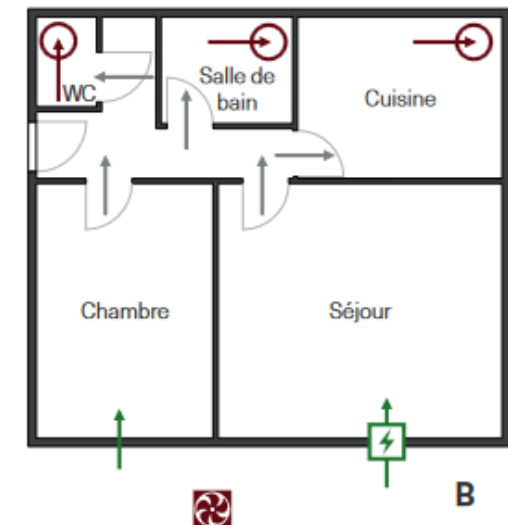
- Eenvoudig toepasbaar met afzonderlijke woonkamer (in tegenstelling tot C hal of D cascade)
- Betere regeling en binnenluchtkwaliteit dan klassiek systeem C

Nadelen of beperkingen

- Meerkost ten opzichte van klassiek systeem C (gemotoriseerde roosters)
- Gevoeligheid voor luchtdichtheid: idealiter, $n_{50} < 1$ vol/u, of $n_{50} < 3$ vol/u indien alle openingen zich op dezelfde verdieping en dezelfde gevel bevinden



Gemotoriseerde RTO
in woonkamer en
slaapkamer



Gemotoriseerde RTO
alleen in woonkamer

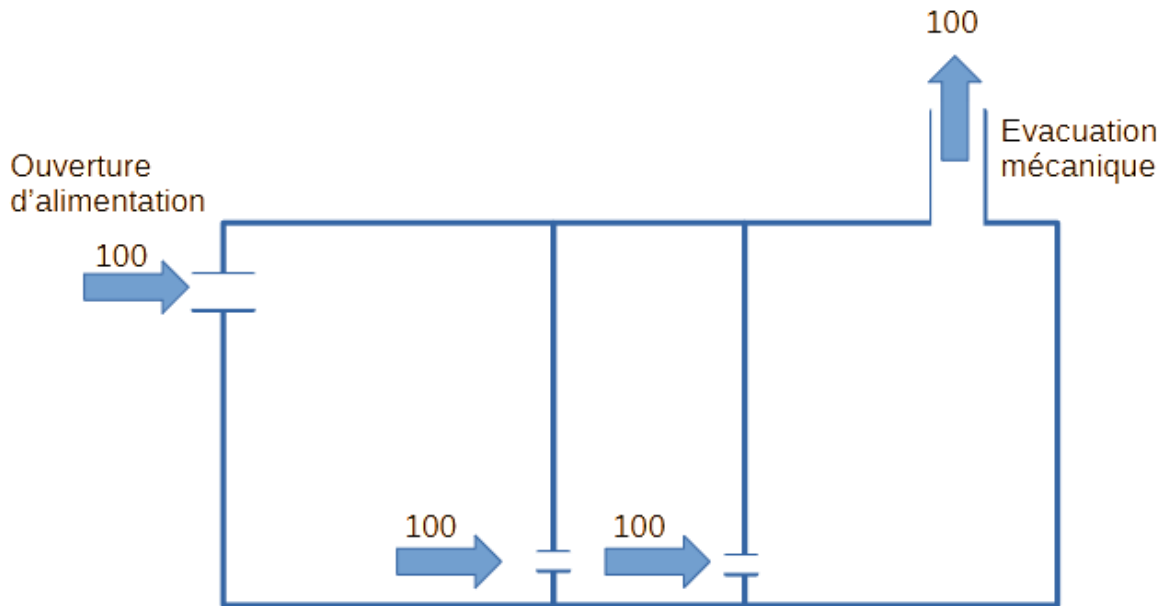
Systeem C zonaal met gemotoriseerde RT0

Voorbeelden van producten op de markt

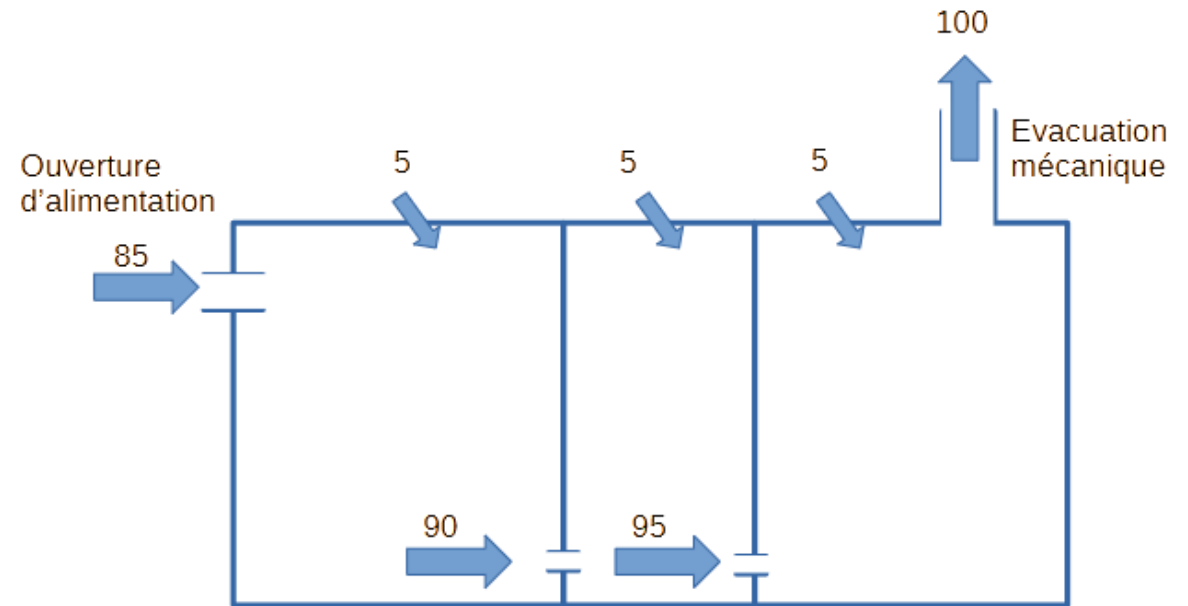


Gevoeligheid van systeem C voor luchtdichtheid

Ideale toestand
(zonder lekken in gebouwschil)



Werkelijke toestand
(met lekken in gebouwschil)



NB: de cijferwaarden zijn fictief en dienen uitsluitend ter illustratie van de redenering. De werkelijke waarden variëren afhankelijk van de luchtdichtheid, de werkelijke verdeling van lekken en de respectieve weerstand van elke component.

Systeem C cascade - Principe

Niet weerhouden in
NBN D 50-001

Systeem C **zonder toevoeropening in de woonkamer**

Woonkamer geventileerd door middel van doorstroomlucht vanuit de slaapkamers

- gebaseerd op het feit dat de slaapkamers en de woonkamer

Componenten

Natuurlijke toevoeropeningen

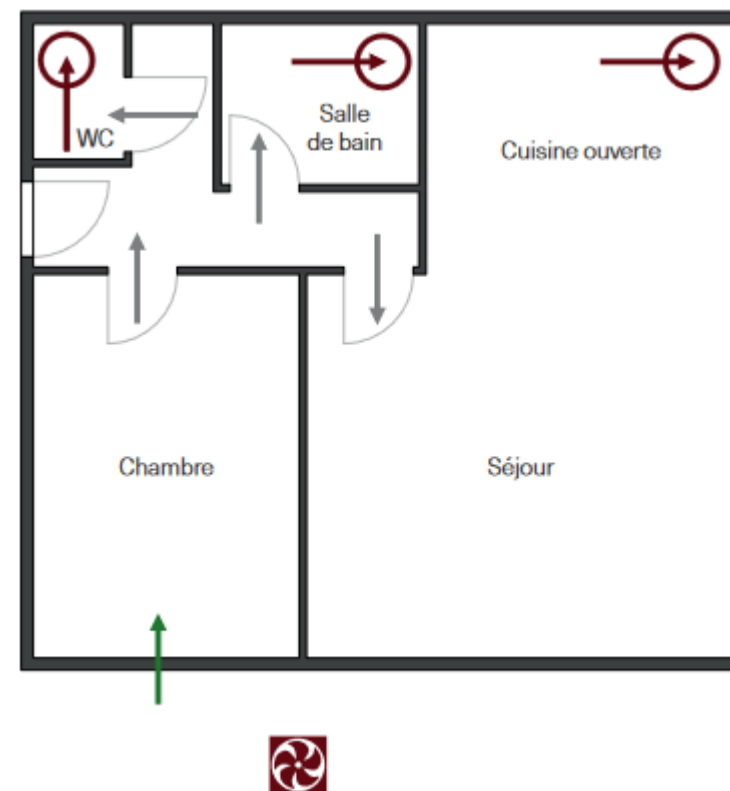
- Slaapkamers

Vrije doorstroom

- Naar hallen
- Naar woonkamer
- Naar dienstruimten

Mechanische afvoer

- Dienstruimten



Systeem C cascade - Voordelen en beperkingen

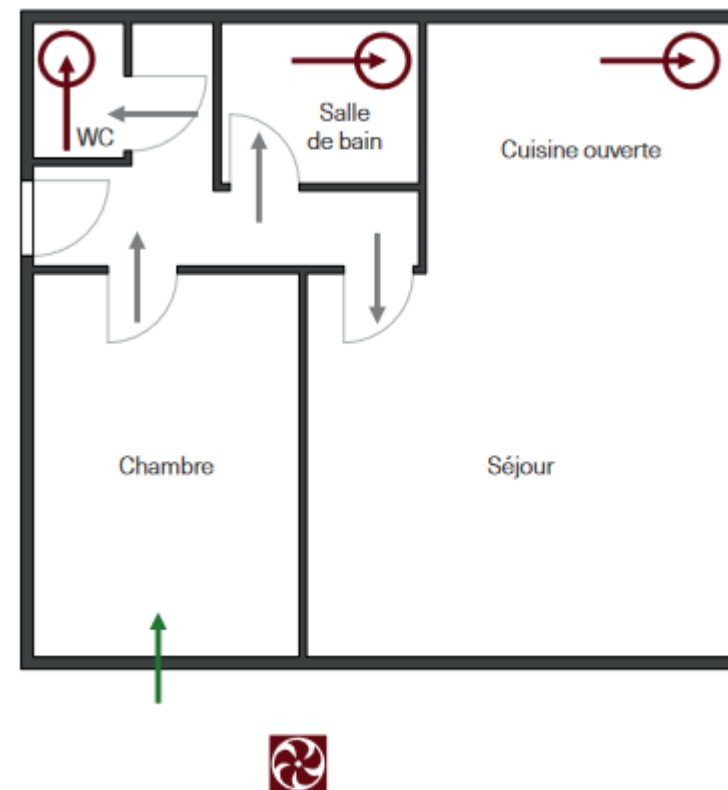
Niet weerhouden in
NBN D 50-001

Voordelen

- 1 RTO minder ten opzichte van klassiek systeem C: eenvoudiger te installeren en lagere kosten
- Lager debiet ten opzichte van klassieke systemen

Nadelen of beperkingen

- Gevoeligheid voor luchtdichtheid: alleen aanbevolen voor zeer luchtdichte woningen ($n_{50} \leq 1$ vol/u)
- Gevoelig indien verscheidene RTO (idealiter, alle RTO op dezelfde verdieping/dezelfde gevel; bijvoorbeeld een appartement)



Andere systemen en varianten

De voorgestelde systemen zijn de belangrijkste van IP 41

Er zijn nog andere systemen of varianten die in detail worden beschreven:

- Systemen met mechanische doorstromen
- Systemen met automatische vensteropening
- Toepasbaarheid van systemen op meergezinswoningen
- ...

INLEIDING - VENTILATIE EN RENOVATIE

ALTERNATIEVE SYSTEMEN IN EEN RENOVATIECONTEXT - INNOVATION PAPER 41

BESCHRIJVING VAN ALTERNATIEVE SYSTEMEN

VOORBEELDEN

NORMEN EN REGELGEVING



Voorbeeld: systeem D cascade in een woning met veel slaapkamers

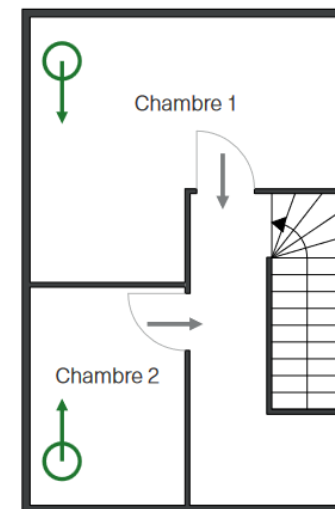
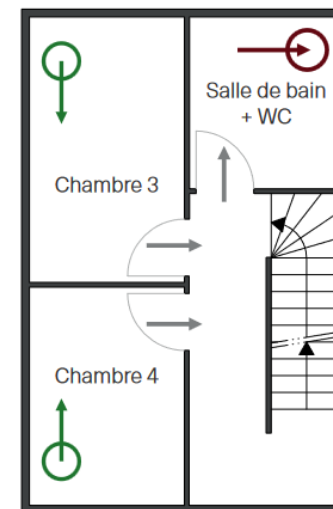
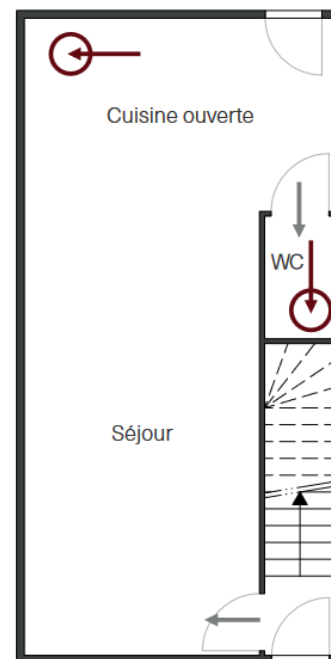
Debieten (overeenkomstig de regels voorgesteld in IP 41)

D cascade: 200 m³/u

	Toevoer	Afvoer
Slaapkamer 1	50	-
Slaapkamer 2	25	-
Slaapkamer 3	25	-
Slaapkamer 4	25	-
Woonkamer	-	-
Badkamer	-	50
Keuken	-	125
Toilet	-	25
TOTAAL	125	200

D klassiek: 325 m³/u

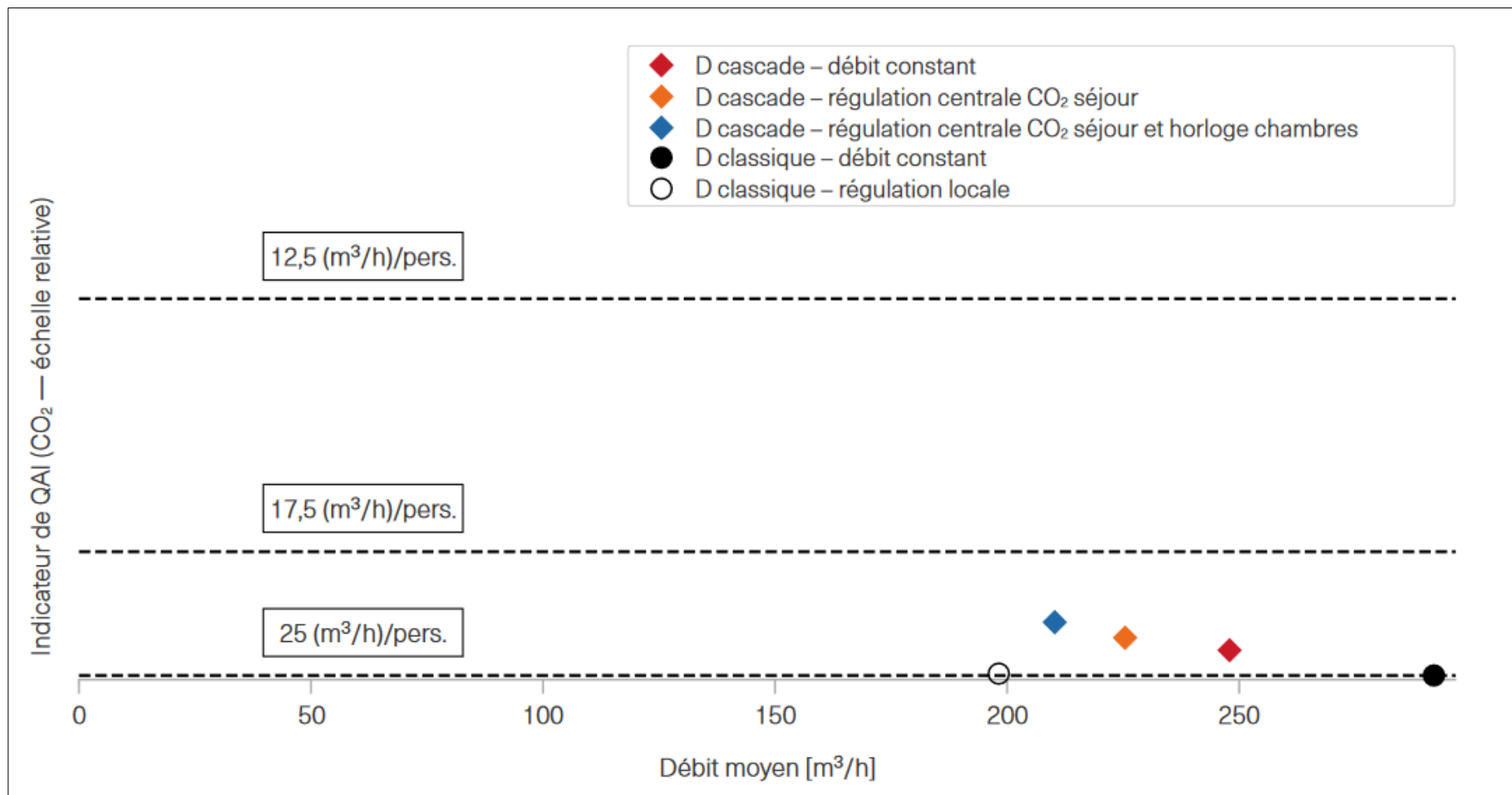
	Toevoer	Afvoer
Slaapkamer 1	50	-
Slaapkamer 2	25	-
Slaapkamer 3	25	-
Slaapkamer 4	25	-
Woonkamer	125	-
Badkamer	-	50
Keuken	-	50
Toilet	-	25
TOTAAL	325	125



Voorbeeld: systeem D cascade in een woning met veel slaapkamers

Lage
binnen-
lucht-
kwaliteit

Goede
binnen-
lucht-
kwaliteit



Voorbeeld: systeem C hal in een woning met veel dienstruimten

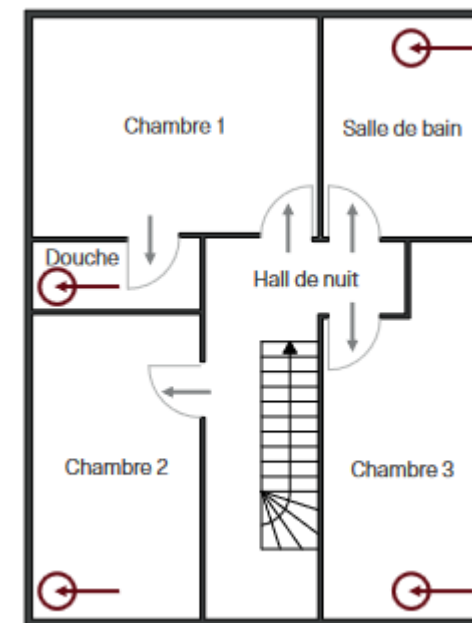
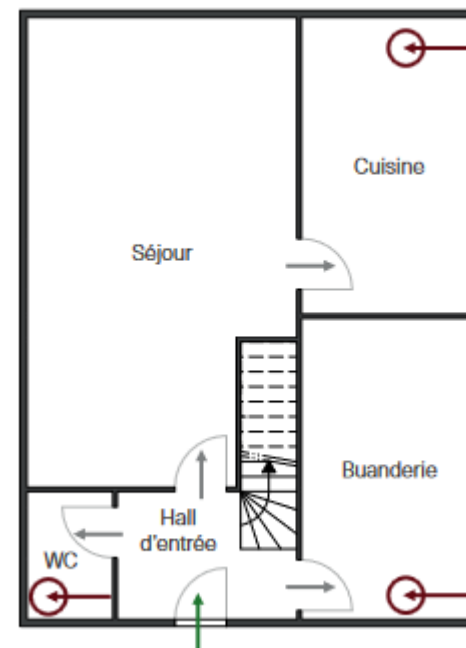
Debieten (overeenkomstig de regels voorgesteld in IP 41)

C hal: 325 m³/u

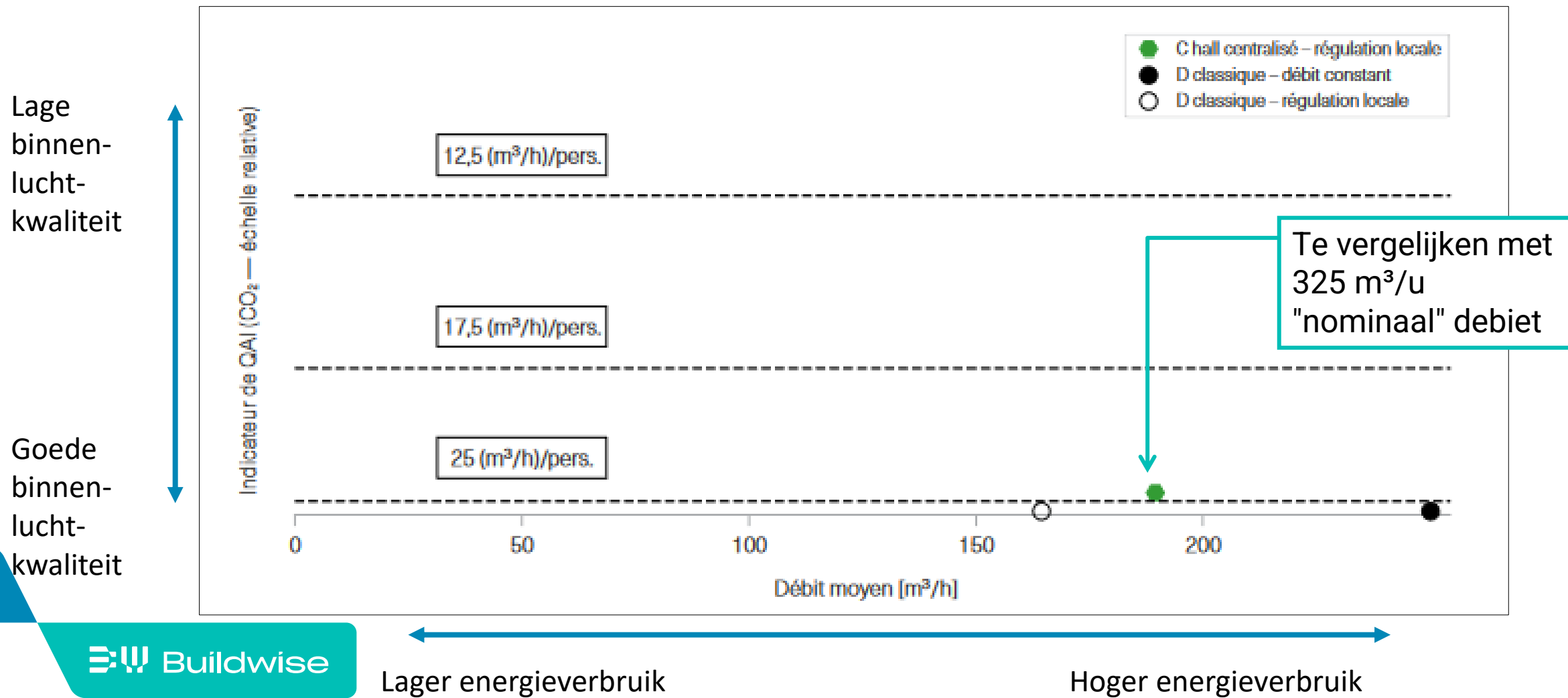
	Toevoer	Afvoer
Slaapkamer 1 + douche	-	50
Slaapkamer 2	-	25
Slaapkamer 3	-	25
Woonkamer	-	-
Badkamer	-	50
Keuken	-	100
Toilet	-	25
Wasruimte	-	50
TOTAAL	-	325

D klassiek: 225 m³/u

	Toevoer	Afvoer
Slaapkamer 1	50	-
Slaapkamer 2	25	-
Slaapkamer 3	25	-
Woonkamer	100	-
Doucheruimte	-	50
Badkamer	-	50
Keuken	-	50
Toilet	-	25
Wasruimte	-	50
TOTAAL	200	225



Voorbeeld: systeem C hal in een woning met veel dienstruimten

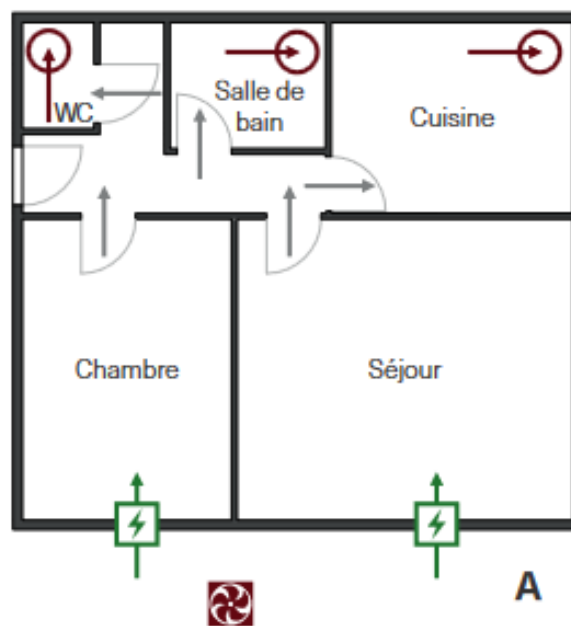


Voorbeeld: systeem C zonaal in een 1-slaapkamerappartement

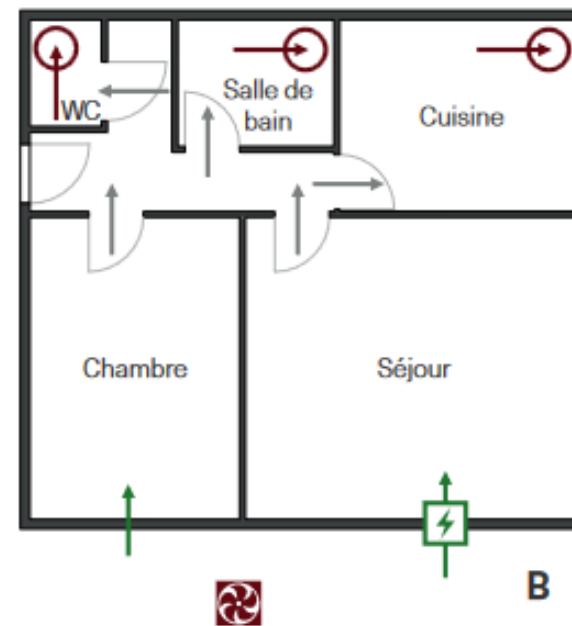
Debieten (overeenkomstig de regels voorgesteld in IP 41)

Klassiek systeem C en
zonale varianten 125 m³/u

	Toevoer	Afvoer
Slaapkamer	50	-
Woonkamer	50	-
Keuken	-	50
Badkamer	-	50
Toilet	-	25
TOTAAL	-	125



Gemotoriseerde RTO
in woonkamer en
slaapkamer

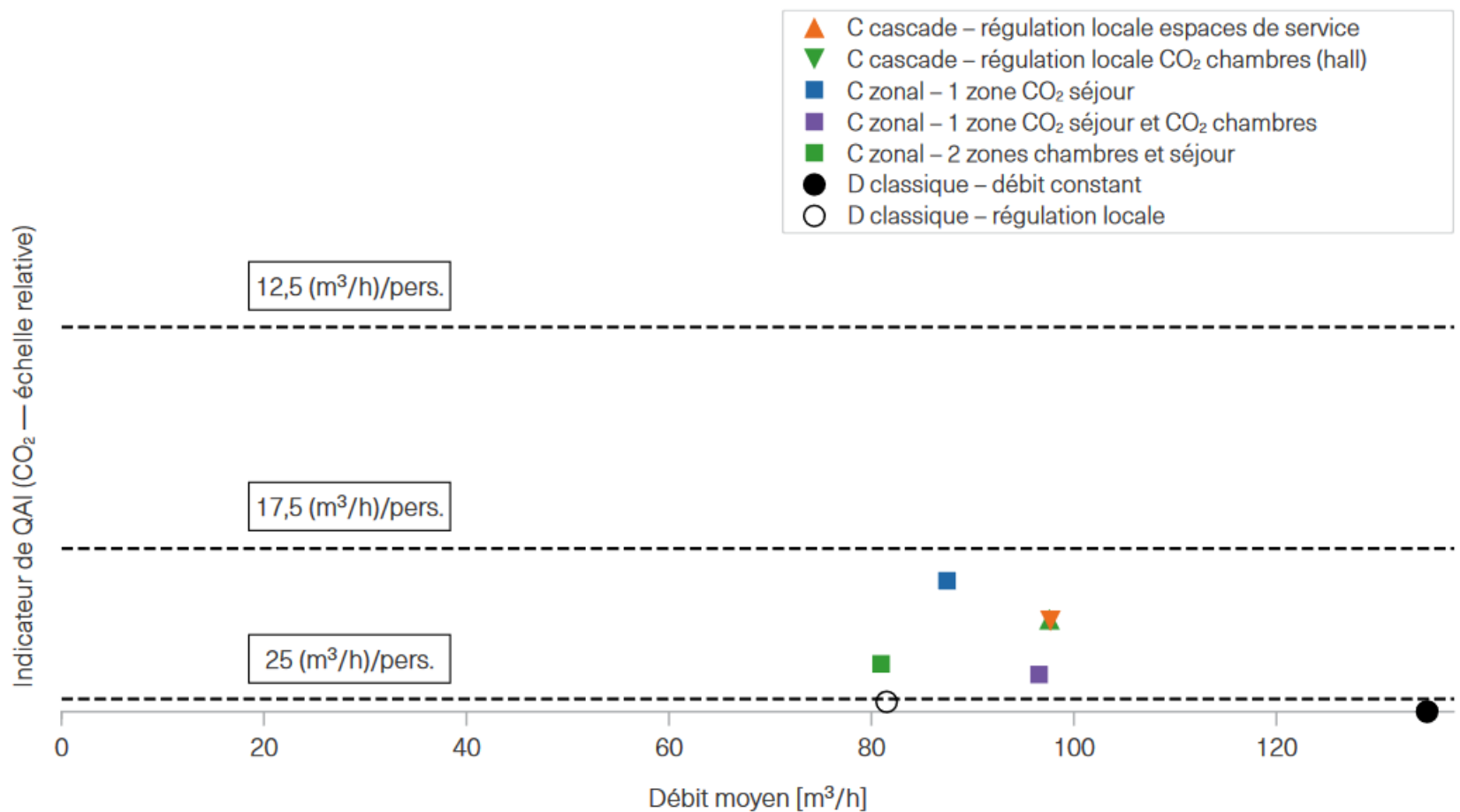


Gemotoriseerde RTO
alleen in woonkamer

Voorbeeld: systeem C zonaal in een 1-slaapkamerappartement

Lage
binnen-
lucht-
kwaliteit

Goede
binnen-
lucht-
kwaliteit



INLEIDING - VENTILATIE EN RENOVATIE

ALTERNATIEVE SYSTEMEN IN EEN RENOVATIECONTEXT - INNOVATION PAPER 41

BESCHRIJVING VAN ALTERNATIEVE SYSTEMEN

VOORBEELDEN

NORMEN EN REGELGEVING



Normen en regelgeving

Norm

- Beste praktijken of stand van de techniek
- Op zich niet verplicht, maar kan eventueel als referentie worden gebruikt in geval van geschillen

Opgelet, de toepassing van bepaalde normen kan wettelijk verplicht worden →; dit is het geval van de **norm NBN D 50-001 via de EPB-regelgeving**

EPB-regelgeving specifiek voor elk Gewest

Vlaanderen <https://www.vlaanderen.be/epb-eisen>

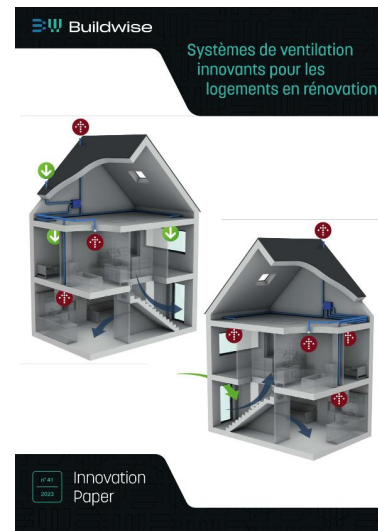
Wallonië <https://energie.wallonie.be/>

Brussels Hoofdstedelijk Gewest <https://leefmilieu.brussels/pro/wetgeving/wetteksten/regelgeving-betreffende-de-energieprestatie-van-gebouwen-epb>

De eisen inzake ventilatie variëren overeenkomstig de aard van de werken



- ▶ Er zijn alternatieve ventilatiesystemen die een zeer goede luchtkwaliteit verzekeren
- ▶ Er zijn verscheidene oplossingen, met voor- en nadelen overeenkomstig het type woning
- ▶ Reglementaire context
 - Bepaalde systemen zijn conform en overal toepasbaar
 - Bepaalde van de voorgestelde systemen zijn slechts mogelijk als de regelgeving niet van toepassing is.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- [Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)
[Voorziening | Filters van een ventilatiesysteem](#)
[Voorziening | Ventilatieleidingen](#)



Opleidingen en seminars

- Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen
<https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>

Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!





Websites

- FOD Economie - STS Ventilatie

<https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Publications/files/STS/STS-P-73-1-Systemen-basisventilatie-residentiele-toepassingen.pdf>http://economie.fgov.be/fr/modules/publications/sts/sts_73_1.jsp

- EPB-regelgeving

Brussel <https://leefmilieu.brussels/pro/wetgeving/wetteksten/regelgeving-betreffende-de-energieprestatie-van-gebouwen-epb>

- Buildwise

Video ventilatie

<https://www.youtube.com/watch?v=W4NEJ4pxOiQ>



Naslagwerken

- Innovation Paper 41 – Innovatieve ventilatiesystemen voor woningen in een renovatiecontext

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/innovation-paper/41/>

- Verse lucht in oude woningen

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2011-02.14/>

- Mechanische-ventilatiegebieten opmeten

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2012-03.12/>

- Onderhoud van ventilatiesystemen

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2014-02.11/>

- Renovatieoplossingen voor ventilatie

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2016-01.12/>



Sébastien PECCEU

Buildwise

 02/655 77 97 sebastien.pecceu@buildwise.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

