



WARMTEPOMPEN MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN IN EEN STEDELIJKE OMGEVING

De luchtwarmtepomp - Kwaliteit en aandachtspunten

17 november 2023

Daniel Peduzzi
Trane Belgium





PRESENTATIE VAN DE SPREKER

Daniel Peduzzi is Technical Support Engineer bij Trane België. Hij is al 30 jaar actief in de HVAC-sector. Hij adviseert professionals bij de keuze van HVAC-toestellen en biedt ondersteuning bij het juiste gebruik ervan. Hij ondersteunt interne technische teams en externe aannemers bij onderhoud, reparatie en installatie. Hij werkt aan de implementatie van controlesystemen voor koelinstallaties die onderhoud en energiemonitoring combineren.

Voor meer informatie: <https://www.tranebelgium.com/nl/>

Deze lezing helpt u te begrijpen hoe lucht-water warmtepompen werken. De verschillende technische mogelijkheden (in termen van bron, gebruik voor comfort, gebruik voor de productie van sanitair warm water en zwembaden) en de gebruikslimieten van dit type installatie komen ook aan bod. Vervolgens wordt uitgelegd hoe belangrijk het is om de dimensionering van een warmtepomp correct uit te voeren. Tot slot worden praktijkvoorbeelden gepresenteerd.



DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE

- Ontdek hoe lucht/water-warmtepompen werken
- De technische mogelijkheden en beperkingen van lucht/water-warmtepompen begrijpen
- Het belang van dimensionering, hydraulica en installatie aantonen.
- Manieren verkennen om het gebruik van lucht/water-warmtepompen te optimaliseren



INHOUDSTAFEL

- I. Werking van lucht-water warmtepompen
- II. Technische mogelijkheden van lucht/water-warmtepompen
- III. Het belang van de juiste dimensionering
- IV. Praktische voorbeelden



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

I. De bron en stralers (gebruik) in comfort

Bron

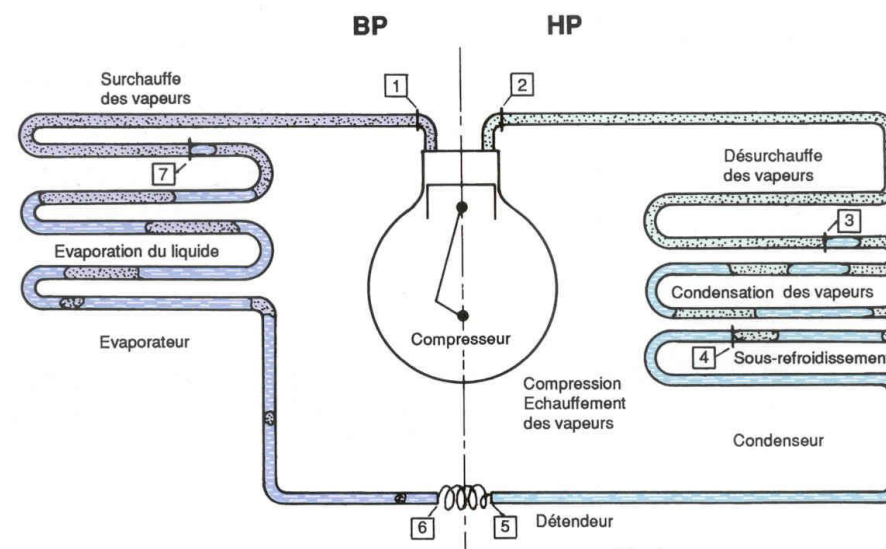
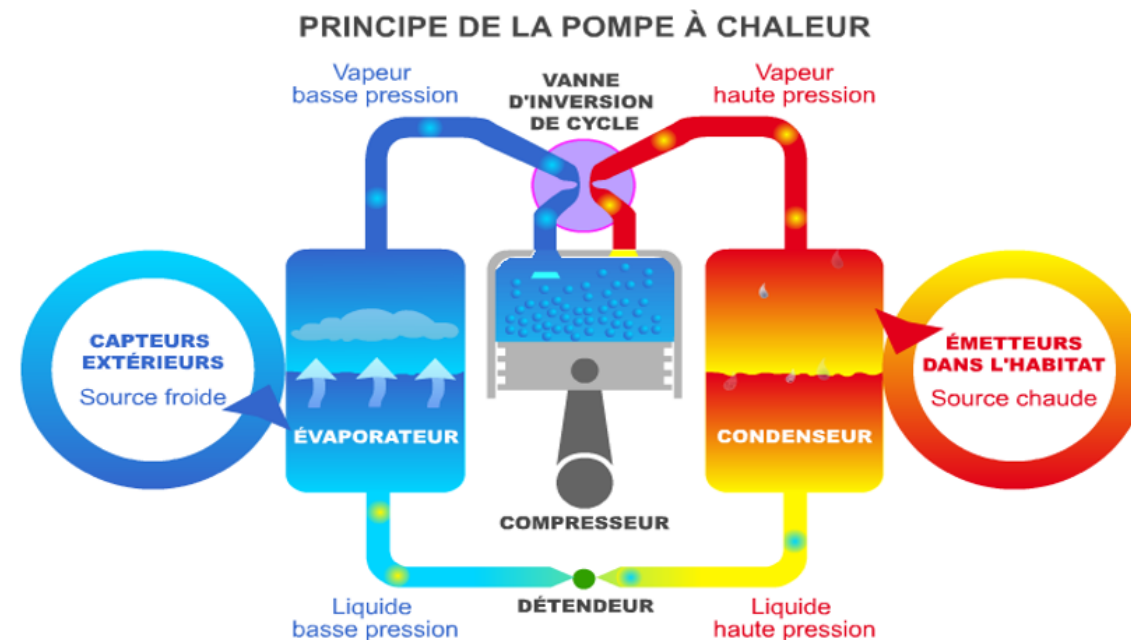
Lucht

Convectie

Verstuivers
Diffuser

Tussenelement:
hydraulisch circuit

convectie
en/of
straling





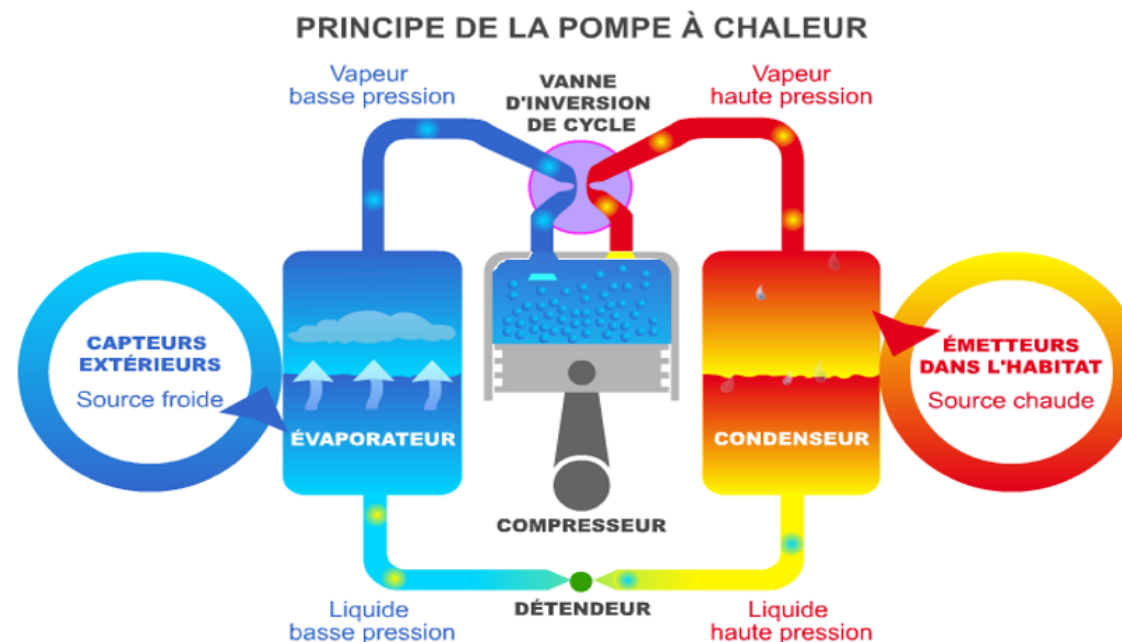
I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

II. De bron en stralers (gebruik) voor sanitair warm water

Bron

Lucht

Convectie



Sanitair warmwater
of zwembad

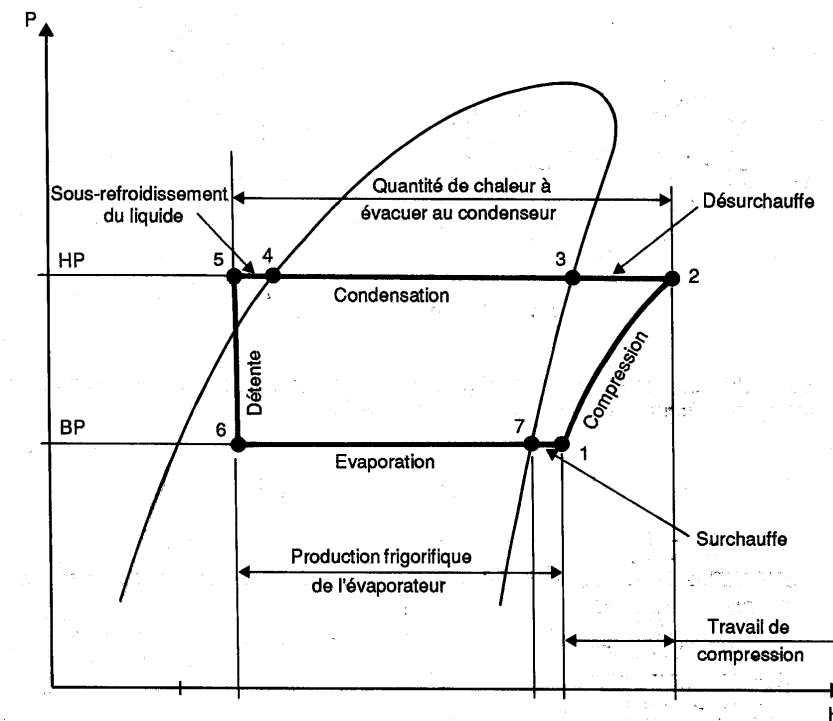
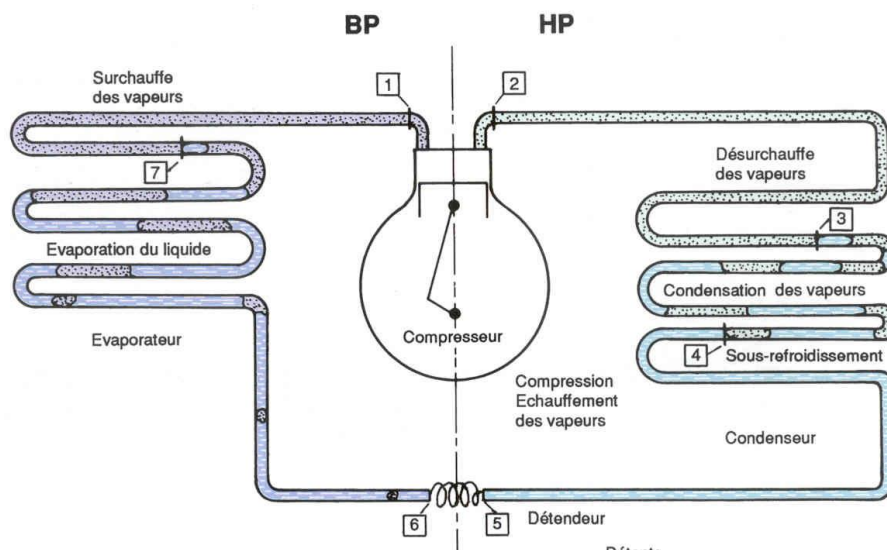
Intermediair:
hydraulisch circuit

Geleiding en
convectie



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. De elementen van de koelcircuit



De belangrijkste functies van het koelcircuit:

- Warmteterugwinning bij de verdamper (buiten)
- Compressie
- Warmteverspreiding naar de condensor (binnen)
- Expansie



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

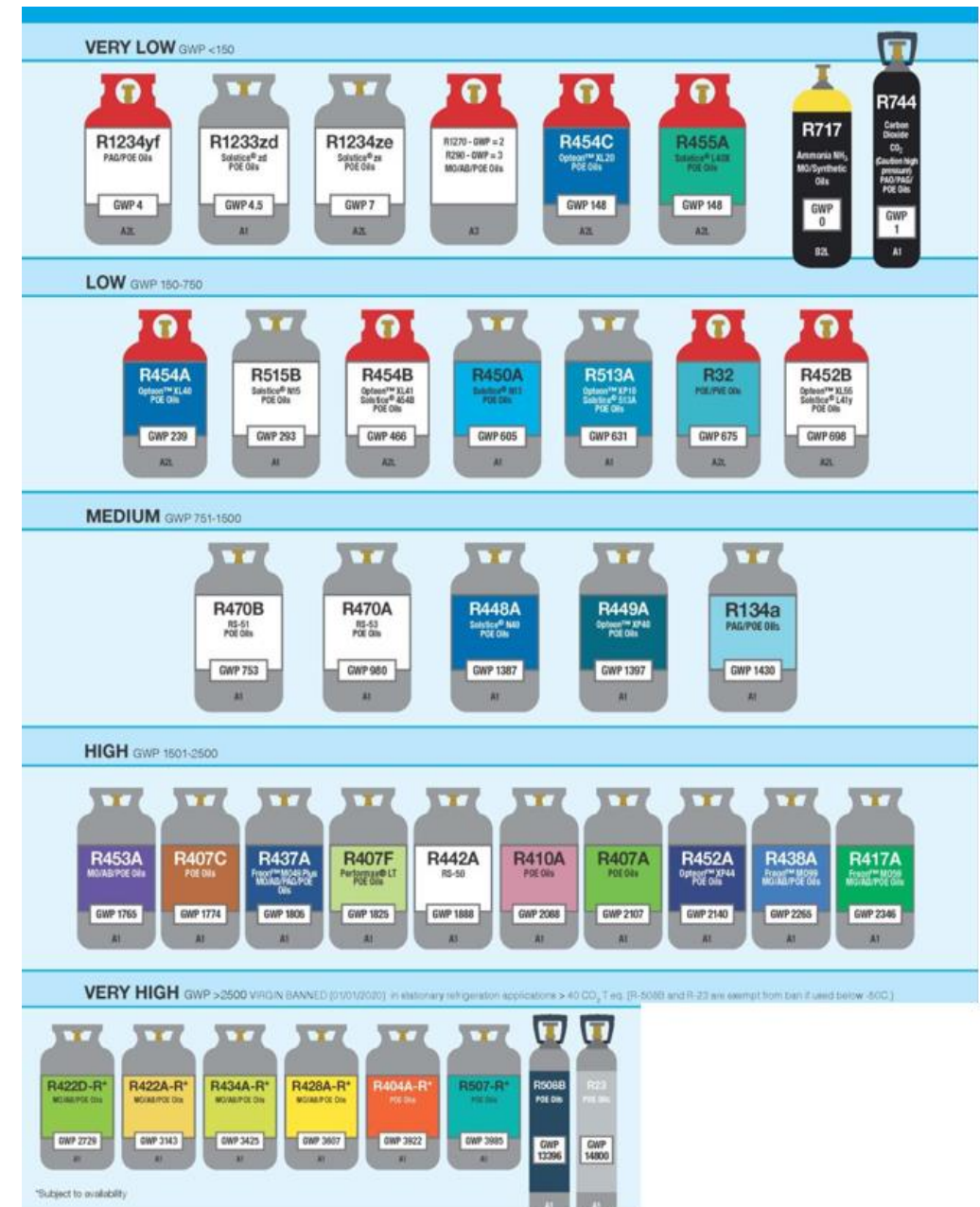
III. De elementen van de koelcyclus

De koelvloeistoffen

Keuzes en ontwikkelingen gebaseerd op:

- het potentieel voor hoge opbrengsten
- milieugevolgen

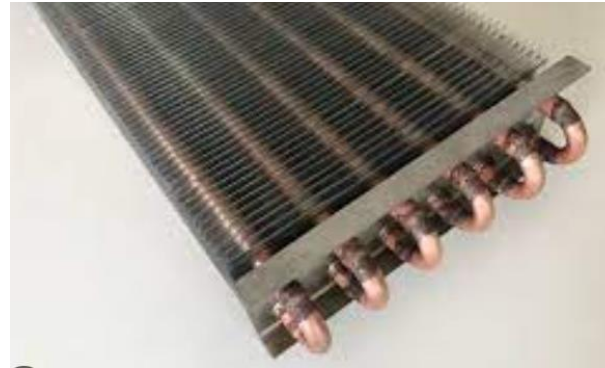
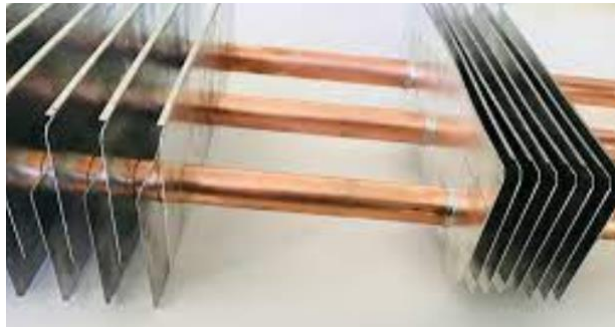
Onderzoek evolueert en er zijn steeds meer koudemiddelen met een laag GWP (Global Warming Potential), waarvan sommige zijn geclassificeerd als A2L (licht ontvlambaar tot ontvlambaar).





I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. De elementen van de koelcyclus



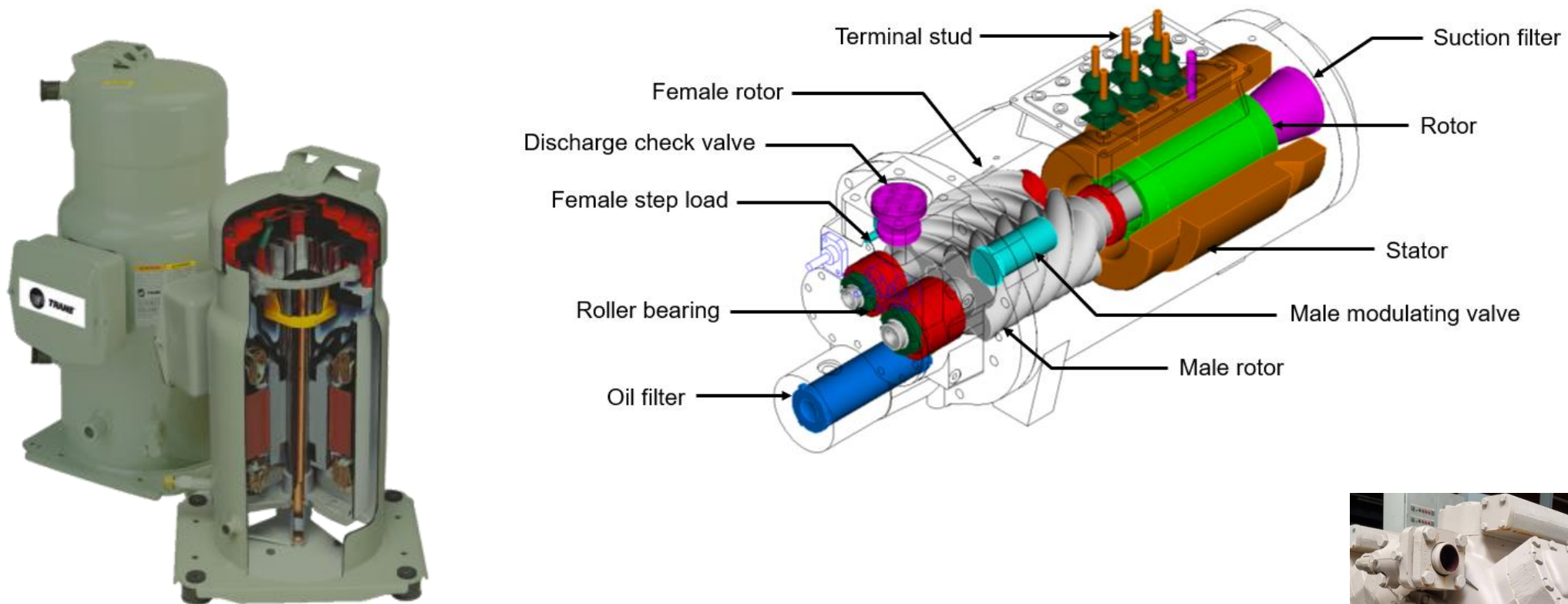
- Warmteterugwinning verdamper (buiten): koper-aluminium batterijen (optionele hydrofiele coating)



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. De elementen van de koelcyclus

- Compressie : schroef-, roterende en zuigercompressoren



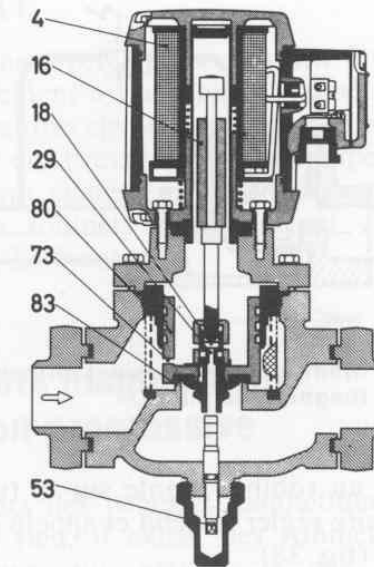
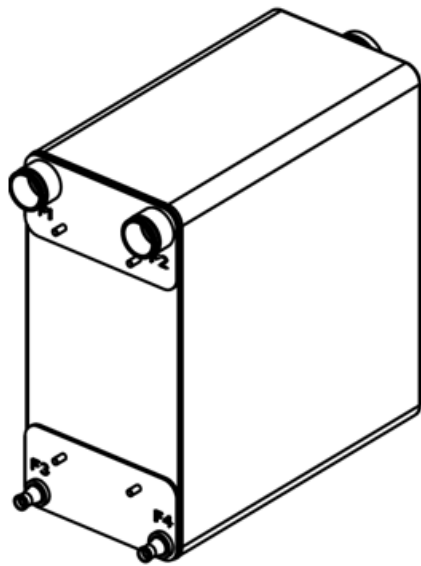
scroll



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. De elementen van de koelcyclus

- Warmteverspreiding naar de condensor (binnen)
- Expansie



4. Bobine
16. Induit
18. Clapet de vanne pilote
29. Orifice pilote

53. Tige pour ouverture manuelle
73. Trou d'égalisation
80. Servopiston
83. Siège principal



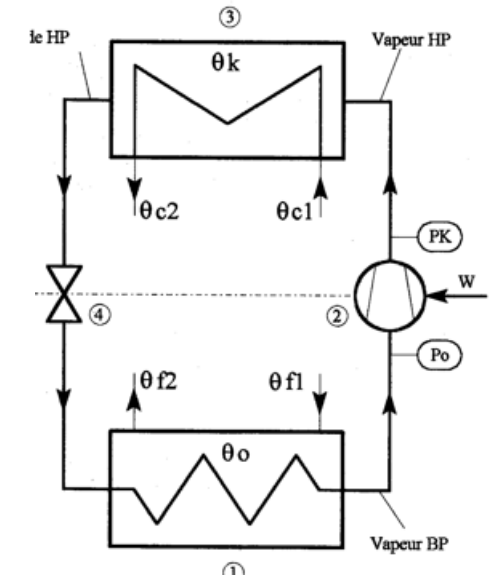
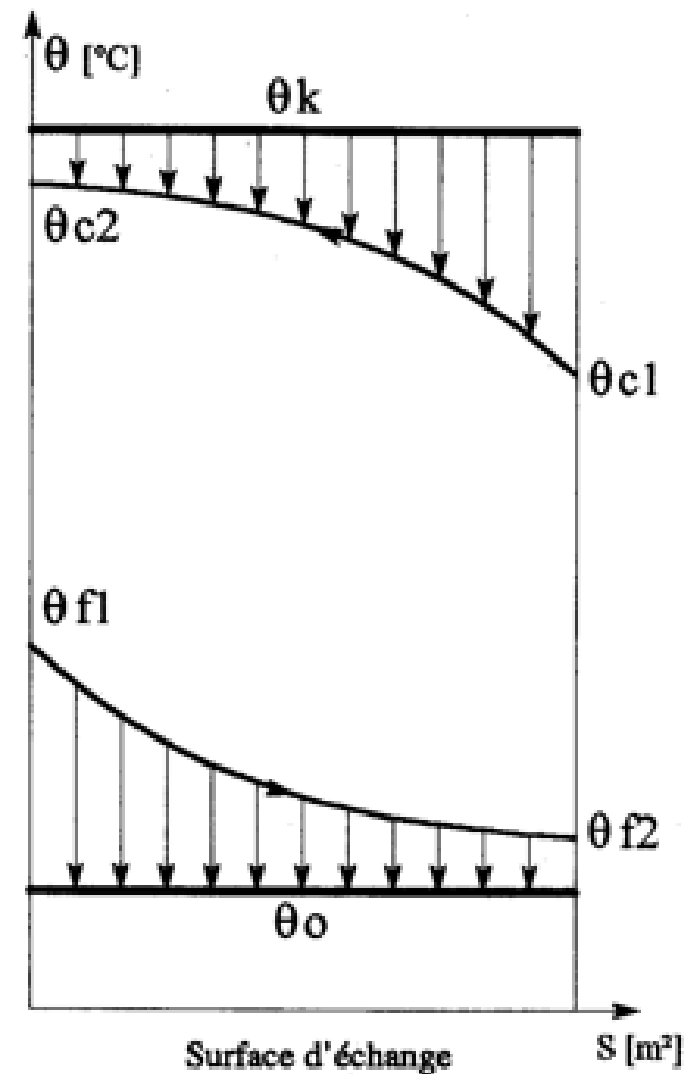
I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

IV. Het hydraulische circuit

De temperaturen en drukken van het koelmiddel hangen af van de temperaturen van de vloeistoffen aan beide zijden van de warmtewisselaars.

Verdampingstemperatuur (uitgaand water)

Condensatietemperatuur (inkomend water)





I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

IV. Het hydraulische circuit

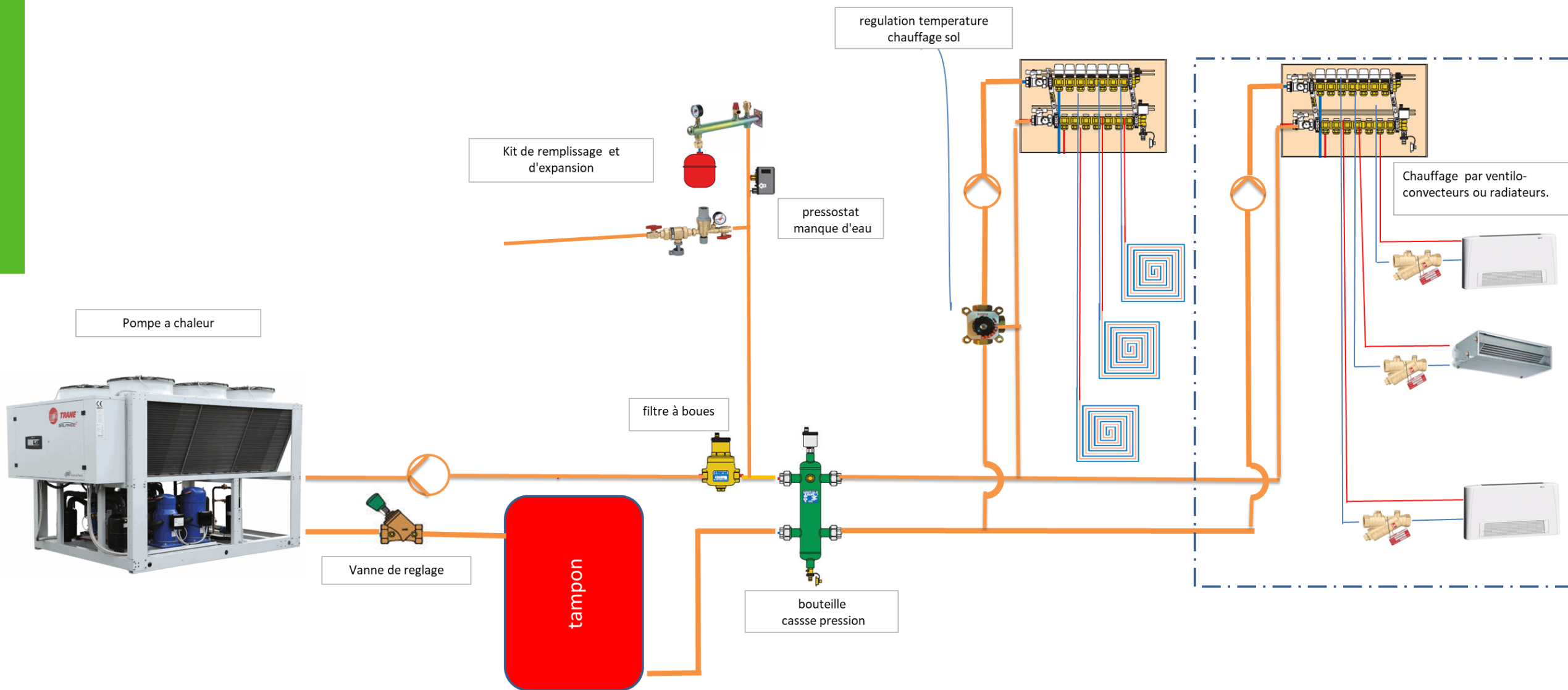
Vergelijking met een centraal verwarmingscircuit

- Een verwarmingsketel produceert water met een gemiddelde temperatuur van 90/70°C of 60/40 DT = 20°C.
- De warmtepomp werkt op DT=5°C om de warmtewisselaars te optimaliseren en heeft daarom een waterdebiet nodig dat **4 keer** hoger is dan dat van de ketel.
- De drukverliezen zijn daarom veel hoger.
- Voor hetzelfde vermogen is het onmogelijk om een warmtepomp **rechtstreeks** op een bestaande installatie te plaatsen: wel met aanpassing van de primaire en secundaire circuits.



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

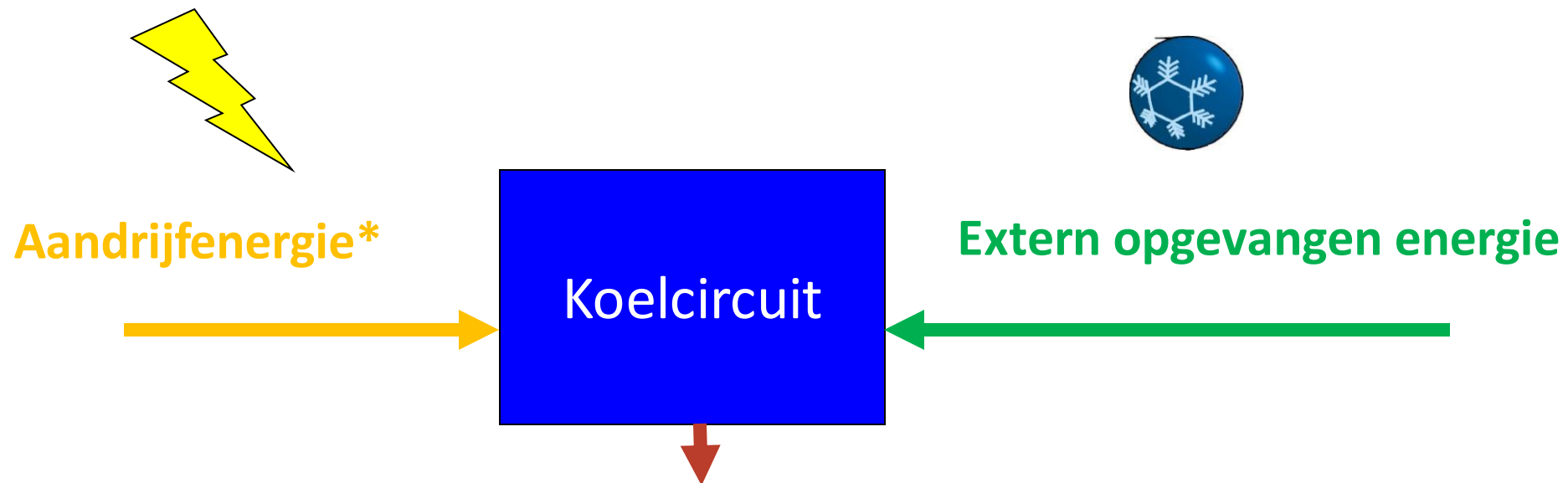
IV. Het hydraulische circuit





I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

V. De prestatieconcepten



Warmteproductie = Aandrijfenergie + Opgevangen energie

De prestatiecoëfficiënt of C.O.P. = door de warmtepomp geleverde energie P_{ch} / voor de werking verbruikte energie P_{cons}

$$C.O.P. = \frac{P_{chaude}}{P_{Consommée}}$$

***Aandrijfenergie :**

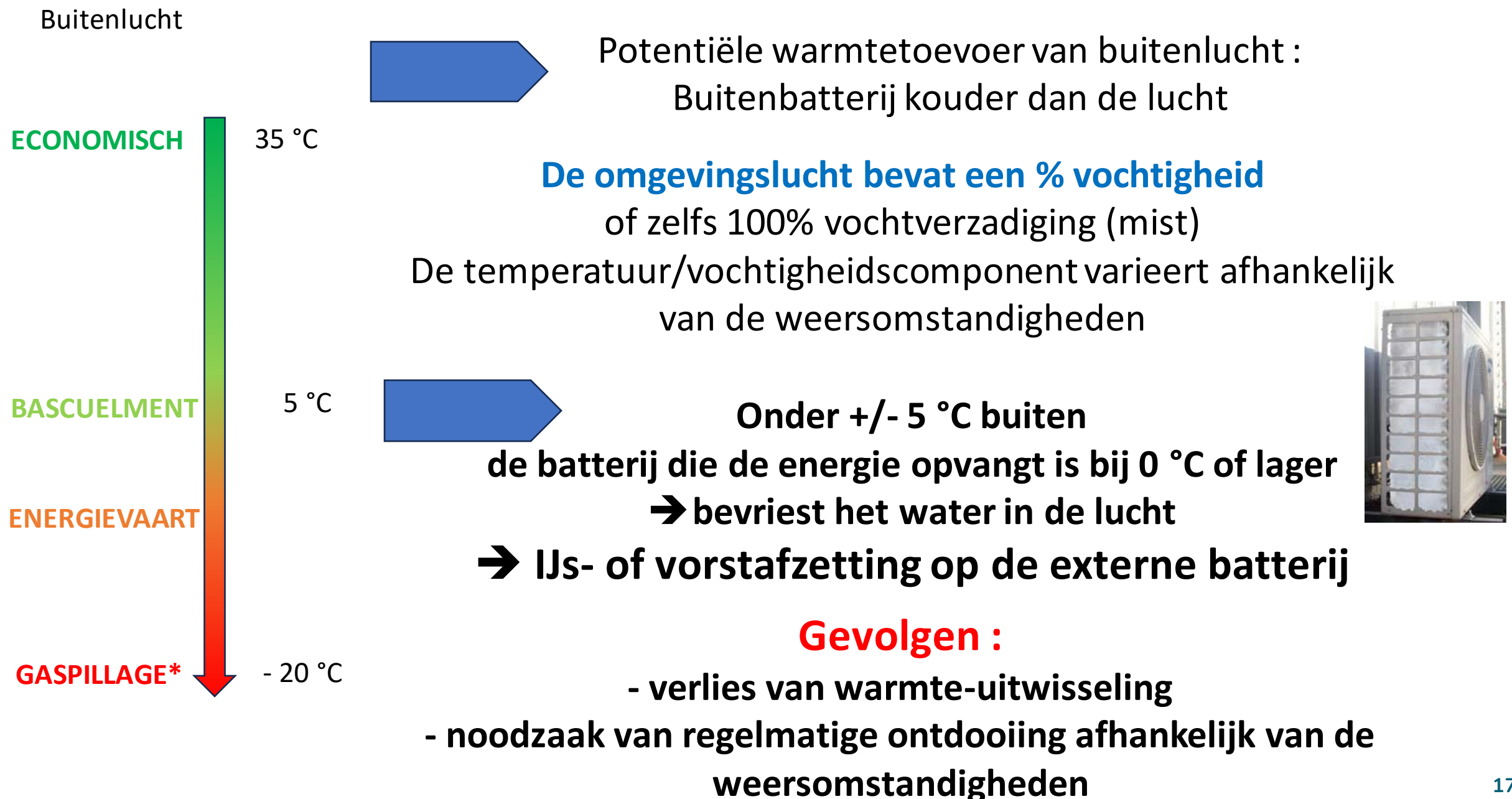
- Meestal elektriciteit
- Er zijn andere bronnen zoals warmte voor absorptie of diëlektrische cycli maar de rendementen zijn extreem laag $COP < 1$



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli

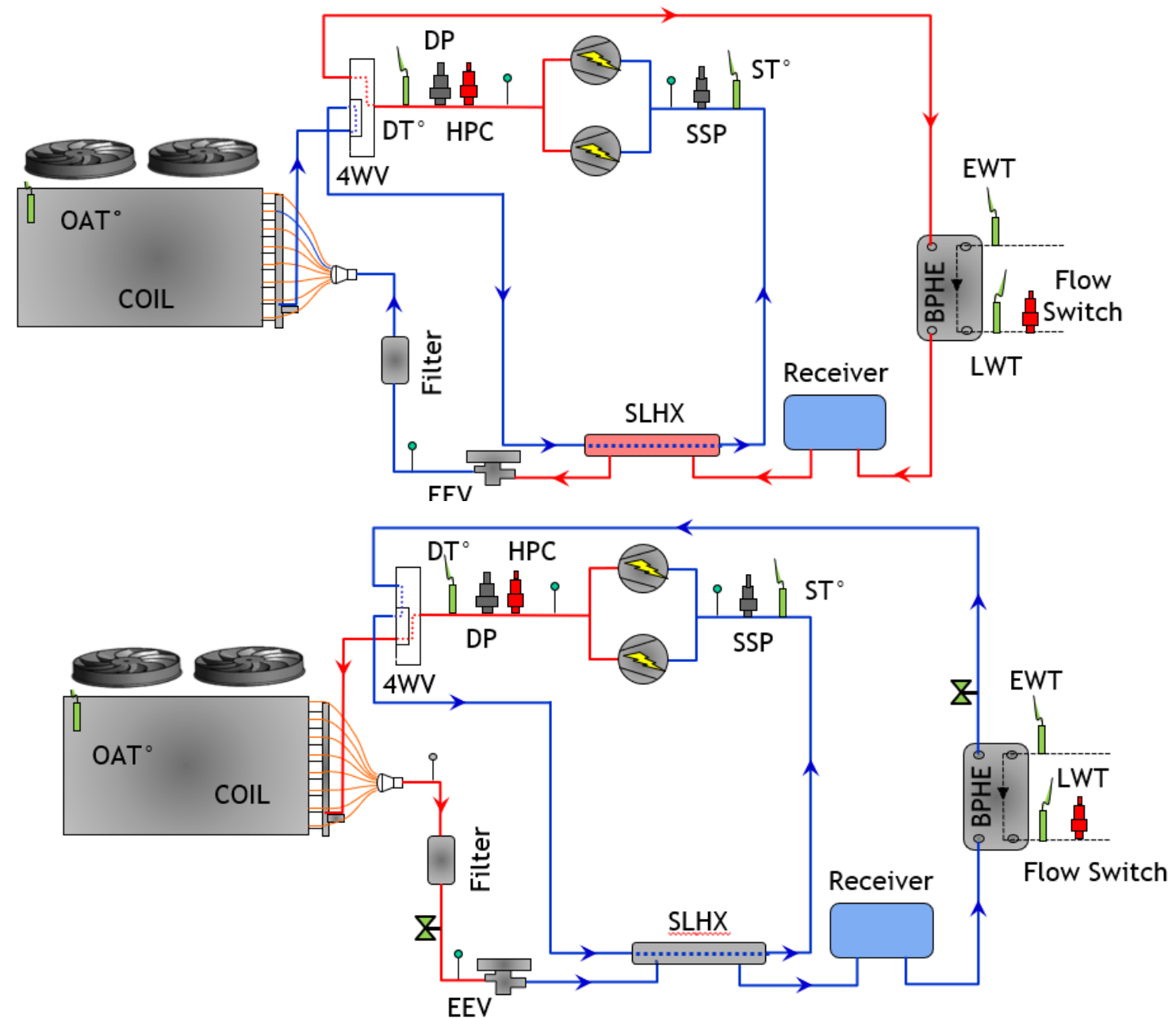
Natuurlijke warmteoverdracht: altijd van het **warmste** naar het **koudste**





I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli





I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli

Ontdooicycli worden berekend door het regelsysteem

Van de eenvoudigste ontdooiing tot de meest geoptimaliseerde, de parameters waarmee rekening wordt gehouden zijn:

Een eenvoudige timer zodra de buitentemperatuur onder de 5°C komt

Een combinatie van het gedrag van:

- de buitentemperatuur
- de accutemperatuur via een of meer sensoren
- tijdsvertragingen

Een combinatie van het gedrag van:

- de buitentemperatuur
- de batterij temperatuur via een of meer sondes
- lage druk (en gerelateerde verdampingstemperatuur)
- meerdere tijdsvertragingen
- gedragsanalyse en autoaanpassing



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli

Ontdooicycli verbruiken veel energie.

De duur van ontdooicycli varieert tussen +/- 20 minuten en meerdere uren

Ze zijn afhankelijk van :

- de buitentemperatuur
- het vochtigheidsniveau buiten
- het modulatiepercentage van de compressor
- de tijdsduur waarin compressor gedurende deze periode wordt gebruikt
- de temperatuur van het geproduceerde water
- de kwaliteit van de elektronische regeling



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli

Fouten die niet mogen worden gemaakt:

De zuinigste energie = Warmte-energie geproduceerd door de warmtepomp ($COP > 1$) *.
De warmtepomp heeft voldoende warm water nodig om te ontdooien!

- Ontdooien met behulp van een andere warmtebron
(elektrische weerstand, boiler, enz.) is niet voordelig

Er wordt ruwe energie gebruikt wanneer deze door de warmtepomp zou kunnen worden opgeslagen.

Oplossing :

Een goed buffervat heeft 2 functies:

- een zuinige energiereserve voor ontdooien
- een buffer om te veel start/stops van de compressor te voorkomen**

*over het algemeen tot -8°C , afhankelijk van andere factoren

** Continue werking bij gedeeltelijke belasting geeft over het algemeen een beter rendement.

(Moet worden geverifieerd met de gegevens van de fabrikant, die helaas zeer moeilijk te verkrijgen zijn)



I. WERKING VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

VI. Ontdooicycli

Voorbeelden: Casestudies

Etude basique de l'influence du dégivrage

- Factoren :
- Temperatuur
 - Vochtigheid
 - Kwaliteit van apparatuur
 - Kwaliteit van regeling
 - Onderhoud

	config A	config B	config C	config D
COP instantané	3,5	3,5	3,5	3,5
délai entre 2 dégivrage	25 min	45 min	80 min	80 min
durée dégivrage	10 min	5 min	10 min	5 min
Proportion temps PAC/dégivrage				
puissance absorbée nominale	1 kW	1 kW	1 kW	1 kW
<i>exemple : 0°C ext / 35°C eau</i>				
Durée utilisation	1 heure	1 heure	1 heure	1 heure
consommé PAC	0,71 kWh	0,90 kWh	0,89 kWh	0,94 kWh
gain chauffage gratuit PAC	1,79 kWh	2,25 kWh	2,22 kWh	2,35 kWh
Total énergie pour le chauffage	2,50 kWh	3,15 kWh	3,11 kWh	3,29 kWh
consommé dégivrages	0,29 kWh	0,10 kWh	0,11 kWh	0,06 kWh
COP dégivrage	5	5	5	5
Perte dégivrage	1,43 kWh	0,50 kWh	0,56 kWh	0,29 kWh
Consommation totale	1,00 kWh	1,00 kWh	1,00 kWh	1,00 kWh
Energie fournie	1,07 kWh	2,65 kWh	2,56 kWh	3,00 kWh
dont gratuit	0,07 kWh	1,65 kWh	1,56 kWh	2,00 kWh
COP réel	1,07	2,65	2,56	3,00



II. TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

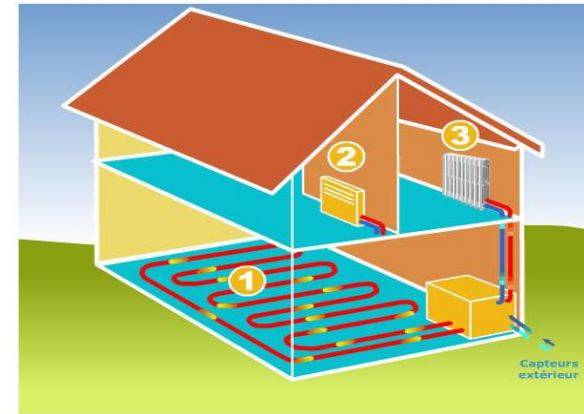
I. Bron

Lucht :
Buitenatmosfeer
of
luchttoevoer via
kanalen en geschikte
ventilatie



II. TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

II. Comfortabel gebruik



ECONOMISCH

20 °C

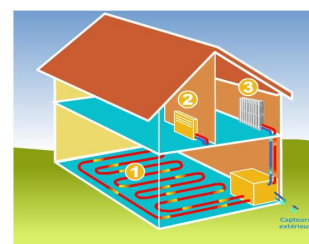
Verdelers :

- vloerverwarming
- plafond/verwarmde muren
- ventilatorconvectoren
- balken/ejecto-convectoren
- luchtbehandelingskasten
- radiatoren



ENERGIEVAART

65 °C



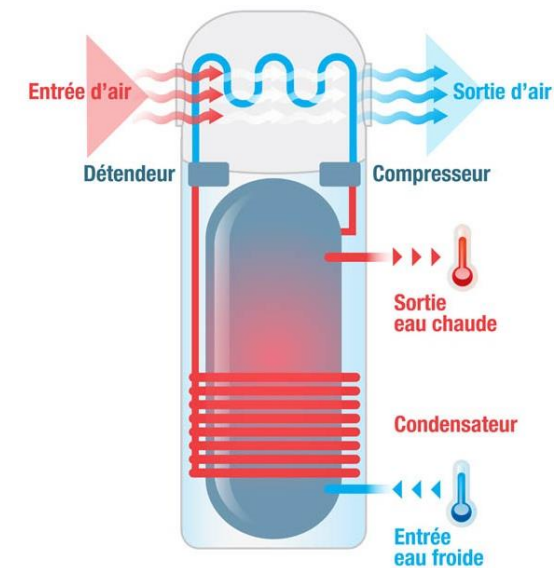
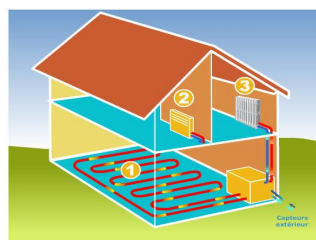
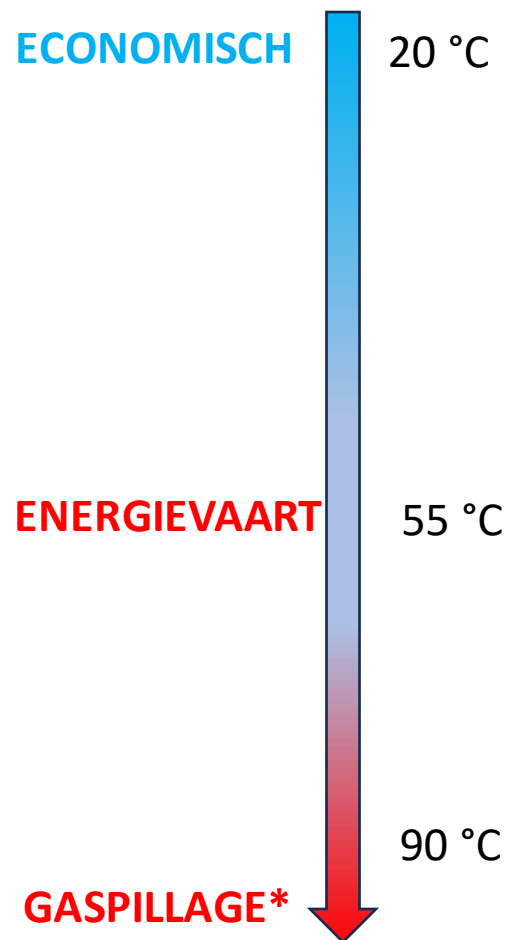


II. TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. Gebruik in sanitair warmwaterproductie en zwembaden

Gebruik :

- zwembadwater
- sanitair warm water op lage temperatuur
- sanitair warm water op hoge temperatuur of alleen anti-legionellacyclus



- Dit hangt af van de temperatuur van de bron.

Bij conventionele verwarming, boven +/- 55°C, begint directe elektriciteit zuiniger te worden.

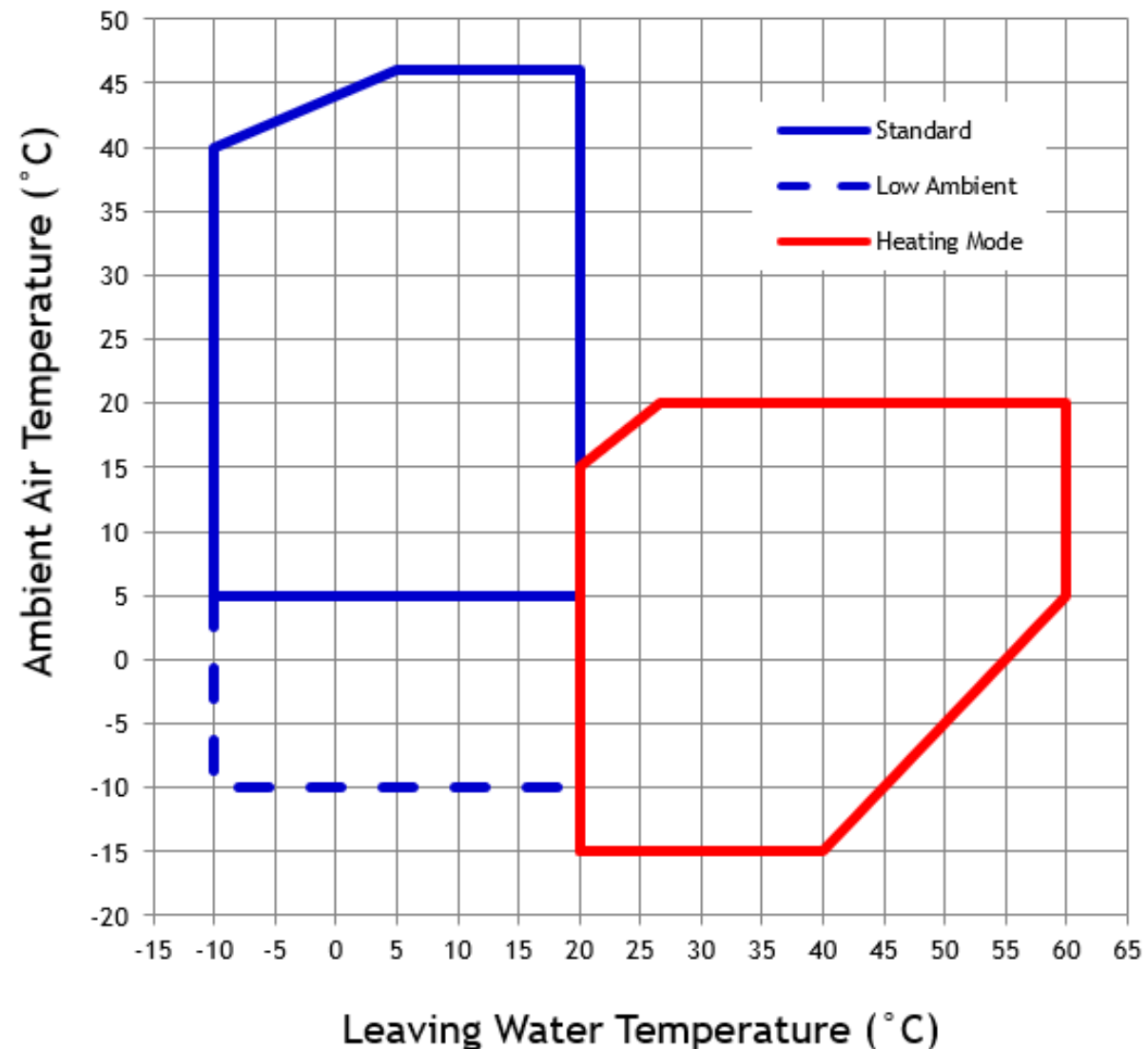
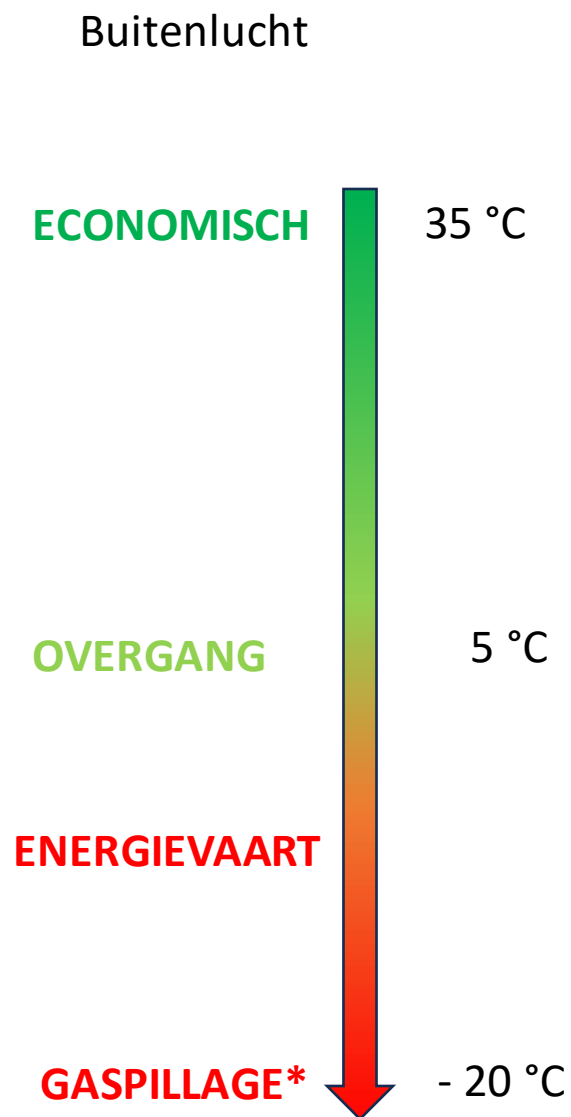
COP < 1 = onnodige slijtage van de warmtepomp Zelfs als je "gratis" elektriciteit hebt (zonnepanelen, enz.)

Raadpleeg de prestaties van de fabrikant in alle omstandigheden



II. TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. Operationele limieten



Een warmtepomp kiezen :

- in het midden van de werkingszone
- nooit aan de uitersten



II. TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN VAN LUCHT-WATER WARMTEPOMPEN

III. Operationele limieten

Regeling optimaliseren :

- kies voor een verwarmingscurve
- gebruik weekprogramma's
- schakel uw verwarmingssysteem automatisch
- een elektriciteitsmeter installeren
- installeer een intelligente energiemeter (! Ontdooien!)

Air extérieur

ECONOMISCH

35 °C

OVERGANG

5 °C

ENERGIVAART

GASPILLAGE*

- 20 °C

Eau produite

ECONOMISCH

20 °C

ENERGIVAART

55 °C

GASPILLAGE*

90 °C

* Dit hangt af van de temperatuur van de bron.

Bij conventionele verwarming, boven +/- 55°C, begint directe elektriciteit zuiniger te worden.

COP < 1 = **onnodige slijtage** van de warmtepomp

Zelfs als je "gratis" elektriciteit hebt (zonnepanelen, enz.) Raadpleeg de prestaties van de fabrikant in alle omstandigheden



III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

Het vermogen van de warmtepomp kiezen

Buitenlucht

ECONOMISCH

35 °C

- De behoeften van het gebouw
- De mogelijkheid van aanvullende verwarming (olie, gas, elektrisch, enz.)
- Zelf opgewekte elektriciteit: zonnepanelen, enz.

OVERGANG

5 °C

- De vereiste watertemperatuur
- Geluidsgrenzen in de omgeving

ENERGIEVAART

GASPILLAGE*

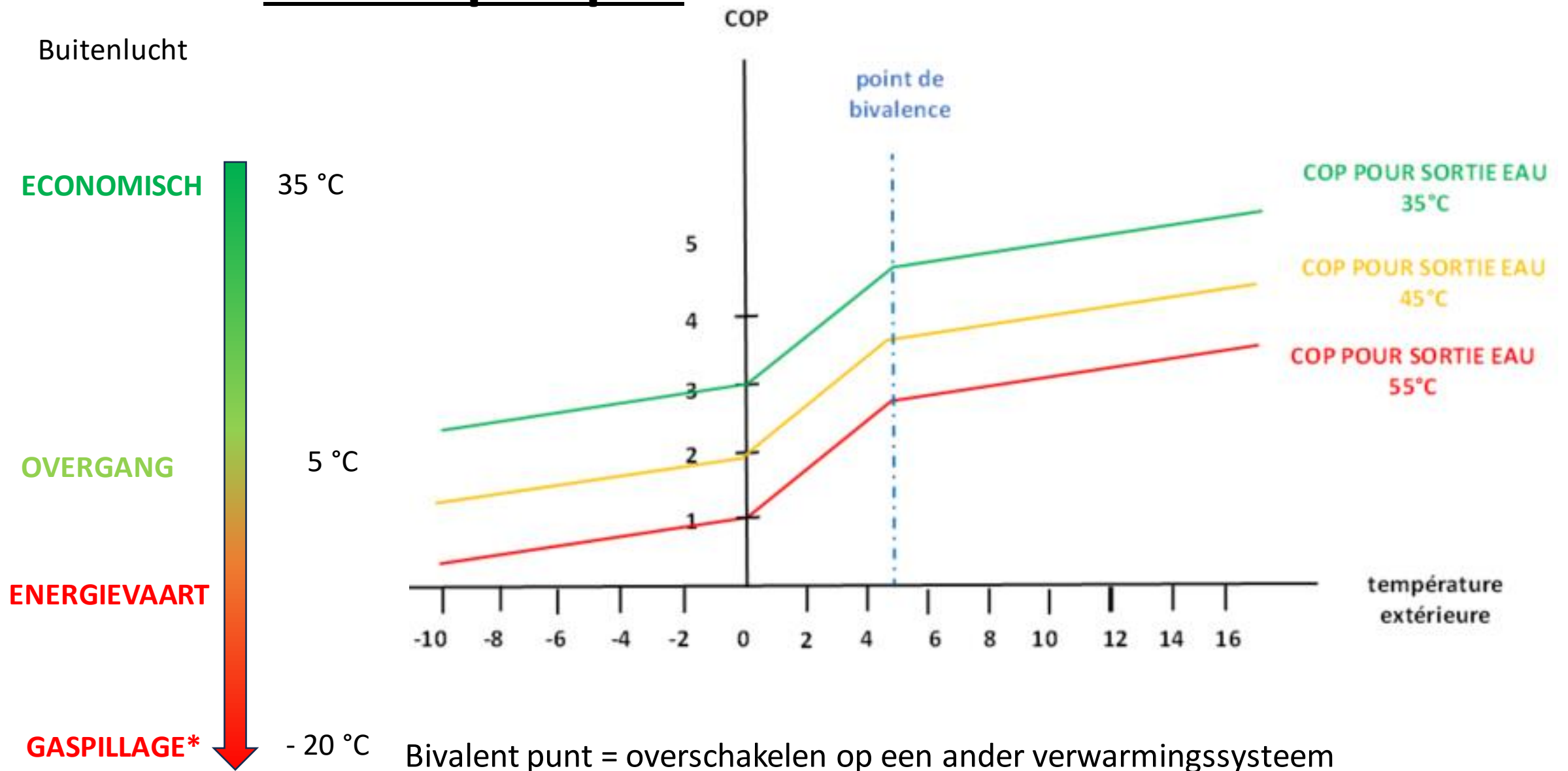
- 20 °C

- beperkingen van het elektriciteitsnet (230V/3 , mono/tri)
- benodigde oppervlakte en mogelijkheden voor gevels, tuinen, enz.



III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

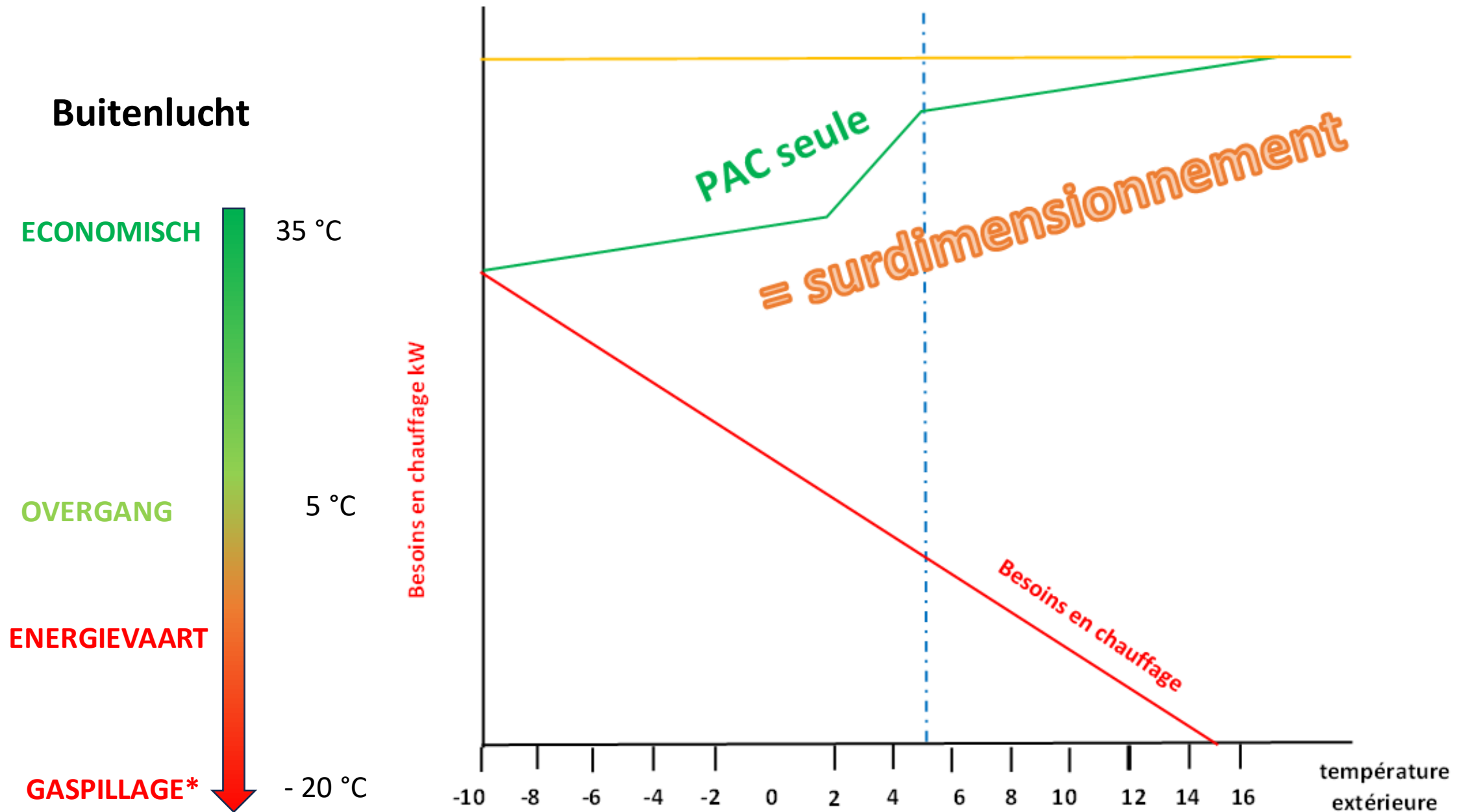
Vermogenscurves voor lucht/water-warmtepompen





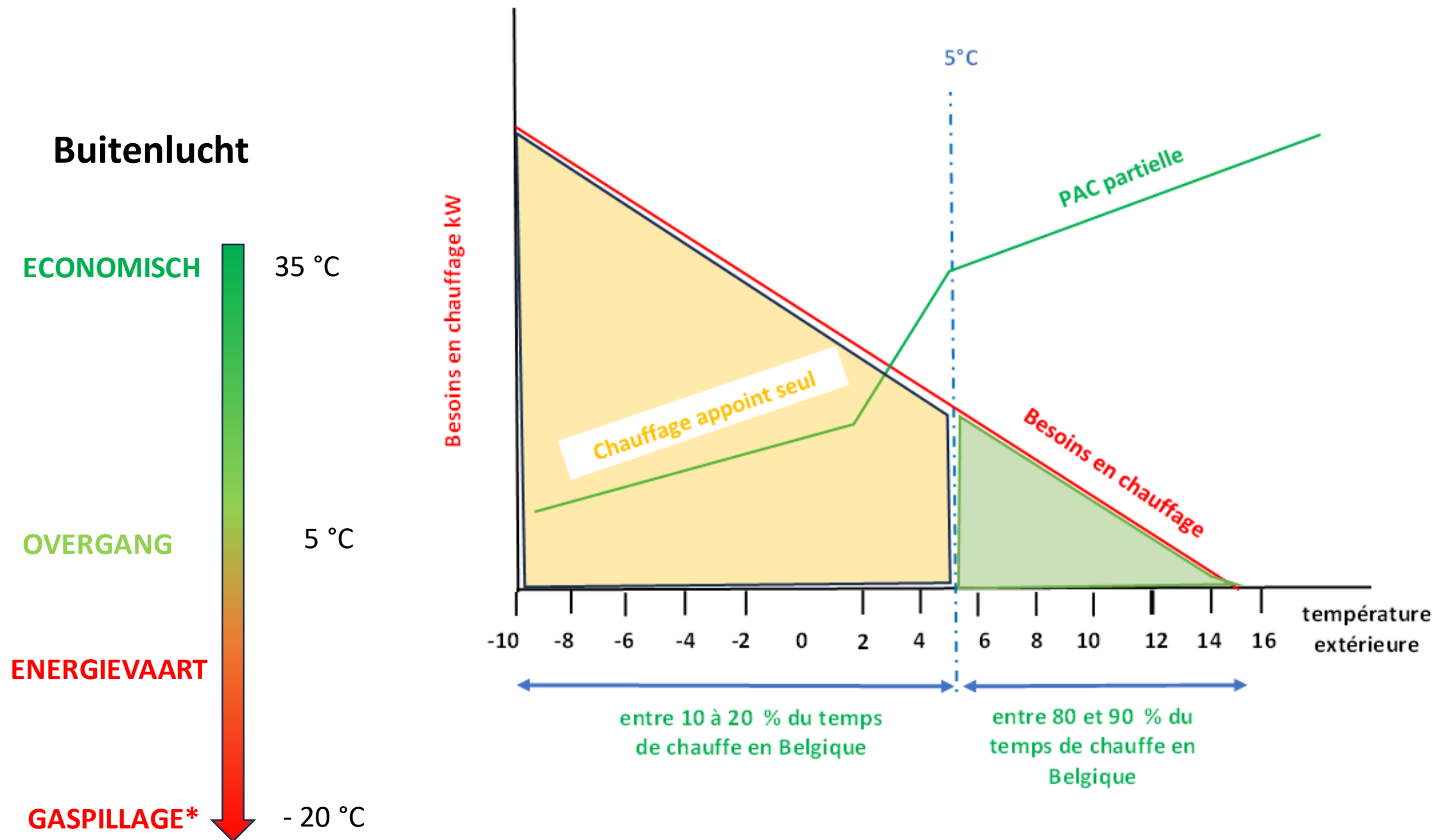
III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

Helaas neemt het rendement van lucht/water-warmtepompen af met de temperatuur



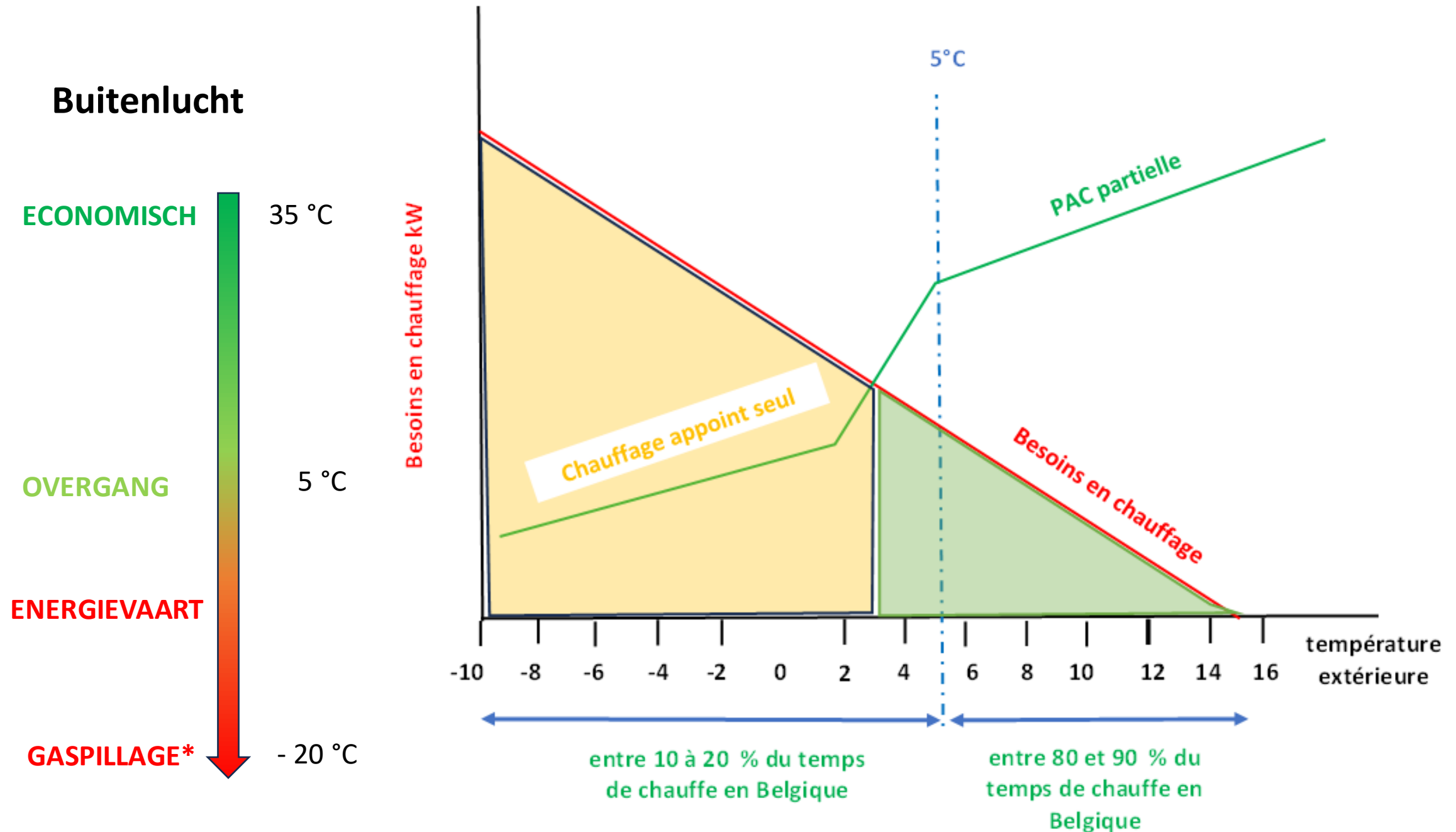


III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING





III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING





III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

Buitenlucht

ECONOMISCH

35 °C

OVERGANG

5 °C

ENERGIEVAART

GASPILLAGE*

- 20 °C

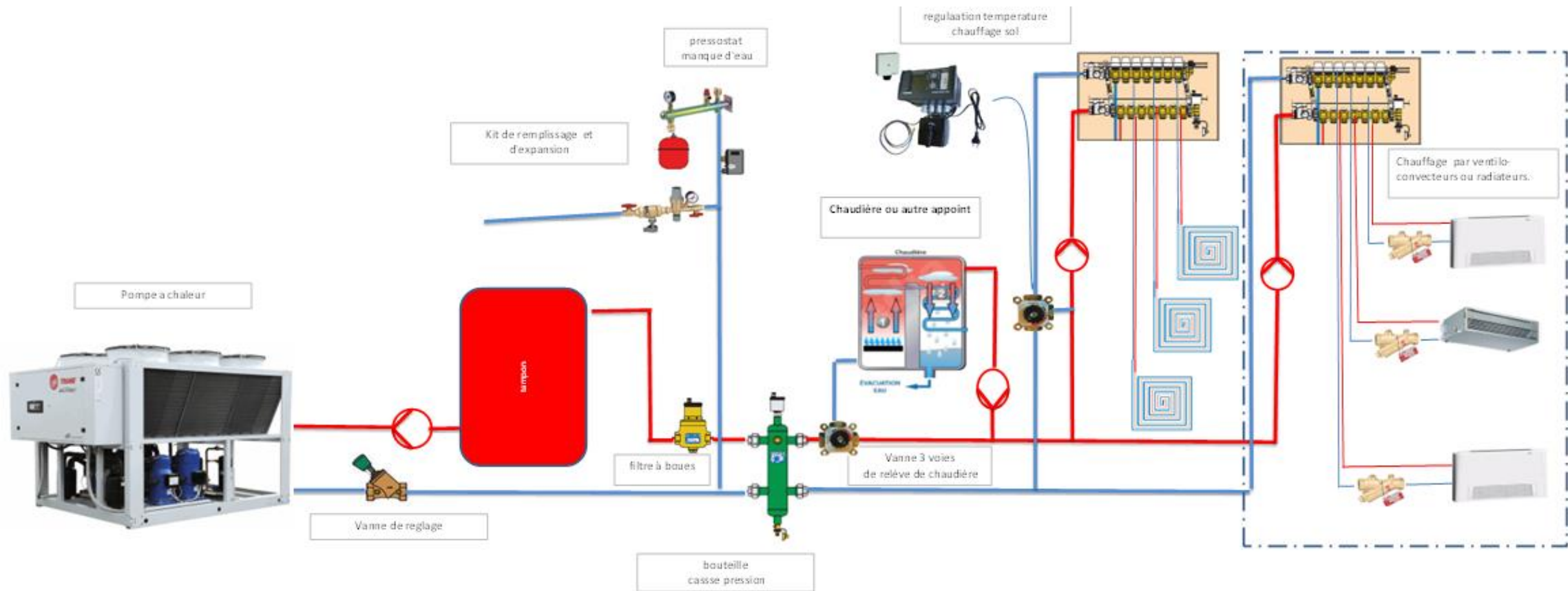
Calcul du point de température extérieure pour le basculement de la pompe à chaleur sur un chauffage auxiliaire en fonction des coûts de l'énergie et des COP suivant la température extérieure

Coût instantané de l'électricité		0,25 €/kWh	
Coût de l'autre source d'énergie (mazout, gaz, bois,...)		0,080 €/kWh	
rendement de la production de chaleur (chaudière, poêle,...)		90,0%	
COP pompe à chaleur		coût du kwh chauffage	
T extérieure	COP	PAC	combustible choisi
-10	2,5	0,100	0,089
-9	2,54	0,098	0,089
-8	2,58	0,097	0,089
-7	2,62	0,095	0,089
-6	2,65	0,094	0,089
-5	2,69	0,093	0,089
-4	2,73	0,092	0,089
-3	2,77	0,090	0,089
-2	2,8	0,089	0,089
-1	2,82	0,089	0,089
0	2,84	0,088	0,089
1	2,88	0,087	0,089
2	2,92	0,086	0,089
3	3,07	0,081	0,089
4	3,21	0,078	0,089
5	3,32	0,075	0,089
6	3,4	0,074	0,089
7	3,48	0,072	0,089
8	3,54	0,071	0,089
9	3,58	0,070	0,089
10	3,63	0,069	0,089
11	3,68	0,068	0,089
12	3,72	0,067	0,089
13	3,74	0,067	0,089
..	...	...	...

De COP moet worden gecodeerd volgens de informatie van de fabrikant. Voor ontdooien is het belangrijk om te weten of hier rekening mee wordt gehouden of dat er alleen een momentwaarde wordt gegeven.



III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING





III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

IV. Een bezoekformulier om alles te regelen

Type PAC	air/air	air/eau	eau/eau		
Type habitation	Neuve	rénovation	remplacement chaudière ou pac existante		
Condition d'utilisation	PAC seule	relève de chaudière			
Surface à chauffer avec la PAC		m ²			
ECS avec le PAC	oui	non			
Isolation de la maison	tres mauvais	mauvais	moyen	bon	très bon
Valeur K					
Tension d'alimentaion disponible		V	Compteur nuit	oui	non
Ampérage disponible		A			
Type de pompe à prévoir	pur PAC	PAC + appoint électrique			
Puissance chaudière existante		kW			
Consommation annuelle actuelle		kWh	=litres de mazout/ m ³ gaz		



III. HET BELANG VAN EEN GOEDE DIMENSIONERING

IV. Een bezoekformulier om alles te regelen

[illegible]

TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE

- De lucht/water-warmtepomp is een veilige technologie met grote toekomstperspectieven
- Het is een duurzame oplossing
- Het heeft zijn beperkingen, en hybride oplossingen zijn nodig om een aantal redenen: dimensionering, verwarmingsvereisten (isolatie), mogelijke bijverwarming, zelf opgewekte elektriciteit: zonnepanelen, enz., vereiste watertemperatuur, geluidslimieten, elektrische limieten (vermogen, 230V/3 , eenfasig/driefasig), locatie, enz.
- Particulieren en professionals hebben meer training nodig over hoe ze hun huis optimaal kunnen gebruiken.



TOOLS, WEBSITES, BRONNEN

- Excel-berekeningsbestanden en hydraulische diagrammen:

Beschikbaar op verzoek



CONTACT

Daniel Peduzzi

Technical Support Engineer



Contactgegevens

Tél : 0491 15 49 88

E-mail : d.peduzzi@tranebelgium.com

Trane Belgium SA
Avenue Tedesco 7, B-1160 Bruxelles



TRANE RENTAL SERVICES

Solutions de refroidissement
et de chauffage

 DÉPANNAGE

 VARIATIONS DE PRODUCTION

 TEST D'ÉQUIPEMENTS



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels 