


 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

Kwaliteit vulwater
voor gesloten installaties
-
Qualité eau de remplissage
pour installations fermées

Rendez-vous de l'ATIC
ATIC-lezingen
25/04/2012

Ir. K. De Cuyper
CSTC - WTCB

25/04/2012

 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants
- ❖ 4. Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage
- ❖ 5. Corrosie vermijden/éviter la corrosion
- ❖ 6. Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement
- ❖ 7. Besluit / Conclusion

25/04/2012 RDV ATIC LEZING 2

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

1. Context(e)

<p>❖ Vragen van meerdere installateurs aan WTCB:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naar de redenen voor afwijkende eisen van ketelfabrikanten i.v.m de kwaliteit van het vulwater van CV-installaties. • Naar uniforme aanbevelingen. 	<p>❖ Demande de plusieurs installateurs aux CSTC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concernant le pourquoi des exigences divergentes des fabricants au sujet de la qualité de l'eau de remplissage des chaudières. • D'avoir des exigences uniformes.
--	--

25/04/2012 ROV ATIC LEZING

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

2. Enquête

<p>❖ Onder leden Associatie Thermische Technieken van België (ATTB) in 2010 www.attb.be</p> <p>❖ 15 antwoorden</p>	<p>❖ Parmi les membres de l'Association des Techniques Thermiques de Belgique (ATTB) en 2010. www.attb.be</p> <p>❖ 15 réponses</p>
---	---

25/04/2012 ROV ATIC LEZING

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

2.1 Resultaten: algemeen/ Résultats: généralités

- ❖ Van zeer beperkte aanbevelingen tot vrij uitgebreide.
- ❖ Van zeer precieze tot zeer verwarrende.
- ❖ Van coherente tot tegenstrijdige aanbevelingen bij eenzelfde fabrikant
- ❖ ...
- ❖ D'exigences limitées à d'exigences détaillées.
- ❖ D'exigences précises à d'exigences confuses.
- ❖ D'exigences cohérentes à d'exigences contradictoires chez un même fabricant.
- ❖ ...

25/04/2012 ROYALTEC LEZING

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Resultaten: algemeen/ Résultats: généralités (2)

Waterparameters waarvoor eisen gegeven worden Paramètres de l'eau pour lesquels des exigences sont données:

- ❖ pH
- ❖ Geleidbaarheid/Conductivité
- ❖ Chlorides/ Chlorures
- ❖ Hardheid/ Dureté
- ❖ ...

25/04/2012 ROYALTEC LEZING

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

2.2 Rappel : pH

❖ pH : parameter die aangeeft of het water zuur of basisch is:

- pH =7: neutraal water
- pH <7: zuur water
- pH >7: basisch water

❖ pH : indicateur de l'acidité/basicité de l'eau:

- pH = 7 eau neutre
- pH <7: eau acide
- pH >7: eau basique

25/04/2012 ROVATIC LEZING 7

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

pH drinkwater/ eau potable: 6,5 à 9,5

❖ Wetgeving/ législation:
6,5 à 9,5

❖ Bxl: 7,51

Le pH en phase aqueuse au quotidien :

Substance	pH approximatif
	0
Drainage minier acide (DMA)	<1,0
Acide d'un accumulateur ou batterie	<1,0
Acide gastrique	2,0
Jus de citron	2,4 - 2,6
Cola ⁽¹⁾	2,5
Vinaigre	2,5 - 2,9
Jus d'orange ou de pomme	3,5
Bière	4,5
Café	5,0
Thé	5,5
Pluie acide	< 5,6
Lait	6,5
Eau pure	7,0
Salive humaine	6,5 - 7,4
Sang	7,34 - 7,45
Eau de mer	8,0
Savon	9,0 à 10,0
	11,5
Chaux	12,

25/04/2012 ROVATIC LEZING 8

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

Rappel: geleidbaarheid/conductivité

<p>❖ De elektrische geleidbaarheid (mate waarin het water gemakkelijk de elektrische stroom geleidt) is een maat voor de hoeveelheid in het water opgeloste stoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro-Siemens per cm) • Hoe groter hoe meer opgeloste stoffen 	<p>❖ Conductivité électrique (mesure dans laquelle l'eau permet le passage du courant électrique) est un indicateur pour la quantité de matières en solution dans l'eau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exprimé en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro-Siemens par cm) • La conductivité augmente avec la quantité de matières en solution
--	--

25/04/2012 ROVATIC LEZING 9

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Geleidbaarheid drinkwater Conductivité eau potable

- ❖ Législation/wetgeving: $<2100 \mu\text{S}/\text{cm}$
- ❖ Bxl: $663 \mu\text{S}/\text{cm}$

25/04/2012 ROVATIC LEZING 10

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

Rappel: hardheid / dureté

- ❖ De oplossing in water van calcium en magnesiumzouten doet het water hard aanvoelen en leidt bij opwarming van het water (vooral boven de 60°C) tot de vorming van (harde) afzettingen: « ketelsteen » of « kalk »
- ❖ La mise en solution dans l'eau de sels de calcium et de magnésium rends l'eau plus dure, le savon mousse moins bien et donne lieu à la formation de dépôts (durs) lors de l'échauffement (surtout pour $T > 60^{\circ}\text{C}$): tartre

25/04/2012 ROVATIC LEZING 11

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

Hardheid/dureté

- ❖ De totale hardheid « TH » wordt meestal uitgedrukt in Franse ($^{\circ}\text{fH}$) of Duitse ($^{\circ}\text{dH}$) graden:
 - $1^{\circ}\text{dH} = 1,786^{\circ}\text{fH}$
- ❖ Hoe groter de hoeveelheid opgelosten Ca en Mg-zouten hoe groter de hardheid en dus de TH-waarde
- ❖ La dureté totale « TH » s'exprime en général en degrés français ($^{\circ}\text{fH}$) ou allemands ($^{\circ}\text{dH}$)
 - $1^{\circ}\text{dH} = 1,786^{\circ}\text{fH}$
- ❖ Au plus importante la quantité de sels de Ca et Mg, au plus important la dureté et donc la valeur du TH

25/04/2012 ROVATIC LEZING 12

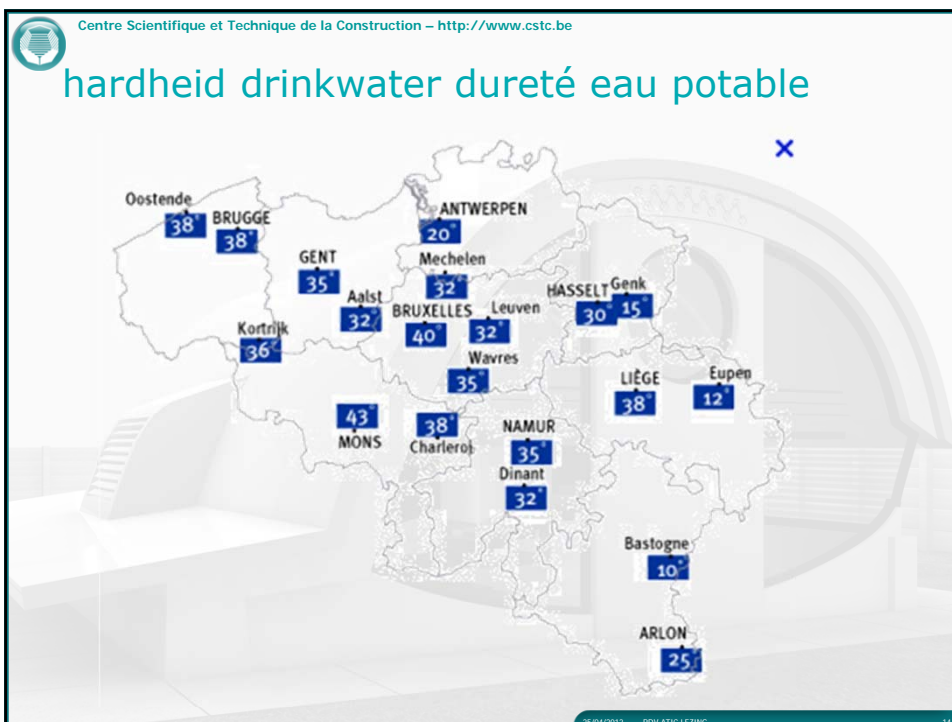
Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>


Hardheid drinkwater/ Dureté eau potable

- ❖ Wetgeving /législation: TH < 67,5 °fH
- ❖ Bxl: TH ~ 36,4 °fH

TH (°fH)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
eau water	très douce zeer zacht	douce zacht	moyennement dure half hard	dure hard	très dure zeer hard

25/04/2012 ROYALTY LEZING 13




 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

Rappel : chlorides/chlorures

- ❖ De chlorides aanwezig in het water zijn o.a. afkomstig van de oplossing van chloorzouten (bv. natriumchloride NaCl)
- ❖ Hun concentratie wordt gewoon uitgedrukt in mg/l
- ❖ Les chlorures dans l'eau résultent de la mise en solution de sels chlorés (ex. chlorure de sodium NaCl)
- ❖ La concentration est exprimée en mg/l

25/04/2012 ROVATIC LEZING 15

 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Chlorides drinkwater / Chlorures eau potable

- ❖ Wetgeving / législation: <250 mg/l
- ❖ Bxl: 31,8 mg/l

25/04/2012 ROVATIC LEZING 16

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

2.3 Voorbeelden van eisen / exemples d'exigences

❖ Sommiere eisen /exigences sommaires

- **F10:**
 - Spoelen voor vulling
- **F3:**
 - Vulwater = drinkwater
 - Indien bronwater: analyse en zo nodig « *behandeling* »
- **F4:**
 - Bij agressief water (pH<6,6 of pH>8,5), ijzerhoudend water of hard water (TH>20°fH): « *speciale behandeling* » tegen ketelsteen en corrosie
 - Bij grote inhoud: steeds « *behandelen* » met « *additief categorie 3* » volgens Belgaqua

25/04/2012 ROVATIC LEZING 17

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Répertoire Belgaqua

a) Catégories de fluides:

Cat. 1: Eau destinée à la consommation humaine provenant directement d'un réseau de distribution d'eau potable.

Cat. 2: • Fluide ne présentant aucun danger pour la santé humaine.
• Fluide reconnu comme pouvant convenir à la consommation humaine, y compris l'eau provenant d'un réseau d'eau potable ayant éventuellement subi une modification du goût, de l'odeur, de la couleur ou une variation de température (par chauffage ou refroidissement).

Cat. 3: Fluide présentant un certain danger pour la santé humaine du fait de la présence d'une ou plusieurs substances toxiques.¹

Cat. 4: Fluide présentant un danger pour la santé humaine du fait de la présence d'une ou plusieurs substances toxiques ou très toxiques¹ ou d'une ou plusieurs substances radioactives, mutagènes ou cancérogènes.

Cat. 5: Fluide présentant un danger pour la santé humaine en raison de la présence d'éléments microbiologiques ou viraux.

18

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Lijst van vloeistoffen van categorie 3 (conform NBN EN 1717) op 12/03/2012:

www.belgaqua.be/publicaties/vloeistoffen categorie 3

<u>Datum</u>	<u>Bedrijf</u>	<u>Adres</u>	<u>Producent</u>	<u>Vloeistof categorie 3</u>
30/06/2003	Cookson Electronics Assembly Materials NV	Veedijk, 33 - BE 2300 Turnhout	Cookson Electronics	FERNOX Superconcentrate Protector F1
30/06/2003	Cookson Electronics Assembly Materials NV	Veedijk, 33 - BE 2300 Turnhout	Cookson Electronics	FERNOX Protector F1
30/06/2003	Cookson Electronics Assembly Materials NV	Veedijk, 33 - BE 2300 Turnhout	Cookson Electronics	FERNOX Alphi-11
02/06/2004	ROAM CHEMIE NV	Ind.terrein Centrum-Zuid 2053 - BE 3530 Houthalen	ROAM CHEMIE NV	Huwa-San TR 50

26/04/2012 ROYALTEC LEZING 19

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Belgaqua cat 3:

15/12/2004	JUDO Wasseraufbereitung GmbH Benelux	Laerbeeklaan, 72A BE - 1090 BRUSSEL	JUDO Wasseraufbereitung GmbH R)	JUDO JTH-R
02/02/2005	Sentinel Performance Products	Einstein Champs-sur-Marne 16, rue Albert	Sentinel Performance Products	SENTINEL Deposit Remover
02/02/2005	Sentinel Performance Products	Einstein Champs-sur-Marne	Sentinel Performance Products	SENTINEL Leak Sealer

26/04/2012 ROYALTEC LEZING 20

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Voorbeelden van eisen/exemples d'exigences (2)

- ❖ Uitgebreide eisen / exigences détaillées:
- ❖ F9:
 - Échangeur AI:
 - pH:
 - 7-9 (eau « non traitée »)
 - 7-8,5 (eau traitée)
 - Conductivité <800 mg/l
 - Chlorures: <150 mg/l
 - Dureté:

P (kW)	TH	
	Fonct. normal	Maintenue à hte T
≤70	1-35	1-15
70-200	1-20	1-15
200-550	1-15	1-5
>550	1-5	1-5

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

2.4 Vergelijk – Comparaison

2.4.1 pH

Drinkwater Eau potable Bxl: 7.51		
Fabr. n°		pH
2		6.6 – 8.5
3	Met/Avec AI	6.5 - 8
	Zonder/Sans AI	6.5 – 9.2
6		7 - 8
9	Ketel/Chaudière « c »	
	- Niet behandeld water/eau non traitée	7 – 9
	- Behandeld water/eau traitée	7 – 8.5
	Ketel /Chaudière « d »	<8.2
	Ketel/Chaudière « f »	4.5 – 8.5
10	-Niet behandeld water/eau non traitée	7 – 9
	-Behandeld water/eau traitée	7 – 8.5
12		6 – 8.5
15		8.5 +/- 0.5

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

2.4.2 Geleidbaarheid/Conductivité

Drinkwater Eau potable Wetgeving/Législation: < 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Bxl: 663 $\mu\text{S}/\text{cm}$		
Fabr. n°		
3		<1500
9	Chaudière « c » Chaudière « f »	<800 < 500
10		<800
15		<1000

RDV ATIC LEZING

25/04/2012 23

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

2.5. Besluit enquête - Conclusion enquête

- ❖ Eisen
 - Zijn zeer divers, soms tegenstrijdig, zelfs bij eenzelfde fabrikant
 - Verantwoording niet gegeven
- ❖ Terminologie is niet duidelijk
- ❖ Behandelingen zijn niet steeds duidelijk bepaald
- ❖ Er is een nood aan uniformisering
- ❖ Exigences
 - Fort diverses, parfois contradictoires
 - Sans justification
- ❖ Terminologie non univoque
- ❖ Traitements non clairement définis
- ❖ Une harmonisation s'impose!

RDV ATIC LEZING

25/04/2012 24

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. **Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants**
- ❖ 4. Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage
- ❖ 5. Corrosie vermijden/éviter la corrosion
- ❖ 6. Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement
- ❖ 7. Besluit / Conclusion

25/04/2012 ROVATIC LEZING 25

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

3. Achtergrond eisen vulwater: welke problemen willen de ketelfabrikanten vermijden?

- ❖ 1. vorming van ketelsteen in de ketel waardoor
 - rendementverlies optreedt
 - en de kans bestaat op doorboring van de ketel door oververhitting
- ❖ 2. corrosie van de ketel en de installatie, waardoor
 - Er doorboring van de ketel kan optreden
 - Afzettingen in de ketel kunnen ontstaan wegens slibvorming
- ❖ 3. vorming van afzettingen afkomstig van bestaand installatieslib (renovatie)

25/04/2012 ROVATIC LEZING 26

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants
- ❖ 4 **Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage**
- ❖ 5. Corrosie vermijden/éviter la corrosion
- ❖ 6. Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement
- ❖ 7. Besluit / Conclusion

25/04/2012 ROVATIC LEZING 27

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4. Ketelsteen vermijden:

4.1 Oorzaak van ketelsteenvorming

- Bij opwarming van water dat calcium- en magnesium zouten bevat, treedt er vooral vanaf 60°C, de volgende reactie op tussen de opgeloste calciumionen en de bicarbonaat ionen:

$$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
 waarbij er ketelsteen (calciumcarbonaat) gevormd wordt
- Hoe meer water (grotere installaties, groter vermogen), hoe groter de hoeveelheid ketelsteen



25/04/2012 ROVATIC LEZING 28

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.2 Gevolgen van ketelsteen vorming

❖ Ketelsteenvorming geschiedt op de warmste plaatsen, dus in de ketel; hierdoor

- Vermindert de waterzijdige doorgang van de warmtewisselaar en dus het debiet,
- Vermindert de thermische geleidbaarheid van de wand:
 - λ -ketelsteen:
 - 0,14 W/(m².°C)
 - λ -inox:
 - 22 (600°C);
 - 16 (1000°C) W/(m².°C)

25/04/2012 ROVATIC LEZING 29

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>


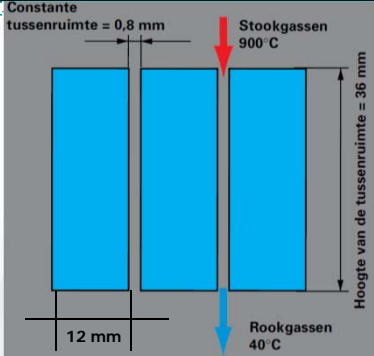
Gevolgen van ketelsteen vorming (2)

- De beide fenomenen leiden tot een verminderde warmteoverdracht doorheen de wand, waardoor:
 - het rendement van de ketel daalt
 - de temperatuur van de wand langs de rookgaszijde stijgt, waardoor er gevaar op oververhitting van de wand ontstaat en dus risico op doorbranding

25/04/2012 ROVATIC LEZING 30

Centre Scientifique et Technique de la Construction

Moderne ketel:

- ❖ Deze effecten zijn meer uitgesproken bij compacte warmtewisselaars, met geringe waterinhoud: de vorming van 1mm ketelsteen leidt bij bovenstaande ketel tot een reductie van 22% van de sectie.

25/04/2012 ROVATIK LEZING 31

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.3 Ketelsteen beperken door beperken van de waterhardheid

- ❖ Hiertoe moet de hardheid (TH) van het vulwater beperkt worden en dit des te meer naarmate de totale waterhoeveelheid (dus oa het ketel-vermogen en de specifieke waterinhoud) groter is.
- ❖ Voorstel WTCB: Duitse aanbevelingen volgen → VDI 2035 Part 1(2005) Prevention of damage in water heating installations – Scale formation in drinking water and water heating installations.

25/04/2012 ROVATIK LEZING 32

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

VDI 2035-voorstel

Vermogen Puissance	$vi < 20\text{l/kW}$		$20\text{l/kW} \leq vi < 50\text{l/kW}$		$vi \geq 50\text{l/kW}$	
	$^{\circ}\text{fH}$	$^{\circ}\text{dH}$	$^{\circ}\text{fH}$	$^{\circ}\text{dH}$	$^{\circ}\text{fH}$	$^{\circ}\text{dH}$
$P \leq 50\text{ kW}$	Geen eis Pas d'exigences		≤ 20	≤ 11.2	≤ 0.2	≤ 0.11
$50 < P \leq 200\text{ kW}$	≤ 20	≤ 11.2	≤ 15	≤ 8.4		
$200 < P \leq 600\text{ kW}$	≤ 15	≤ 8.4	≤ 0.2	≤ 0.11		
$P > 600\text{ kW}$	< 0.2	< 0.11	< 0.2	< 0.11		

vi : specifiek watervolume van de installatie: Vi/P
Met P: ketelvermogen; Vi waterinhoud installatie


26/04/2012 ROV ATIC LEZING 33

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

VDI-voorstel: belangrijke opmerkingen

- ❖ Voorgaande aanbevelingen zijn geldig voor zover :
 - Som initieel vulvolume ($Vi = \text{waterinhoud installatie} + \text{bijvullingen} \leq 3Vi$ (Somme volume de remplissage initial ($Vi = \text{contenance en eau de l'installation} + \text{ajouts} \leq 3Vi$))
 - Dit vereist een goede waterboekhouding, dwz de noodzaak een waterteller te hebben!!
- ❖ In geval van ketels in cascade is $vi = Vi/P$, waarbij P het vermogen is van de kleinste ketel.
- ❖ Sommige ketels zijn zo gevoelig dat, voor $P < 50\text{kW}$ en $vi < 20\text{l/kW}$ er toch moet verzacht worden: **steeds eisen fabrikant nakijken**

26/04/2012 ROV ATIC LEZING 34


 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.4 Hoe de waterhardheid (TH) beperken?

❖ Verschillende methodes kunnen worden aangewend:

- Verzachting van het water door ionenuitwisseling
- of demineralisatie

25/04/2012 ROVATIC LEZING 35

 Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.4.1 Verzachting

❖ Principe:

- Bij verzachting wordt het water over een hars geleid waarbij de **calcium-** en **magnesium-ionen** uit het water zich op het hars hechten en **vervangen** worden door **natriumionen**.
- Door deze cationen uitwisseling worden de Ca- en Mg-zouten in feite vervangen door Na-zouten.
- Na-zouten vormen bij opwarming geen ketelsteen
- Na verloop van tijd zijn de harsen verzadigd en moet men ze **regeneren** door contact een **pekeloplossing** (water + keukenzout NaCl)

25/04/2012 ROVATIC LEZING 36

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Waterverzachting: principe

25/04/2012 ROY ATIC LEZING 37

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Waterverzachting: onderdelen

25/04/2012 ROY ATIC LEZING 38



Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.4.2 Demineralisatie Verzachting: opmerkingen

- ❖ Bij **demineralisatie**, worden alle mineralen uit het water verwijderd door **ionenuitwisseling** of **osmose**,
- ❖ Deze doorgedreven verwijdering
 - Is niet noodzakelijk: enkel Ca- en Mg-zouten moeten vervangen worden
 - Is duur
- ❖ Verzachting dmv cationen uitwisseling is de meest aangewezen techniek

25/04/2012 ROVATIC LEZING 40

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.5 Andere methodes om ketelsteen te vermijden

5.5.1 Scheikundige anti-ketelsteen behandeling

❖ Principe:

- Door toevoeging van bepaalde scheikundige stoffen aan het vulwater wordt de vorming van een harde ketelsteen verhinderd
- Het gaat om zogenoemde disperseerders en complexeerders
- Zoals: fosfonaten, carboxylpolymeren,...

25/04/2012 ROVATIG LEZING 41

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Scheikundige anti-ketelsteen behandeling(2)

❖ Opmerkingen

- Bij de keuze van de producten moet men er zeker van zijn
 - dat ze **geen slib vormen**, zoals bv het geval is bij gebruik van fosfaten: polyfosfaten zijn niet aan te bevelen
 - dat ze **compatibel** zijn met alle aanwezige materialen, oa koper en aluminium
- Deze methode is niet te verkiezen boven de verzachting



25/04/2012 ROVATIG LEZING 42

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.5.2 Fysische anti-ketelsteen behandeling

❖ Principe:

- Bij de vorming van ketelsteen moeten de opgeloste ionen (Ca^{2+}) en (HCO^-) mekaar voldoende kunnen naderen om CaCO_3 te vormen
- Het "mekaar naderen" wordt echter tegengegaan door de aanwezige watermolekulen : zij **schermen de tegengesteld geladen ionen elektrisch af**
- **Nabij de wanden** wordt deze **afscherming** echter **verstoord**, daar kan de kiemvorming en groei gemakkelijker optreden en kan zich een **harde ketelsteen laag** (*calciet*) vormen
- Door toepassing van een **elektrisch en/of magnetisch veld** kan deze **elektrische afscherming** **verstoord** worden en kan kiemvorming en **groei ver van de wand** optreden: men bekomt vaste deeltjes in het water die niet aan de wand hechten (*aragoniet*) en dus **geen ketelsteen** vormen

25/04/2012 ROY/ATIC/LEZING 43

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Les dipôles d'eau maintiennent les ions dissous séparés (hydratation)

Champ Magnétique

Intervention du champ magnétique (germination au fil de l'eau facilitée)

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Fysische anti-ketelsteen behandeling: toestellen

- ❖ Magnetisch
- ❖ Elektromagnetisch



25/04/2012 ROVATIC LEZING 45

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Fysische anti-ketelsteen behandeling: opmerkingen

- De calcium en magnesiumzouten worden dus niet verwijderd; er kan slibvorming optreden
- De goede werking van deze behandelingen wordt beïnvloed door een veelheid van parameters:
 - intensiteit van het veld
 - snelheid van het water
 - samenstelling van het water (aanwezigheid colloïden)
 - ...
- Het **resultaat is niet a priori verzekerd.**
- Enkel toestellen met een **doeltreffendheidscertificaat** komen in aanmerking (CSTB (F), DVGW (D))

25/04/2012 ROVATIC LEZING 46

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

4.6 Waterhardheid bepalen

❖ Navragen bij de waterdistributiemaatschappij, bv Antwerpen:

ANALYSE VAN HET GEDISTRIBUEERDE WATER - JAARGEMIDDELDE 2011

Parameter	Eenheid	norm	Jaargemiddelde 2011	
			Besluit-VI.Ex.	AWW-PST
Deel D: Aanvullende parameters				
Calcium	mg/l	270	64	65
Magnesium	mg/l	50	8,5	4,5
Fosfor	µgP/l		< 29,4	< 29,4
Kalium	mg/l		4,8	6,3
Totale hardheid	°F	15 - 67,5	19,2	18,4
Zink	µg/l	5000	7	< 5

25/04/2012 ROV ATIC LEZING 47

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Waterhardheid bepalen

❖ Bepalen met eenvoudige kit, bv Aquatest van BWT (17€ BTW excl):

- Welbepaalde hoeveelheid water nemen
- 2 druppels product a (kleurstof) bijvoegen
- Product b, druppel per druppel toevoegen tot kleuromslag van violet naar blauw
- Aantal drubbels b = hardheid TH in °dH, omzetting naar °fH: $\times 1,786$

25/04/2012 ROV ATIC LEZING 48

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

100 %
>1 min

Füllen
Fill
Remplir
Lienar
Empire
Vullen

a

Schütteln - Shake - Agiter
Agitación - Agitare - Schud

b

Stop

Violett
Violet
Violet
Violeta
Violo
Paars

Blau
Bue
Bleu
Azul
Azzuro
Blauw

25/04/2012 ROVATIC LEZING 49

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

dH	ppm (mg CaCO ₃ /l)	mmol/l	dH = °dH	ppm (mg CaCO ₃ /l)	mmol/l
18	0,18		31	553	5,53
36	0,36		32	571	5,71
53	0,53		33	589	5,89
71	0,71		34	607	6,06
89	0,89		35	625	6,25
107	1,07		36	643	6,43
125	1,25		37	660	6,60
143	1,43		38	678	6,78
161	1,60		39	696	6,96
178	1,78		40	714	7,13
196	1,96		41	732	7,31
214	2,14		42	750	7,49
232	2,32		43	767	7,67
250	2,50		44	785	7,85
268	2,67		45	803	8,02
286	2,85		46	821	8,20
303	3,03		47	839	8,38
321	3,21		48	857	8,56
339	3,39		49	875	8,74
357	3,57		50	892	8,92
375	3,74		51	910	9,09
393	3,92		52	928	9,27
411	4,10		53	946	9,45
428	4,28		54	964	9,63
446	4,46		55	982	9,81
464	4,64		56	999	9,99
482	4,81		57	1017	10,16
500	4,99		58	1035	10,34
518	5,17		59	1052	10,52
535	5,35		60	1071	10,70

Aquatest®

zur schnellen und einfachen Bestimmung der Wasserhärte

for quick and simple determination of the water hardness

pour la détermination rapide et simple de la dureté de l'eau

para una determinación rápida y facile de la dureza del agua

per una rapida e semplice determinazione della durezza dell'acqua

vor snelle en eenvoudige wijze om de hardheid van het water te bepalen

BWT Wassertechnik GmbH
Industriestraße 7
69198 Schriesheim

BWT
BEST WATER TECHNOLOGY

25/04/2012 ROVATIC LEZING 50

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants
- ❖ 4. Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage
- ❖ 5. **Corrosie vermijden/éviter la corrosion**
- ❖ 6. Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement
- ❖ 7. Besluit / Conclusion

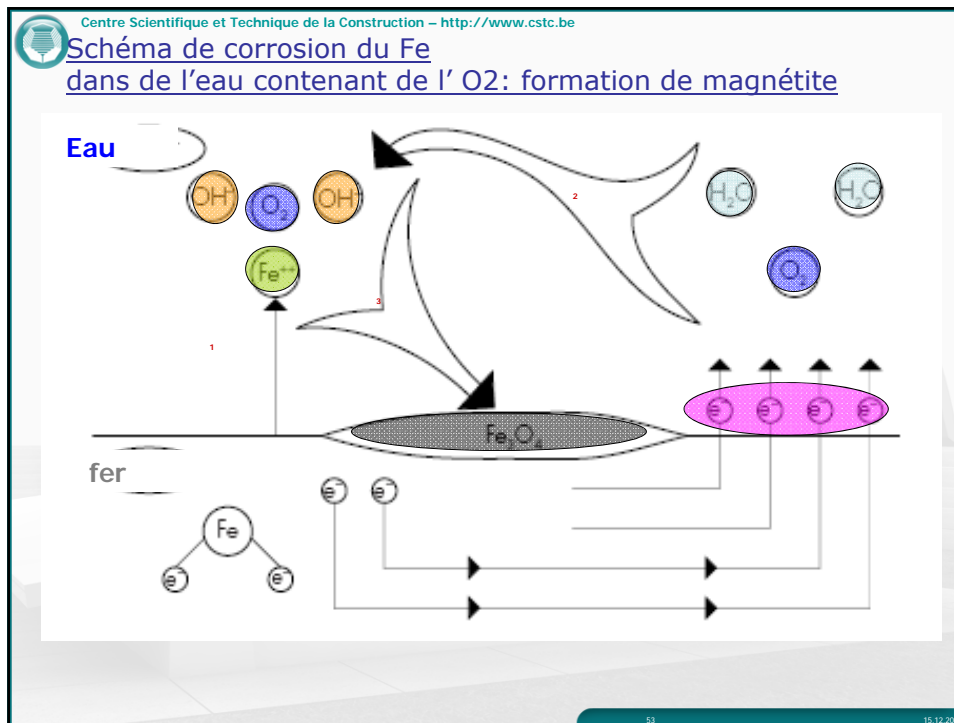
25/04/2012 ROVATIC LEZING 51

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

5. Eviter la corrosion

- ❖ La corrosion engendre:
 - Une dégradation des matériaux métalliques
 - Des fuites
 - La formation de boue
 - ➔ mauvais fonctionnement des vannes, perte de rendement et surchauffe du générateur/gel de l'évaporateur d'une machine à froid,...
 - La formation de gaz
- ❖ Dans les installations d'eau fermées la corrosion est (presque) uniquement liée à la présence d'oxygène (O₂)

25/04/2012 ROVATIC LEZING 52



Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

5.1 Installation fermée sans introduction d'O₂

- ❖ L'eau de remplissage contient de l'O₂ (=10 mg/l)
- ❖ Il y aura une corrosion initiale, qui est cependant négligeable et qui n'engendre normalement pas de problèmes dans l'installation
- ❖ Même les ajouts d'eau ne devraient pas donner problème, pour autant que: **la somme du volume d'eau de remplissage initial (V_i) et des ajouts ≤ 3V_i**

25/04/2012 ROY ATK LEZING 54

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

5.2 sources d'O₂ dans les installations fermées

❖ Les sources d'introduction d'oxygène sont :

- Le renouvellement régulier de l'eau de l'installation :
 - Suite à des fuites, travaux (manque de vannes),...
 - Vase d'expansion mal dimensionné
- Les vases d'expansion
 - ouverts
 - fermés sans membrane
 - Fermés, gonflés à l'air et présentant une membrane perméable à l'O₂
- Des installations présentant des dépressions et ayant des joints non étanche à l'air, des purgeurs automatiques, ...
- La présence de conduites en plastique sans écran anti O₂ ou d'éléments en caoutchouc
- Un mauvais dégazage de l'installation

25/04/2012 ROY ATIC LEZING 55

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Introduction O₂: fuites

❖ Fuites inattendues

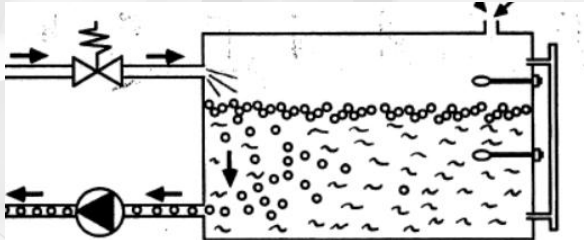


25/04/2012 ROY ATIC LEZING 56

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Introduction O2: vases

- ❖ Nécessité d'avoir un vase correctement calculé, bien placé et bien entretenu:
 - Le vase d'expansion est placé du côté de l'aspiration de la pompe, dans la conduite de retour vers la chaudière ou vers le groupe de conditionnement
 - La pression initiale gonflage des vases d'expansion
 - Doit être égale à la hauteur statique de l'installation + 0.3 bar, avec un minimum de 0.5 bar.
 - Cette pression doit régulièrement être contrôlée, pour cela, le vase doit pouvoir être isolé du reste de l'installation et exemple au moyen d'une soupape d'isolement appropriée
- ❖ Pas de vases d'expansion ouverts:

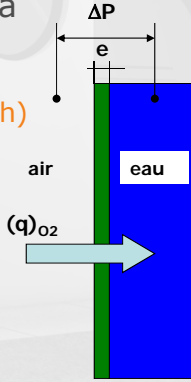


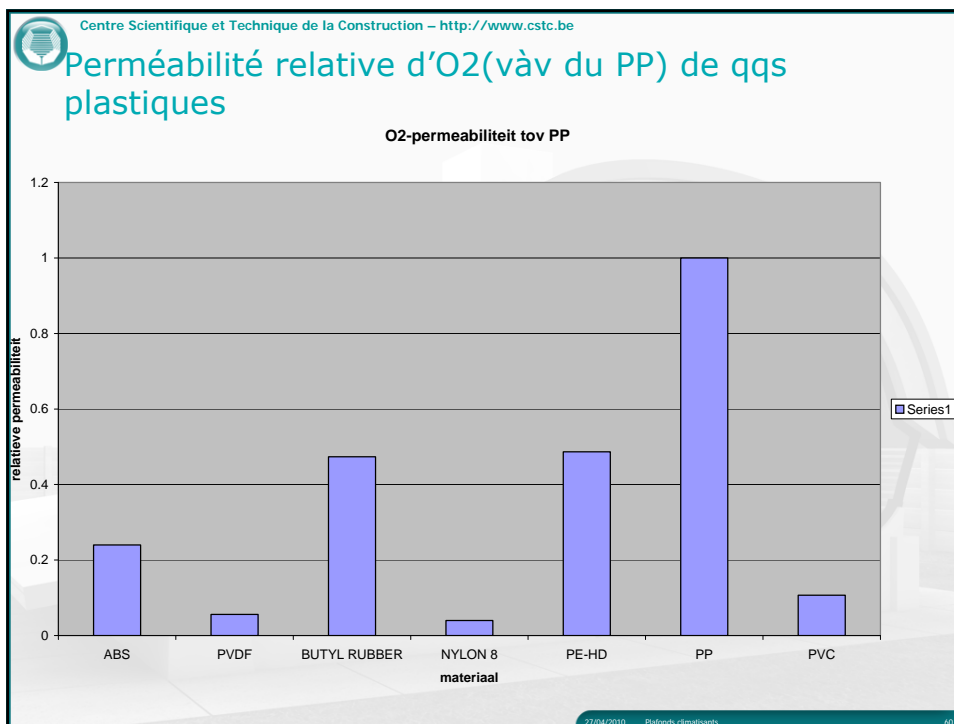
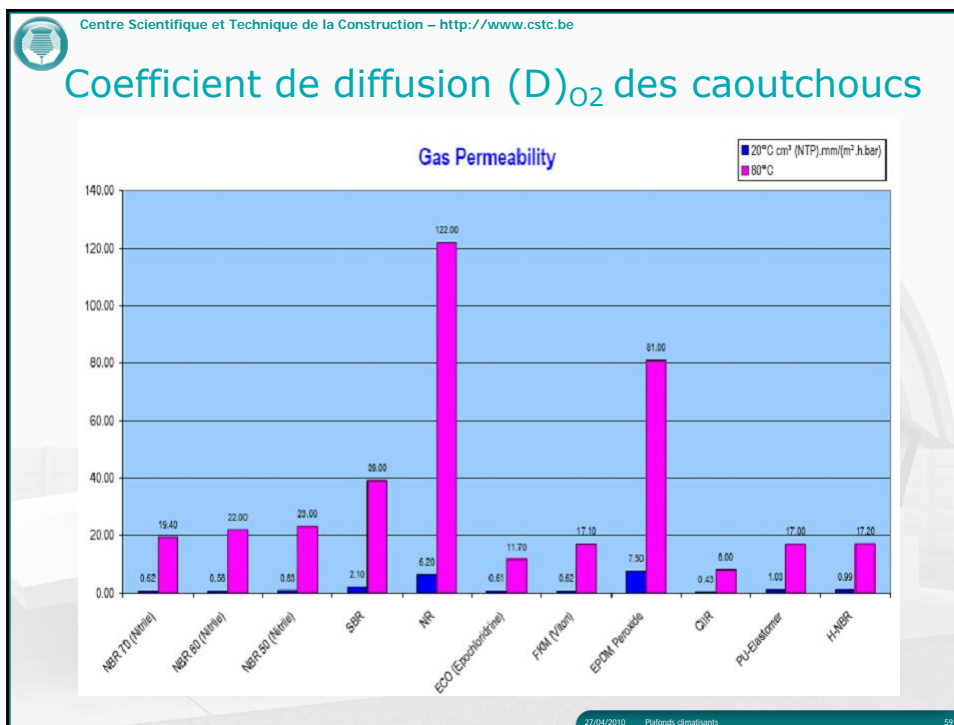
Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Introduction d'O2: matériaux perméables à l'O2

- ❖ Les matières synthétiques et les caoutchoucs ne sont pas imperméables à la diffusion de gaz comme l'oxygène. Ce gaz peut à partir de l'air ambiant traverser la paroi d'un tel matériau et venir enrichir l'eau si elle n'est pas saturée.
- ❖ Le débit de diffusion étant donné par la formule:

$$(q)_{O_2} = (D)_{O_2} * \Delta P * S / e$$
 - $(q)_{O_2}$: débit de diffusion de l'O2 (cm³NTP/h)
 - $(D)_{O_2}$: le coefficient de diffusion pour l'O2, il dépend du matériau (cm³NTP.mm/(m².h.bar)
 - ΔP : différence de pression (partielle) (bar)
 - S: surface externe de la paroi (m²)
 - e: épaisseur de la paroi (mm)






Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Composants en matière synthétique

- ❖ Il faut utiliser des matières ayant un écran anti diffusion afin de limiter l'apport d'O₂.
- ❖ Attention en utilisant des flexibles pour le raccordement des modules des plafonds froids: le matériau flexible en caoutchouc (souvent un EPDM) :
 - Présente en général un grand coefficient de diffusion.
 - Représente souvent une longueur totale non négligeable, bien que chaque élément est de longueur limitée, ex.: 13 km(!) pour une surface rafraichissante de 60000 m²



27/04/2010 Plafonds climatisants 41

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

5.3 Cas où une introduction d'O₂ est inévitable

- ❖ Il faudra prévoir un traitement approprié, càd l'ajoute de produits chimiques à l'eau de remplissage:
 - Inhibiteur de corrosion
 - Produits à effet dispersant, tampon (pH)
 - Éventuellement des biocides
- ❖ La composition du traitement doit tenir compte des matériaux présents, elle diffère selon le fabricant
- ❖ Il est recommandé d'utiliser des produits ayant des certifications
- ❖ Faire le suivi dans le temps du traitement

25/04/2012 ROVATIC LEZING 62

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Corrosion: documents à consulter

- ❖ VDI 2035: Prevention of damage in drinking water and water heating systems –Part 2: water-side corrosion (2005)
- ❖ Corrosion dans les installations de chauffage central
 - 1^o partie: recommandations visant à limiter la corrosion
CSTC (1997)
- ❖ NBN EN 14 868: protection des matériaux métalliques contre la corrosion – Recommandations pour l'évaluation du risque de corrosion dans les systèmes fermés à recirculation d'eau (2005)

25/04/2012 ROYALTEC LEZING 43

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants
- ❖ 4. Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage
- ❖ 5. Corrosie vermijden/éviter la corrosion
- ❖ 6. **Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement**
- ❖ 7. Besluit / Conclusion

25/04/2012 ROYALTEC LEZING 64

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

6. Eviter les dépôts lors d'un remplacement de chaudière

- ❖ Souvent des problèmes sont constatés lors du remplacement de chaudières dans une installation existante
- ❖ Causes:
 - Présence importante de boue dans l'installation
 - Compacité des nouvelles chaudières

25/04/2012 ROY ATKIN LEZING 45

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Remplacement: approche

- ❖ Vérifier la qualité de l'eau du circuit. Ceci nécessite de pouvoir prendre de l'eau à grand débit. La **qualité** de cette **eau de circuit** (\neq eau de remplissage!) devrait répondre aux valeurs du tableau suivant:

paramètre	unités	valeur
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$	100-1500
Aspect		Pas de matières sédimentables
pH à 25°C		8,2 à 10 si pas d'Al Max 8,5 si présence d'Al.
O ₂	mg/l	<0,02 (0,1 est admissible dans le cas où la conductivité < 100)

25/04/2012 ROY ATKIN LEZING 46

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Remplacement: approche (2)

- ❖ Prévoir un rinçage de l'installation avant mise en service
 - Soit un rinçage simple à l'eau
 - Si dépôt important:
 - un rinçage à grand débit d'eau en faisant appel à un équipement approprié
 - soit un rinçage chimique à l'aide de produits appropriés
- ❖ Remédier, si nécessaire, aux introductions d'O₂

25/04/2012 ROY/ATH/LEZING 47

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Remplacement: approche (3)

- ❖ Si impossible de remédier à l'introduction d'O₂: prévoir un traitement adéquat de l'eau
- ❖ Prévoir éventuellement
 - des filtres sur les retours.
 - des échangeurs
 - ...

25/04/2012 ROY/ATH/LEZING 48

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Remplacement: document à consulter

- ❖ Corrosion dans les installations de chauffage central
 - 2° partie: Traitements d'eau et rinçage CSTC 1997

25/04/2012 ROYAL TIC LEZING 69

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

Inhoud- Contenu

- ❖ 1. Context(e)
- ❖ 2. Enquête eisen fabrikanten/ exigences fabricants
- ❖ 3. Achtergrond eisen fabrikanten / Contexte exigences des fabricants
- ❖ 4. Ketelsteen vermijden/ Eviter l'entartrage
- ❖ 5. Corrosie vermijden/éviter la corrosion
- ❖ 6. Afzettingen vermijden bij renovatie/ Eviter les dépôts lors d'un remplacement
- ❖ 7. **Besluit / Conclusion**

25/04/2012 ROYAL TIC LEZING 70

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>

7. Besluit

- ❖ In een goed ontworpen, correct gebouwde, juist gebruikte en goed onderhouden installatie volstaat het vrijwel steeds om als **vulwater drinkwater** te gebruiken – zie artikel WTCB uit 1997, deel 1- **desgevallend** bijkomend **verzacht** ifv de hardheidsgraad van het water, het ketelvermogen(P) en het specifiek watervolume (vi) van de installatie.
- ❖ Enkel in probleemgevallen of indien er geen zekerheid is omtrent de staat of de goede werking van de installatie (bestaande), moet een bijkomende behandeling van het vulwater voorzien worden.

25/04/2012 ROVATIC LEZING 71

Centre Scientifique et Technique de la Construction – <http://www.cstc.be>
 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – <http://www.wtcb.be>

- ❖ Met dank voor uw aandacht
- ❖ Vragen?
- ❖ Merci de votre attention
- ❖ Questions?

25/04/2012 ROVATIC LEZING