

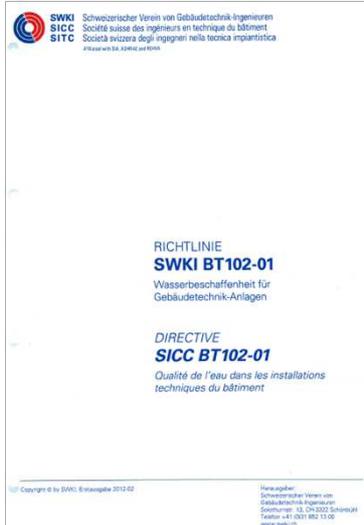


**Qualité d'eau pour le remplissage
des circuits de Chauffage
Directive SICC BT102-01**



Partie I

Directive



- La directive BT102-01 remplace la directive SICC 97-1 F. (Entrée en Vigueur 1 Avril 2012)
- Oblige de remplir et de compléter l'installation avec de l'eau déminéralisée.
- Contrôle du pH après 2 mois d'exploitation, au plus tard dans le cadre du prochain entretien annuel.
- Responsabilité de l'installateur jusqu'à la réception de l'installation. Puis au propriétaire.
- Les mesures de qualité d'eau doivent être protocolées.

Aujourd'hui, la directive valable est la SICC BT102-01 2012. Elle remplace la norme SICC 97-1F.

Le But et l'objectif de cette directive est de donner des indications pour prévenir la formation de tartre, de dépôts de boue, de problèmes d'hygiène et de dégâts de corrosion dus à l'eau.

La Directive englobe les Installations de chauffage, frigorifiques et de climatisation, ainsi que le solaires jusqu'à une température Maximale de l'aller de 200 °C. Production de Vapeur jusqu'à 44 Bar, Refroidissement, post-refroidissement, l'eau de Sources chaudes (sondes géothermiques / nappes) et humidification.

Qualité de l'eau - Notions de base

• Corrosion?

> réaction d'une matière avec son environnement.

Facteurs stimulateurs de corrosion côté eau: Valeur du pH, teneur en oxygène, alcalinité, sels neutres.

Influences côté installation: Matières, concept et exécution de l'installation.

Conditions d'exploitation: Vitesse d'écoulement et température de l'eau, périodes de stagnation.

• Dureté de l'eau?

> indicateur de la minéralisation de l'eau.

Indiquée en [mmol/l], en degrés de dureté français [°f] (1 mmol/l = 10 °f), en degrés de dureté allemand [°d], en degrés de dureté anglais [°e], en ppm CaCO₃ ou en mval/l.

Eau minéralisée = eau dure.

Eau déminéralisée = eau douce.

Valeur pH?

> indicateur de la concentration d'ions d'hydrogène (protons). Indique si une solution aqueuse est acide ou basique à 25°C.

Une solution de pH = 7 est dite neutre.

Une solution de pH < 7 est dite acide.

Les acides dégagent dans l'eau des ions d'hydrogènes (H⁺).

Une solution de pH > 7 est dite basique.

Les bases dégagent dans l'eau des ions d'hydroxydes (OH⁻).

Si la température augmente, le pH augmente (devient basique ou alcalin).

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	7,38 - 7,42
Eau de mer	8,0
Savon	9,0 à 10,0
	11,5
Chaux	12,5
	14,0

•Conductivité?

> Aptitude à laisser passer un courant électrique.

Indiquée en [mS/m] ou en [μ S/cm] (1 mS/m = 10 μ S/cm).

Utile pour l'évaluation de la teneur en sels de l'eau.

Une conductivité croissante (teneur en sels croissante) favorise les phénomènes de corrosion électrochimiques.

• Oxygène

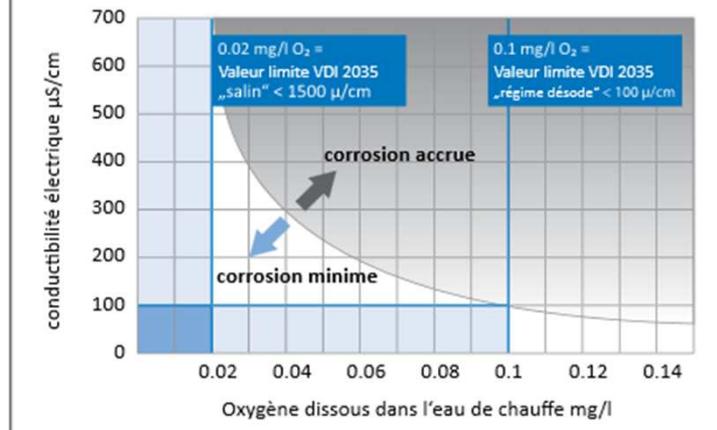
L'eau courante normale contient de 5 à 12 mg/l d'oxygène.

Dans un circuit d'eau fermé et dans des conditions normales, une teneur en oxygène plus basse s'établit après quelques semaines.

Une teneur élevée dans un circuit d'eau fermé est indésirable et peut être suscitée par un apport complémentaire antérieur (remplissage, purge incomplète, etc.) et aussi par diffusion d'oxygène (par ex. par des tuyaux en plastique non étanches à la diffusion).

Corrosion

en fonction de l'oxygène et salinité dans l'eau de chauffe



• **Dioxyde de carbone**

Il s'agit de CO₂ (gaz carbonique) qui est indiqué en mg/l.

• **Valeurs importantes dans les cas de corrosion chimique**

> **Chlorures [mg/l]**

Les chlorures favorisent la corrosion perforante locale et détériorent la résistance de l'acier au chrome et de l'acier au chrome-nickel, en particulier à des températures élevées.

> **Sulfates [mg/l]**

Les sulfates favorisent la corrosion perforante locale

> **Nitrates [mg/l]**

Les Nitrates favorisent la corrosion perforante locale

Des valeurs élevées de nitrates dans l'eau potable (par ex. dans les régions d'agriculture intensive) peuvent influencer considérablement le comportement à la corrosion.

Les dommages dus à la corrosion :

Le O₂ peut arriver dans le circuit par le vase d'expansion ouvert, par la réalimentation ou la diffusion.

Une infiltration de O₂ dans des systèmes fermés ne dépend pas de la pression !

Le seul moyen de prévenir le danger de corrosion est d'empêcher autant que possible l'infiltration de O₂.

D'autant plus que la vitesse de corrosion se multiplie presque par deux, chaque fois que la température augmente de 10°C.

Dans la technique du chauffage, on constate que toujours plus de fabricants émettent des conditions relatives à la qualité de l'agent thermique (le plus souvent l'eau), afin de prévenir les dommages.

SICC- Directive BT 102-01

4.2.2 Chauffages à eau chaude jusqu'à 110 ° C – Etanches à la diffusion

Exigences imposées à l'eau de remplissage et complémentaire :

Dés	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0.1		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm
pH	Valeur du pH	6.0...8.5		-

Exigences imposées à l'eau de circulation :

Dés	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0.5		mmol/l
LF	Conductivité	< 200		μS/cm
pH	Valeur du pH	8.2...10		-
Cl	Chlorures	< 30		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50		mg/l
O ₂	Oxygène	< 0.1		mg/l
Fe	Fer dissous	< 0.5		mg/l
Toc	Teneur totale en carbone organique	< 30		mg/l

SICC- Directive BT 102-01

4.2.6 Circuit Fermé avec plein d'Antigel – Etanches à la diffusion

**Exigences imposées à l'eau pour la Fabrication du mélange
(mélange de remplissage et complément) :**

Dés	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0.1		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm

Exigences imposées au mélange Antigel-Eau de circulation :

Dés	Désignation	Consigne	Effective	Unité
pH	Valeur du pH	7.5...9		-
Cl	Chlorures	< 30		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50		mg/l
Tfr	Sécurité de la protection Antigel	a)		°C

a) La Sécurité de protection Antigel doit être mesurée
avec un contrôleur (ex. Réfractomètre)

SICC-Directive BT 102-01

Exigence pour la qualité de l'eau de circulation :

Des contrôles périodiques sur la qualité de l'eau doivent absolument être faites :

❖ **1. Contrôle après 2 Mois**

❖ **1 x Chaque année.**

❖ **Responsabilité de l'installateur jusqu'à la réception de l'installation. Puis au propriétaire.**

❖ Propositions de contrats d'Entretien et Suivi des Installations

❖ Remarque : **Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération. Les spécifications éventuellement plus rigoureuses du fabricant ont toujours priorité et doivent être indiquées par lui.**

Ce qui a changé ces dernières années

- La garantie de la chaudière ou PAC est soumise au respect d'une qualité d'eau
- La responsabilité de cette qualité d'eau est celle de **l'installateur**

Obligations de l'installateur:

- Se renseigner sur les prescriptions du fournisseur de chaudière ou PAC
- Se renseigner sur la qualité d'eau du réseau (remplissage et compléments)
- Rinçage et nettoyage complet du circuit (important)
- Effectuer le remplissage selon les directives
- Preuves de remplissage conforme (analyses)
- Informer le **MO** sur les directives concernant les compléments de remplissage
- Propositions de contrats d'Entretien et Suivi des Installations

Tableau résumé des normes de qualité – Remplissage et complémentaire

Paramètre	Constructeur	SICC BT102-01
Dureté	A respecter dans tous les cas	< 0.1 mmol/l < 1.0 °f
Conductivité	A respecter dans tous les cas	< 100 µS/cm
pH	A respecter dans tous les cas	6.0 – 8.5

Tableau résumé des normes de qualité – Circuits

Traitement	Constructeur	SICC BT102 - 01
Dureté Totale	A respecter dans tous les cas	< 0.5 mmol/l
Conductivité	A respecter dans tous les cas	< 200 µS/cm
pH	A respecter dans tous les cas	8.2 10
Chlorures [Cl ⁻]	A respecter dans tous les cas	< 30 mg/l
Sulfate [SO ₄ ²⁻]	A respecter dans tous les cas	< 50 mg/l
Oxygène	A respecter dans tous les cas	< 0.1 mg/l
Fer dissous	A respecter dans tous les cas	< 0.5 mg/l
Teneur totale en carbone organique	A respecter dans tous les cas	< 30 mg/l

Suivi de la qualité de l'eau conformément à SICC BT102-1

- Contrôle annuel des paramètres de qualité de l'eau
- Corriger l'évolution naturelle
- Compenser les ajouts d'eau
- Compléter la consommation de produits ajoutés
- Tenue d'un classeur technique
- Remise d'un rapport

Paramètres analysés selon SICC BT102-1 :

- Aspect visuel (coloration, présence de dépôts, odeurs - fermentations, bactéries)
- Dureté totale
- pH
- Conductivité (indication sur la salinité totale)
- Oxygène (facteur de corrosion)
- Chlorures (ions favorables à la corrosion)
- Sulfates (ions favorables à la corrosion ou dépôts)
- Fer (résultant de corrosion ou abrasion)
- Agent de traitement (sulfites ou molybdates)
- Test micro-biologique (si suspicion de présence de bactéries)
- Ces analyses sont effectuées en laboratoire

Conclusion :

Avantages de la nouvelle directive:

Elle permet de se protéger et de gérer clairement le transfert de responsabilité à l'exploitant.
L'avantage de la norme c'est aussi l'obligation du suivi (analyses et contrôles périodiques) qui permet de détecter une dégradation de la qualité de l'eau et d'y remédier suffisamment tôt, avant dégâts sur l'installation.

Merci pour votre attention!



ENERGYS Sàrl
Sébastien Gabus
Ingénieur EPFL en environnement
+41(0)78 886 63 10
sebastien.gabus@energys.ch
www.energys.ch

ENERGYS Genève: clos de la Fonderie 3 · 1227 Carouge
ENERGYS Neuchâtel: rue Abraham-Robert 52 · 2300 La Chaux-de-Fonds
ENERGYS Jura: rue du Mont 39 · 2852 Courtételle

Partie II

L'EAU

L'eau, un liquide anormal

Les théories anciennes attribuaient toutes ces anomalies au fait que les molécules d'eau sont liées par des liaisons H.

En ce sens, l'eau devrait avoir des propriétés « en ligne » avec celles d'autres liquides associés (éthanol, glycols, amides).

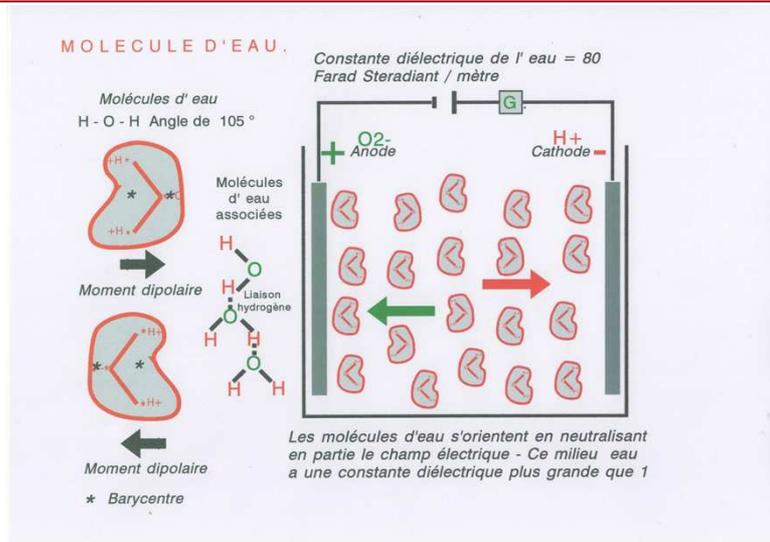
Pour les propriétés de cohésion, c'est une bonne hypothèse de départ bien que les propriétés de l'eau (densité d'énergie cohésive, constante diélectrique) soient supérieures à celles des liquides comparables.

Pour les autres propriétés, cette hypothèse n'est pas suffisante :

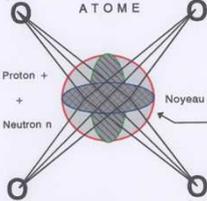
les autres liquides associés ne partagent pas les propriétés volumiques anormales de l'eau, ni son polymorphisme, ni son comportement comme solvant. Certains liquides ont un comportement qui ressemble à celui de l'eau pour une de ses propriétés : par exemple, on connaît quelques liquides qui se dilatent à basse température, ou en cristallisant.

Nous découvrirons peut-être un jour que chacune des propriétés anormales de l'eau existe aussi dans un autre liquide. Cependant il est remarquable qu'un seul liquide rassemble autant d'anomalies. Il y a donc un besoin d'explication, auquel ne répondent pas les théories développées pour les liquides simples.

Source : Fondation UNIT – Université numérique – Ingénierie et Technologie



ATOME



L'atome est électriquement neutre
Les charges + du noyau sont équilibrées par les charges - des électrons.

Un atome perdant un électron (e-) devient positif : c'est un ion
Un atome qui gagne un électron devient négatif : c'est aussi un ion :

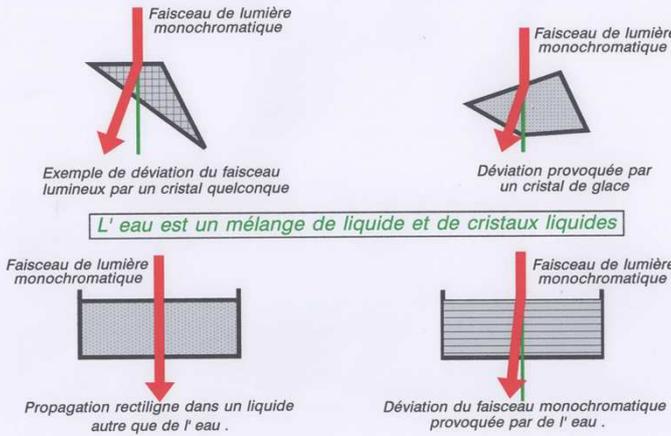
Des atomes identiques associés forment un corps simple
L'association d'atomes différents forme un corps composé

Masse des éléments ou Mole
C'est par définition la quantité de matière d'un système contenant autant d'atomes qu'il y en aura dans 12 grammes de Carbone 12C

Les corps simples sont classés suivant leur masse.
Pour des raisons de commodité le Carbone ou C a été pris pour base avec pour masse 12

La "Valence" d'un ion représente le nombre d'électrons qu'il peut perdre ou gagner.

EFFET RAMAN



Faisceau de lumière monochromatique
Exemple de déviation du faisceau lumineux par un cristal quelconque

Faisceau de lumière monochromatique
Déviation provoquée par un cristal de glace

L' eau est un mélange de liquide et de cristaux liquides

Faisceau de lumière monochromatique
Propagation rectiligne dans un liquide autre que de l'eau .

Faisceau de lumière monochromatique
Déviation du faisceau monochromatique provoquée par de l'eau .

L'eau, un liquide anormal

Conclusion

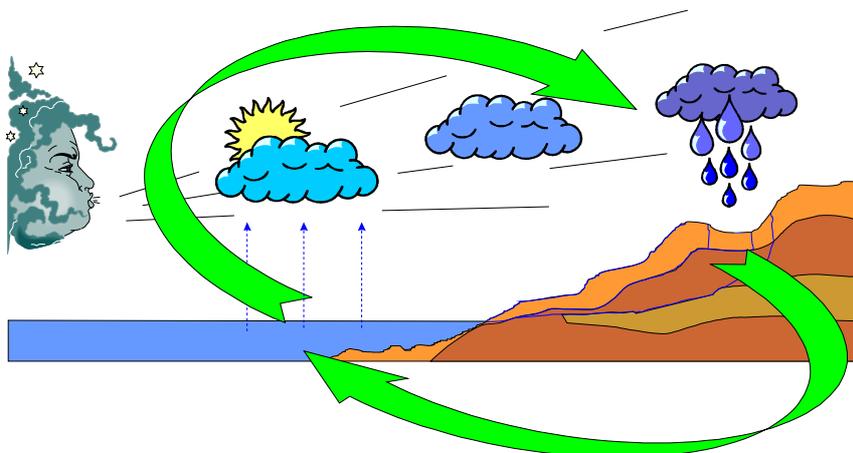
Comme il vient de nous avoir été donné à comprendre, l'eau n'est pas un liquide simple.

Ses propriétés physique et chimique comportent de nombreuses anomalies et en font un milieu qui étonne aujourd'hui encore, la communauté scientifique.

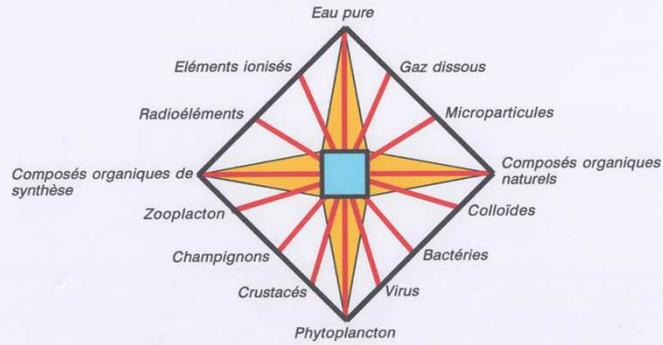
L'eau n'est pas une matière, c'est un élément au même titre que l'air et la terre.

L'eau est indissociable à la vie telle que nous la connaissons et ce, même dans les nouveaux milieux récemment découverts comme par exemple, l'arsenic..

Le cycle de l'eau dans la nature



Eléments susceptibles d'être présents dans une eau



ELEMENTS SUSCEPTIBLES D'ETRE PRESENTS DANS L'EAU

L'eau est un solvant universel auquel aucun élément naturel ou de synthèse ne résiste

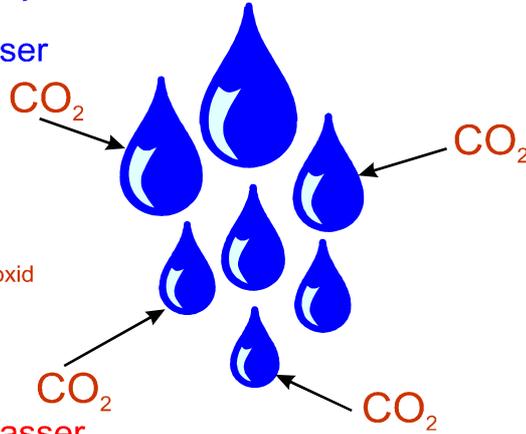
Gaz	Solides	Colloïdes	Elem.miné	Compo. orga.	Bactéries - Virus		Autres pathog.
O2	Sables	Silice colloïdale	Ca Pb	Détergents	Bacilles	Entero virus	Champignons
N2	Débris de roches	Silicates complexes	Mg Ni	Organo chlorés	Typhique Salmonella typhosa	Polyomyel.	Histoplasma
H2	Minerais	Silicates doubles	Na Sr	Organo phosphorés	Dysentérique Shigella dys.	Virus ECHO	Amibes Naegleria encéphalites
CO2	Silice	Argiles	K Ba	dérivés phénolés	Vibron cholérique	Coxsackis A-B	Tenia sollum
SH2	Limons	Humâtes	Fe Cl	Hydrocarb.	Bacille de Koch Tuberculose	Méningites	Distoma Bilharzie
O3	Oxydes métall.	Fulviâtes	Al NO3	Carb.arom.	Proteus morganii Diarrhées	Hépatites infect.	Elem. radio actifs
Ne	Débris végétaux	Mica	Zn HCO3	Huiles végét.	Leptospira ictère hé Morr.	Adeno virus	Uranyle Strontium Radium
Kr	Mica	Amiante	Cu CO3	Débris org.	Escherichia Coli Colibacilliose	Influenza	radio élém. artificiels
A			Se SO4	Essences végét.	B. pyocyaniques	Rétro virus	Zoo et phyto planctons.
Xe			As PO4	Ess. minérales			
Ra			Hg F				
			SiO2				

Le contact de l'eau de pluie et de l'air

neutrales Wasser

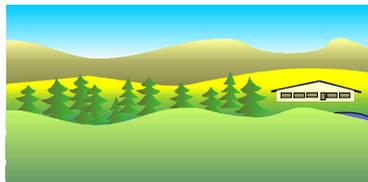
Luft
78% Stickstoff
21% Sauerstoff
0.1% Argon
0.03% Kohlendioxid

saures, CO_2
agressives Wasser



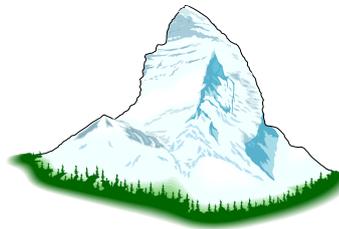
L'origine de la dureté dans l'eau

Kalkstein / Marmor
=
basisches Gestein



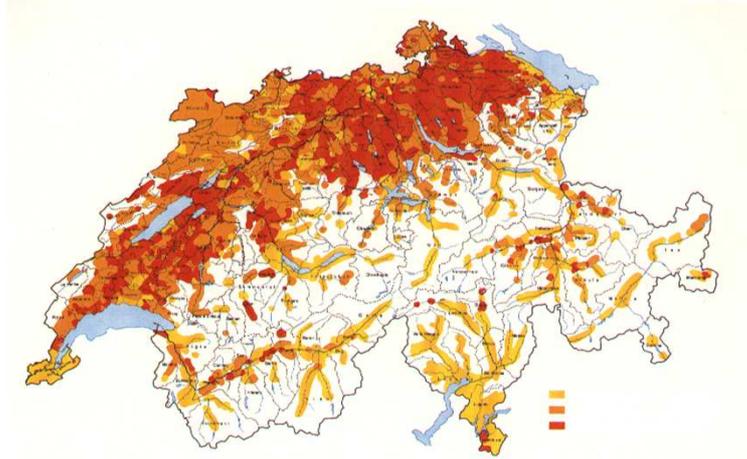
stark mineralisiertes,
hartes Wasser

Granit = saures Silikatgestein



schwach mineralisiertes,
weiches Wasser

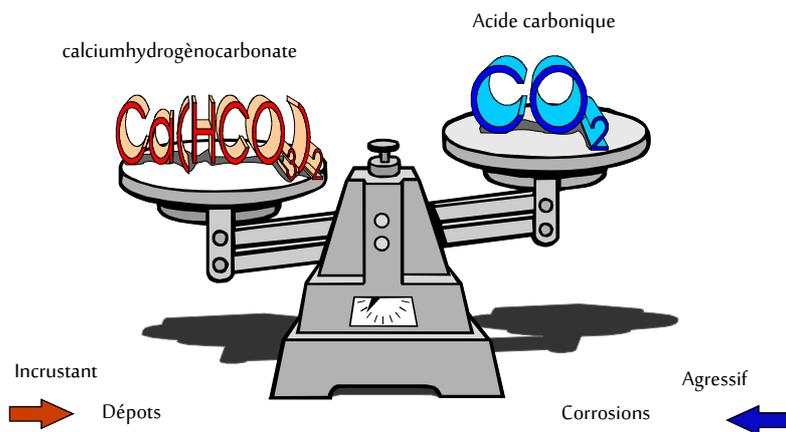
La dureté de l'eau en Suisse



SICC BT102-01

| Page 35 |

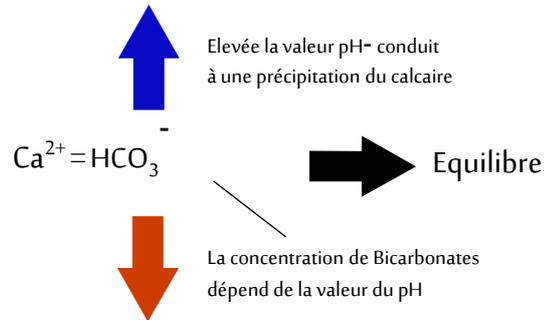
L'équilibre chimique de l'eau



SICC BT102-01

| Page 36 |

Dépendance de la valeur pH



Les valeur de pH **basses** libèrent le CO_2 et l'eau devient agressive, corrosive et les incrustations de calcaire s'éliminent

Influence de la température

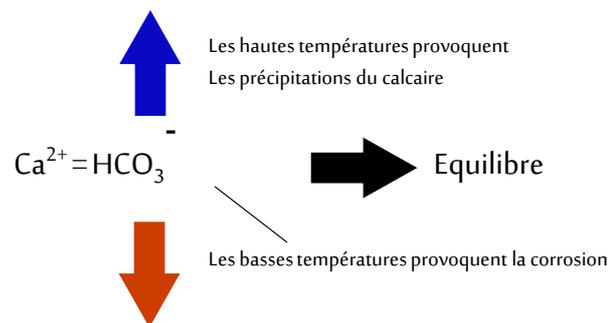
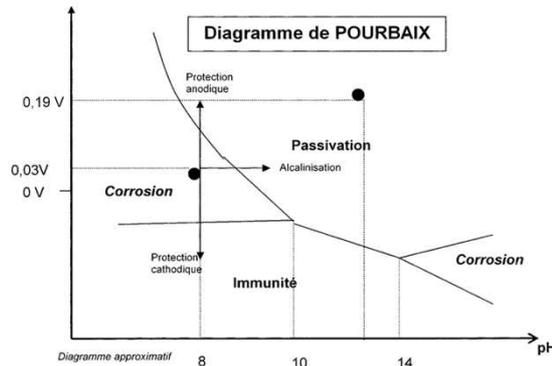


Diagramme de Pourbaix :

Les diagrammes potentiel-pH ou diagrammes de Pourbaix sont de puissants outils en électrochimie. Ils indiquent sous forme graphique les régions de stabilité thermodynamique pour les systèmes métalliques/électrolytiques et ils sont utilisés pour établir des prévisions sur les possibilités/impossibilités de corroder un métal. La formule de Nernst est utilisée pour établir ces diagrammes.



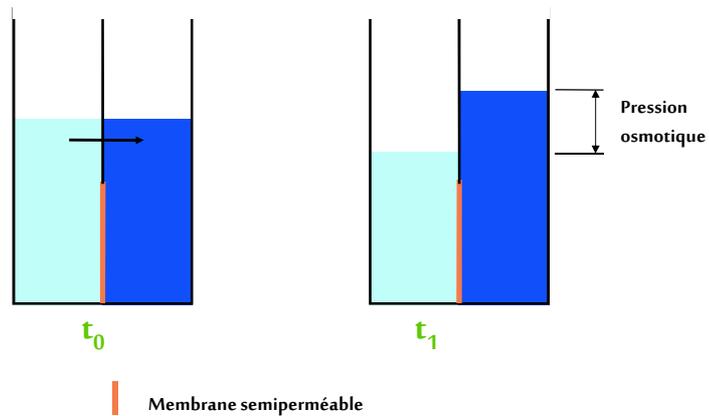
Nous vous remercions
de votre attention

Questions ?

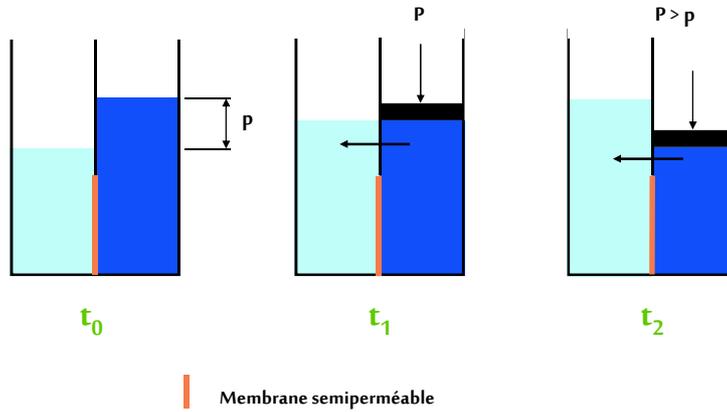
Annexes et Suppléments

Déminéralisation par osmose inverse

Osmose - Une solution veut se diluer !



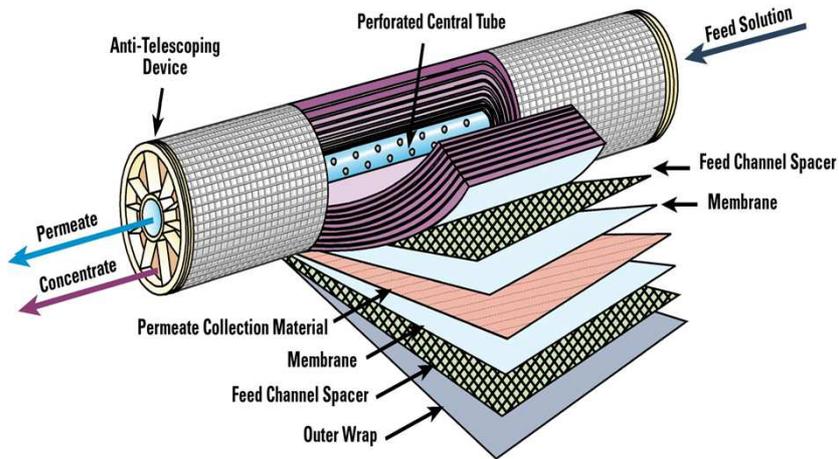
Osmose inverse



SICC BT102-01

| Page 45 |

Membrane osmose inverse (enroulée)



SICC BT102-01

| Page 46 |

Filtration

