



Association CAPRIS pour les risques sanitaires :  
légionelles, Pseudomonas...



Conférence  
Maîtrise des légionelles des réseaux  
d'eau en secteur hospitalier

***Les Normes &  
la conduite Française***

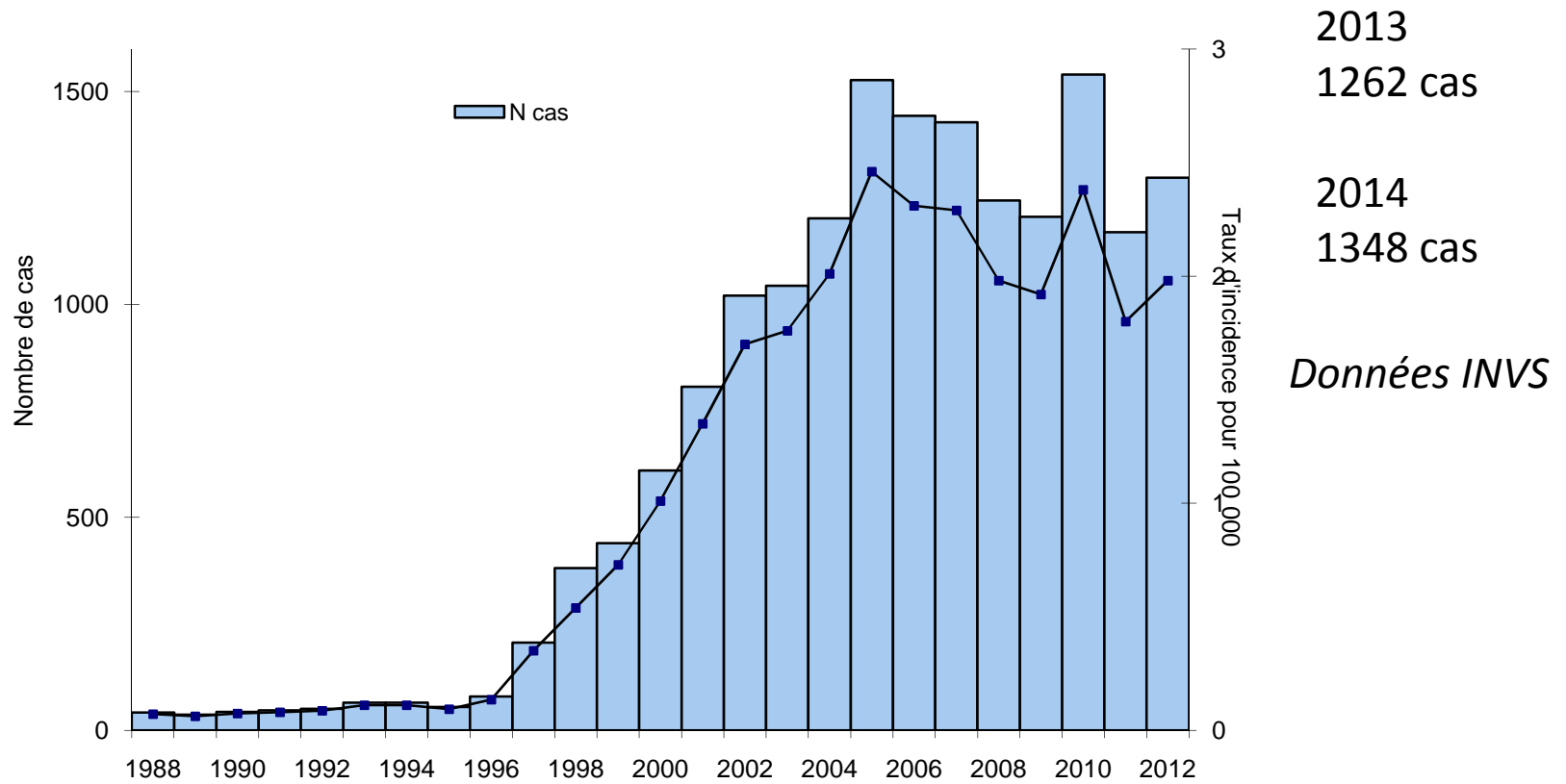


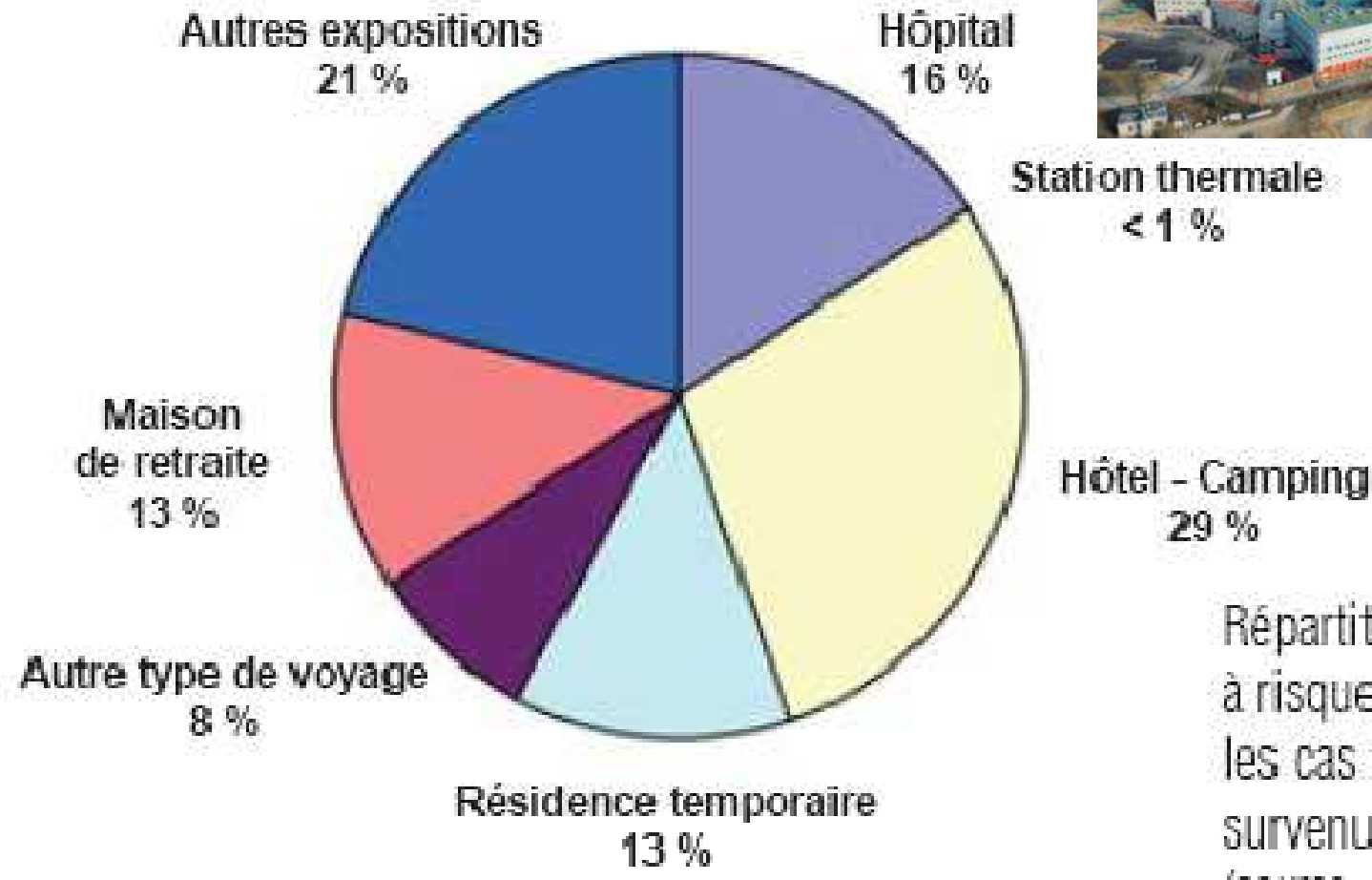
- Fonction : Président
- Structure : ASSOCIATION CAPRIS
- Activités de l'entité :
  - Audits, Expertises, Risque *Legionelles*, bactéries 22°C 36°C, *Pseudomonas aeruginosa*.
  - Hôpitaux, EPHAD, cliniques, hôtels, tours, spa...
- Actions proposées sur la thématique des dépôts / biofilms (2 lignes max):
  - Réseaux d'eau intérieurs, problématique liée à la conception, à la contamination bactérienne.
- Ancien responsable de la division Eau & habitat au **CSTB**
- Commission DTU 60.1 DTU 60.11 pour le dimensionnement des réseaux à l'AFNOR
  
- Contact: [antagua@wanadoo.fr](mailto:antagua@wanadoo.fr) / Tél: 02 99 72 81 50



Association CAPRIS pour les risques sanitaires :  
légiionelles, Pseudomonas...

## Nombre de cas de légionellose déclarés en France de 1988 à 2012





Répartition des expositions à risque recensées parmi les cas de légionelloses survenus en 2006 (source : Institut de veille sanitaire)

France



Association CAPRIS pour les risques sanitaires :  
légionelles, Pseudomonas...

# Objectifs de la réglementation Française

- Prévenir le risque de développement de légionelles dans les installations d'ECS
- Améliorer la gestion des installations à risque
- Améliorer la prise en compte du risque lié aux légionelles
- Encadrer la conception et la maintenance des installations d'ECS (nature des canalisations: avantages et inconvénients de certains matériaux, actions préventives et curatives...)

# Règlementation par type d'ERP

Réglementation	Établissements de santé	Etablissements sociaux et médico-sociaux (ESMS) d'hébergement pour personnes âgées	Etablissements thermaux	Autres ERP Dont Hôtels Campings autres ESMS Etablissements pénitentiaires
<b>CSP</b>	X	X	X	X
<b>Circulaire du 22 avril 2002</b>	X			
<b>Circulaire du 28 octobre 2005</b>		X		
<b>Arrêté du 30 novembre 2005</b>	X	X	X	X
<b>Arrêté du 1<sup>er</sup> février 2010</b>	X	X	X	X

# Règlementation - Code de la santé publique en France

- Art. L 1321-1 : "Toute personne qui offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine [...] est tenue de s'assurer que cette eau est propre à la consommation."
- Art. L 1321-4 : "Toute personne publique ou privée responsable d'une distribution d'eau au public, qu'il s'agisse de réseaux publics ou de réseaux intérieurs est tenue de prendre toutes mesures correctives nécessaires en vue d'assurer la qualité de l'eau...."
- Art. R 1321-1 : "la présente section est applicable aux eaux [...] destinées à la boisson [...] ou à d'autres usages domestiques."
- Art. R 1321-2 : "ces eaux ne doivent pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes [...] constituant un danger potentiel pour la santé des personnes."

# Règlementation - Arrêté du 30 novembre 2005

- Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public
- Objectif : limiter le risque de brûlure tout en limitant le risque de développement des légionelles
- Champ d'application : installations neuves (ou réhabilitées) destinées [...] à l'alimentation en ECS des bâtiments d'habitation, locaux de travail ou ERP
- Principe : prévention risque légionelles par la maîtrise de la température et de l'hydraulique et prise en compte du risque de brûlure



# Règlementation - Arrêté du 30 novembre 2005 (suite)

## PRODUCTION

Stockages  $\geq 400L$  :

✓  $T^{\circ}C \geq 55^{\circ}C$  à la sortie des équipements

ou

✓ élévation température suffisante 1 fois/24h

LUTTE CONTRE LES LEGIONELLES



## DISTRIBUTION

$T^{\circ}C \geq 50^{\circ}C$   
(tout au long du réseau)



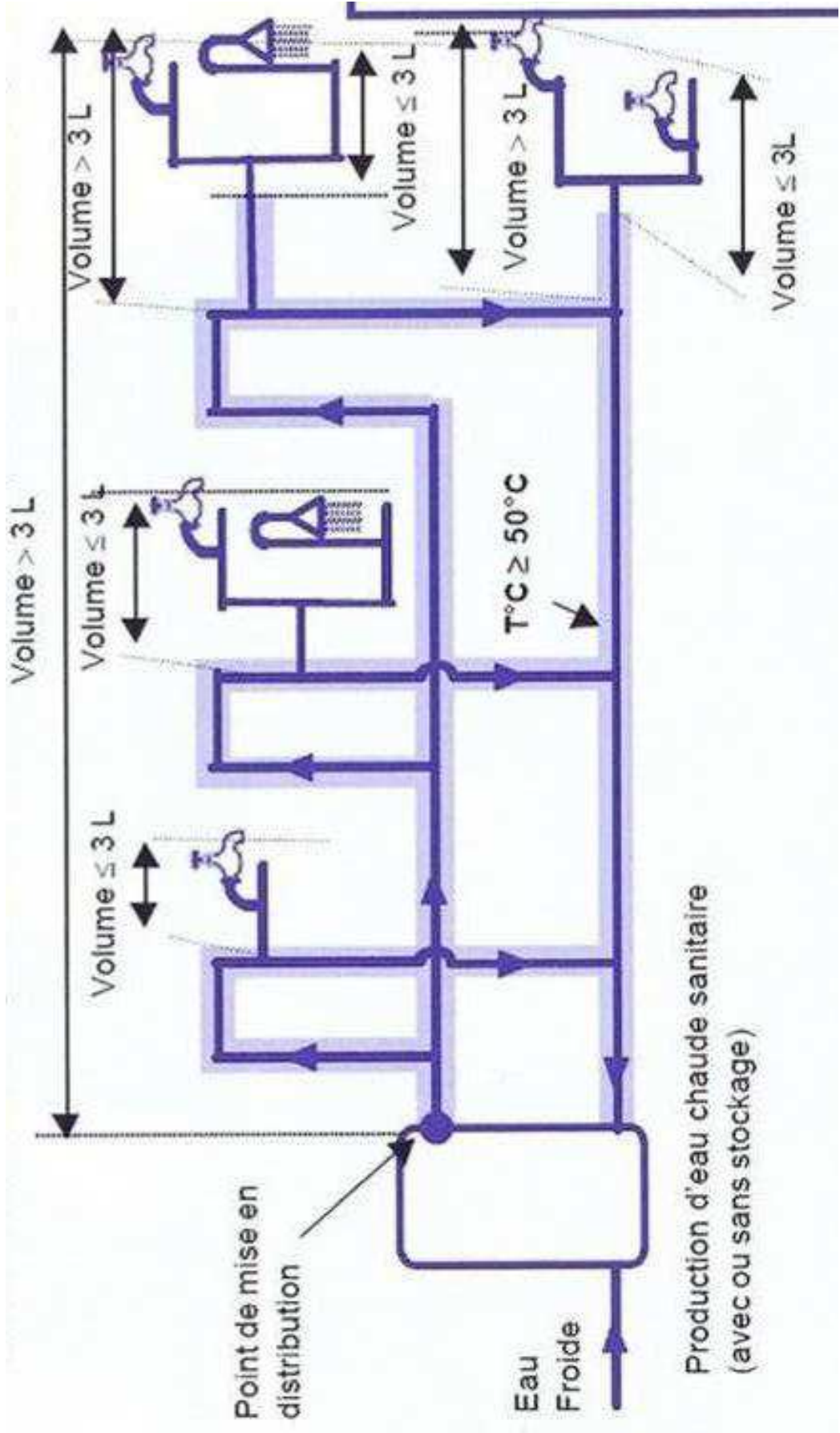
## PUISAGE

$T^{\circ}C <$

✓ à  $50^{\circ}C$  dans les salles de bains

✓ à  $60^{\circ}C$  dans les autres lieux

LUTTE CONTRE LES BRULURES



# Règlementation - Arrêté du 1<sup>er</sup> février 2010

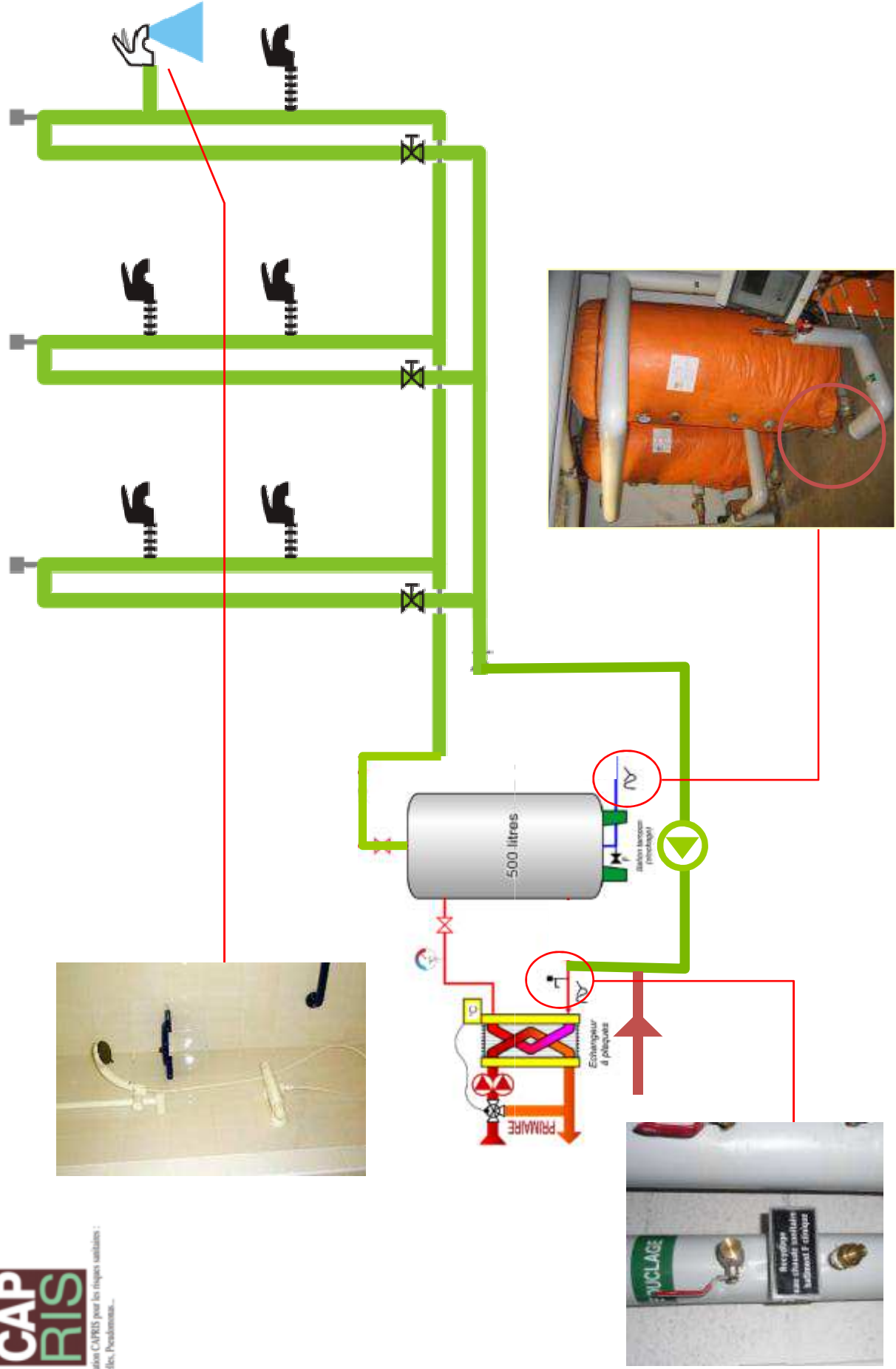
*Relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire*

- Champ d'application : établissement recevant du public (ERP)
  - équipés d'une distribution d'ECS collective
  - possédant des point d'usage à risque
    - Maison de retraite, camping, hôpital, hôtel, gymnase, gîte, vestiaires, piscines,...*
    - Annexe 1: spécifique aux établissements de santé*
    - Annexe 2: autres ERP dont établissements sociaux et médico-sociaux*
- Objectifs:
  - suivi des températures d'ECS en production et en distribution
  - analyses de légionelles sur les installations de production et de distribution d'ECS
  - fixation de seuils limites de concentrations en légionelles
- Définition de la responsabilité : propriétaire, directeur ou exploitant si délégation explicite

# Règlementation - Arrêté du 1er février 2010

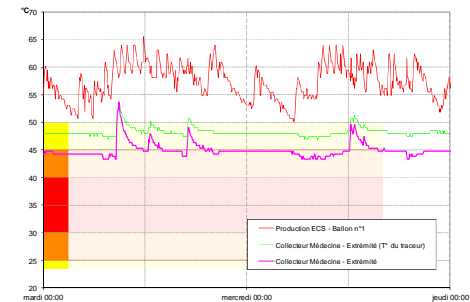
## FRÉQUENCES MINIMALES DES ANALYSES DE LÉGIONELLES ET DES MESURES DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU CHAUDE SANITAIRE DANS LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ

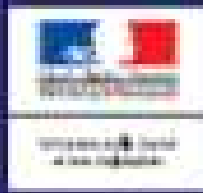
POINTS de surveillance	MESURES OBLIGATOIRES pour chacun des réseaux d'eau chaude sanitaire
Sortie de la/des production(s) d'eau chaude sanitaire (mise en distribution).	Température de l'eau : 1 fois par jour (ou en continu).
Fond de ballon(s) de production et de stockage d'eau chaude sanitaire, le cas échéant.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. - dans le dernier ballon si les ballons sont installés en série ; - dans l'un d'entre eux si les ballons sont installés en parallèle.
Point(s) d'usage à risque le(s) plus représentatif(s) du réseau et point(s) d'usage le(s) plus éloigné(s) de la production d'eau chaude sanitaire.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. Température de l'eau : 1 fois par semaine (ou en continu).
Points d'usage représentatifs situés dans des services accueillant des patients identifiés par le comité de lutte contre les infections nosocomiales (ou toute organisation chargée des mêmes attributions) comme particulièrement vulnérables au risque de légionellose.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. Température de l'eau : 1 fois par semaine (ou en continu).
Retour de boucle (retour général), le cas échéant.	Analyses de légionelles : 1 fois par an. Température de l'eau : 1 fois par jour (ou en continu) au niveau de chaque boucle.



# Règlementation - Arrêté du 1er février 2010 (suite)

- Carnet sanitaire: document permettant d'assurer une traçabilité du suivi des installations d'ECS
  - Plans ou schémas à jour des installations
  - Résultats d'analyses
  - Relevés de température
  - Liste des interventions réalisées sur les installations,
  - Procédures de maintenance et de suivi des installations,
  - Rapports de diagnostics
  - Rapports d'inspection
- Nécessité d'une tenue à jour des documents





2005

Eau et Santé

Guide des établissements



# L'eau dans les établissements de santé





# L'OBJECTIF : GUIDE de l'EAU dans les HOPITAUX 2005

16

Catégories d'eau	Niveaux	Paramètres microbiologiques						
		Flore aérobie revivifiable à 22°C	Flore aérobie revivifiable à 36°C	Coliformes totaux	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Legionella pneumophila</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Endotoxines
Q.1.1. a Eau d'entrée	Niveau cible	100 UFC/m	10 UFC/ml	< 1 UFC/100ml				
Q.1.1. b Eau aux points d'usage	Niveau cible	Pas de variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle		< 1 UFC/100ml	< 1 UFC/100ml			
Q.1.2. Eau pour soins standards	Niveau cible	≤ 100 UFC/ml	≤ 10 UFC/ml	< 1 UFC/100ml	< 1 UFC/100ml			
Q.2.1. Eau bactériologiquement maîtrisée	Niveau cible	≤ 1 UFC/100ml			< 1 UFC/100ml			
	Niveau d'action		≥ 10 UFC/100ml		≥ 1 UFC/100ml			
Q.2.2. Eau chaude	Niveau cible					< 10 <sup>3</sup> UFC/l		
	Niveau d'alerte					10 <sup>3</sup> UFC/l		
	Niveau d'action					10 <sup>4</sup> UFC/l		
Q.2.3. Eau des piscines de rééducation*	Niveau exigé		< 100 UFC/ml	≤ 1 UFC/100ml	≤ 1 UFC/100ml		≤ 1 UFC/100ml	
Q.2.4. Eau des bains à remous et des douches à jets*	Niveau exigé		< 100 UFC/ml	≤ 1 UFC/100ml	≤ 1 UFC/100ml	absence de <i>Legionella pneumophila</i> **	≤ 1 UFC/100ml	
Q.2.5. Eaux pour hémodialyse Hémodialyse conventionnelle	Niveau exigé	< 100 UFC/ml						< 0,25 UI/ml
	Hémofiltration et hémodiafiltration en ligne	Niveau exigé	< 100 UFC/l					< 0,25 UI/ml
Q.2.6. Eau purifiée	Niveau exigé	≤ 100 UFC/ml						< 0,25 UI/ml
Q.2.7. Eau hautement purifiée	Niveau exigé	≤ 10 UFC/100ml						
Q.2.8. Eau des fontaines à usage de boisson	Niveau cible	Pas de variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle		< 1 UFC/100ml	< 1 UFC/100ml			



# Expérience

Expérience d'environ 600 réseaux :  
AP-HP, EIFFAGE, VINCI, CEGELEC,  
ALLIANZ, ESRF (SYNCHROTRON)

- Diagnostics avant réception.
- Traitements réalisés pour la désinfection des réseaux, réception et procédure de maintenance.
- Tests bactériologiques avant réception. Légionelles, bactéries aérobies revivifiables à 22°C et à 36°C, *Pseudomonas aeruginosa*



# Mise en eau

Mise en eau progressive  
Réparations des fuites  
Equilibrage

1. Mettre le réseau en pression.
2. Ouvrir tous les exutoires au débit le plus grand.
3. Presser au moins 5 fois de suite les robinets à fermeture temporisée.

Diamètre intérieur	Débit (l/min)	Volume nécessaire pour un rinçage de 2 heures (en l)
12	6,8	820
14	9,2	1100
16	12,1	1450
18	15,3	1850
20	18,8	2250
22	22,8	2750
24	27,1	3250

# Désinfection et maintien de la qualité de l'eau

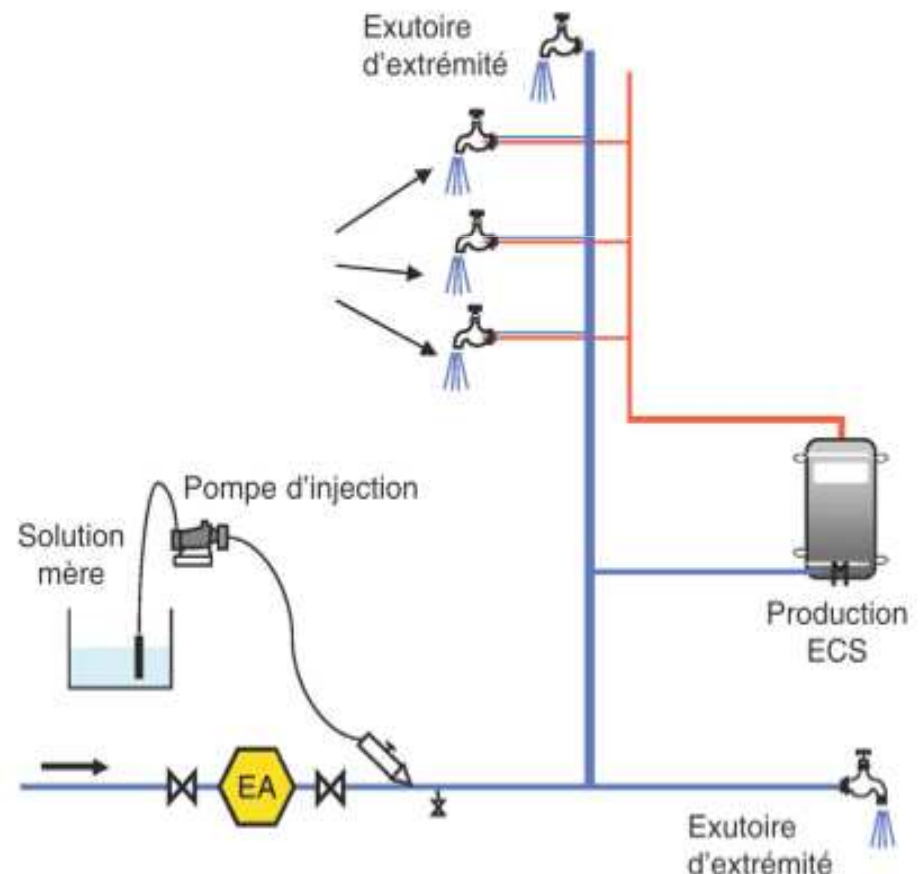
Les désinfectants utilisés sont soumis à autorisation (arrêté août 2007)

Hypochlorite de sodium et peroxyde d'hydrogène

Pour l'hypochlorite de sodium :

- 100 mg/L pendant 3 heures, ou
- 50 mg/L de chlore pendant 6 heures, ou
- 25 mg/L pendant 12 heures, ou
- 15 mg/L de chlore pendant 24 heures

1. Homogénéiser la solution désinfectante
2. Remplir complètement le réseau à désinfecter en évitant les poches d'air
3. Ouvrir modérément tous les robinets situés en bout de toutes les antennes.



# Recommandations simples

## Identification des **bypass** terminaux

Principaux lieux de développement bactérien, **les bras morts** sont constitués par des canalisations qui alimentent des points d'usage d'eau. Ces points d'usage ont disparu, mais les canalisations sont toujours en place et connectées au réseau principal. Dans ces tuyaux de plus de 50cm, les mouvements d'eau sont inexistant, ce qui laisse le temps aux bactéries de s'y développer.



**Eviter Stagnation de l'eau** lors de la fermeture temporaire ou définitive de certains services en établissements de santé



CH 135000 m<sup>2</sup>

500 lits

Retour d'expérience sur la réalisation des réseaux :

- Conception (HQE) et dimensionnement des réseaux
- Mise en œuvre des canalisations C-PVC
- Mise en eau le plus tard possible
- Equilibrage du réseau (Vannes GRK et OVENTROP)
- Filtration entrée du bâtiment, éviter les particules



Retour d'expérience sur la lutte contre les bactéries :

- Traitements préventifs
- Soutirage de mise en exploitation et suppression bras morts
- Point de puisage et surveillance
- Analyse des points à risque
- Traitements curatifs légionelles & bact. 22°C et 36°C, & *Pseudomonas aeruginosa*





## Hôpital Necker Retour d'Expérience

- Filtres en entrée de bâtiment
- Production eau chaude sanitaire
- Distribution EFS et ECS
- Auges chirurgicales
- Stérilisation – EBM



## L'hydraulique des réseaux EFS & ECS à l'origine des contaminations

- **DTU 60.1 Conception : simultanée, pertes de charge**
- **DTU 60.11 Dimensionnement : vitesse**
- **Equilibrage**
- **Disconnecteurs**
- **Guide de maintenance CSTB**



**Contamination Légionelles > 1000  
UFC/L**







## ➔ Méthode de calcul - Principes Généraux

- Vitesse du fluide
- Sous Sol – Vide Sanitaire – Locaux Technique      2.0 m/s
- Colonnes Montantes      1.5 m/s
- Vitesse résultante des calculs       $\leq 2.0$  m/s      majorée de 10 %
  
- Pression
- Pression Statique au point de puisage       $\leq 4$  bar
- A l'entrée de chaque Logement       $\geq 1$  bar
- **Code de la santé publique**      3 mCE Minimum  
(en tout point du réseau à l'heure de pointe de consommation)

# DTU 60.11 - Partie 1-1

## Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire

### ➔ Méthode de calcul – Méthode Générale

- Diamètres des tuyauteries d'alimentation sont choisis en fonction de
  - Débit à assurer aux différents points d'utilisation
  - Longueur
  - Hauteur de distribution
  - Pression minimale
  
- Pour les autres appareils, se conformer à l'instruction du fabricant
- Machine industrielle ou autre appareil
- Cabines multi jets et appareils à brassage
  
- Débit de calcul  $\neq$  Débit d'usage
  - Débit d'usage proportionnel à la pression réelle disponible.

Tableau 1 - Débits minimaux et diamètres intérieurs minimum des canalisations

Désignation de l'appareil	Qmin l/s	Øint mm
Évier	0.20	12
Lavabo	0.20	10
Bidet	0.20	10
Baignoire	0.33	13
Douche	0.20	12
Poste d'eau robinet ½	0.33	12
Poste d'eau robinet ¾	0.42	13
WC avec réservoir de chasse	0.12	10
WC avec robinet de chasse	1.50	Ø Rob
Urinoir avec robinet individuel	0.15	10
Urinoir à action siphonique	0.50	Ø Rob
Lave mains	0.10	10
Bac à laver	0.33	13
Machine à laver le linge	0.20	10
Machine à laver la vaisselle	0.10	10

**DTU 60.11 - Partie 1-1**  
**Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire**

 **Méthode de calcul - Principe Généraux**  
**Méthode de simultanéité**

- Cas particuliers
  - Alimentation d'une ou plusieurs
  - Robinets de chasse
    - Fonctionnement pendant quelques seconde
    - Tableau de coefficient spécifique
    - Le coefficient s'ajoute à la somme des débits obtenus pour les autres appareils après application du coefficient de simultanéité

<b>Robinets installés</b>	<b><math>\leq 3</math></b>	<b>4 <math>\Rightarrow</math> 12</b>	<b>13 <math>\Rightarrow</math> 24</b>	<b>25 <math>\Rightarrow</math> 50</b>	<b><math>\geq 50</math></b>
<b>Robinets en fonctionnement</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

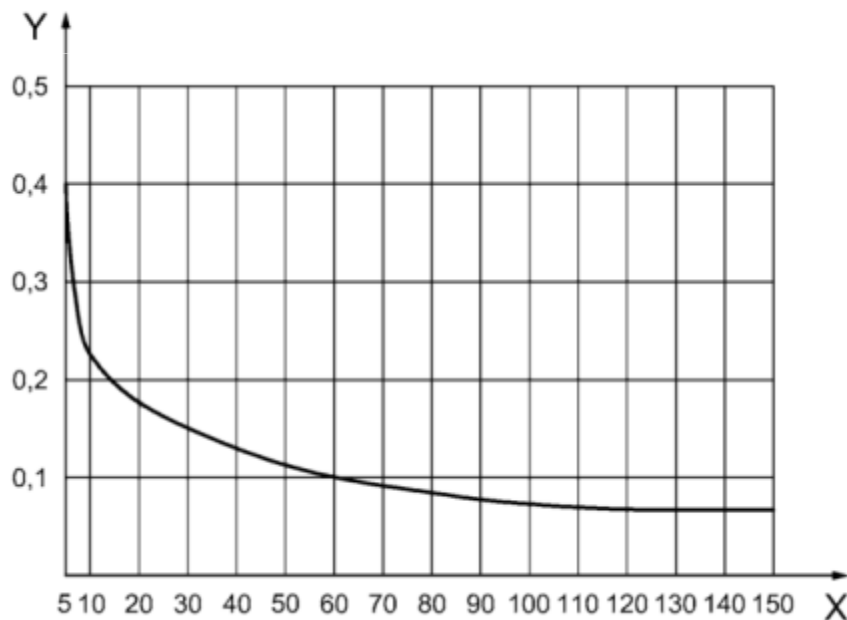
## DTU 60.11 - Partie 1-1

### Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire

#### ➔ Méthode de calcul - Principe Généraux

#### Méthode de simultanéité

Figure 4 — Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils installés — Parties collectives



X : Nombre d'appareils installés  
Y : Coefficient de simultanéité

Formule correspondant à la courbe  
(valable pour  $x > 5$  et au-delà de 150)

$$y = \frac{0,8}{\sqrt{x-1}}$$

### ➔ Méthode de calcul - Principe Généraux Méthode simplifiée

- Utilisable uniquement pour des installations dont :
- Les débits de puisage sont inférieurs à ceux définis au Tableau 1
- L'utilisation de l'eau n'est pas continue (durée < 15 min) (Stade, école, ...)

- Calculs basés sur l'utilisation d'unités de charge (**Lu**)

*Lu* facteur fonction du débit, de la durée et de la fréquence d'utilisation de l'appareil

- Méthode

- Définir les unités de charge pour chaque section de l'installation en partant du dernier point de puisage (**Tableau 3 - Valeurs de Lu**)
- Ajouter les unités de charge
- Définir le diamètre en fonction du matériau

**Tableau 4**    *Cuivre*  
**Tableau 5**    *Acier Inoxydable*  
**Tableau 6**    *PVC-C série 6.3*  
**Tableau 7**    *PVC-C série 4*

**Tableau 8**    *PEX – PB série 5*  
**Tableau 9**    *PPR série 2.5*  
**Tableau 10**    *Multicouches*  
**Tableau 11**    *Acier galvanisé à chaud*

Extrait du Tableau 1

Désignation de l'appareil	Qmin l/s	Øint mm
Évier	0.20	12
Lavabo	0.20	10
Baignoire	0.33	13
Douche	0.20	12

## ➔ Méthode de calcul - Principe Généraux

### Méthode simplifiée

Charge Maxi	Lu	1	2	3	4	5	6	10	13	16	20	25	30	40	45
Cuivre		12x1.0		14x1.0	14x1.0	14x1.0	16x1.0	18x1.0			22x1.0				
Acier Inoxydable				15x1.0	15x1.0		15x1.0	18x1.0			22x1.0				
PVC-C Série 6.3	DN														
PVC-C Série 4				16x1.8	16x1.8	16x1.8		20x2.3			25x2.8				32x3.6
PEX - PB Série 5		12x1.1		16x1.5	16x1.5		16x1.5		20x1.9			25x2.3			
PPR Série 2.5		16x2.7	16x2.7	20x3.4	20x3.4		20x3.4		25x4.2				32x5.4		
Multicouches				16x2.25	16x2.25	16x2.25	18x2.0	20x2.5			26x3.0				
Acier Galvanisé à chaud	DN						15			20				25	

Charge Maxi	Lu	50	55	70	80	160	165	180	200	300	420	430	500	540	600
Cuivre		28x1.0					35x1.0					42x1.0			
Acier Inoxydable		28x1.2					35x1.5					42x1.5			
PVC-C Série 6.3	DN				32		40					50			
PVC-C Série 4						40x4.5					50x5.6				
PEX - PB Série 5			32x3.0					40x3.7					50x4.6		
PPR Série 2.5				40x6.7					50x8.4					63x10.5	
Multicouches			32x3.0					40x3.5						50x4.0	
Acier Galvanisé à chaud	DN					32				40					50

**Nota** : Compilation des différents tableaux du DTU

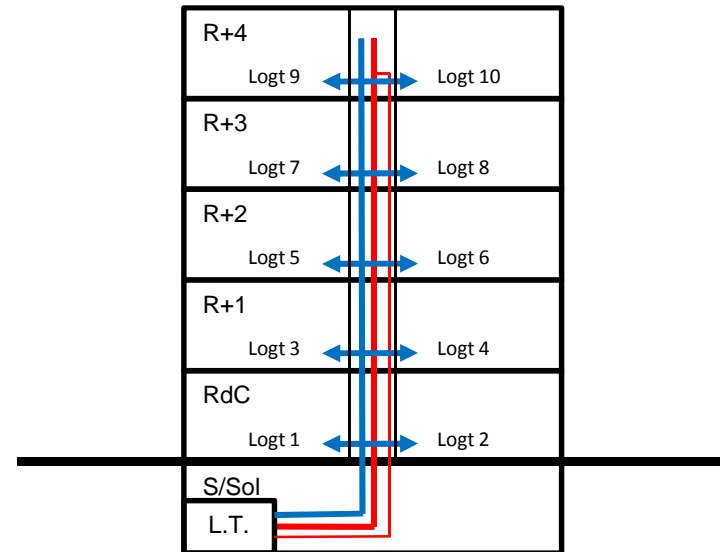
**DTU 60.11 - Partie 1-1**  
**Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire**

**Exemple – Méthode simplifiée**

Colonne montante EF

- 2 Logements / étage
- 1 Logt : Evier, lavabo, douche, WC, LV, LL

Point de puisage	Unités de charge - Lu
Évier de cuisine (domestique)	2
Lavabo	1
Douche	2
Réservoir de chasse	1
Lave-vaisselle	2
Lave-linge	2
<b>Total par logement</b>	<b>10</b>



X 10 Logts

Unités de charge Maximal (Lu) = 100

Tableau 6 - PVC-C série 6.3

Charge Maxi	Lu	80	240
DN	DN	32	40

Charge Maxi	Lu	45	160
Da x s	mm	32x3.6	40x4.5

Tableau 7 - PVC-C série 4

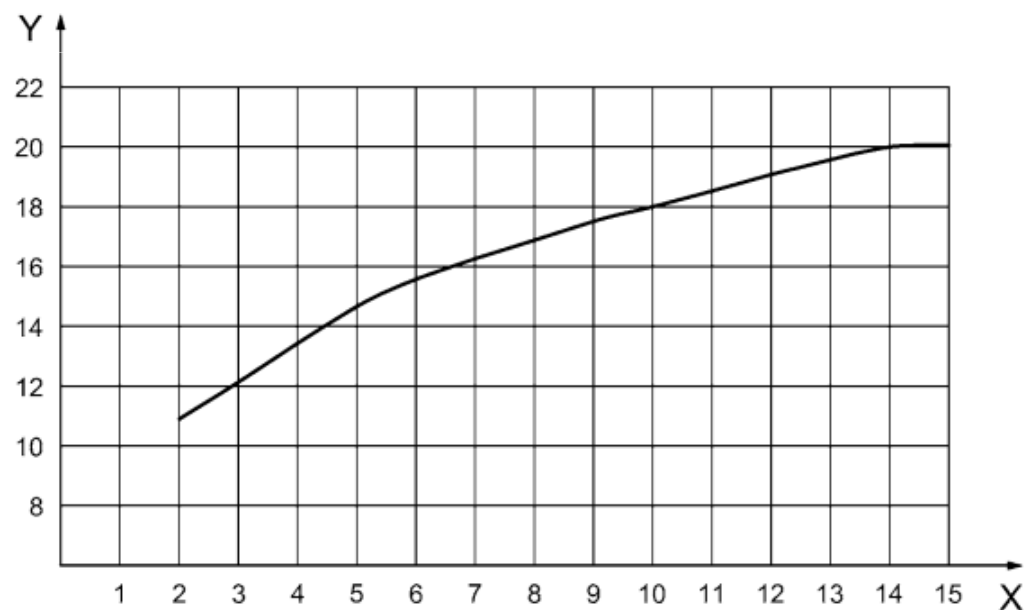
PVC-C  
Ø40  
PN 16 ou 25

➔ **Méthode de calcul – Méthode Générale**  
**Installation individuelle**

*Tableau 2 – Coefficients pour les appareils individuels*

Désignation de l'appareil	Coef
WC (avec réservoir de chasse), lave mains, urinoir	0.5
Bidet, WC (à usage collectif), machine à laver le linge ou la vaisselle	1
Lavabo	1.5
Douche, poste d'eau	2
Évier	2.5
Baignoire < 150 L	3
Baignoire > 150 L	3 + 0.1 par tranche de 10L

**Nota :** si  $\sum \text{coef} \geq 15 \Rightarrow$  Installation Collective



X : Somme des coefficients  
Y : Ø int mini (mm)



## ➔ Exemple - Installation individuelle

Distribution EF d'un logement comprenant :

- 1 cuisine
- 1 salle de bain (baignoire 200L)
- 1 WC



Pièce	Appareil	Coef
Cuisine	Evier	2.5
	Lave vaisselle	1
Salle de bain	Lavabo	1.5
	Baignoire (200L)	3.5
	Lave Linge	1
WC	WC	0.5
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>



**➔ Méthode de calcul – Méthode Générale  
Installation Collective**

Perte de charge des canalisations

$$\Delta P = \frac{\Lambda \rho V^2}{D} L$$

Formule de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\Lambda}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\Lambda}} \right)$$

$\Delta P$	Perte de charge linéaire	Pa
$\Lambda$	Facteur de perte de charge	s.u.
$\rho$	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>
$D$	Diamètre intérieur du tube	m
$V$	Vitesse du fluide	m/s
$L$	Longueur de la canalisation	m
$\varepsilon$	Indice de rugosité des parois	m
$Re$	Nombre de Reynolds	s.u.

➔ **Méthode de calcul – Méthode Générale  
Installation Collective**

Formule approchée (rugosité = 0.0001 m quelque soit le matériau)

Unité des PdC	Eau Froide	Eau Chaude	Unités
Pa/m	$j = 6 \times \frac{V^{1.848}}{D^{1.279}}$	$j = 5.65 \times \frac{V^{1.896}}{D^{1.276}}$	j D V Pa/m m m/s
mCE/m	$j = 4.12 \times \frac{V^{1.848}}{D^{1.279}}$	$j = 3.8 \times \frac{V^{1.896}}{D^{1.276}}$	j D V mCE/m mm m/s

j      Perte de charge linéaire  
D      Diamètre intérieur du tube  
V      Vitesse du fluide

**DTU 60.11 - Partie 1-1**  
**Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire**

**➔ Méthode de calcul – Méthode Générale  
Installation Collective**

Abaques

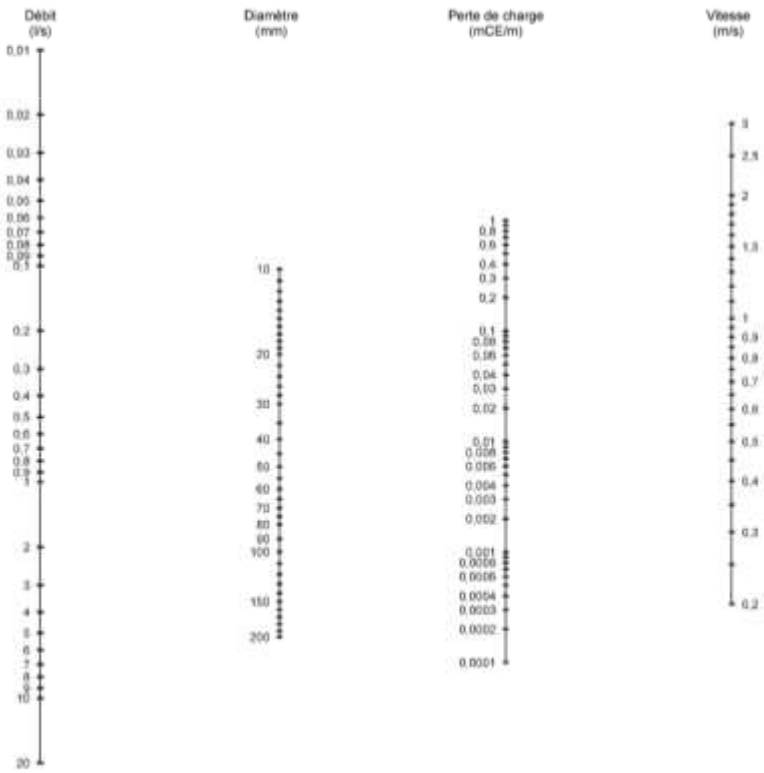


Figure 2 — Abaque pour le calcul des conduites d'eau froide

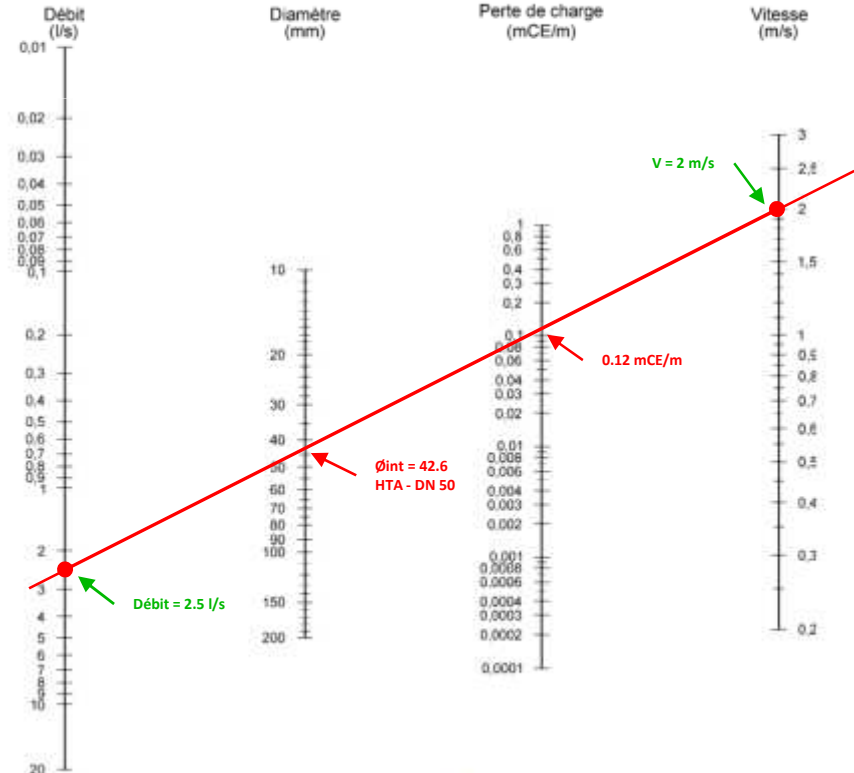
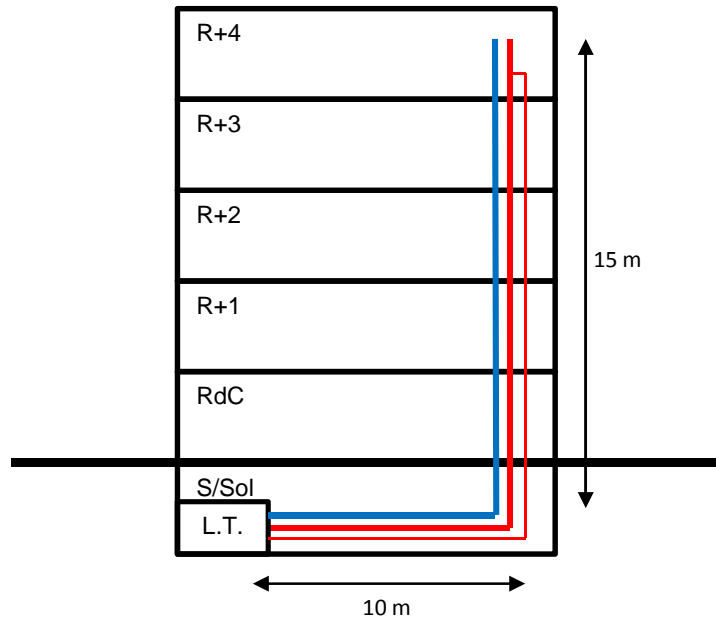


Figure 3 — Abaque pour le calcul des conduites d'eau chaude

**DTU 60.11 - Partie 1-1**  
**Réseaux d'alimentation Eau Froide et Chaude Sanitaire**

**Exemple - Installation Collective**

Calcul des pertes de charges en mCE



EF	HTA-F	DN50		$\varnothing_{int} = 42.6 \text{ mm}$
ECS	HTA	DN50	PN16	$\varnothing_{int} = 42.6 \text{ mm}$
Bouclage	HTA	DN32	PN16	$\varnothing_{int} = 27.2 \text{ mm}$

**Tronçon n°1 : Départ ECS - Partie Sous Sol**

Hyp :  $V=2 \text{ m/s}$      $D =42.6 \text{ mm}$      $Lg =10 \text{ m}$

Calcul :

$$\Rightarrow J = Lg \times [ 3.8 \times V^{1.896} / D^{1.276} ]$$

$$\Rightarrow J = 10 \times [ 3.8 \times 2^{1.896} / 42.6^{1.276} ]$$

$$\Rightarrow J = 1.179 \text{ mCE}$$

PdC (mCE)	Eau Froide	Eau Chaude	Retour ECS
Sous sol	1.222	1.179	1.816
Colonne Montante	1.077	1.025	2.089
<b>TOTAL</b>	<b>2.299</b>	<b>2.204</b>	<b>3.905</b>

**Rappel**

<b>Eau Froide</b>	<b>Eau Chaude</b>
$j = 4.12 \times \frac{V^{1.848}}{D^{1.279}}$	$j = 3.8 \times \frac{V^{1.896}}{D^{1.276}}$

## **Domaine d'application**

- Conception et Dimensionnement des réseaux bouclés d'eau chaude sanitaire pour les installations intérieures des bâtiments à usage d'habitation ou de bureaux.
- Bouclage du réseau collectif de distribution d'eau chaude sanitaire = maintenir en tout point de la boucle une température de consigne.
- Applicable dans toutes les zones climatiques ou naturelles françaises, y compris en climat tropical humide. *Métropole + Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion et Mayotte.*

## DTU 60.11 : Intégration du bouclage

### ➤ Règles de dimensionnement:

**Vitesse minimale** : Limiter les dépôts et biofilm

→ 0,2 m/s

**Diamètre minimal** : Limiter risque d'obstruction par entartrage

→ Tubes cuivre : 14x1

→ Tubes PVC-C : 12,4/16

→ Tubes PEX ou PB : 16x1,5

→ Autres matériaux :  $\varnothing_{\text{Intérieur}} \geq 12 \text{ mm}$

**Passage de fluide** : Limiter le risque de colmatage

→ 1 mm dans l'organe de réglage

### ➤ Règles de conception générale :

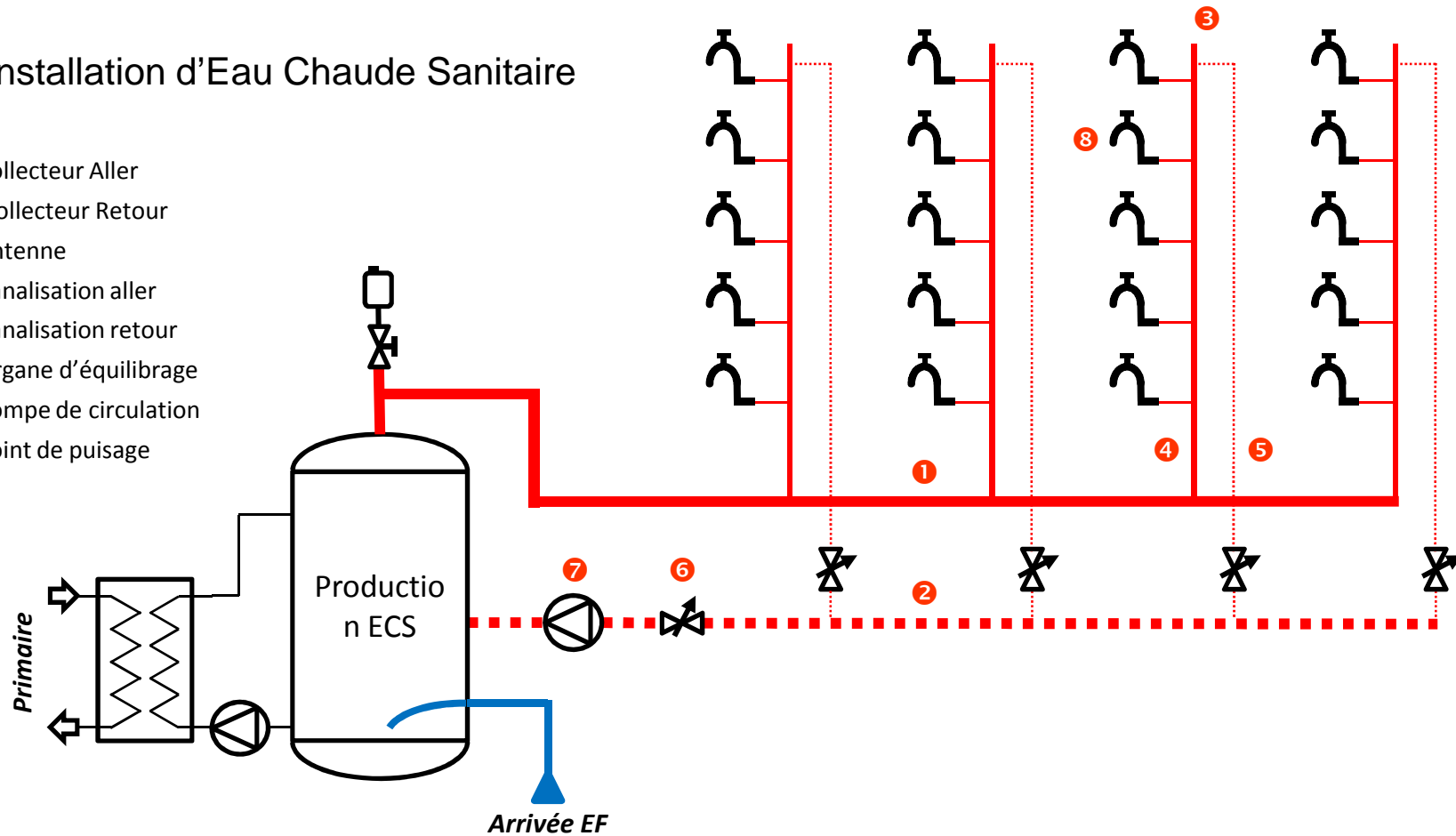
**Longueur des antennes** :  $\leq 8\text{m}$

**Minimiser le nombre de boucle** : Compatible avec l'exploitation du bâtiment, multibouclage à proscrire

## ➔ Définitions

### ■ Installation d'Eau Chaude Sanitaire

- ① Collecteur Aller
- ② Collecteur Retour
- ③ Antenne
- ④ Canalisation aller
- ⑤ Canalisation retour
- ⑥ Organe d'équilibrage
- ⑦ Pompe de circulation
- ⑧ Point de puisage



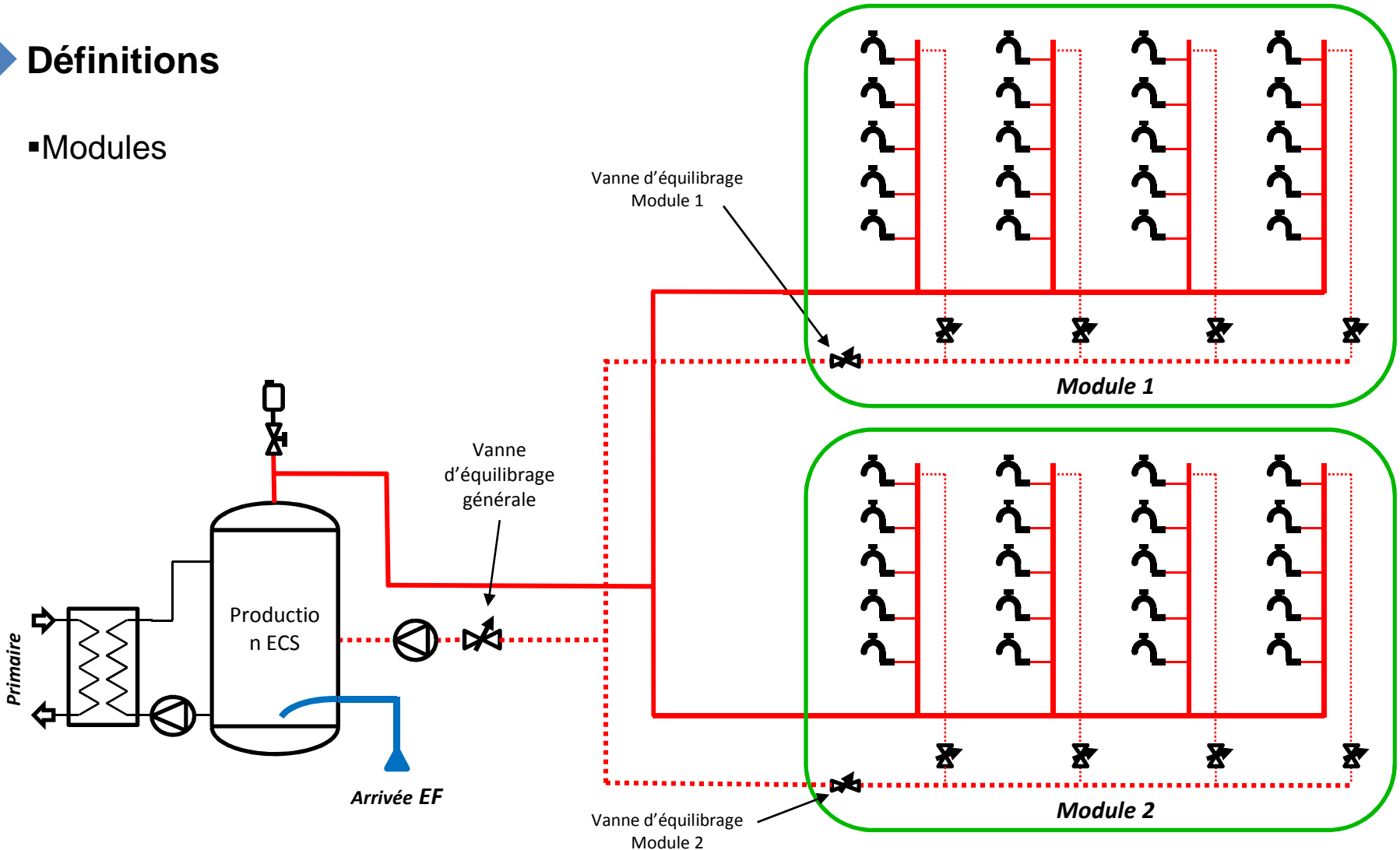


# DTU 60.11 - Partie 1-2

## Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

### ➔ Définitions

- Modules



## DTU 60.11 - Partie 1-2

### Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

#### ➔ Règles Générales

- Température > 50°C en tout point du réseau de distribution (exception des tubes finaux)  
*Arrêté du 30 Novembre 2005*
  
- Dimensionnement
- Calorifuge des parties maintenues en température
- Coefficient de perte  $\leq 3.3 \times \text{Ø}_{\text{ext}} + 0.22$  W/m.°K
- Vitesse de retour de boucle Minimum 0.20 m/s  
Conseillée 0.50 m/s
  - Diamètre minimal 12 mm
  - Vanne d'équilibrage Ouverture minimale 1 mm
  - Bouclages = pas de puisage
  
- Conception
  - Longueur des antennes < 8 m
  - A proscrire : 1 boucle pour un point de puisage  
un faible nombre de point de puisage

## DTU 60.11 - Partie 1-2

### Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

	Action	Données Entrées	Données de Sortie	Vérification
1	Calcul des réseaux aller selon textes en vigueur (DTU 60.11 P1-1)	Plan du réseau, Appareils à desservir	Diamètres des tronçons de canalisation	
2	Calcul de l'isolation des canalisations aller	Diamètres aller Nature de l'isolant	Épaisseur	
3	Pertes thermiques des canalisations aller	Diamètres, épaisseur et nature de l'isolant, Température de fluide, Températures Ambiantes	Pertes thermiques de chaque tronçon	
4	Calcul des débits de bouclage	$\Delta\theta_{\text{chaque boucle}} = \frac{1}{2} \Delta\theta_{\text{total}}$ Diamètre intérieur des canalisations de retour	Débits de chaque boucle	$0,2 \text{ m/s} < V_{\text{retours}} < 0,5 \text{ m/s}$
5	Calcul du débit total de bouclage	Débits de chaque boucle	Débit total	
6	Calcul du collecteur retour	Débits	Diamètres	Vitesse inférieure à 1 m/s $D_{\text{retour}} \leq D_{\text{aller}}$
7	Calcul de l'isolation des canalisations et collecteur retour et des pertes thermiques	Diamètres retour Nature de l'isolant	Épaisseur	
8	Calcul des températures sur les tronçons retour du collecteur	Pertes thermiques Débits	Températures	Faire les vérifications indiquées au 5.4.8
9	Calcul perte de charge du réseau le plus défavorisé	Débits, diamètres, coefficient de pertes de charges, pertes de charge singulières	Perte de charge	
10	Calcul des pertes de charge à ajouter sur chaque boucle	Perte de charge du réseau le plus défavorisé Pertes de charge des boucles	Perte de charge organe d'équilibrage	Organe d'équilibrage dans sa zone de fonctionnement. Ouverture > 1 mm
11	Calcul de la hauteur manométrique nécessaire	Perte de charge du réseau défavorisé Pertes de charge singulière Perte de charge réseau générateur	Hauteur manométrique de la pompe	Circulation pendant les puisages

# DTU 60.11 - Partie 1-2

## Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

### ➔ Formules

*Tableau 1 — Symboles et définitions*

Terme	Symbole	Unité
Vitesse d'écoulement	$v$	m/s
Débit-volume	$q$	m <sup>3</sup> /h
Longueur de canalisation	$L$	m
Diamètre intérieur de la canalisation	$d_i$	m
Diamètre extérieur de la canalisation	$d_e$	m
Diamètre intérieur isolant	$d_{i,isol}$	m
Diamètre extérieur isolant	$d_{e,isol}$	m
Epaisseur de la canalisation	$s$	m
Conductivité thermique de la canalisation	$\lambda_{tube}$	W/(m·K)
Conductivité thermique de l'isolant	$\lambda_{isol}$	W/(m·K)

Terme	Symbole	Unité
Coefficient d'échange superficiel	$h_e$	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Coefficient de transmission thermique linéique	$UI$	W/(m·K)
Perte de charge	$\Delta P$	Pa
Température de l'air ambiant	$\theta_a$	°C
Température de l'eau	$\theta_e$	°C
Écart (chute) de température de l'eau	$\Delta\theta_e$	K
Écart (chute) de température de calcul	$\Delta\theta_{e,cal}$	K
Perte thermique d'une canalisation	$Q$	W
Coefficient de perte de charge	$\Lambda$	-

## DTU 60.11 - Partie 1-2

### Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

#### ➔ Formules

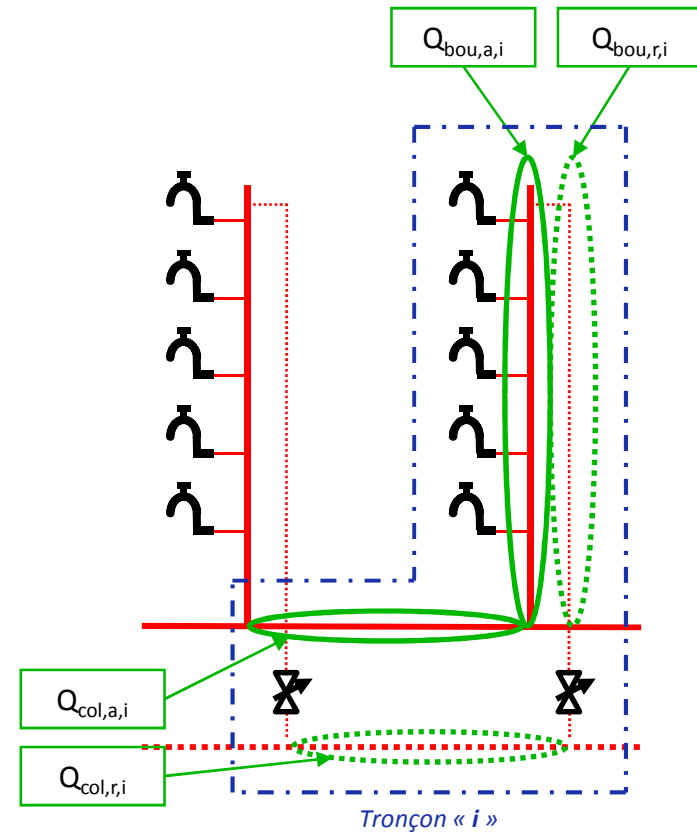
<p style="text-align: center;"><b>1 - Coefficient de transfert thermique linéaire d'une canalisation isolée</b></p> $UI = \frac{2\Pi}{\frac{1}{\lambda_{\text{tube}}} \cdot \ln\left(\frac{d_e}{d_i}\right) + \frac{1}{\lambda_{\text{isol}}} \cdot \ln\left(\frac{d_{e,\text{isol}}}{d_{i,\text{isol}}}\right) + \frac{2}{h_e \cdot d_{e,\text{isol}}}}$ <p>Par défaut : <math>h_e = 10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>2 - Perte thermique de la canalisation</b></p> $Q = UI \cdot L \cdot (\theta_e - \theta_a)$
<p style="text-align: center;"><b>3 - Chute de température dans la canalisation</b></p> $\Delta\theta_e = \frac{Q}{q \cdot \rho \cdot c} = \frac{Q}{1160q}$ <p><i>Pour l'eau :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Masse volumique = 1000 kg/m<sup>3</sup></li> <li>■ Capacité thermique massique = 4 180 J/kg.K = 1.16 Wh/kg.K</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>4 - Pertes de charge des canalisations</b></p> $\Delta P = \frac{\Lambda}{D} \times \frac{\rho V^2}{2} \times L$ $\frac{1}{\sqrt{\Lambda}} = -2\log\left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{\text{Re}\sqrt{\Lambda}}\right)$ <p>Dito DTU 60.11 - Partie 1.1</p>

## ➔ Méthodologie

- Repérage de chaque tronçon
- Définir les pertes thermiques du tronçon « i »
  - $Q_{col,a,i}$  Perte thermique du collecteur aller
  - $Q_{bou,a,i}$  Perte thermique de la boucle aller
  - $Q_{col,r,i}$  Perte thermique du collecteur retour
  - $Q_{bou,r,i}$  Perte thermique de la boucle retour
- Calcul des pertes thermiques Aller et Retour :

$$Q_{aller} = \sum Q_{col,a,i} + \sum Q_{bou,a,i}$$

$$Q_{retour} = \sum Q_{col,r,i} + \sum Q_{bou,r,i}$$



## ➔ Bouclage ECS

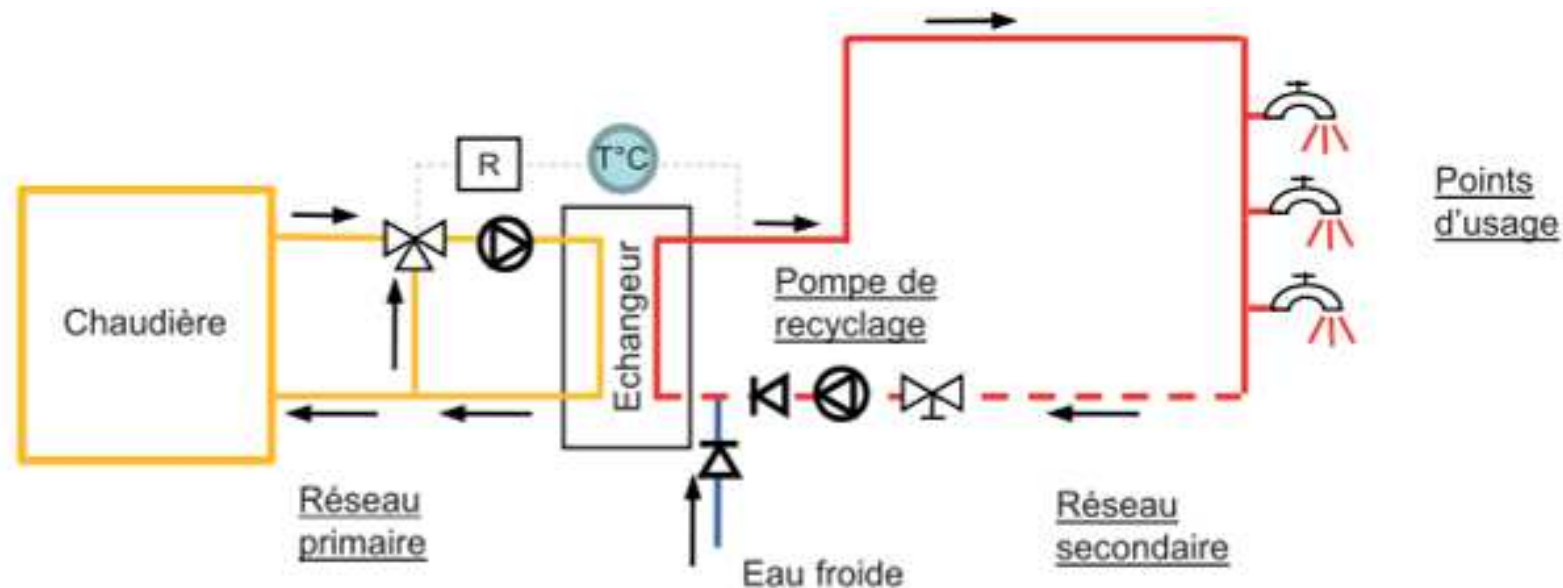
- Vannes d'équilibrage sur chaque retour de boucle (colonne et général module)
- Dimensionnement
  - Calorifuge des parties maintenues en température
  - Coefficient de perte (W/m.°K)  $\leq 3.3 \times \varnothing_{\text{ext}} + 0.22$
  - Vitesse de retour de boucle 0.20 m/s Minimum 0.50 m/s Conseillée
  - Diamètre minimal 12 mm
  - Vanne d'équilibrage (Ouverture minimale) 1 mm
  - Longueur des antennes < 8 m

# Les débits d'un réseau ECS bouclé



Ne pas confondre le débit de puisage et le débit de bouclage

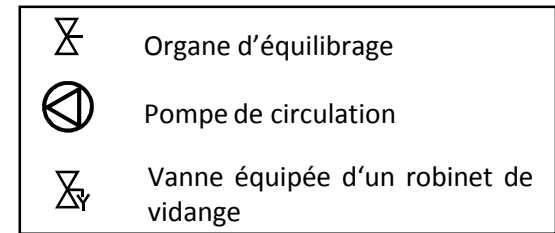
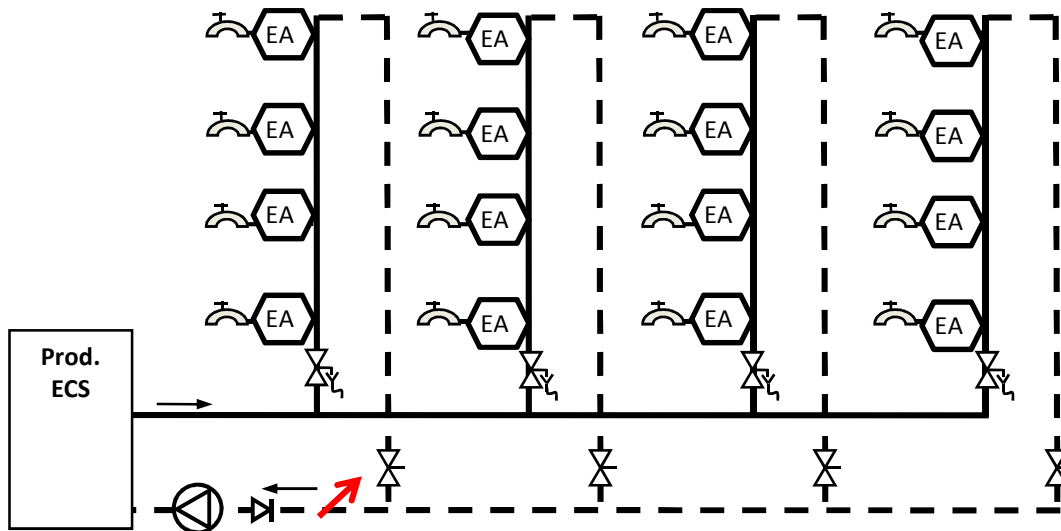
- Débit de Puisage ( $Q_p$ ) = Consommation d'eau ECS (circuit ouvert)
- Débit de bouclage ( $Q_b$ ) = Maintient en température la boucle (circuit fermé)





# Défaut d'équilibrage (I)

→ Les organes de réglage sont en dehors de leur plage de fonctionnement



Colmatage des organes de réglage



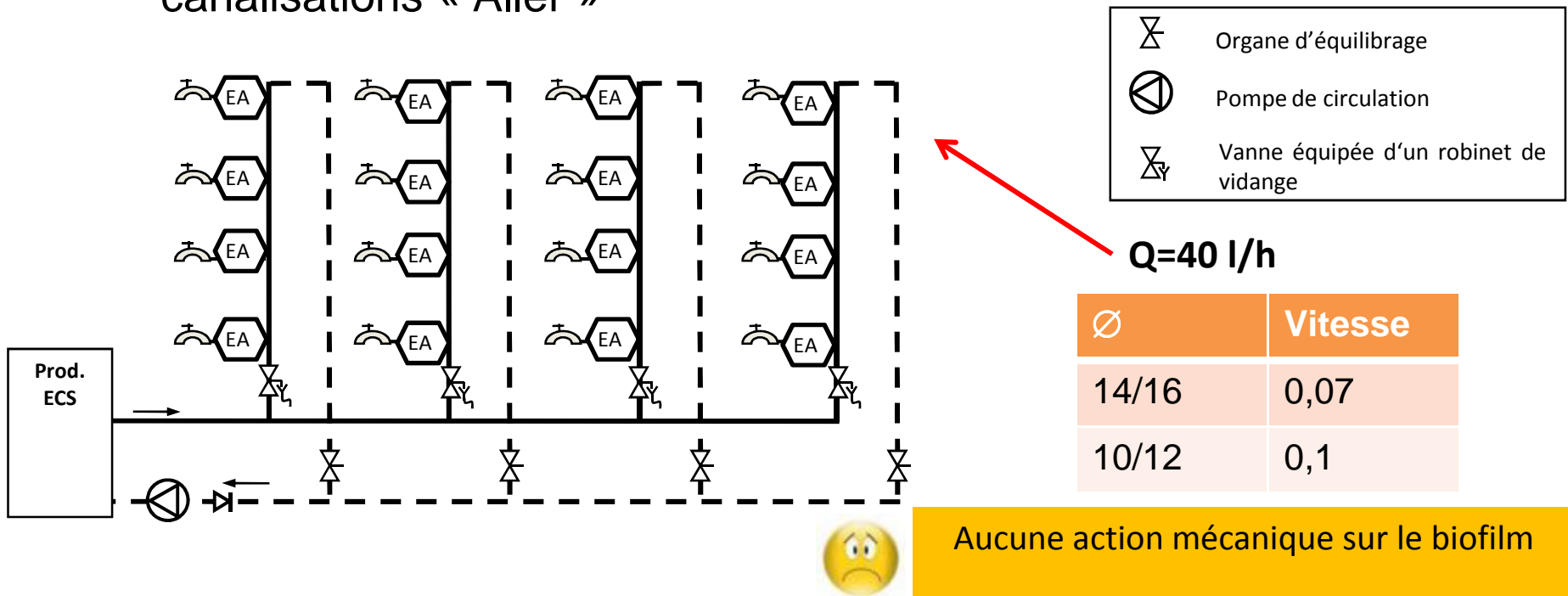
pdc	débit	Kv	Hauteur de passage
2 mCE	40 l/h	<del>0,1</del>	/
2 mCE	100 l/h	0,22	0,1 mm

Excès de bridage

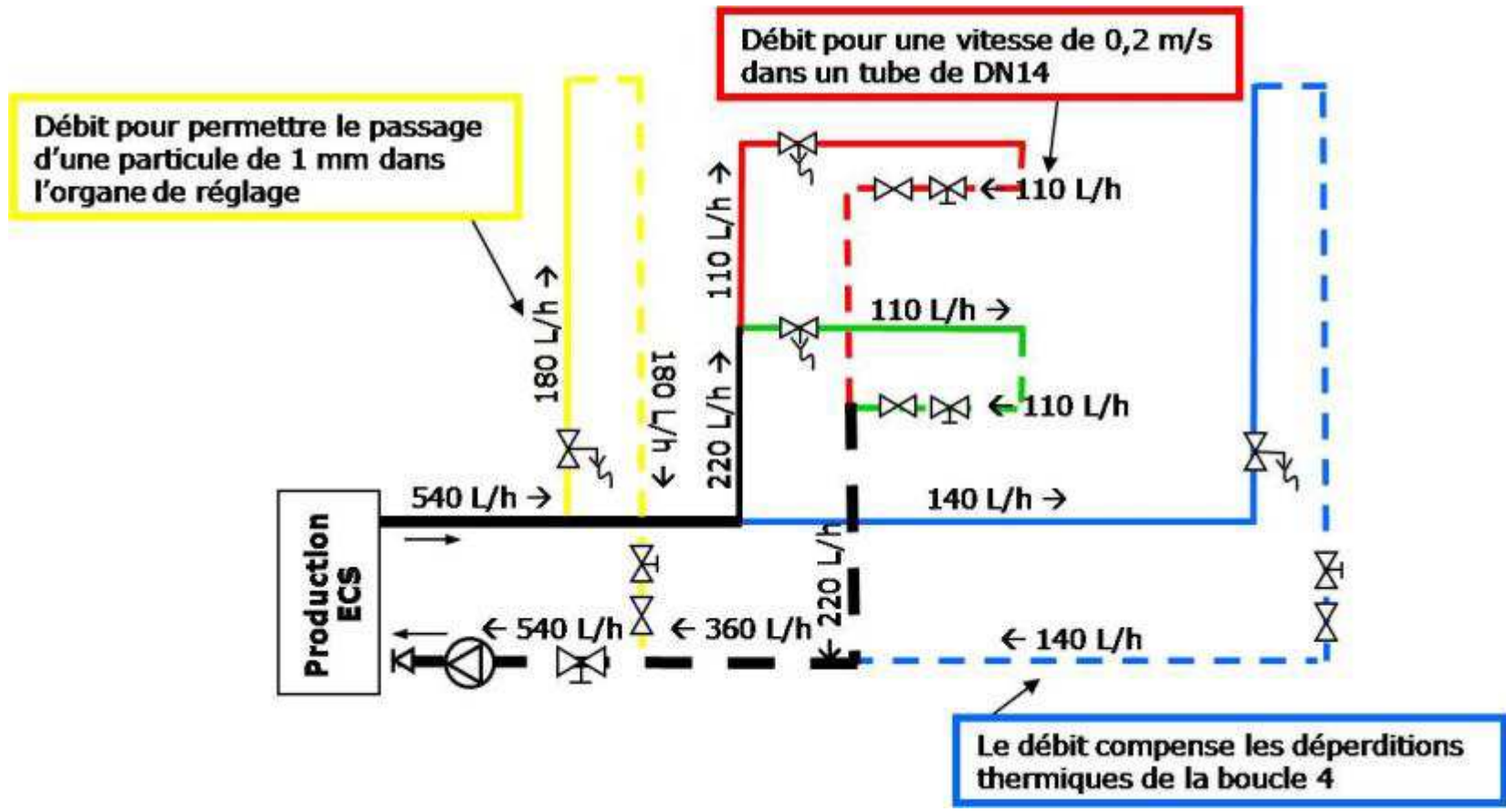
# Défaut d'équilibrage (II)

- Calcul erroné du dimensionnement ECS basé exclusivement sur les déperditions thermiques :

Débit = déperditions / 5°C conduit à choisir 2 en dessous des canalisations « Aller »



# Exemple de répartition des débits de bouclage



# Opération d'équilibrage

- Objectif : Créer une perte de charge pour chaque circuit pour répartir le débit total en fonction des débits de bouclage retenus

## Positions des organes de réglage

Circuit	Débit	Perte de charge à absorber (mmCE)	Kv	Position de réglage <sup>a</sup> (nbre de tours)	Distance de passage <sup>b</sup> (en mm)
1	180	1 844,4	0,42	2,2	1
2	110	0	ouvert	4	2
3	110	506	0,49	2,3	1,15
4	140	187,9	1,02	4	2

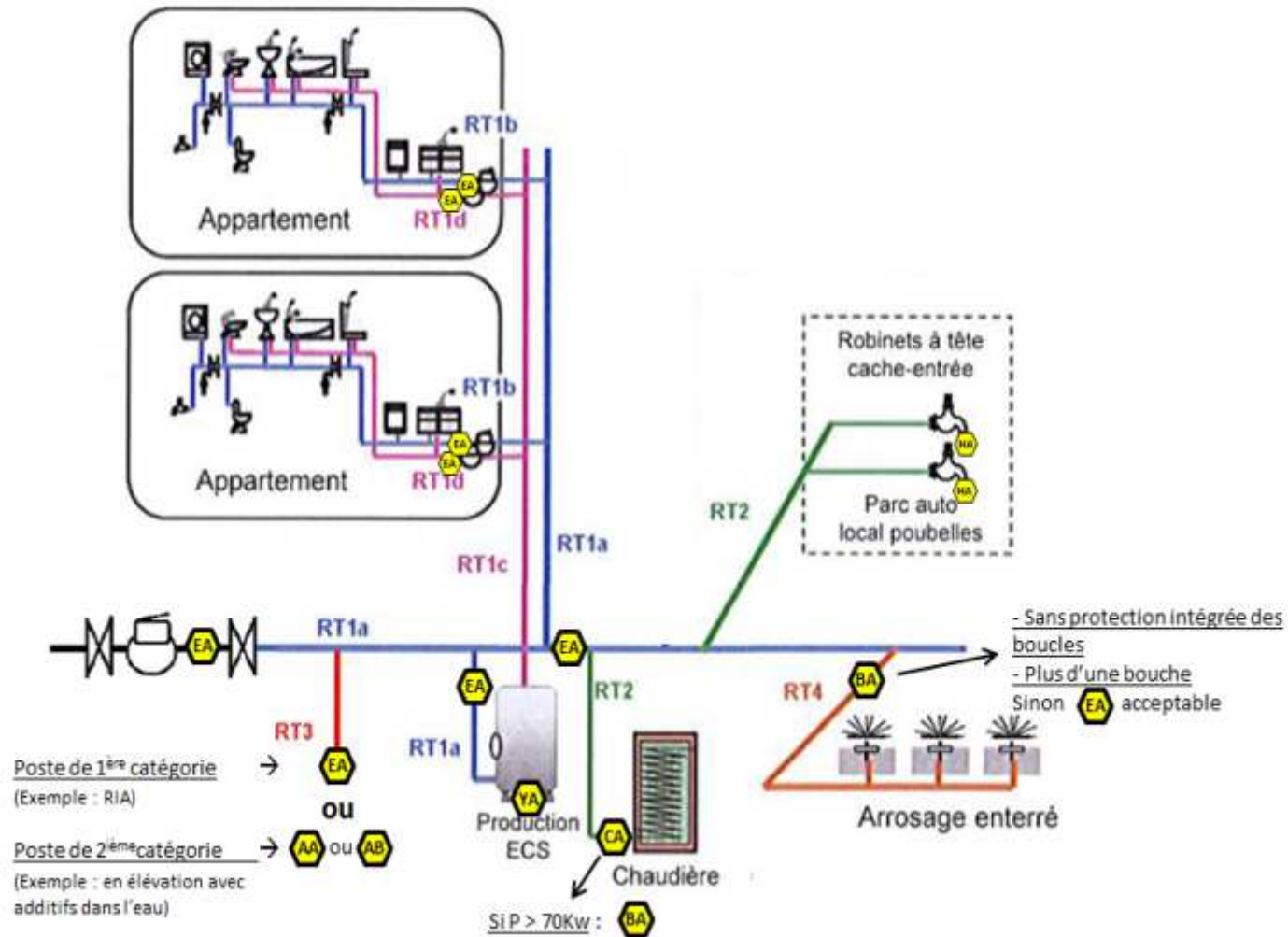
a. Les positions de réglage sont obtenues à l'aide d'un abaque fourni par le constructeur de l'organe de réglage.

b. Données constructeur.

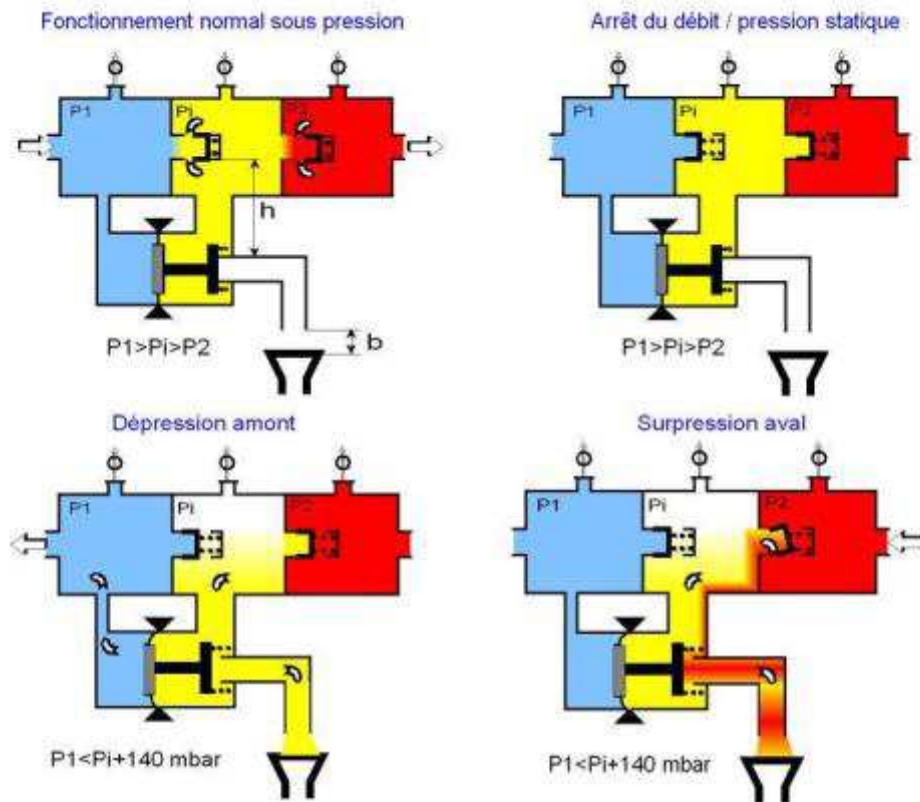
# DTU 60.1 : Protection contre la pollution de l'eau

## 6.4.4 Protection antipollution

La mise en œuvre de la protection antipollution comprend l'installation complète de l'ensemble de protection (dispositifs et éléments associés) et doit être réalisée conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1717.

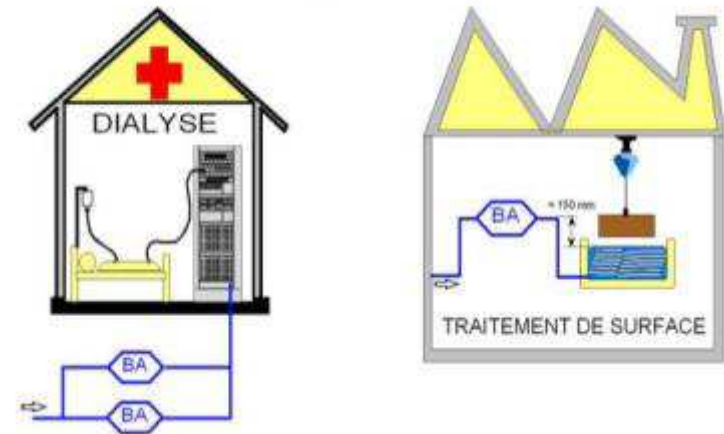


# Disconnecteur "BA" à zone de pression réduite contrôlable

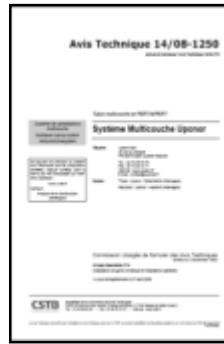
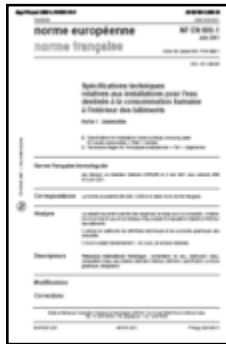


Exemples d'application

Exemples d'application



# Contexte pararéglementaire



- Normes EN 806 (1 à 5)
- Normes produits, Avis TEChniques (ATEC) et Cahiers des prescriptions techniques

- Référentiels de certification





# Le maintien en température

## ➤ Le traceur électrique



Produits  
traditionnels



Produits  
innovants



Le marquage CE est un marquage européen obligatoire. Il n'est pas un label de qualité





# Constats

- Présence régulière de légionelles dans les installations de distribution d'eau intérieure
  - Etablissements sanitaires et médico-sociaux
  - ERP, habitat collectif
- Dysfonctionnements récurrents observés sur le réseau de distribution
- Des réseaux parfois non entretenus, des organes défectueux (vannes de coupure, clapets, vannes d'équilibrage, *etc.*)
- Impact économique important (ex : CIHD Doué la fontaine)
  - Travaux (100 000 €)
  - Consommables (140 000 € filtres anti-légionelles)

# Objectifs

- Maîtriser la qualité sanitaire de l'eau (chimique et microbiologique) des installations intérieures de distribution
  - Sécuriser et protéger le maître d'ouvrage dans son projet de rénovation ou de construction
  - Identifier la responsabilité des acteurs
  - Améliorer les pratiques des professionnels (maintenance, conception et mise en œuvre)
- Action 3 PRSE 2010-2013 : améliorer la qualité de l'eau distribuée dans les réseaux publics et les réseaux intérieurs

# Méthodologie

- Collaboration ARS/CSTB pour l'expertise acquise sur le plan technique

➔ **Centre Scientifique et technique du Bâtiment (CSTB)**



Guide technique de conception et de réalisation des réseaux (Nov. 2003)

Guide technique d'exploitation (Oct. 2005)

Maîtrise du risque de développement de légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire

<http://www.cstb.fr/competences/developpement-durable/eau.html>



# Méthodologie

## ➤ Constitution d'un groupe de travail représentatif

<b>Animation/rédaction</b>	<b>CSTB</b>
Maîtrise d'ouvrage (établissements de santé et médico-sociaux),	Hôpital de Bouin (85), Hôpital de Doué la Fontaine (49)
Services techniques d'établissements sanitaires,	CH St Nazaire(44), CHU Angers(49)
Maîtrise d'œuvre, Bureaux d'études	Quille Construction – Bouygues (44), Architectes Ingénieurs Associés (44)
Installateurs,	Eiffage, SPIE
Sociétés de maintenance	Cofely, Dalkia
Praticien en hygiène	Clinique Jules Verne
Autorité sanitaire	ARS Pays-de-la-Loire

# Principes de la démarche

- Production de documents opérationnels pouvant servir de CCTP, d'annexe technique,...
- Public : hôpitaux, cliniques, EPHAD
- Documents **adaptables, modifiables** par les établissements en fonction du contexte et des choix internes



Document spécifique à  
la maintenance des  
réseaux



Document relatif à la  
conception des  
réseaux intérieurs

# Méthodologie

- 8 séances de travail
- Prise en compte des travaux d'actualisation des normes :



- 60.1 plomberie sanitaire pour bâtiments
- 60.11 règles de calcul des installation de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales
- Réglementation en vigueur (CSP, arrêté 30 novembre 2005, 1er février 2010,...)
- Guides techniques CSTB
- Référentiels de certification



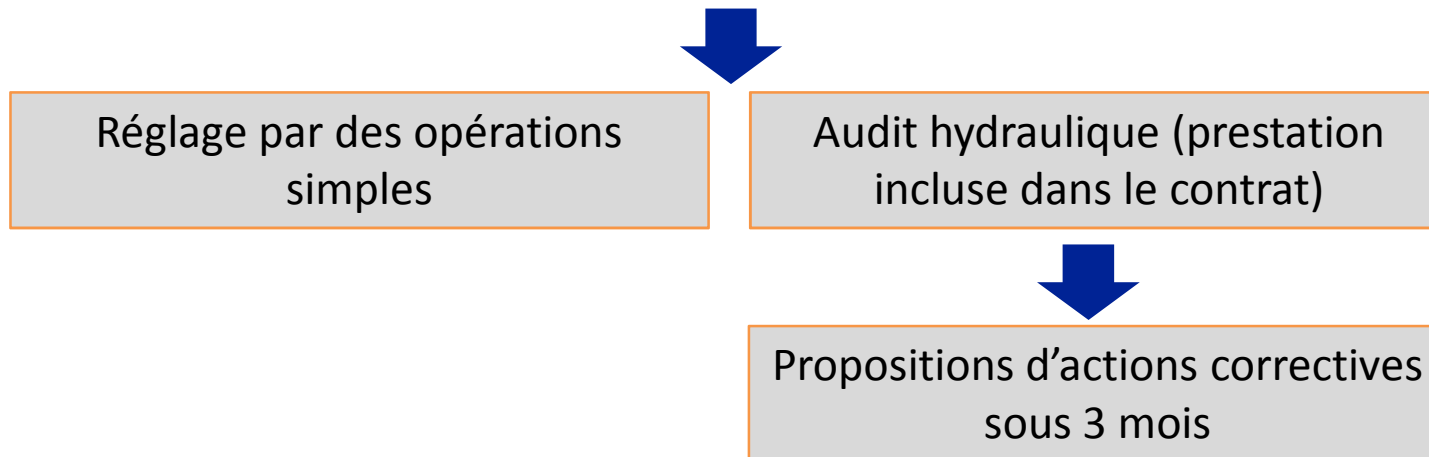
# Document maintenance des réseaux

- Objectif : assurer un fonctionnement du réseau optimal par des opérations de conduite et d'entretien préventive ou corrective
- Périmètre retenu : conduite et maintenance du réseau du compteur d'eau froide jusqu'aux points d'usage
- Document sous forme de CCTP
  - Répartition claire des tâches entre maître d'ouvrage et prestataire
  - Choix du GT : maintenance technique par un même opérateur pour l'ensemble du réseau

# Document maintenance des réseaux

## ➤ A la prise en charge du réseau

- Si réseau neuf → vérification du réglage hydraulique sur la base des notes de calculs de l'installateur
- Si réseau existant → vérification du réglage hydraulique sur la base du plan d'équilibrage **si existant**
- **OU** relevé des températures





# Document maintenance des réseaux

## ➤ A la prise en charge du réseau



Un seuil de coût de prise en charge des fournitures de remplacement sera défini dans le Cahier des Charges Administratifs Particuliers

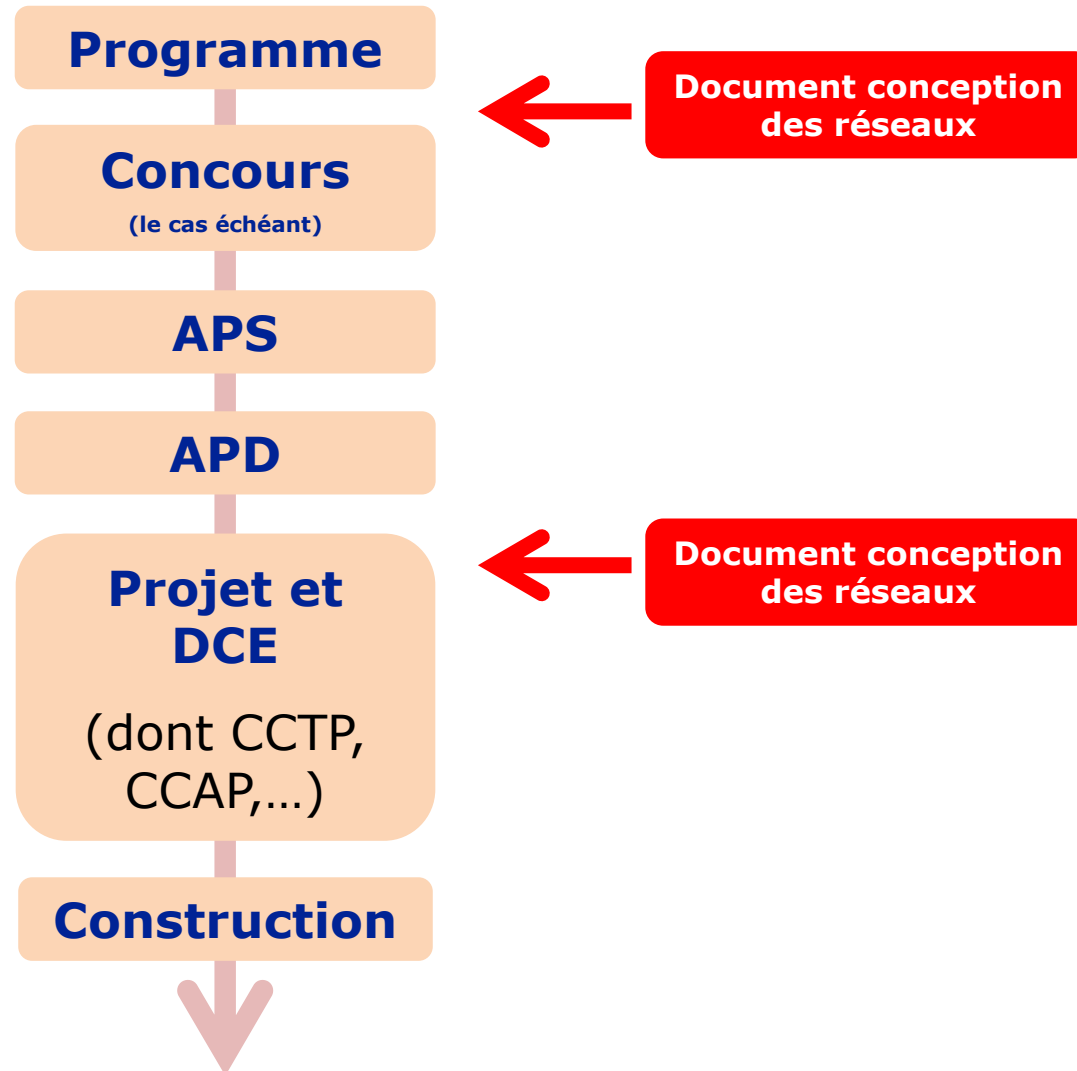
	GAMME DE MAINTENANCE	MAITRE D'OUVRAGE		PRESTATAIRE		FREQUENCE
		ECS	EF	ECS	EF	
ADOUCCISSEMENT	Contrôle de fonctionnement					H
	Bilans matières, suivi des consommations					M
	Nettoyage ou remplacement des filtres le cas échéant					T
	Détassage, régénération, rinçage, remise en service					S
	Désinfection des résines					A
	Nettoyage, désinfection du bac à sel					A
	Remplissage du bac à sel					Selon besoin
	Vérification de l'état des résines					5 ans
PRODUCTION	Vérification du fonctionnement des thermomètres (à l'aide d'un thermomètre de référence)			■	■	A
	Nettoyage, détartrage et désinfection (Ballons ECS, échangeur, réservoir EF)			■	■	A
	Contrôle des dégazeurs automatiques			■		A
	Contrôle des thermostats			■		
	Ballon individuel : vérification de la température de consigne sur un point d'eau non mitigé			■		S
	Contrôle de l'étanchéité des échangeurs			■		A
	Permutation des pompes de boucle			■		M
	Poste d'injection filmogène et/ou chloration en continu : Contrôle visuel du fonctionnement du poste d'injection et contrôle du niveau du bac			■	■	A chaque intervention
	Ballon électrique : Contrôle serrage connexions électriques, état câblage, coffret de commande et de puissance, anode sacrificielle			■		A
	Contrôle des clapets anti-pollution contrôlables et remplacement le cas échéant			■	■	A
	Vérifier l'étanchéité globale entre les réseaux ECS et EPS au niveau de la production					A
	Remplacement des clapets anti-pollution non contrôlables			■	■	5 ans
	Chasses de fonds de ballons			■		H
TRIBUTION	Vérification du disconnecteur, le cas échéant				■	A
	Contrôle des clapets anti-pollution contrôlables et remplacement le cas échéant			■	■	A
	Remplacement des clapets anti-pollution non contrôlables			■	■	5 ans
	Nettoyage des organes de réglage et des boucles par inversion du sens de circulation			■		S
	Vérifier étanchéité entre réseau ECS et réseau EPS			■	■	A

# Document maintenance des réseaux

## ➤ Surveillance de la température

- Développer les mesures en continu
  - Point de mise en distribution eau froide
  - Sortie production ECS
  - Retours de bouclage principaux
- Si boucles ECS équipées – exploitation et archivage des mesures
- Si boucles non équipées – réalisation de mesures en continu a minima sur 24 heures tous les 6 mois
- Rétrocession du matériel au maître d'ouvrage à l'issue du contrat

# Document conception des réseaux



# Document conception des réseaux

**ORGANISATION DU SUIVI DES OPERATIONS**

**DOCUMENTS DE REFERENCE CONTRACTUELS**

**PRINCIPE DE CONCEPTION**

**RESEAUX**

**EQUIPEMENTS**

**MISE EN ŒUVRE**

**MISE EN EXPLOITATION**

**DOCUMENTS D'EXECUTION**

# Document conception des réseaux

## ORGANISATION DU SUIVI DES OPERATIONS

- Un suivi des opérations à organiser (réunions)
  - Phase de conception
  - Phase de mise en œuvre
  - Préparatoire à la mise en eau

## DOCUMENTS DE REFERENCE CONTRACTUELS

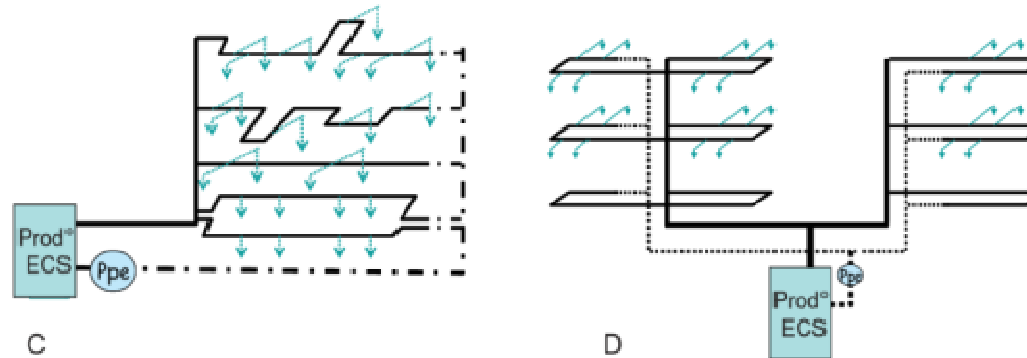
- Réglementation en vigueur (CSP, arrêté 30 novembre 2005, 1er février 2010,...)
- 60.1 plomberie sanitaire pour bâtiments
- 60.11 règles de calcul des installation de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales
- Guides techniques CSTB
- Référentiels de certification



# Document conception des réseaux

## PRINCIPE DE CONCEPTION

- Sectorisation des réseaux
- Favoriser une distribution horizontale (par étage, par service)



- Limiter le nombre de boucles (autour de 20)
- En cas de production solaire,... - stockage de l'énergie sur le réseau primaire
- En cas d'extension – prévoir diagnostic de l'existant

# Document conception des réseaux

## MISE EN ŒUVRE

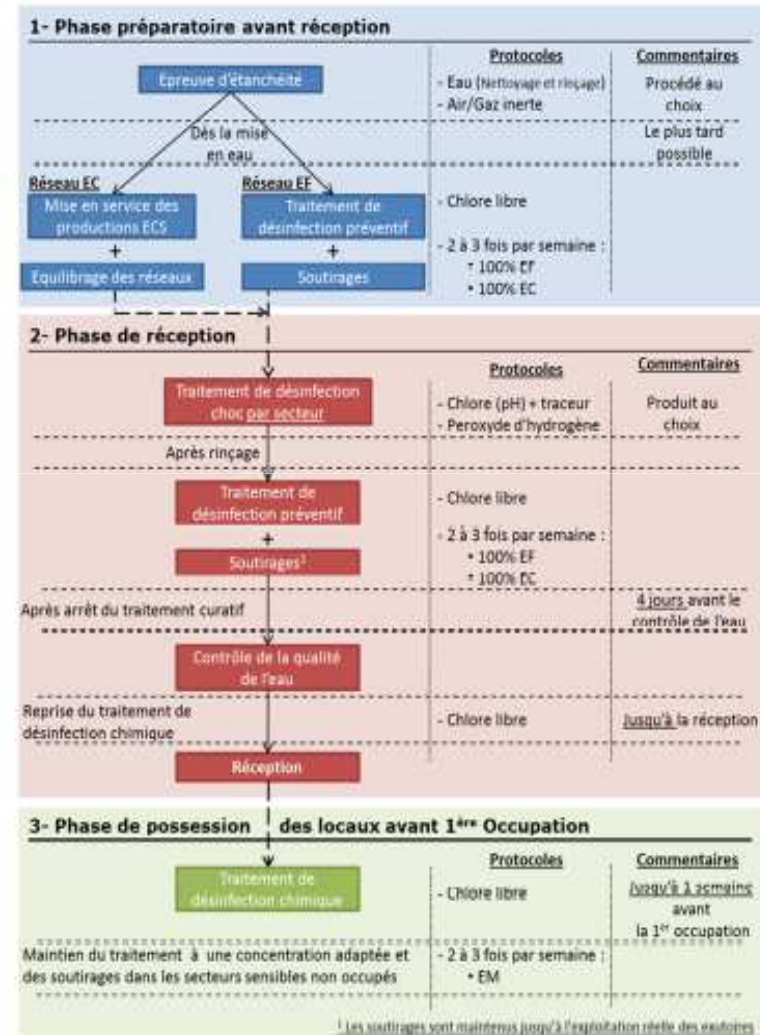
- Stockage des tubes hors sol (sous abri)
- Obturation des extrémités des tubes

## MISE EN EXPLOITATION

- Epreuve d'étanchéité à l'air basse pression
- Après mise en eau – Désinfection préventive
- En attente réception travaux – puisage régulier à organiser par le maître d'oeuvre
- Après réception des travaux et jusqu'à emménagement – puisage régulier à organiser par le maître d'ouvrage

# Document conception des réseaux

**MISE EN  
EXPLOITATION**





# Document conception des réseaux

## DOCUMENTS D'EXECUTION

- Note de calculs
- Schéma de principe
- Plans de récolement (avec indication de réglages)

→ En ligne sur le site de l'ARS

<http://www.ars.paysdelaloire.sante.fr/Reseaux-interieurs.171681.0.html>



**Merci et bonne continuation.....**

**[antagua@wanadoo.fr](mailto:antagua@wanadoo.fr)**