

# Fiche technique

Numéro : 5 Volume : 1 Année : 2015



## Sélection d'un facteur de chicanage pour les calculs de CT

Mots clés : facteur de chicanage, temps de contact effectif, temps de retenue, concentration, calculs de CT

### La désinfection et le concept du CT

Pour affirmer que la désinfection s'est effectuée, les installations de traitement de l'eau (ITE) doivent avoir une concentration de désinfectant (C, mg/L) et un temps de contact (T, minutes) suffisants, à un pH et une température donnés. Le produit de C par T est appelé le CT et peut être utilisé pour mesurer le niveau de désinfection dans une ITE.

$$CT = \text{conc. désinfectant (C)} \times \text{temps de contact (T)}$$

Les valeurs du CT sont données dans la Marche à suivre pour désinfecter l'eau potable en Ontario publiée par le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC, 2006). Les désinfectants sont notamment le chlore libre, la chloramine, l'ozone et le dioxyde de chlore, et leurs concentrations résiduelles sont habituellement mesurées après la chambre de contact.

### Court-circuitage et utilisation du facteur de chicanage

Le temps de contact est la durée pendant laquelle un désinfectant est en contact avec l'eau. Parfois, l'eau peut contourner le circuit normal à travers une chambre de contact et atteindre la sortie de la chambre en un temps inférieur au temps de retenue hydraulique normal à cause de la présence de zones

mortes produisant ce qu'on appelle un court-circuit (figure 1). Lorsque cela se produit, le temps de contact réel est inférieur au temps de retenue calculé. En règle générale, on emploie des chicanes pour éviter les courts-circuits, pour guider l'écoulement de l'eau et pour allonger le circuit de l'eau. Le facteur de chicanage (FC) dépend de la proportion d'espace mort, de l'écoulement en piston (l'eau se déplace comme un piston à l'intérieur d'un pipeline) et de l'écoulement mixte dans une chambre de contact.

Pour comprendre le FC, il est important de connaître le temps de retenue hydraulique et le temps de contact effectif. Le temps de retenue hydraulique (TRH, min) est le rapport du volume de la chambre de contact (V, m<sup>3</sup>) sur le débit d'eau (Q, m<sup>3</sup>/min), ce qui donne sous forme d'équation : TRH=V/Q. Comme le temps de contact effectif (T<sub>10</sub>) est la durée pendant laquelle 10 % de l'eau traverse la chambre de contact de désinfection, il peut être utilisé comme une valeur prudente. L'utilisation de T<sub>10</sub> assure que 90 % de l'eau a un temps de contact supérieur à T<sub>10</sub>. Le FC est le rapport du temps de contact effectif (T<sub>10</sub>) sur le temps de retenue hydraulique (TRH). Un FC faible indique un degré élevé de court-circuitage ou un pourcentage élevé d'espace mort dans la chambre de contact (figure 1).

Le produit de FC par TRH donne le temps de contact effectif ( $T_{10}$ ) dans les calculs du CT.

$$CT = C \times T_{10} = C \times TRH \times FC$$

### Pourquoi le facteur de chicanage est-il important?

Un FC exact permet de calculer les valeurs correctes de l'inactivation et d'optimiser le rendement de la désinfection à maintenir. Si un FC réel est supérieur au FC estimé, une ITE peut faire des économies sur les produits chimiques de désinfection et réduire la formation de sous-produits de la désinfection. Si un FC réel est inférieur au FC estimé, on n'a peut-être pas satisfait aux exigences relatives à la désinfection.

### Comment le facteur de chicanage est-il sélectionné ou estimé?

Si une ITE n'a pas un FC précis, le FC est prudemment estimé selon les données du tableau 1 (pour des exemples, voir les

figures 1 à 3) ou encore selon les recommandations du fabricant. Il en résulte une grande réduction de la valeur calculée du CT. La figure 1 illustre des zones mortes sans chicane dans le bassin; tandis que les figures 2 et 3 illustrent des conditions de chicanage moyenne et supérieure, respectivement.

L'ajout de chicanes entraîne une augmentation du FC et réduit le pourcentage d'espace mort. Le FC peut aussi augmenter avec une augmentation du rapport de la longueur sur la largeur et d'autres modifications. Un FC élevé permet au désinfectant d'être distribué à travers une plus grande partie de la chambre de contact. S'il y a dans un bassin de contact un écoulement en piston, il n'y aura aucune zone morte et le FC aura une valeur de 1. Bien qu'un écoulement en piston constitue une situation idéale, ceci n'est pas réaliste dans les ITE.

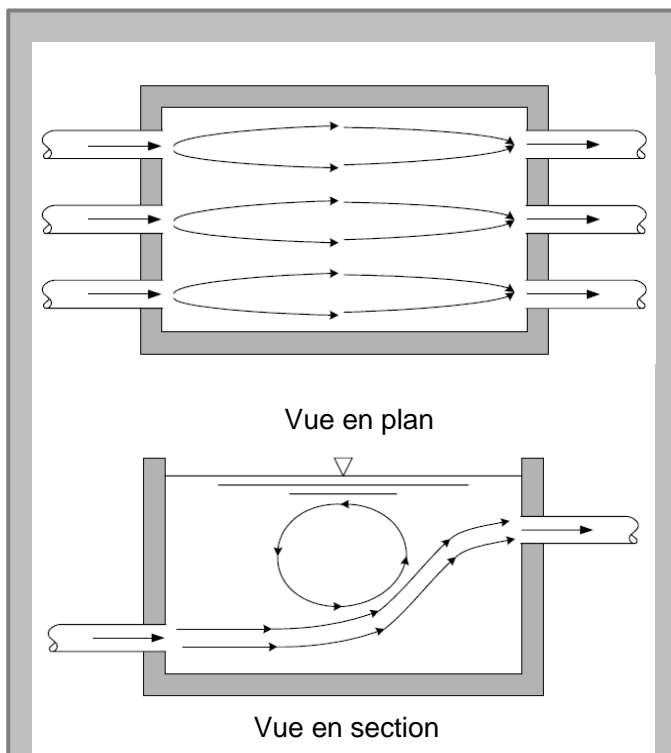


Figure 1 : Exemple d'un agencement médiocre des chicanes dans un puits de décantation rectangulaire (obtenu de l'EPA, 2003, États-Unis)

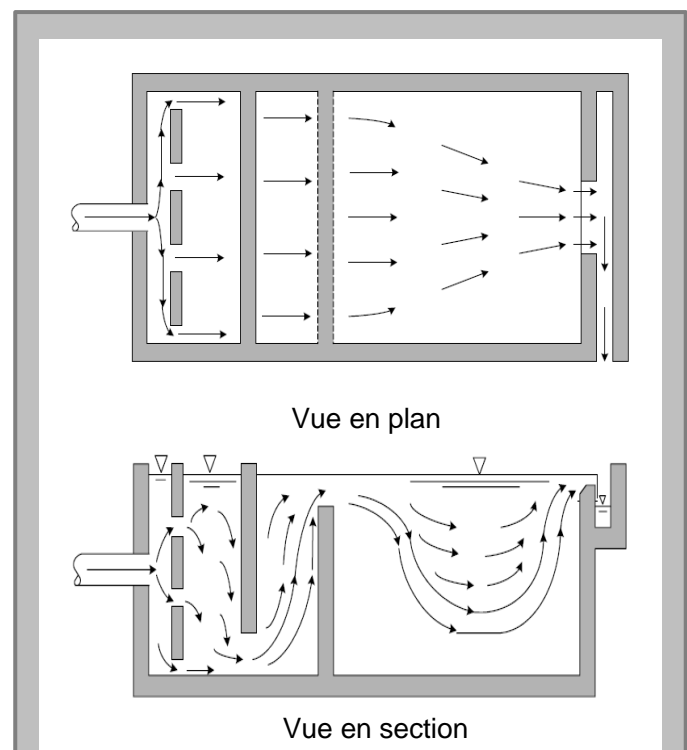


Figure 2 : Exemple d'un agencement moyen des chicanes dans un puits de décantation rectangulaire (obtenu de l'EPA, 2003, États-Unis)

Les ITE peuvent effectuer un essai de traçage pour caractériser le degré de mélange dans la totalité de la chambre de contact et peuvent déterminer un FC exact. Si un essai de traçage est effectué, des traceurs (qualité alimentaire ou certifiés 60/61 selon la norme ANSI/NSF) tels que du fluorure, du chlorure, du baryum ou du sodium peuvent être injectés à l'entrée et mesurés à la sortie. Il est possible d'utiliser la méthode d'injection unique (tout en une seule fois) ou la méthode d'injection progressive (injection continue) avec différents débits. Teefy (1996) donne le protocole de la conduite d'un essai de traçage. Une modélisation de la dynamique numérique des fluides (DNF) à deux et trois dimensions peut aussi être utilisée pour estimer un FC (Templeton *et al.*, 2006). La modélisation par DNF peut donner une estimation raisonnable d'un FC durant la phase de préconstruction, qui permet d'évaluer divers agencements des chicanes, ou durant la phase de la postconstruction, mais est moins précise qu'un essai de traçage (Templeton *et al.*, 2006).

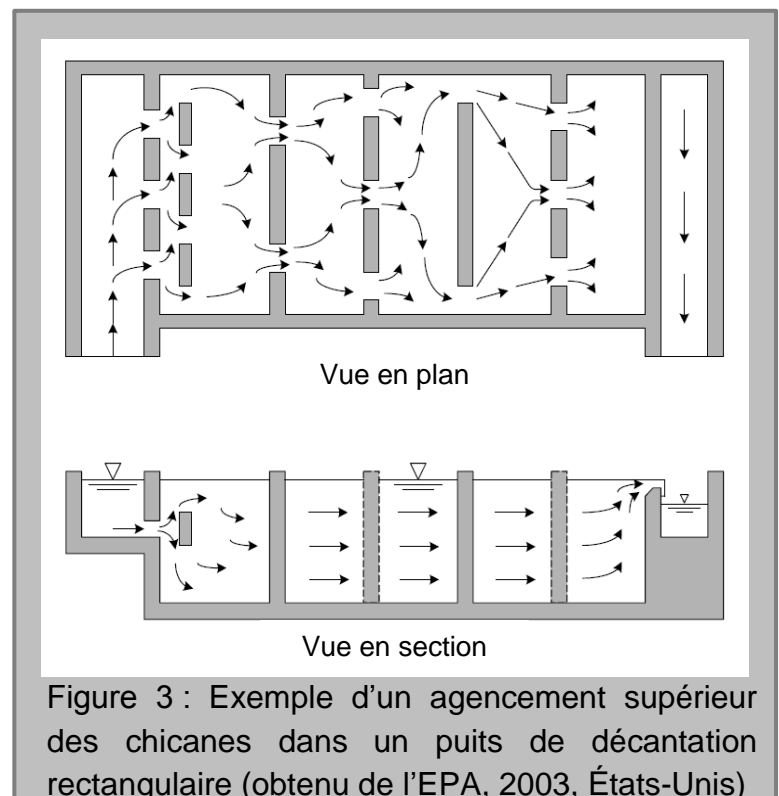


Figure 3 : Exemple d'un agencement supérieur des chicanes dans un puits de décantation rectangulaire (obtenu de l'EPA, 2003, États-Unis)

**Tableau 1.** Agencement typique des chicanes (MEACC, 2006)

Agencement des chicanes	Rapport $T_{10}/TRH$	Description du chicanage
Sans chicane (écoulement mixte) Entrée et sortie séparées	0,1	Aucune chicane, bassin agité, rapport très faible de la longueur sur la largeur, vitesse élevée d'écoulement aux entrées et aux sorties.
Médiocre	0,3	Entrées et sorties simples ou multiples sans chicane, aucune chicane dans le bassin.
Moyen	0,5	Entrée et sortie avec chicanes et chicanes supplémentaires dans le bassin.
Supérieur	0,7	Chicane d'entrée perforée, chicanes dans le bassin en serpentif ou perforées, déversoir de sortie ou goulottes perforées.
Parfait (écoulement en piston)	1,0	Rapport très élevé de la longueur sur la largeur (écoulement en piston).

### Exemple :

Le puits de décantation d'une installation de traitement d'eau de surface a pour objectif l'obtention d'une inactivation de 0,5 log de *Giardia* à une température de 5 °C et un pH de 7,5, au moyen d'un niveau de chlore libre minimal de 1,0 mg/L. Le temps de retenue hydraulique pour un puits de décantation est 55 minutes. L'ITE utilise une configuration semblable pour le puits de décantation illustré à la figure 3, et l'on a supposé que le FC était égal à 0,6. Selon la Marche à suivre pour désinfecter l'eau potable en Ontario (2006), le CT exigé est de 30 mg-min/L pour une inactivation de 0,5 log de *Giardia*.

La valeur CT calculée pour le puits de décantation est 33 mg-min/L :

$$CT = C \times TRH \times FC$$

$$CT = 1 \text{ mg/L} \times 55 \text{ min} \times 0,6$$

$$CT = 33 \text{ mg-min/L}$$

Comme la valeur CT calculée est supérieure à la valeur CT exigée par la Marche à suivre pour désinfecter l'eau potable en Ontario (2006), l'installation est jugée conforme aux exigences de la réglementation. L'ITE a par la suite effectué un essai de traçage du puits de décantation pour valider son FC.

**Cas A)** Le FC mesuré au moyen de l'essai de traçage est 0,7. Si les autres conditions et

paramètres restent tous identiques, une valeur CT plus élevée (38,5 mg-min/L) que ce qui est requis sera obtenue, et une optimisation supplémentaire sera possible.

La valeur CT mesurée dans le cas A est 38,5 mg-min/L :

$$CT = C \times TRH \times FC$$

$$CT = 1 \text{ mg/L} \times 55 \text{ min} \times 0,7$$

$$CT = 38,5 \text{ mg-min/L}$$

**Cas B)** Le FC mesuré au moyen de l'essai de traçage est 0,5. Si les autres conditions et paramètres restent tous identiques, une valeur CT plus faible (27,5 mg-min/L) que ce qui est requis sera obtenue, et par conséquent, une activation de 0,5 log de *Giardia* ne sera pas réalisée.

La valeur CT mesurée pour le cas B est 27,5 mg-min/L :

$$CT = C \times TRH \times FC$$

$$CT = 1 \text{ mg/L} \times 55 \text{ min} \times 0,5$$

$$CT = 27,5 \text{ mg-min/L}$$

En conclusion, les facteurs de chicanage peuvent avoir une incidence sur les exigences relatives au CT concernant l'inactivation suffisante de pathogènes, ainsi qu'on peut le voir dans le cas A et le cas B.

### Documents de référence

MOECC (2006) Procedure for Disinfection of Drinking Water in Ontario. Second revision June 2006 PBIS 4448e01.

Teefy, S. (1996) Tracer studies in water treatment facilities: A protocol and case studies AWWA research Foundation, ISBN-0-89867-857-9.

Templeton, M.R. Hofmann, R. and Andrews, R.C. (2006) Case study comparisons of computational fluid dynamics(CFD) modeling versus tracer testing for determining clearwell residence times in drinking water treatment *J. Environ. Eng. Sci.*, 5:529-536

US EPA (2003) EPA Guidance Manual LT1ESWTR Disinfection Profiling and Benchmarking.

### **Cours de formation connexes**

Le CWAE peut offrir des cours liés à ce sujet. Veuillez parcourir nos descriptions de cours pour en savoir plus sur la formation connexe : [www.wcwc.ca/registration](http://www.wcwc.ca/registration).

### **Pour de plus amples renseignements**

Pour de plus amples renseignements et des ressources dans les domaines de la recherche sur l'eau potable et des programmes de formation des exploitants de réseaux d'eau, veuillez visiter notre site Web : [www.cwae.ca](http://www.cwae.ca)

Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau

20, chemin Ontario, C.P. 160

Walkerton (Ontario) N0G 2V0

519 881-2003 ou sans frais 866 515-0550