

Avaloirs de toit à débit contrôlé

Un réseau d'évacuation d'eaux pluviales conventionnel est conçu de manière à évacuer l'eau du toit au rythme où elle s'accumule. Pour y arriver, le chapitre III, Plomberie du *Code de construction du Québec* prévoit que les descentes et les collecteurs pluviaux soient dimensionnés en fonction de la chute de pluie de 15 minutes susceptible d'être dépassée en moyenne une fois aux 10 ans. Cette méthode de conception a d'ailleurs été décrite dans la fiche *Bonnes pratiques PL-6 Dimensionnement des réseaux d'évacuation d'eaux pluviales*.

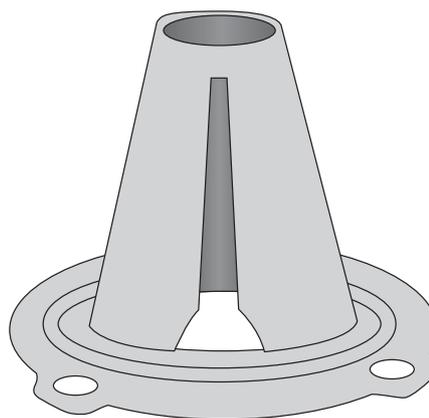
Prenons l'exemple d'une surface de toit de 900 m² (env. 10 000 pi²) située à Montréal. La chute de pluie de 15 minutes susceptible d'être dépassée en moyenne une fois en 10 ans est de 23 mm (voir le tableau C-2 à l'annexe C du chapitre I, Bâtiment du CCQ). Le volume d'eau causé par ces précipitations sur cette surface de toit s'élève à 20 700 L* (environ 5500 gallons US). Cette surface de toit nécessite donc une descente pluviale de 6 po† et un collecteur pluvial de 8 po‡ pour évacuer l'eau de pluie à mesure qu'elle s'accumule.

Cette manière de procéder est simple d'un point de vue conceptuel, mais elle comporte quelques **inconvénients** :

1. Nécessite de plus gros diamètres de tuyauterie.
2. Aucun moyen n'est prévu pour contrôler le phénomène de ressaut hydraulique et de turbulence au bas des descentes pluviales ou aux changements de direction lors de pluies intenses. Cela peut engendrer des problèmes de bruit et même de déboitement de tuyauterie dans des installations de grande hauteur.
3. Les débits d'eaux pluviales évacués peuvent causer une surcharge du réseau d'égout municipal.

Une solution possible pour éviter les problèmes énumérés consiste à installer des **avaloirs de toit à débit contrôlé** (ATDC). Ce type d'avaloir limite le débit auquel l'eau pénètre dans le réseau d'évacuation d'eaux pluviales. Cela cause toutefois une accumulation d'eau sur le toit lors de pluies intenses. Il faut donc prévoir assez d'avaloirs et un débit suffisant pour évacuer le volume d'eau maximal anticipé en un temps raisonnable (24 heures maximum selon le chapitre III, Plomberie). Il faut aussi s'assurer que le toit ait été conçu pour supporter la charge d'eau anticipé, ce qui en principe est le cas, car la charge de neige à tenir compte est plus importante que la charge d'eau. Il faut prévoir des dalots d'urgence à une hauteur acceptable pour évacuer un excédent d'eau imprévu.

Schéma 1 - Exemple de déversoir



* - 900 m² x 23 mm = 20 700 L

† - Une descente pluviale de 6 po sans déviation est capable d'évacuer jusqu'à 31 800 L sur une période de 15 minutes (voir le tableau 2.4.10.11. du chapitre III, Plomberie du Code de construction du Québec).

‡ - Un collecteur pluvial de 8 po avec une pente de 1 : 100 est capable d'évacuer jusqu'à 26 700 L sur une période de 15 minutes (voir le tableau 2.4.10.9. du chapitre III, Plomberie).



Principe de fonctionnement d'un ATDC

L'élément qui permet le contrôle du débit d'eau évacué par un ATDC est appelé « déversoir » (*weir* en anglais). Ce déversoir est généralement de forme conique et est muni d'une ouverture verticale pour laisser passer l'eau (voir schéma 1).

La forme parabolique de l'ouverture du déversoir permet de contrôler le débit d'eau évacué de manière linéaire en fonction de la hauteur d'eau accumulée sur le toit. Ce débit peut varier selon le fabricant ou le modèle utilisé. L'ouverture d'un déversoir typique permet généralement d'évacuer 5 gallons US par minute (USgpm), par pouce de hauteur d'eau accumulée sur le toit (environ 0,3 L/s par 25 mm de hauteur d'eau accumulée). Certains déversoirs sont réglables, c'est-à-dire que leur ouverture peut être obturée partiellement, afin de réduire le débit d'évacuation. À l'inverse, il existe des modèles avec plus d'une ouverture, afin d'augmenter le débit d'évacuation.

Les fabricants proposent généralement des déversoirs de 3 po (environ 75 mm) de haut pour les toits complètement plats; et des déversoirs de 6 po (environ 150 mm) de haut pour les toits légèrement inclinés (hauteur de pente totale de 6 po ou moins). Cette caractéristique est basée sur la hauteur d'eau jugée sécuritaire pour la structure du toit. Des dalots d'urgence doivent être prévus pour empêcher l'accumulation d'eau au-delà de cette limite (cet aspect sera abordé plus loin dans le texte).

Exemple

Prenons l'exemple d'un ATDC installé au point le plus bas d'un toit légèrement incliné vers son centre (pente totale de 6 po de hauteur), pour récolter les eaux pluviales. Supposons que cet ATDC est muni d'un déversoir de 6 po de haut et de 5 USgpm/po. Voici quatre situations distinctes pour illustrer les aspects abordés précédemment :

1. Accumulation de 2 po d'eau sur le toit → débit d'évacuation = $2 \text{ po} \times 5 \text{ USgpm/po} = 10 \text{ USgpm}$.
2. Accumulation maximale pour laquelle le déversoir est conçu, c'est-à-dire 6 po d'eau sur le toit → débit d'évacuation = $6 \text{ po} \times 5 \text{ USgpm/po} = 30 \text{ USgpm}$.
3. Accumulation de 6 po d'eau, avec le déversoir ajusté à la moitié de son débit normal (obturation partielle de l'ouverture) → débit d'évacuation = $6 \text{ po} \times 2,5 \text{ USgpm/po} = 15 \text{ USgpm}$.
4. Accumulation de 6 po d'eau, avec deux ouvertures plutôt qu'une seule → débit d'évacuation = $6 \text{ po} \times 10 \text{ USgpm/po} = 60 \text{ USgpm}$.

Dimensionnement de la descente pluviale et du collecteur pluvial

Pour un ATDC, la descente pluviale et le collecteur pluvial doivent être dimensionnés en fonction du débit maximal qui peut être évacué par le déversoir de cet ATDC. Si le déversoir de 5 USgpm a une hauteur de 6 po, le débit à considérer sera alors de 30 USgpm. Les tableaux de dimensionnement des descentes et des collecteurs pluviaux (tableaux 2.4.10.11. et 2.4.10.9. respectivement) du chapitre III, Plomberie sont basés sur des volumes d'eau en litres par 15 minutes. Il faut donc procéder à une conversion pour pouvoir les utiliser. Par exemple, un débit de 30 USgpm produira un volume d'eau d'environ 1700 L en 15 minutes. Un déversoir dont le débit maximal est 30 USgpm nécessite donc une descente pluviale d'au moins 2 po** et un collecteur pluvial d'au moins 3 po†† si la pente du collecteur est 1:50, ou 4 po si la pente est 1:100.

Protection du toit contre une surcharge

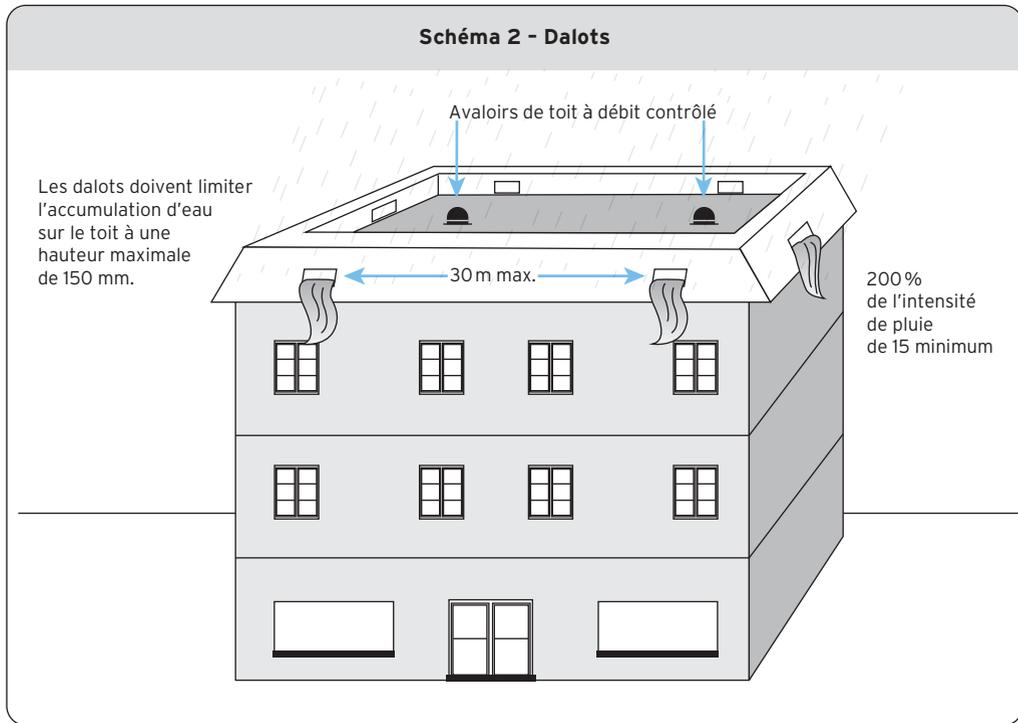
L'article 2.4.10.4. 2) Toits et surfaces revêtues du chapitre III, Plomberie permet l'utilisation d'ATDC, à condition que le toit soit protégé adéquatement contre d'éventuelles surcharges dues à l'accumulation d'eau. Cela implique de :

- limiter l'accumulation d'eau sur le toit à une hauteur maximale de 150 mm;
- s'assurer que le toit ait été conçu pour supporter adéquatement cette charge d'eau;
- prévoir des dalots d'urgence pour évacuer un éventuel surplus d'eau (voir détails plus loin).

Ces exigences se retrouvent dans le chapitre III, Plomberie, mais visent plutôt la conception du toit. Cette étape nécessite donc une bonne collaboration entre les intervenants en charge de la conception du réseau d'évacuation d'eaux pluviales et ceux en charge de la conception de la structure.

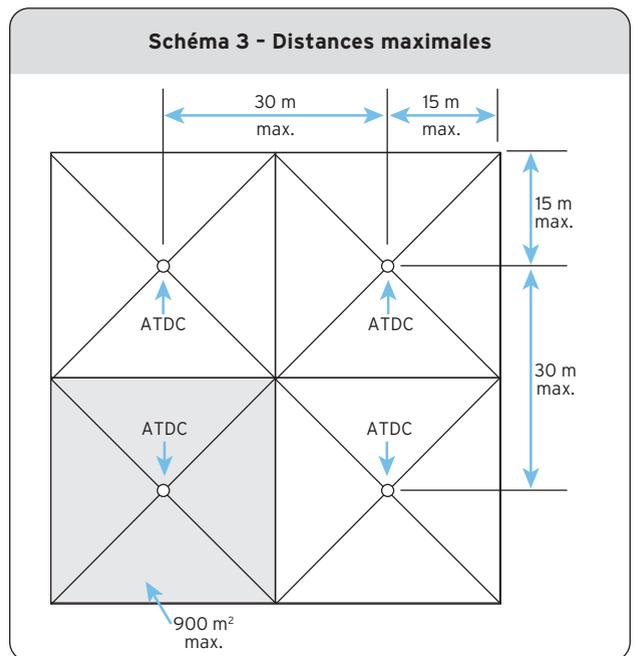
** - Une descente pluviale de 2 po sans déviation peut évacuer jusqu'à 1700 L en 15 minutes (voir le tableau 2.4.10.11. du chapitre III, Plomberie).

†† - Un collecteur pluvial de 3 po avec une pente de 1 : 50 peut évacuer jusqu'à 2770 L en 15 minutes (voir le tableau 2.4.10.9. du chapitre III, Plomberie).



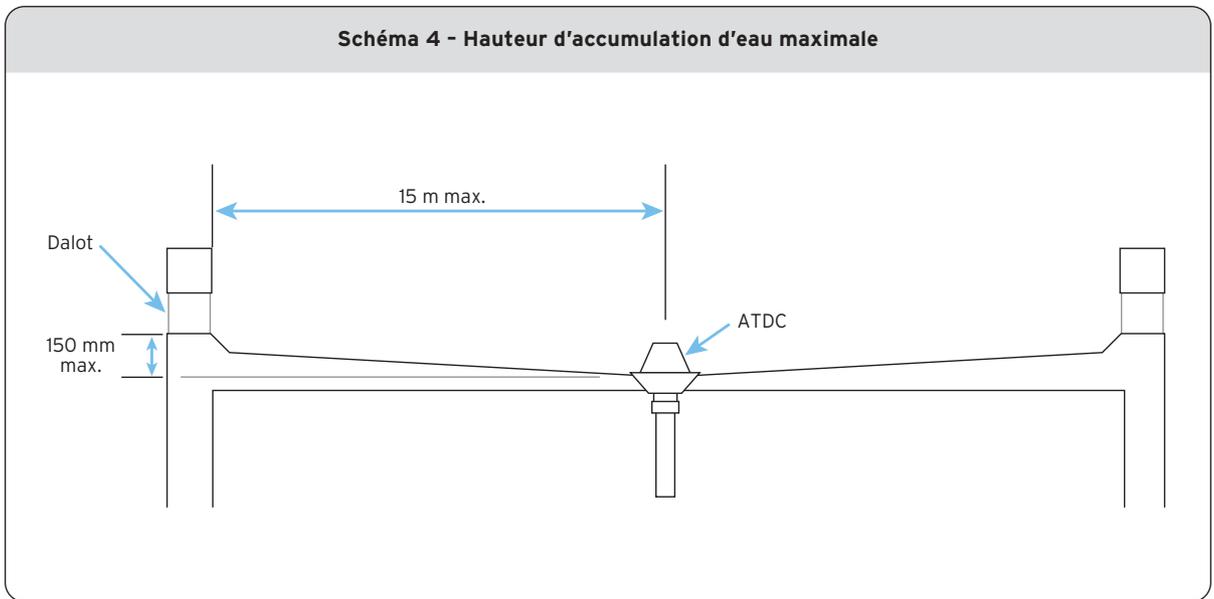
Le poids exercé par une colonne d'eau de 1 po est égal à 5,2 lb/pi². La hauteur limite de 6 po (150 mm) d'eau atteint donc un poids maximal de de 31,2 lb/pi² au point le plus bas du toit.

Quant aux dalots (voir schéma 2), ils doivent être espacés d'au plus 30 m au périmètre du toit et pouvoir évacuer jusqu'à 200 % de l'intensité de la précipitation de 15 minutes. Dans le cas des trop pleins, ils doivent également évacuer 200 % de l'intensité. Dans l'exemple du toit de 900 m² à Montréal présenté en début de texte, le volume d'eau causé par une pluie de 15 minutes est égal à 20 700 L (environ 5500 gallons US). Cela correspond à un débit de 23 L/s^{##} (environ 365 USgpm). Dans ce cas-là, la quantité et les dimensions des dalots doivent donc être déterminées de manière à pouvoir évacuer un débit total de 46 L/s (environ 730 USgpm).



^{##} - (20 700 L / 15 min) x (1 min / 60 s) = 23 L/s

Schéma 4 - Hauteur d'accumulation d'eau maximale



Emplacement des ATDC

L'article 2.4.10.4. Toits et surfaces revêtues du chapitre III, Plomberie exige qu'un ATDC soit situé (voir schéma 3) :

- à **15 m** (environ 50 pi) max. des bords du toit;
- à **30 m** (environ 100 pi) max. des avaloirs adjacents; et
- de telle manière que la surface de toit qu'il dessert ne soit pas supérieure à **900 m²** (environ 10 000 pi²).

La quantité minimale d'ATDC requis sur un toit est directement influencée par ces exigences. Un toit de 20 m x 30 m, par exemple, ne requiert qu'un seul ATDC si celui-ci est installé au centre du toit. La distance entre l'ATDC et le bord du toit sera donc de 10 m d'un côté et de 15 m de l'autre, ce qui respecte la limite permise; et la surface de toit desservie sera de 600 m².

Attention, certaines surfaces de toit ne dépassent pas 900 m², mais nécessitent deux ATDC malgré tout. Par exemple, un toit de 800 m² dont les dimensions sont 20 m x 40 m nécessite au moins deux ATDC pour respecter la distance maximale de 15 m des bords du toit.

Certains codes de plomberie, documents de référence et manuels d'installation de fabricants d'ATDC recommandent ou exigent d'installer en tout temps un minimum de deux avaloirs par toit. Le chapitre III, Plomberie n'a toutefois pas d'exigence en ce sens.

Outre les distances maximales indiquées, il est important de considérer la pente de toit et la hauteur maximale d'eau permise (150 mm) pour planifier l'emplacement et la quantité d'ATDC requis. De plus, il est essentiel d'installer les avaloirs aux points les plus bas du toit, afin d'éviter une accumulation d'eau qui ne pourra pas être évacuée.

Prenons l'exemple d'un toit de 900 m² dont les dimensions sont 30 m x 30 m. Il est possible de prévoir un seul ATDC pour ce toit, à condition qu'il soit situé en plein centre et qu'aucun obstacle n'empêche l'eau de pluie de s'y écouler. La distance maximale de 15 m du bord du toit est alors respectée. Le centre du toit doit cependant correspondre au point le plus bas et la pente doit être suffisamment faible pour empêcher en tout temps une accumulation de plus de 150 mm d'eau sur le toit. Tel qu'indiqué précédemment, des dalots doivent être prévus à cet effet au périmètre du toit. La différence de hauteur entre l'ATDC et ces dalots doit être inférieure ou égale à 150 mm. Par conséquent, la pente moyenne entre l'ATDC et les dalots ne doit pas dépasser 1 % (1:100 ou 1/8 po au pi)^{§§} pour appliquer cette configuration (voir schéma 4).

Si, au contraire, une pente plus prononcée que 1 % est souhaitée, il faut réduire en conséquence la distance entre les bords du toit et les ATDC ou installer des trop-pleins (ava-loirs de toit d'urgence). Par exemple, pour le même toit et une pente de 2 % (1:50 ou 1/4 de po au pi), la distance maximale des bords du toit serait réduite à 7,5 m pour respecter la hauteur maximale de 150 mm^{***}. Il faut alors diviser le toit en 4 parties égales avec un point bas au centre de chaque surface; et prévoir un ATDC pour chaque centre (résultat : 4 ATDC au total plutôt qu'un seul, pour un toit de 900 m²). ▶

§§ - $150 \text{ mm} / 15 \text{ m} = 0,150 \text{ m} / 15 \text{ m} = 0,01 = 1 \% \text{ ou } 1 : 100.$

*** - $150 \text{ mm} / 2 \% = 0,150 \text{ m} / 0,02 = 7,5 \text{ m}.$

Capacité d'évacuation requise

L'article 2.4.10.4. Toits et surfaces revêtues du chapitre III, Plomberie exige qu'un ATDC ait la capacité d'évacuer en 24 heures (ou moins) la chute de pluie susceptible d'être dépassée en moyenne une fois en 25 ans selon les courbes d'intensité-durée-fréquence (IDF) d'Environnement Canada, tout en limitant la hauteur d'accumulation d'eau à 150 mm ou moins. Certaines municipalités peuvent toutefois exiger des périodes de récurrence plus élevées (50 ou 100 ans) et/ou des courbes IDF provenant d'autres organismes qu'Environnement Canada.

Le tableau 1 illustre l'augmentation du volume d'eau sur une surface de 900 m² à Montréal. Il est supposé ici que l'eau n'a aucun moyen d'être évacuée de cette surface.

Voici, à titre de référence, la contenance de trois types de toits, pour une surface de 900 m² et une hauteur de 150 mm :

- toit plat : 900 m² x 150 mm = 135 000 L;
- toit en pente : 900 m² x 150 mm / 2 = 67 500 L;
- toit en forme de pyramide inversée :
900 m² x 150 mm / 3 = 45 000 L.

Il est intéressant de noter que, s'il n'y a aucun moyen pour évacuer l'eau de pluie, la contenance du toit en pyramide inversée sera dépassée lors de la pluie de 6 heures illustrée au tableau 1 et celle du toit en pente sera dépassée lors de la pluie de 12 heures.

En principe, un ATDC bien sélectionné et bien situé peut évacuer l'eau assez rapidement pour éviter de dépasser la contenance du toit. Par exemple, un déversoir fonctionnant en moyenne à 15 USgpm sur une période de 24 heures peut évacuer 21 600 galUS^{†††}, ce qui correspond environ à 82 000 L d'eau.

Durée	Pluie (mm)	Surface (m ²)	Volume d'eau (L)
5 min.	15,9	900	14 310
10 min.	20,0		18 000
15 min.	26,6		23 940
30 min.	31,5		28 350
1 h	38,8		34 920
2 h	43,0		38 700
6 h	58,3		52 470
12 h	77,2		69 480
24 h	84,4		75 960

Les fabricants fournissent des tableaux de sélection pour leur modèle d'ATDC et de déversoir. Ces tableaux permettent habituellement de déterminer les paramètres suivants, selon la surface de toit desservie par une seule ouverture de déversoir (2500, 5000, 7500 ou 10 000 pi²) :

- la hauteur d'eau maximale atteinte (en po);
- le débit d'eau maximal évacué (en USgpm); et
- le temps d'évacuation maximal prévu (en heures).

Le tableau 2 à la page suivante est un exemple simplifié de ce qui pourrait être fourni par un fabricant, pour un déversoir de 5 USgpm/po, dans une municipalité du Québec, pour une période de récurrence de 25 ans.

Pour utiliser adéquatement ce genre de tableau, il faut connaître :

- la municipalité où sera installé l'ATDC;
- la période de récurrence considérée (10, 25, 50 ou 100 ans);
- le type de toit (complètement plat, ou hauteur de pente totale de 2 po, 4 po ou 6 po);
- la surface de toit desservie par l'ATDC (900 m² maximum selon le chapitre III, Plomberie);
- le temps maximal d'écoulement (24 h selon le chapitre III, Plomberie); et
- la hauteur maximale d'accumulation d'eau (150 mm selon le chapitre III, Plomberie).

†††- 15 USgpm x 60 min/h x 24 h = 21 600 galUS.

Tableau 2 - Déversoir de 5 USgpm/po; municipalité X¹; période de récurrence de 25 ans

Surface de toit desservie (pi ²)	Toit plat			Toit en pente (6 po de hauteur)		
	Hauteur max. (po)	Débit max. (USgpm)	Temps d'évacuation (h)	Hauteur max. (po)	Débit max. (USgpm)	Temps d'évacuation (h)
2500	2,7	13,5	10	4,8	24,0	5
5000	3,2	16,0	21	5,4	27,0	10
7500	3,5	17,5	31	5,8	29,0	15
10 000	3,8	19,0	42	6,0	30,0	21

1 - Les valeurs varieront selon la municipalité et la période de récurrence considérée.

Prenons l'exemple d'un toit de 900 m² (environ 10 000 pi²) dont les dimensions sont 30 m x 30 m, situé dans une municipalité n'ayant pas de règlement particulier concernant les ATDC, à l'exception du chapitre III, Plomberie. Il est prévu d'installer un seul ATDC au centre de ce toit. Cet ATDC est équipé d'un déversoir dont les capacités correspondent à celles du tableau 2. Les données du tableau indiquent que, si le déversoir est muni d'une seule ouverture et dessert une surface de 10 000 pi², la hauteur et le débit maximum du déversoir (6 po et 30 USgpm) seront atteints et le volume d'eau anticipé sera évacué en 21 heures.

S'il est souhaité d'abaisser la hauteur d'eau et le temps d'évacuation, il faut prévoir un déversoir avec 2 ouvertures plutôt qu'une seule. Pour utiliser le tableau 2, il est considéré que chaque ouverture dessert l'équivalent de la moitié de la surface du toit, c'est-à-dire environ 5000 pi². La hauteur d'eau est alors abaissée à 5,4 po et le temps d'évacuation à 9,5 h. Le débit total est le double de celui indiqué, c'est-à-dire 2 x 27 USgpm = 54 USgpm, puisqu'il y a 2 ouvertures desservant chacune 5000 pi².

Les méthodes peuvent varier d'un fabricant à l'autre, mais sont essentiellement basées sur les principes énoncés ci-dessus. Veuillez vous référer à la documentation du fabricant pour plus de détails.

Le temps d'évacuation est obtenu en divisant le volume d'eau accumulé sur le toit par le débit moyen d'évacuation. Prenons les données du tableau 2 à titre d'exemple. Un toit plat de 10 000 pi² avec une accumulation de 3,8 po d'eau donne un volume d'environ 23 700 galUS^{***}. Le débit moyen peut être considéré comme étant égal à la moitié du débit maximal, c'est-à-dire 19 USgpm/2 = 9,5 USgpm dans ce cas-ci. Le temps d'évacuation en heure peut alors être calculé comme suit :

$$(23\ 700\ \text{galUS} / 9,5\ \text{USgpm}) \times (1\ \text{h}/60\ \text{min}) = 42\ \text{heures}$$

Ce temps d'évacuation n'est pas acceptable puisqu'il dépasse la limite de 24 heures imposée par le chapitre III, Plomberie.