



UN OUTIL WEB D'INTENSITÉ-DURÉE-FRÉQUENCE

POUR METTRE À JOUR ET ADAPTER LES STATISTIQUES LOCALES DE PRÉCIPITATIONS
EXTRÊMES EN FONCTION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

SLOBODAN P. SIMONOVIC, UNIVERSITÉ WESTERN

Recherche effectuée de 2013 à 2014



Réseau
canadien
de l'eau

UN OUTIL WEB D'INTENSITÉ-DURÉE-FRÉQUENCE

POUR METTRE À JOUR ET ADAPTER LES STATISTIQUES LOCALES DE PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES EN FONCTION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

SLOBODAN P. SIMONOVIC, UNIVERSITÉ WESTERN

Recherche effectuée de 2013 à 2014

POURQUOI AVONS-NOUS DÉVELOPPÉ L'OUTIL IDF EN FONCTION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES?

Les courbes d'intensité-durée-fréquence (IDF) des précipitations sont utilisées pour un certain nombre d'applications de gestion de l'eau au Canada, notamment pour la planification, la conception, le fonctionnement et la maintenance des réseaux de gestion des eaux pluviales, des systèmes de traitement des eaux usées, des bassins de gestion des eaux pluviales, des ponceaux, des ponts, des digues, des stations de pompage, des routes et des plans directeurs de drainage.

Dans le passé, les courbes IDF ont été développées en se basant sur l'hypothèse que l'analyse des données historiques de précipitations peut servir à prédire les conditions des précipitations futures. C'est ce qu'on appelle communément l'hypothèse de stationnarité – la supposition que l'environnement va se comporter comme il l'a toujours fait. Selon cette hypothèse, les données historiques recueillies aux stations de surveillance des précipitations sont analysées et utilisées pour en tirer des statistiques qui donnent une indication de la probabilité des épisodes futurs de précipitations extrêmes. Par exemple, les réseaux municipaux de gestion des eaux pluviales sont habituellement conçus pour accueillir des écoulements associés à des événements durant de 10 minutes à 24 heures et ayant une période de récurrence de 2 à 100 ans. Toutefois, de l'avis général, il est certes admis que les conditions climatiques du passé ne sont plus indicatives des conditions climatiques futures, ce qui remet en question la fiabilité de cette hypothèse.

Les changements climatiques donneront lieu à une intensification du cycle hydrologique mondial, causant des épisodes pluvieux et secs d'une intensité accrue, avec les inondations et sécheresses qui les caractérisent. Au Canada, un des impacts les plus importants auxquels on s'attend des changements climatiques est l'augmentation en intensité et en fréquence des événements météorologiques extrêmes. Si les impacts des changements climatiques varient d'un endroit à l'autre du pays, un exemple dans le sud de l'Ontario semble indiquer que les épisodes de précipitations que l'on estimait se produire seulement une fois par 100 ans, pourraient maintenant se produire une fois par 30 ans au cours des prochaines décennies¹. Cela signifie que les infrastructures conçues d'après les courbes existantes d'IDF pour gérer des épisodes de précipitations dont la récurrence est prévue une fois tous les 100 ans, pourraient avoir à gérer de telles précipitations une fois tous les 30 ans à l'avenir. Les infrastructures ne seront donc plus aussi performantes que prévu, ce qui aura des conséquences économiques considérables pour les infrastructures existantes et planifiées de gestion des eaux partout au Canada.

La mise à jour et l'intégration des incidences des changements climatiques dans les courbes IDF est un processus très technique. Le manque de renseignements locaux pertinents sur les changements climatiques a été souligné comme étant un défi difficile à surmonter pour de nombreuses municipalités, y compris celles qui ont une très bonne capacité d'adaptation. L'outil d'intensité-durée-fréquence en fonction des changements climatiques (Outil IDFCC) a été conçu pour permettre aux gestionnaires des eaux, aux professionnels des infrastructures municipales, aux organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux, aux chercheurs, aux consultants et aux groupes à but non lucratif de rapidement développer des estimations liées à l'impact des changements climatiques sur les courbes IDF pour presque toute station locale de surveillance des précipitations au Canada.

IMPACTS DES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES : LES INONDATIONS EN MILIEU URBAIN

Les précipitations extrêmes ont de nombreux impacts, notamment des problèmes liés à la qualité de l'eau, à la gestion des infrastructures et à la sécurité publique. Les vieux quartiers résidentiels n'ont pas été conçus pour recevoir des écoulements d'eau si intenses, et l'urbanisation croissante crée de plus en plus de surfaces imperméables. L'entretien inadéquat des infrastructures et les investissements inadéquats qu'on y accorde augmentent d'autant plus les risques d'exposition des communautés urbaines aux inondations.

De nombreuses municipalités au Canada, dont Thunder Bay, Sault Ste. Marie, Peterborough, Hamilton, Mississauga, London, Calgary, Edmonton, Moncton, Fredericton et Winnipeg ont récemment été affectées par des inondations dues aux précipitations extrêmes. Combinés, ces événements ont causé des milliards de dollars en dommages et en pertes aux propriétaires, aux assureurs et aux municipalités.

Au cours des 30 dernières années, l'industrie canadienne de l'assurance a constaté une tendance marquée de pertes dues aux catastrophes. Trois des événements de pertes dues aux catastrophes les plus coûteux pour l'industrie de l'assurance, de 1983 à 2014, étaient associés à des inondations : 1,9 milliard de dollars dans le sud de l'Alberta (2013); 1 milliard (2013) et 732 millions (2005) de dollars dans la région du Grand Toronto.

COMMENT FONCTIONNE L'OUTIL IDFCC?

ACCÈS À L'OUTIL IDFCC : WWW.IDF-CC-UWO.CA

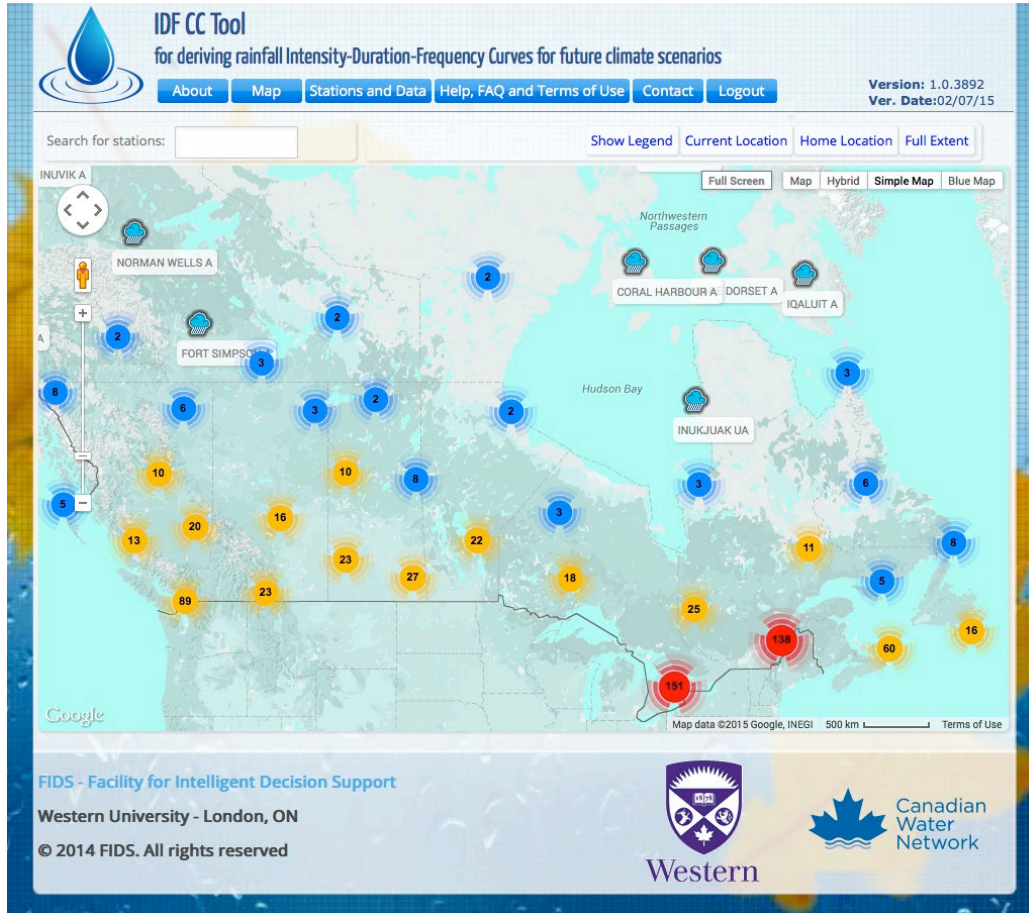


Figure 1 : Interface SIG de l'Outil IDFCC

L'outil IDFCC a été conçu comme un système simple et générique d'aide à la décision permettant de générer de l'information locale pour les courbes IDF qui tient compte des changements climatiques. L'outil, qui est accessible en ligne au public, s'accompagne d'une interface conviviale de cartes Google (Figure 1). Il fournit les mesures d'accumulation de pluie pour diverses périodes de récurrence (2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans) et diverses durées (5, 10, 15 et 30 minutes et 1, 2, 6, 12 et 24 heures). Il permet aux utilisateurs de générer de l'information pour les courbes IDF d'après les données historiques et aussi les conditions climatiques futures pouvant contribuer à la prise de décisions en matière d'infrastructures (Figure 2).

L'outil IDFCC permet aux utilisateurs de choisir plusieurs scénarios futurs de concentrations de gaz à effet de serre (RCP) et d'appliquer les résultats aux données locales de précipitations à partir d'une sélection de 22 modèles climatiques mondiaux (MCM) qui simulent diverses conditions climatiques. Il applique aussi une nouvelle méthode de réduction de l'échelle avec des données temporelles et spatiales localisées, et il assiste les utilisateurs dans le choix des MCM qui sont les plus aptes à représenter les conditions à leurs stations locales de collecte de précipitations^{2,3}.

COMPOSANTES DE L'OUTIL IDFCC

Les scénarios RCP (pour Representative Concentration Pathways) : il s'agit de scénarios futurs de concentrations des gaz à effet de serre.

Les modèles climatiques mondiaux (MCM) : ils simulent les variables climatiques dans les stations de collecte des précipitations. Les utilisateurs peuvent accéder aux données des stations hydrométriques d'Environnement Canada ou saisir leurs propres données.

La réduction d'échelle des MCM : une nouvelle méthode pour développer des courbes IDF à des échelles temporelles et spatiales réduites.

MODÈLES CLIMATIQUES MONDIAUX

L'Outil IDFCC permet aux utilisateurs d'appliquer des données générées à partir d'un des 22 MCM (ou d'une combinaison de modèles) afin d'ajuster les courbes IDF locales, d'après les MCM conçus par des centres de recherche climatique du monde entier. Les MCM sont conçus pour simuler des variables climatiques à une échelle spatiale grossière – par exemple, 250 km sur 250 km. Pour générer des conditions futures en se servant des MCM, les données d'entrée clés sont celles des émissions de gaz à effet de serre, mais l'utilisation du territoire, la production énergétique, les économies mondiales et régionales et la croissance démographique affectent également les scénarios climatiques futurs et ces éléments sont incorporés aux MCM.

SCÉNARIOS RCP

La communauté internationale de la modélisation climatique a adopté quatre scénarios RCP définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Figure 2). Ces scénarios représentent une gamme d'impacts des changements climatiques dont la gravité varie de faible à élevée. Ces scénarios sont mesurés par forçage radiatif (c.-à-d. le changement net dans l'équilibre de la radiation à la tropopause, ou limite supérieure de l'atmosphère, causé par les changements climatiques ou d'autres facteurs externes) et ils sont mesurés en watts par mètre carré, de même qu'en concentration d'équivalent de dioxyde de carbone, une mesure du forçage radiatif potentiel causé par un type donné de gaz à effet de serre (représenté par la quantité équivalente de dioxyde de carbone). Les impacts les plus graves sont prédits si aucune politique climatique n'est adoptée, tandis que les risques les plus faibles sont associés à des exigences rigoureuses en matière de politique climatique qui limitent et réduisent les émissions de gaz à effet de serre.⁴

RCP	DESCRIPTION	CONCENTRATION ÉQUIVALENTE CO ₂ (PPM)	TRAJECTOIRE	GRAVITÉ DU SCÉNARIO
2,6	Un pic de forçage radiatif d'environ 3 W/m ² avant 2100, déclinant à 2,6 W/m ² d'ici 2100 Aussi appelé RCP3PD	Pic ~ 490 et puis déclin d'ici 2100	Pic et déclin	Faible
4,5	Stabilisation à 4,5 W/m ² d'ici 2100 sans dépassement	650 (stabilisé après 2100)	Stabilisation sans dépassement	De moyenne à faible
6,0	Stabilisation à 6 W/m ² d'ici 2100 sans dépassement	850 (stabilisé après 2100)	Stabilisation sans dépassement	De moyenne à élevée
8,5	Trajectoire croissante jusqu'à 8,5 W/m ² d'ici 2100. Le forçage radiatif continue d'augmenter après 2100	> 1 370 en 2100	Croissance	Élevée

Figure 2 : Description des scénarios RCP (*Representative Concentration Pathways*)

RÉDUCTION D'ÉCHELLE

L'échelle spatiale grossière des MCM ne permet pas de fournir des données plus localisées qui sont pertinentes pour le développement de courbes IDF. Pour être en mesure de se servir des résultats des MCM pour la mise à jour de courbes IDF, il faut en réduire l'échelle, autant sur le plan spatial que temporel. Une méthode statistique de réduction d'échelle a été utilisée pour réduire l'échelle des résultats des MCM pour la création de nouvelles courbes IDF^{3,5}.

INFORMATION DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES

L'Outil IDFCC stocke les données associées à 700 stations hydrométriques d'Environnement Canada réparties partout au pays. Quelque 500 de ces stations disposent de 10 ans de données – soit la série temporelle minimale utilisée par Environnement Canada pour créer des courbes IDF pour un endroit précis. Les utilisateurs peuvent aussi créer leurs propres stations hydrométriques et en partager les données.

UTILISATION DE L'OUTIL IDFCC

Après avoir choisi une station hydrométrique d'intérêt, l'utilisateur peut visualiser l'information relative à cette station, y compris la durée d'enregistrement des données. Pour créer des courbes IDF pour de futures conditions climatiques, l'utilisateur peut choisir une période de projection de 20 ans située entre 2006 et 2100, et choisir ensuite un ou plusieurs MCM ou ensemble de MCM. Après avoir choisi ces options, l'outil va automatiquement réduire l'échelle des résultats des MCM et appliquer ces résultats aux données des stations hydrométriques locales, créant des courbes IDF futures sous forme de tableau ou de graphique et permettant à l'utilisateur de comparer les impacts des divers scénarios RCP et des périodes de récurrence des précipitations, et de comparer les courbes IDF historiques à ces courbes mises à jour.

POUR ACCÉDER À L'OUTIL IDFCC : WWW.IDF-CC-UWO.CA

COTES D'HABILETÉ

Lorsque l'utilisateur choisit une station hydrométrique précise, l'Outil IDFCC génère des cotes d'habileté pour chaque MCM en comparant les données historiques observées aux résultats des MCM pour la même période et en identifiant les MCM qui peuvent produire avec précision des résultats qui correspondent aux observations historiques pour chaque endroit (Figure 3). Les MCM qui obtiennent des cotes d'habileté les plus près de zéro sont considérés comme étant plus aptes à fournir des projections de conditions climatiques pour la localité en question³.

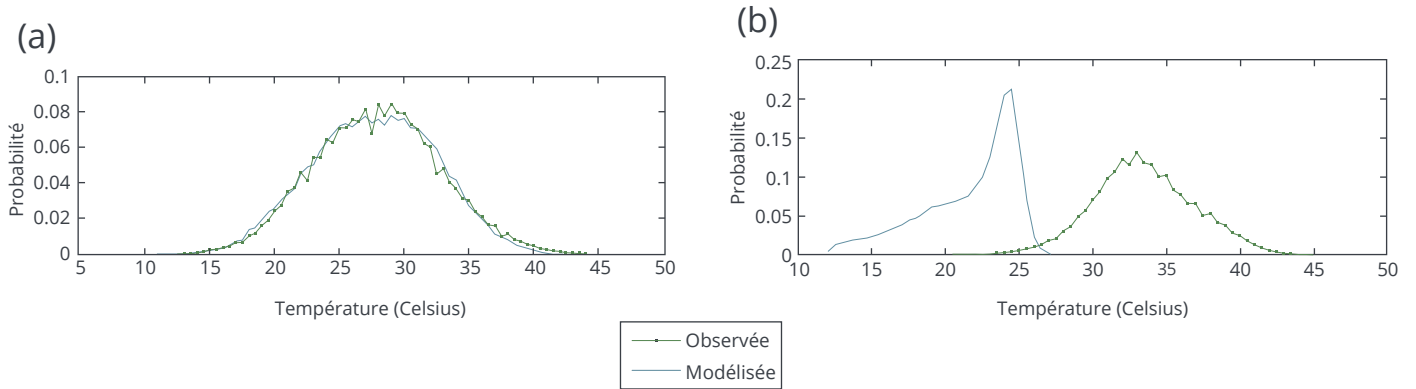


Figure 3 : Exemples de cotes d'habileté

- a) Ici, le MCM obtiendrait une bonne cote d'habileté.
- b) Ici, le MCM obtiendrait une mauvaise cote d'habileté, car il n'est pas en mesure de générer avec précision des résultats qui correspondent aux observations historiques pour un endroit précis.

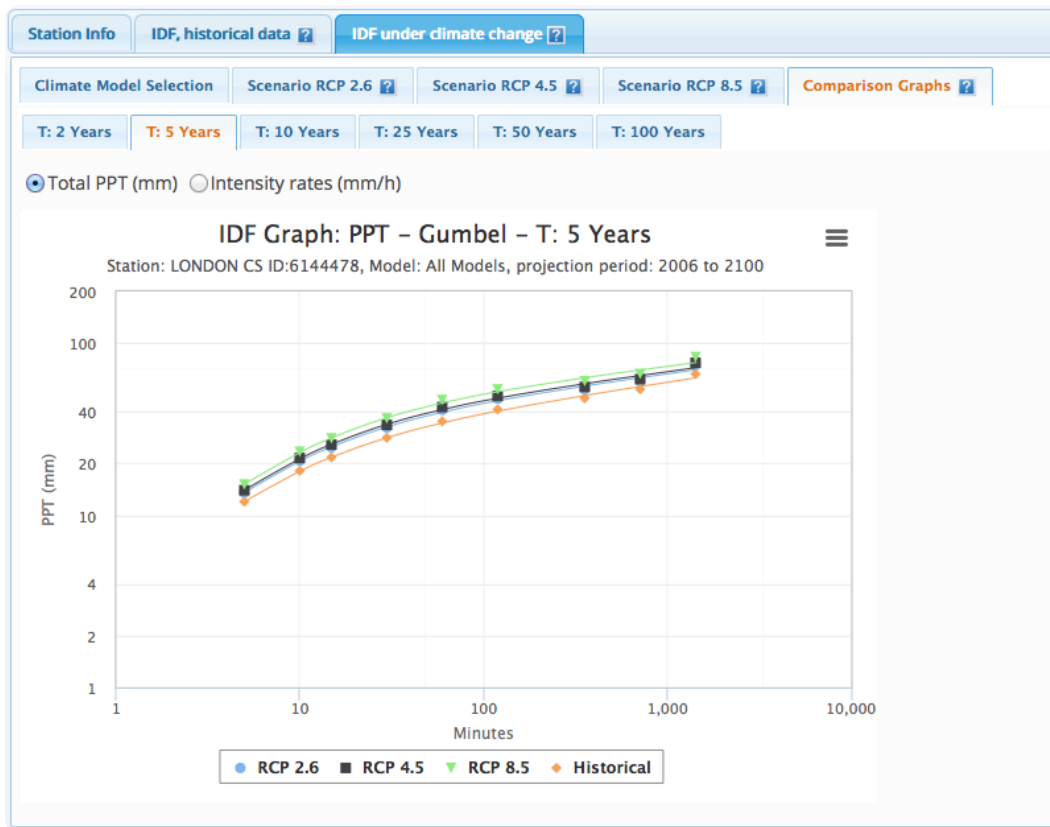


Figure 4 : Exemple de résultats obtenus avec l'Outil IDFCC – pour des courbes IDF mises à jour à l'aide de tous les MCM et du scénario RCP 8.5. Les utilisateurs peuvent comparer les courbes IDF historiques aux courbes qui intègrent des résultats des MCM. Ils peuvent aussi cliquer sur différents onglets pour comparer les résultats des différents scénarios RCP et de différentes périodes de récurrence des précipitations.

QUELLES SONT LES INCIDENCES POUR LES DÉCIDEURS?

Les épisodes météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents dus aux changements du climat ont d'importantes incidences sur la planification, la conception et l'entretien des infrastructures de gestion des eaux pluviales au Canada. L'Outil IDFCC permet aux municipalités de prédire avec plus de précision les futurs événements de précipitations et de prendre des décisions de planification mieux informées pour s'assurer que les infrastructures des eaux pluviales supporteront des stress accrus associés aux scénarios des changements climatiques. Ces infrastructures de gestion des eaux pluviales contribueront à atténuer le risque d'inondation en milieu urbain, donnant lieu à des villes plus résilientes et plus durables et à des économies à long terme. La planification améliorée grâce à cet outil permettra de protéger la population, les biens et les écosystèmes des incidences négatives des précipitations extrêmes causées par les changements climatiques.

**POUR JOINDRE LE CHERCHEUR, PRIÈRE DE LE FAIRE PAR COURRIEL À RESEARCHSPOTLIGHT@CWN-RCE.CA
CONSULTEZ NOTRE RÉPERTOIRE DE PROJETS À WWW.CWN-RCE.CA**

RAPPORT RÉDIGÉ PAR SLOBODAN P. SIMONOVIC, UNIVERSITÉ WESTERN

ÉQUIPE DE RECHERCHE

SLOBODAN P. SIMONOVIC, Université Western

ROSHAN SRIVASTAV, Université Western

ANDRE SHARDONG, Université Western

DAN SANDINK, Institut de prévention des sinistres catastrophiques

PARTNENAIRES

UNIVERSITÉ WESTERN

INSTITUT DE PRÉVENTION DES SINISTRES
CATASTROPHIQUES

BUREAU D'ASSURANCE DU CANADA

RÉFÉRENCES

¹ PECK, A., P. PRODANOVIC et S. SIMONOVIC (2012). « Rainfall Intensity Duration Frequency Curves under Climate Change: City of London, Ontario, Canada », Canadian Water Resources Journal, vol. 37, p. 177-189.

² SCHARDONG, A., R. K. SRIVASTAV et S. P. SIMONOVIC (2014). Computerized Tool for the Development of Intensity-Duration-Frequency Curves under a Changing Climate: User's Manual v.1. Water Resources Research Report no. 088, Facility for Intelligent Decision Support, Department of Civil and Environmental Engineering, London, Ontario, Canada, 68 pages.

ISBN: (imprimé) 978-0-7714-3085-5; (en ligne) 978-0-7714-3086-2.

³ SRIVASTAV, R.K., A. SCHARDONG et S. P. SIMONOVIC (2014). Computerized Tool for the Development of Intensity-Duration-Frequency Curves under a Changing Climate: Technical Manual v.1. Water Resources Research Report no. 089, Facility for Intelligent Decision Support, Department of Civil and Environmental Engineering, London, Ontario, Canada, 62 pages. ISBN: (imprimé) 978-0-7714-3087-9; (en ligne) 978-0-7714-3088-6.

⁴ VAN VUUREN, D., J. EDMONDS, M. KAINUMA, K. RIAHI, A. THOMSON, K. HIBBARD, G. HURTT, T. KRAM, V. KREY, J.F. LAMARQUE, T. MASUI, M. MEINHAUSEN, N. NAKICENOVIC, S. SMITH et S.K. ROSE (2011). « The representative concentration pathways: An overview », Climatic Change, vol. 109, p. 5-31.

⁵ SRIVASTAV, R.K., A. SCHARDONG et S.P. SIMONOVIC (2014). « Equidistance Quantile Matching Method for Updating IDF Curves Under Climate Change », Water Resources Management: An International Journal, vol. 28, no 9, p. 2539-2562.