

PREVISION ET GESTION DE CRISES DUES AUX INONDATIONS URBAINES ET PERIURBAINES

D. LAPLACE¹

Société d'Exploitation du Réseau d'Assainissement de Marseille

J. COCONI

Société des Eaux de Marseille

C. PHILIBERT

Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Communauté Urbaine

RESUME

Face au risque pluvial, la ville de Marseille, la Direction de l'eau et de l'Assainissement de la Communauté Urbaine et la Société d'Exploitation du Réseau d'Assainissement de Marseille ont développé une méthodologie pour permettre le déploiement d'actions avant et pendant la pluie basées sur l'anticipation grâce aux prévisions de Météo-France et à l'imagerie radar et satellite. La démarche consiste à évaluer un niveau de risque jusqu'à 24h à l'avance pour avertir et mettre en disponibilité les effectifs à priori nécessaires pour faire face à la crise prévue et à déclencher avant la pluie un dispositif opérationnel d'actions en fonction du risque attendu à très court terme. Selon le niveau prévu, de la pluie la plus faible à la plus forte, les actions pourront concerner la préservation de la qualité du milieu récepteur, la gestion d'interventions et la sécurisation de points connus de débordement et enfin dans les cas les plus graves, le déploiement de dispositifs chargés d'éviter la mise en danger des personnes organisés dans le cadre du plan communal de sauvegarde.

ABSTRACT

Forecast and management of urban floodings : example of Marseilles. Faced to the rainfall risks, the City of Marseilles proceeds with the forecasting and the real-time management of action plans. The main purpose is to anticipate and to activate before the rain starts an operational plan of information and of ground actions and then to manage it during the rain. Depending on the rain severity, the management gives priority to different fields: for weak rains, to preserve the environment, for medium rains, to give a feeling of security to flooding points and for heavy rains, to ensure the public safety.

I- INTRODUCTION

L'agglomération marseillaise s'étend sur 23000 ha dont 15000 sont urbanisés et en grande partie imperméabilisés. La ville est en forme de cuvette, bordée de reliefs et les écoulements naturels la traversent pour aboutir en mer sur l'ensemble de sa façade, depuis la zone portuaire située dans le nord jusqu'à la zone balnéaire du sud. Selon les niveaux de pluies, Marseille est alors confrontée à la double problématique de la qualité des eaux de baignade et du risque d'inondations.

Pour apporter une réponse à ces problèmes, un schéma directeur pluvial a été conduit par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) pour engager des actions cohérentes à l'échelle de l'agglomération, notamment dans le domaine de la réglementation du sol et des travaux d'amélioration à apporter au réseau de drainage pluvial en laissant une large part aux techniques de rétention. Sur le plan de l'entretien, le réseau de drainage pluvial est confié à la SERAM, société en charge de l'exploitation du système d'assainissement de la collectivité, afin d'en garantir le bon

¹ SERAM 24 a Rue Fort Notre Dame 13007 Marseille – dominique.laplace@seram-marseille.fr

fonctionnement. En complément, les autorités municipales ont désiré développer la notion d'anticipation pour déployer des actions avant et pendant la pluie afin d'en minimiser les conséquences.

Pour cela, la ville de Marseille s'est dotée d'outils hydrométéorologiques et de télésurveillance, exploités 24h/24 par des opérateurs de la SERAM, afin de permettre le suivi « fin » des précipitations qui se dirigent vers la collectivité et surveiller l'état de charge du réseau d'assainissement ainsi que des cours d'eau qui drainent la ville. Le système est bâti autour d'un contrôle centralisé qui reçoit en permanence des images du satellite et du radar de Météo-France traitées par le système Calamar. Ces images sont complétées par les mesures issues de 24 pluviomètres, d'une centaine de capteurs de niveau d'eau répartis sur les cours d'eau, les bassins de rétention et le réseau d'assainissement et par des informations tout ou rien indiquant le fonctionnement des actionneurs.

La gestion des périodes de crise a nécessité l'élaboration préalable de scénarios appliqués en fonction d'objectifs dépendant du type d'événement à affronter. Les bassins versants urbains ayant un temps de réaction très rapide, bien trop rapide pour attendre de voir la pluie tomber pour prendre une décision, une démarche originale a dû être développée, qui consiste à anticiper la pluie en évaluant son « potentiel de danger » dès lors qu'elle se dirige vers la ville.

II- RELATIONS « PLUIES - NIVEAUX DE RISQUES »

L'état de l'art de la prévision météorologique à ce jour permet de travailler avec deux types de données d'entrée pour les modèles de décision : (a) un couple intensité maximale instantanée et cumul de pluie fournis par le prévisionniste de Météo-France et (b) des intensités sur 5 minutes fournies par le radar qui peuvent être cumulées sur différents pas de temps. La méthode consiste alors à établir des relations simples entre ces données d'entrées et le comportement du réseau de drainage pluvial en caractérisant en particulier son début de défaillance. Le modèle a été bâti pour répondre à des interrogations très opérationnelles avant qu'il ne pleuve sur la ville : faut-il déclencher un dispositif de gestion de crise oui ou non ? et si oui, à quel niveau ?

Pour cela, un diagnostic de terrain couplé avec une modélisation des écoulements a permis de caractériser une centaine de points de débordement du réseau et des cours d'eau qui, pour certains, apparaissent dès les pluies dites « moyennes ». Ces points ont été classés en niveaux par rapport aux caractéristiques pluviométriques des événements qui provoquent leur émergence. Pour caractériser le comportement des bassins versants urbains à Marseille, leurs réactions à la pluie ont été particulièrement étudiées. Les observations réalisées sur une période de 10 ans (1993 à 2003) montrent que, lorsqu'il n'y a pas de déversoir intermédiaire et que le ruissellement est bien collecté, les débits maximums mesurés à l'exutoire augmentent de façon quasi linéaire avec l'intensité maximale de pluie mesurée sur le bassin versant. Selon les caractéristiques de surface, de pente et d'allongement du bassin versant, ces débits maximums sont expliqués par des intensités de pluie variant entre 6mn et 1h. La simulation des débits observés peut donc être réalisée simplement dans ces cas par un modèle de type réservoir linéaire [1 et 2]. A titre d'exemple, la figure 1 montre la réponse d'un cours d'eau drainant un « grand » bassin versant urbain de 100km² pour lequel 89% de la variance des débits maximums observés est expliquée par l'intensité maximale de pluie horaire mesurée sur le bassin versant.

Le modèle de réservoir linéaire ainsi calé sur ce cours d'eau peut également permettre de simuler les débits maximum observés en fonction des pluies caractérisées par l'intensité maximale en 6mn et le cumul de la précipitation, ces deux données étant totalement indépendantes. Pour ce même ruisseau, 90% de la variance des débits observés est ainsi expliquée. Il devient de la sorte aisément possible de prédire le débordement de ce ruisseau, qui se produit pour des valeurs supérieures à

100m³/s, en fonction d'une prévision de pluie donnée sous la forme d'une intensité horaire évaluée grâce au radar, ou d'un couple cumul et intensité instantanée prédite par le prévisionniste de Météo-France.

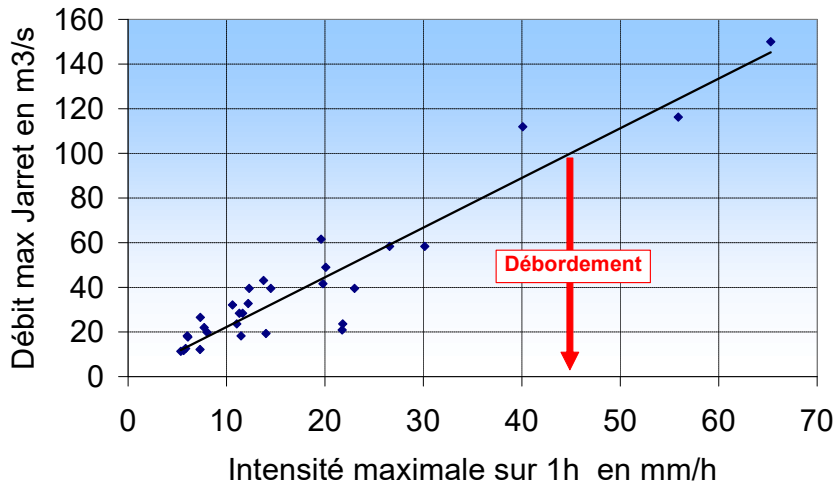


Figure 1 : Débit maximum en fonction de l'intensité maximale horaire

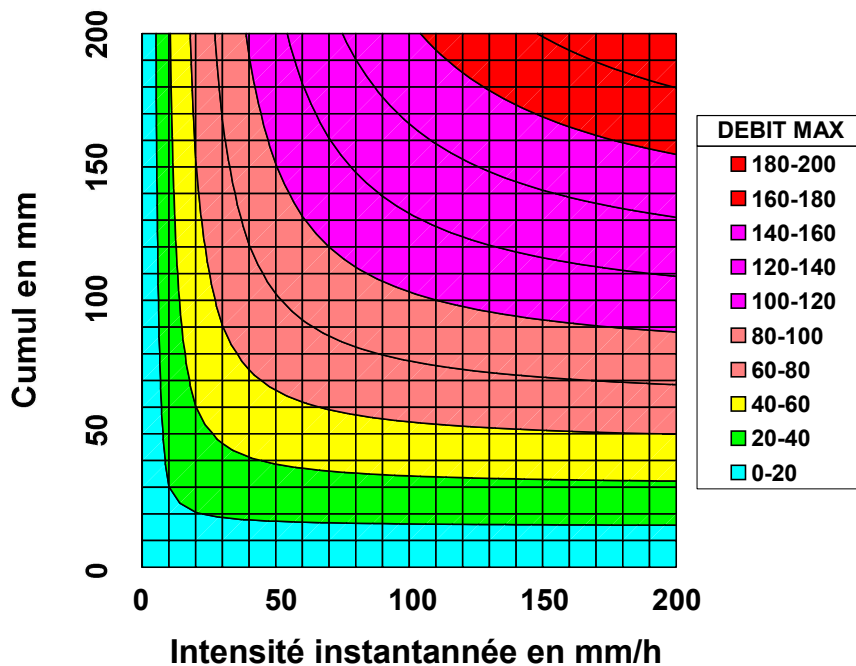


Figure 2 : Débit maximum en fonction de l'intensité maximale instantanée et du Cumul

Selon le même principe, des relations ont été établies, entre le nombre d'interventions réalisées sur le terrain par la SERAM et par les Marins Pompiers et la pluie mesurée sur la ville traduite sous forme d'intensités maximales sur différents pas de temps et du cumul. Comme pour les débits mesurés sur le réseau pluvial, les comportements suivent des lois linéaires. Les meilleures corrélations sont obtenues avec les intensités maximales sur 30mn et sur 1h, ainsi qu'en liant l'intensité maximale sur 6mn avec le cumul de la pluie. La figure 3 illustre un exemple de relation obtenue avec les interventions réalisées par les Marins Pompiers de 1995 à 2002.

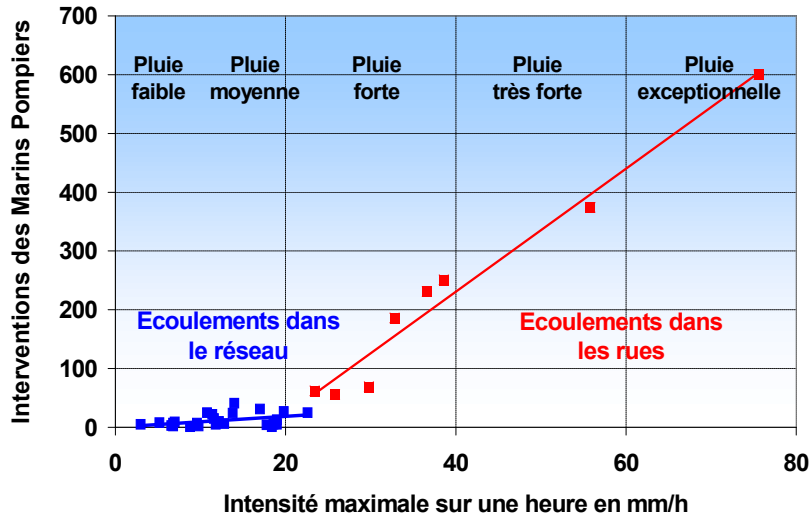


Figure 3 : Interventions des Marins Pompiers à Marseille en fonction de la pluie

Cette représentation montre qu'à Marseille, en dessous de 25mm/h le nombre d'interventions des pompiers reste inférieur à 50 alors qu'au-delà, il augmente linéairement avec l'intensité horaire, ce qui révèle un seuil de 25 mm/h, valeur frontière entre les épisodes pluvieux contenus dans le réseau d'assainissement et ceux pour lesquels les écoulements commencent à se produire dans les rues.

Basées sur le couple cumul, intensité max et sur des intensités sur différents pas de temps, ces relations permettent de traduire la pluie prévue par Météo-France ou mesurée par le radar en niveaux de gravité. La figure 4 en est une synthèse qui transcrit la réaction « moyenne » de la ville à la pluie. Comme le préconise le nouveau guide « la ville et son assainissement » [3] il est alors possible d'établir une classification sur la base de laquelle seront établis les scénarios d'actions.

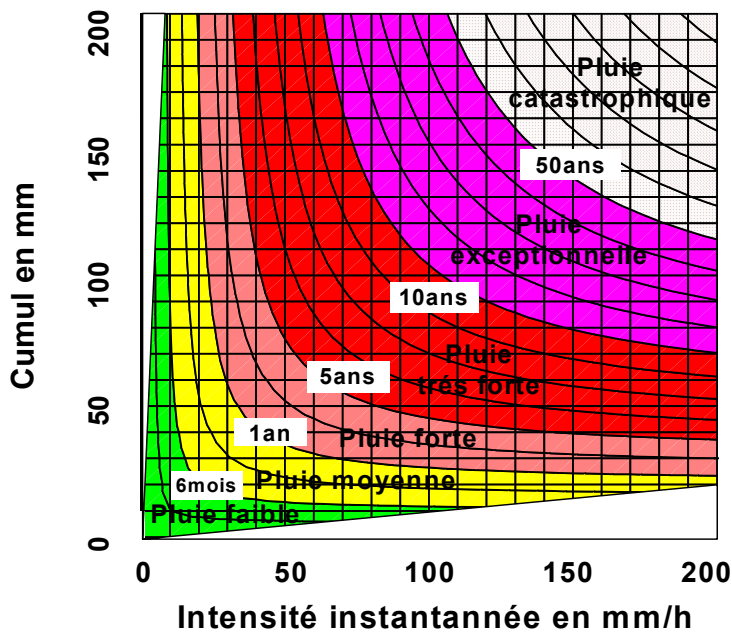


Figure 4 : Relation Cumul – Intensité – Danger sur Marseille

III- RELATIONS « NIVEAUX DE RISQUES-ACTIONS »

Les modèles précédemment décrits permettent de transformer la pluie prévue en différentes classes traduisant le niveau de risques. L'étape suivante consiste à établir les scénarios et les actions à réaliser pour chaque catégorie.

Pour les pluies faibles l'objectif est de protéger le milieu récepteur, le risque à Marseille concernant particulièrement la zone des plages en saison balnéaire. Les actionneurs sont configurés pour ne pas déverser. Les vannes des bassins de rétention sont fermées pour assurer un stockage total, les ruissellements pluviaux situés dans la zone des plages sont renvoyées dans le réseau sanitaire par un système automatisé de déviations, les déversoirs mobiles du réseau unitaire sont maintenus fermés et les stations de pompage sont en fonctionnement maximum.

Si la pluie augmente, dès les premiers déversements, la Direction Santé Environnement est informée des quantités rejetées afin d'évaluer le risque de contamination et de décider de la fermeture préventive des plages. Dans ce cas, des prélèvements et des analyses par la méthode Colilert en 18h sont immédiatement réalisés. Les prélèvements sont assurés par la DSE en semaine et par la SERAM pendant les week-end et jours fériés, le laboratoire de la Société des Eaux de Marseille effectuant les analyses en assurant la même continuité de service. En cas de mauvais résultat, les prélèvements sont reconduits et la réouverture des plages peut ainsi être faite dès la disparition de tout risque.

Pour les pluies moyennes à fortes, l'objectif est de piloter le réseau pour limiter les débordements. Le pluvial est ouvert vers la mer ainsi que les déversoirs du réseau unitaire. Les vannes des bassins de rétention sont régulées en fonction de consignes de débits aval à ne pas dépasser. Les stations de pompes du réseau unitaire sont arrêtées pour ne pas surcharger les ouvrages. La fermeture des plages concernées est alors systématique.

En parallèle de ces actions, des équipes de la SERAM sont envoyées sur le terrain pour surveiller une centaine de points de débordement chroniques bien connus. Les actions menées consistent essentiellement à favoriser la collecte des eaux pluviales (désobstruction d'avaloirs, de grilles, de points d'engouffrement) à favoriser les écoulements (désobstructions, enlèvement d'embâcles) et à assurer la sécurité du public (balisages de regards qui débordent, remises en place de plaques d'assainissement soulevées ou déplacées, déviation de circulation etc.). Ces actions peuvent mobiliser de 40 à 80 agents en fonction du niveau de pluie. Un standard téléphonique est mis en place pour recevoir les demandes d'interventions du public et de la collectivité qui sont retransmises immédiatement aux équipes de terrain ou différées selon leur degré d'urgence. Ce travail est réalisé en concertation avec un cadre de la DEA et le bataillon des Marins Pompiers qui délèguent deux officiers au PC DEA/SERAM. Cette organisation permet également de rendre compte régulièrement aux pouvoirs publics de la situation observée sur le terrain.

Pour les épisodes pluvieux dangereux (pluies fortes, très fortes et au delà), les écoulements se font principalement sur la voirie. Il s'agit alors d'une mission de sécurité publique menée en collaboration entre les services municipaux avec constitution d'un PC de gestion de crise [4]. La gestion s'appuie sur les plans de secours communaux existants qui sont en cours de révision dans le cadre de la mise en place d'un plan communal de sauvegarde. Au-delà des missions d'assistance et de secours pendant la pluie, un tel plan prévoit des actions préalables afin de préparer la ville et ses habitants à affronter la pluie. Ainsi, ces actions préventives pourront concerner la protection des biens (nettoyage des points d'engouffrement pluviaux, évacuation des voitures dans les endroits à risques, information et engagement d'actions d'auto-protection par la population concernée ...) ainsi que la protection des personnes (sécurisation des points de débordement connus, fermeture d'ouvrages souterrains, déviations, interdictions de circuler dans les voies à risques, information des

écoles et autres établissements sensibles, information de la population et conseils de prudence ...). Le personnel de la SERAM se met à disposition pour contribuer à ces actions et rend compte de la situation observée sur le terrain. Ces informations et les prévisions hydro-météorologiques sont régulièrement transmises au PC municipal sous l'autorité du cadre de la DEA.

IV- LA MEMORISATION DES EVENEMENTS

En fin de chaque crise, la SERAM établit un rapport d'orage qui décrit les évènements pluvieux, leurs conséquences observées sur le terrain et le dispositif mis en place pour y faire face. Ces rapports permettent de constituer une mémoire des évènements et enrichissent la base de connaissance sur la pluie et ses conséquences, ce qui contribue à améliorer les actions et la qualité du service rendu.

V- CONCLUSION

La gestion des risques liés aux pluies mise en place à Marseille est un exemple de partenariat public/privé. Compte tenu de l'importance des prévisions de pluie dans la bonne gestion d'un système d'assainissement, la SERAM assure la veille hydro-météorologique ainsi que la gestion des pluies « non dangereuses » en intégrant la problématique de la qualité des eaux de baignade ainsi que celle des premiers débordements. Dès que l'enjeu concerne la sécurité du public, les services municipaux sont alertés et prennent le relais pour déployer le plan communal de sauvegarde afin de préparer la ville à affronter la pluie. Pour garantir en permanence le meilleur fonctionnement du réseau de drainage pluvial, il est à noter qu'à Marseille, l'entretien des cours d'eau et des ouvrages est assuré par l'exploitant du système d'assainissement et fait l'objet d'une rémunération particulière puisée dans le budget général de la ville.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Chocat B., Cabanne P., (1999). Hydrologie urbaine : modélisation et effet d'échelle. Actes "Crues de la normale à l'extrême", SHF, Lyon, 10-11/03/99, pp. 45-53
- [2] Desbordes, (1987). Contribution à l'analyse et à la modélisation des mécanismes hydrologiques en milieu urbain. Thèse d'état, Université de Montpellier 2, 300p.
- [3] CERTU, (2003). La ville et son assainissement, CD Rom
- [4] Maire N., (2003). L'ingénieur Territorial et le risque inondation. Document AITF, 7 p.