

Impact de l'utilisation de l'eau de pluie sur les réseaux d'assainissement d'un lotissement en France

Consequences to sewer networks of collecting rainwater on housing estates in France

Bernard de Gouvello*, Auguste Gires**

* Université Paris Est -Ecole des Ponts Paris Tech, CSTB (Centre Scientifique et Technique des Bâtiments) et LEESU (Laboratoire Environnement Eau Systèmes Urbains)

** Université Paris Est -Ecole des Ponts Paris Tech, LEESU,
6 - 8 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes -Champs sur Marne-77455 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX. Tél : 01.64.15.36.28
bernard.degouvello@cereve.enpc.fr; auguste.gires@cereve.enpc.fr

RÉSUMÉ

Cette communication vise à évaluer les impacts sur l'assainissement de la diffusion des pratiques d'utilisation d'eau de pluie à partir du cas d'un lotissement fictif. Composé d'une centaine de parcelles dotées de cuves destinées au seul usage d'alimentation des WC, ce lotissement est soumis au régime pluviométrique de 63 villes françaises sur la période 1994-1998. La disponibilité des cuves et la réduction des rejets en aval sont analysées à l'échelle globale (sur les 5 ans de données) et à une échelle « pseudo événementielle » (se focalisant sur les 10 jours de plus forte pluie). Si la disponibilité de stockage demeure négligeable du point de vue global, elle peut, avant les jours de fortes pluies, dépasser en certains endroits le tiers de la capacité totale de stockage installée. Les rejets globaux issus des toitures sont, quant à eux, réduits d'une fraction oscillant entre 20 et 40% selon l'endroit considéré, mais cette réduction chute lors des événements importants.

MOTS CLÉS

Assainissement, Eaux pluviales, Lotissement, Simulation, Utilisation de l'eau de pluie

ABSTRACT

The aim of this paper is to evaluate the consequences to sewer networks of rainwater collection and use, in the specific case of a housing estate. The modelled housing estate is made of 100 plots equipped with storage tanks. WC flushing is the only water demand considered in this study. Daily rainfall time series of the period 1994-1998 are used. The availability of the storage tanks and the reduction of the overflow to the sewer networks are analyzed at large scale (with the help of the 5 years of data), and at pseudo-event scale (focusing on the 10 greatest rainfall daily accumulations). If the availability of the tanks can be neglected at large scale, it can in some places exceed one third of the total storage capacity of the tanks before major events. At large scale, the overflow reduction coming from the catchments areas (here the roofs) ranges from 20 to 40% according to the location, but this reduction strongly decreases during major events.

KEYWORDS

Sewer networks, housing estate, rainwater collection and use, simulation

1 INTRODUCTION

L'intérêt pour la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie en ville connaît un développement croissant en France depuis plusieurs années sous l'influence de plusieurs facteurs : évolution des pratiques architecturales, structuration progressive d'un secteur d'activités spécifiques, politiques d'incitation mises en place par l'Etat ou les collectivités locales, ... L'adoption d'une réglementation spécifique en août 2008 a consacré cette dynamique et est susceptible de la renforcer à l'avenir. Cette pratique s'est tout d'abord manifestée au niveau de maisons individuelles et de certains bâtiments collectifs, notamment au travers d'opérations expérimentales (de Gouvello et al., 2005). Plus récemment, elle a commencé à apparaître dans des projets de lotissement et d'éco-quartiers (de Gouvello et Noeuvéglise, 2007). La diffusion de cette pratique est susceptible d'impacter le cycle urbain de l'eau, tant en termes de gestion de la ressource qu'au niveau des réseaux d'adduction d'eau potable et d'assainissement (de Gouvello et Deutsch, 2009).

Appréhender de manière quantitative ces impacts est délicat, notamment en raison de la diversité des contextes urbains possibles. Une autre approche consiste à s'intéresser au cas des lotissements, zones dans lesquelles la pratique est susceptible de connaître un certain succès et qui offre l'avantage d'être plus simple à traiter. Dans cette perspective, le LEESU a développé un modèle de lotissement fictif mais réaliste, dont chacune des parcelles est dotée d'une cuve de récupération d'eau de pluie. Ce modèle, basé sur l'utilisation de séries de données météorologiques à pas de temps journalier, a été élaboré spécifiquement pour évaluer les effets produits sur la demande en eau potable en fonction de la localisation dudit lotissement sur le territoire français (Gires and de Gouvello, 2009). La présente communication vise à exploiter des nouvelles données issues de ce modèle dans l'optique d'appréhender cette fois les impacts induits sur la gestion des eaux pluviales à l'échelle du lotissement, toujours en fonction de la localisation de celui-ci.

2 DESCRIPTION DU MODELE ET DONNEES D'ENTREE

L'objectif de ce papier consiste ainsi à analyser l'effet sur les réseaux d'eau d'un lotissement de la mise en place généralisée de cuve de rétention d'eau. Seules les cuves individuelles sont prises en compte ; les équipements collectifs ne sont pas considérés. Nous nous plaçons à l'échelle du lotissement, si bien que pour représenter de façon réaliste ce dernier, il faut prendre en compte des parcelles dont les caractéristiques seront différentes. Nous reprenons ici la description du modèle de fonctionnement de lotissement évoqué ci-dessus (Gires et de Gouvello, 2009).

2.1 Modélisation du fonctionnement d'une cuve de rétention d'eau

Le fonctionnement d'une cuve de rétention d'eau est décrit figure 1. La pluie qui ruisselle sur la surface de captage (ici les toits des maisons) est acheminée dans la cuve, où elle est stockée jusqu'à ce qu'elle soit utilisée pour répondre à une demande en eau. Si le volume ruisselé excède les capacités de stockage, le trop plein est évacué vers le réseau d'assainissement. Si l'eau cuve ne suffit pas à répondre à la demande, le réseau d'adduction d'eau est utilisé.

Fewkes (1999) présente en détail les deux descriptions algorithmiques du fonctionnement d'une cuve pendant un pas de temps élaborées par Jenkins et al. (1978).

L'algorithme 1, dans lequel l'eau est prélevée dans la cuve avant que la pluie –si il y en a durant le pas de temps correspondant- ne la remplisse, repose sur les équations

$$Y_n = \min \left\{ \begin{array}{l} D_n \\ V_{n-1} \end{array} \right\} ; V_n = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{n-1} + R_n - Y_n \\ S - Y_n \end{array} \right\}$$

où R_n est le volume d'eau captée (m^3) pendant le pas de temps n (ceci correspond à la surface projetée (m^2) du toit multipliée par la hauteur d'eau tombée (m), en négligeant les éventuelles pertes initiales), V_n est le volume d'eau (m^3) stocké dans la cuve pendant le pas de temps n , Y_n est le volume d'eau (m^3) fourni par la cuve pendant le pas de temps n , D_n est la demande en eau (m^3) pendant le pas de temps n , et S est la capacité de stockage (m^3).

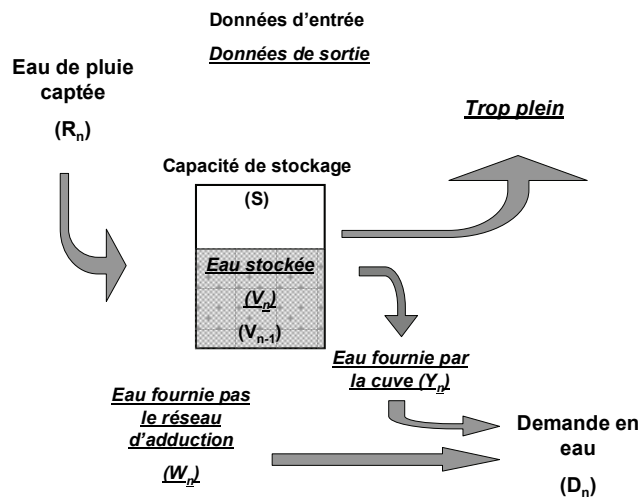


Figure 1 : Description du fonctionnement d'une cuve de rétention d'eau de pluie

L'algorithme 2, dans lequel l'eau est prélevée après que l'éventuelle pluie du pas de temps ait rempli la cuve, est décrit par les équations

$$Y_n = \min \left\{ \begin{array}{l} D_n \\ V_{n-1} + R_n \end{array} \right\} ; V_n = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{n-1} + R_n - Y_n \\ S \end{array} \right\}$$

Les rejets d'eau (O_n , m³) au cours du pas de temps n sont donnés pour les deux algorithmes par la même expression littérale:

$$O_n = \max \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ V_{n-1} + R_n - Y_n - S \end{array} \right\}$$

L'algorithme 1 a tendance à sous-évaluer la quantité d'eau fournie par cuve tandis que 2 a tendance à le surestimer. Chaque algorithme a été testé et les résultats (V_n , O_n , Y_n) sont assez proches si bien que dans la suite les valeurs utilisées pour ensuite évaluer les indicateurs proposés sont la moyenne des valeurs obtenues avec les deux algorithmes. Le logiciel de calcul scientifique *Scilab* (développé par un consortium incluant l'Institut National de Recherche en Informatique et Automatique – INRIA - et l'École des Ponts ParisTech) a été utilisé pour mettre en œuvre ces algorithmes. Les sorties du modèle sont constituées des grandeurs Y_n , V_n , et O_n à chaque pas de temps.

2.2 Description réaliste d'un lotissement

Après avoir décrit le fonctionnement d'une cuve, il faut fournir des valeurs réalistes pour les paramètres caractérisant les différentes parcelles (demande en eau, surface de collecte et volume de cuve).

En termes de demande en eau, seule l'utilisation « chasse d'eau » a été prise en compte. D'après les données du Centre d'Information sur l'eau (C.I.Eau, 2007), la consommation liée aux chasses d'eau représente environ 20% des 137 litres moyens quotidiens par personne. En utilisant les données de l'expérience MARIA du CSTB (de Gouvello et al, 2005), il est possible de prendre en compte la variabilité de cette consommation en fonction du jour de la semaine. Ainsi, on arrive à une consommation d'eau par personne de 24l pendant la semaine, 37.7l le samedi et 34.2l le dimanche. Pour obtenir une répartition réaliste du nombre d'habitant par parcelle, les données du recensement de 1999 de l'INSEE ont été utilisées. Finalement deux distributions du nombre d'habitants par parcelle ont été retenues (Gires et de Gouvello, 2009) et sont présentées figure 2 pour un lotissement de 100 parcelles. Elles correspondent à des lotissements composés majoritairement de couples ou de familles. Pour chaque ville, les deux distributions ont été simulées et la moyenne des résultats a été faite pour ensuite calculer les indicateurs présentés dans la section suivante.

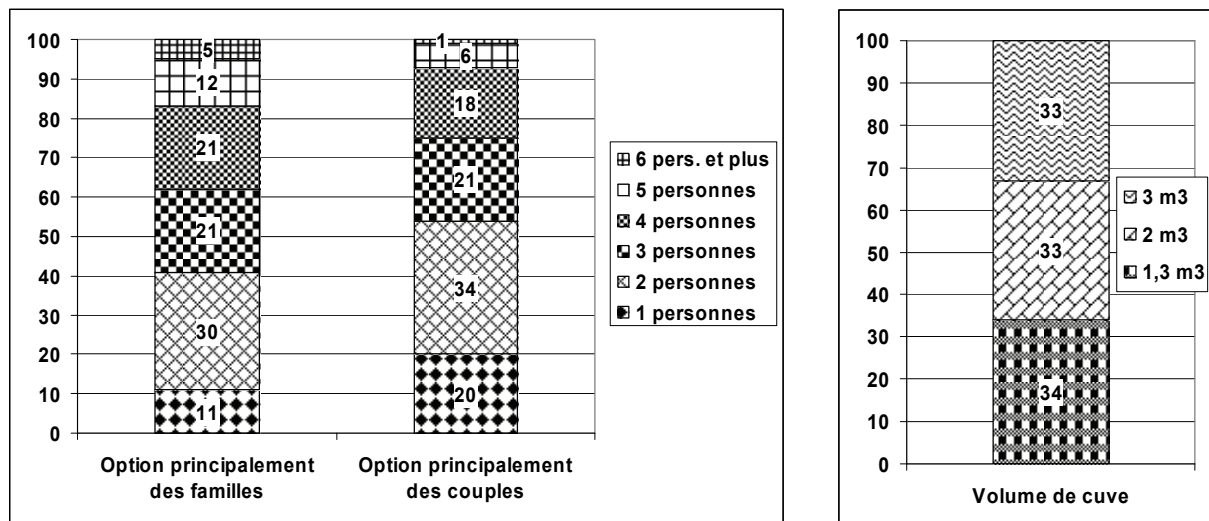


Figure 2 : Description des 100 parcelles du lotissement modélisé. A droite : distribution du nombre d'habitants par parcelle. L'option « principalement famille » correspond à la ville de Vendeville (59, Nord), tandis que l'option « principalement couple » correspond à la ville de Génémos (13, Bouches-du-Rhône). A gauche : distribution du volume des cuves.

Le volume des cuves n'a pas été optimisé en fonction de la région comme cela a été fait dans certaines études (Mitchell 2005, Coombes 2007). La méthodologie employée se base sur les résultats de l'expérience MARIA qui montrent qu'une capacité correspondant à environ 4 semaines de demande permet la plupart du temps d'assurer l'autonomie du dispositif. Ainsi un tiers des parcelles disposent de cuve de $1,3\text{m}^3$, un tiers de cuve de 2m^3 et un tiers de cuve de 3m^3 . La répartition des volumes de cuve par rapport au nombre d'habitants est présentée dans la figure 2.

En ce qui concerne les surfaces de collecte, après une analyse via les images satellites disponibles sur Google Earth®, elles ont été prises égales à 110m^2 pour toutes les parcelles.

Les séries temporelles de pluie, fournies par Météo-France, sont à pas de temps journalier et durent 5 ans (1994-1998). Des séries temporelles pour 63 villes ont été utilisées. Une série de 30 ans (1976-2005) pour Paris Montsouris était également disponible et a été testée. La répartition des villes (voir figures 5 et 6) est assez homogène, si bien qu'on peut considérer qu'elles sont représentatives des climats en France, au moins sur cette période de 5 ans.

3 DEFINITION D'INDICATEURS POUR L'IMPACT SUR L'ASSAINISSEMENT

L'objet de ce paragraphe est de présenter des indicateurs qui évaluent l'impact que pourrait avoir la généralisation des cuves de rétention d'eau à l'échelle d'un lotissement. Il est choisi de se placer du point de vue du gestionnaire du réseau d'assainissement. L'ensemble des indicateurs est calculé pour le lotissement type décrit dans la section 2 et pour la pluviométrie de chaque ville.

3.1 Indicateurs globaux

La première étape consiste à s'intéresser à la disponibilité moyenne des cuves, c'est-à-dire le rapport entre le volume disponible total et le volume total des cuves du lotissement. A cette fin les auteurs suggèrent d'utiliser la courbe de fiabilité de la disponibilité des cuves. Quelques exemples de courbes sont présentés sur la figure 3. Pour exploiter cette courbe, il suffit de choisir un taux de disponibilité sur l'axe des ordonnées, et l'abscisse correspondante fournit le pourcentage de jours où cette disponibilité est assurée.

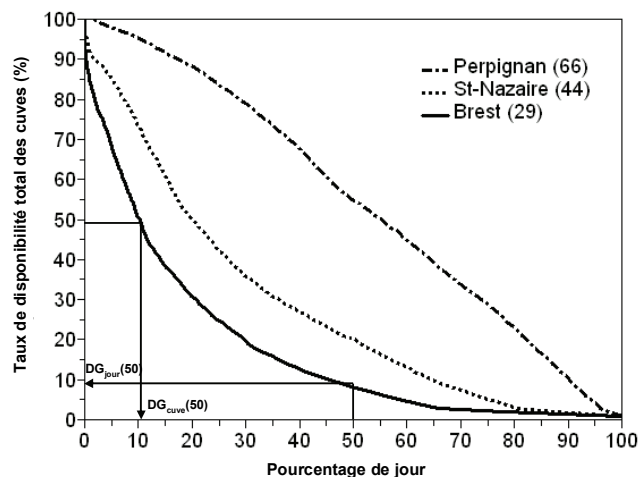


Figure 3 : Courbe de fiabilité de la disponibilité des cuves pour 3 villes

Afin de caractériser cette courbe pour chacune des 63 villes étudiées, deux types d'indicateur de disponibilité globale (DG) ont été développés :

- $DG_{cuve}(x\%)$: cet indicateur fournit le pourcentage de jours où $x\%$ du volume total des cuves sont disponibles. Afin de rendre compte au mieux des points communs et des disparités qui existent entre les villes, il a été choisi de présenter les résultats pour $DG_{cuve}(95)$, $DG_{cuve}(20)$.
- $DG_{jour}(x\%)$: cet indicateur fournit le taux de disponibilité des cuves qui est garanti $x\%$ des jours. Pour les mêmes raisons que précédemment, il a été choisi de présenter les résultats pour $DG_{jour}(90)$.

Une autre approche consiste à s'intéresser à la réduction totale des rejets (RR_{tot}), qui est définie à l'aide de l'équation suivante :

$$RR_{tot} = \frac{Re\ jets\ _{totaux\ _{sans\ _{cuve}} - Re\ jets\ _{totaux\ _{avec\ _{cuve}}}{Re\ jets\ _{totaux\ _{sans\ _{cuve}}}}$$

Cette indicateur donne une idée de la diminution des rejets dans le réseau, et donc de la quantité d'eau à traiter par les stations d'épuration ou de dépollution. Il convient de noter que cet indicateur ne prend en compte que les rejets issus des toitures et ne s'intéresse pas aux rejets générés dans le réseau d'assainissement par les autres surfaces imperméabilisées comme les chaussées ou les trottoirs. A titre d'information les toitures représentent en moyenne environ 40% des surfaces imperméabilisées d'un lotissement. Pour le département 92 (par exemple), ce coefficient, calculé à partir des données fournies dans Guillon A. et al., 2008, vaut 37%.

3.2 Indicateurs pour une approche pseudo-évènementiels

Après avoir présenté des indicateurs globaux, il convient d'appréhender l'échelle évènementielle et de définir des indicateurs adaptés, compte tenu des données disponibles (pluviométrie au pas de temps quotidien). En ce qui concerne les rejets, la figure 4 représente les rejets sans cuve par rapport aux rejets avec cuves pour quelques villes. Chaque point correspond à une journée.

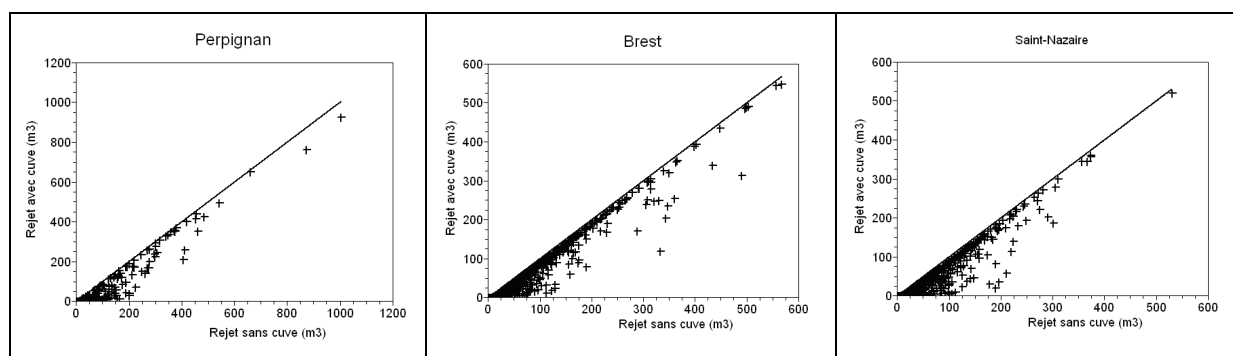


Figure 4 : Comparaison des rejets avec cuves et sans cuves pour Perpignan (66), Brest (29) et Saint-Nazaire (44). Chaque point correspond à une journée

Compte tenu que nous ne disposons que de 5 années de données de pluie, nous nous sommes intéressés aux 10 journées les plus pluvieuses pour chaque ville. Ce chiffre de 10 correspond à un équilibre entre avoir suffisamment d'évènements pluvieux pour pouvoir en tirer des conclusions et ne pas prendre en compte des évènements de période de retour trop faible (on s'intéresse ici à des évènements dont la période de retour minimale est de l'ordre de six mois). A partir de là il est possible de définir un indicateur de réduction de rejet pour les 10 journées les plus pluvieuses RR_{10} , à l'aide de l'équation :

$$RR_{10} = \frac{\sum \text{Re jets_sans_cuve} - \sum \text{Re jets_sans_cuve}}{\sum \text{Re jets_sans_cuve}}$$

où la somme porte seulement sur les 10 journées les plus pluvieuses. On peut remarquer que RR_{tot} est le même indicateur avec la somme qui porte sur toutes les journées de données. Nous avons également calculé la valeur potentielle ($RR_{10,pot}$) que pourrait atteindre RR_{10} si les cuves étaient entièrement vides la veille des 10 journées les plus pluvieuses de l'échantillon.

Un indicateur supplémentaire caractérisant la disponibilité des cuves avant les évènements pluvieux importants a été estimé : $Dispo_{10}$. Il s'agit de la disponibilité moyenne des cuves du lotissement la veille des 10 journées les plus pluvieuses.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

Les différents indicateurs présentés dans le paragraphe précédent ont été calculés pour chacune des 63 villes analysées. Les principaux éléments statistiques des indicateurs globaux sont résumés dans le tableau 1

	Indicateurs globaux				Indicateurs pseudo-évènementiels		
	Disponibilité des cuves			Réduction des rejets	Disponibilité des cuves	Réduction des rejets	
	DG _{cuve} (95)	DG _{cuve} (20)	DG _{jour} (90)	RR _{tot}	Dispo ₁₀	RR ₁₀	RR _{10,pot}
Moy.	1.46	46.7	2.69	34.0	18.23	10.5	48.1
Ect-typ.	2.63	11.6	1.41	5.92	3.59	5.27	12.4
Min	0	27.7	2	19.8	4.25	3.28	25.8
Max	12.1	82.3	11	44.2	37.5	23.8	79.0
Coeff. Var.(%)	17.9	24.9	52.2	17.4	47	50	25.8

Tableau 1 : Principaux éléments statistiques des indicateurs calculés pour la pluviométrie des 63 villes analysés.

En ce qui concerne la disponibilité des cuves, on constate que $DG_{cuve}(95)$ vaut en moyenne 1.46 jour

avec une faible disparité entre les villes. Ceci signifie globalement que les cuves sont très rarement vides. Ce constat est confirmé par la moyenne de $DG_{\text{jour}}(90)$ (i.e. 2.69%) qui reste très faible. La valeur moyenne de $DG_{\text{cuve}}(20)$ indique que 46.7% du volume total de cuve sont disponibles 20% des jours, ce qui reste une valeur modérée. Contrairement aux deux indicateurs précédemment discutés, ce dernier présente d'assez fortes disparités entre les villes. Le bilan de l'analyse rapide des indicateurs globaux de disponibilité de cuve indique un impact très faible des cuves sur le fonctionnement du réseau d'assainissement. En effet, ces dernières sont globalement pleines la plupart du temps, et ne sont donc pas en mesure d'absorber une portion significative de la pluie. Néanmoins, si l'on s'intéresse à la disponibilité des cuves avant les événements pluvieux importants, on constate que la situation est déjà plus positive. En effet, Dispo_{10} vaut en moyenne 18% ce qui est nettement plus que ce que les indicateurs globaux pouvaient laisser penser. Ainsi, il semble que les cuves soient globalement nettement plus disponibles juste avant les événements pluvieux importants qu'en moyenne. Cela signifie que les cuves sont le plus disponibles au moment où elles sont le plus nécessaires. Ces indicateurs ont également été calculés saison par saison, et les résultats sont très similaires. Il n'en serait pas de même si un usage de type arrosage avait été considéré.

Afin de mettre en lumière les disparités entre les villes, et les différences par rapport à la situation moyenne décrite dans le paragraphe précédent, nous avons fait une carte (figure 5) des indicateurs $DG_{\text{jour}}(90)$ et Dispo_{10} . Avant de poursuivre, il convient de préciser que l'analyse des 30 ans de données de Paris – Montsouris, découpé en 6 tranches de 5 ans, dont les résultats figurent dans le tableau 2, montre que l'écart-type obtenu dans cette analyse temporelle est plus faible que dans l'analyse spatiale faite sur 5 ans et 63 villes (tableau 1). Ceci signifie que la carte conserve une certaine pertinence même si elle a été faite avec simplement 5 années de données. Cette carte montre tout d'abord que le volume de cuves disponible est, en moyenne, partout très faible : le paramètre $DG_{\text{jour}}(90)$ a une valeur généralement négligeable et ne dépasse le seuil de 5% que dans 6 villes du bassin méditerranéen (Nice, Ajaccio, Marignane, Montpellier, Perpignan et Saint-Raphaël). En revanche, il apparaît que cette disponibilité varie plus sensiblement d'une zone à l'autre du territoire lorsque l'on s'intéresse aux 10 événements les plus importants. Si cette disponibilité reste modeste sur la face atlantique et un petit quart-est comprenant Franche-Comté et Bourgogne, elle devient significative dans d'autres endroits, notamment la Corse et certaines villes du sud-est (plus de 25% à Ajaccio, Bastia, Marignane, Orange, Carcassonne, Perpignan, Toulouse et, environ 20% à Nice, et Millau) et le bassin parisien élargi, délimité par le triangle Rouen-Reims-Orléans (plus de 25% pour l'ensemble des villes situées dans la zone pour lesquelles le calcul a été mené).

	Indicateurs globaux				Indicateurs pseudo-événementiels		
	Disponibilité des cuves			Réduction des rejets	Disponibilité des cuves	Réduction des rejets	
	$DG_{\text{cuve}}(95)$	$DG_{\text{cuve}}(20)$	$DG_{\text{jour}}(90)$	RR_{tot}	Dispo_{10}	RR_{10}	$RR_{10,\text{pot}}$
Moy.	0.54	48.8	3.0	42.3	19.5	13.2	57.8
Ect-typ.	0.84	4.76	0.63	2.04	5.67	2.82	8.30
Min	0.00	42.4	2.0	40.0	9.49	9.12	48.2
Max	2.08	54.6	4.0	45.6	25.13	16.5	70.0
1976-2005	0.48	48.2	3.0	41.9	18.18	6.78	31.2

Tableau 2 Principaux éléments statistiques des indicateurs globaux calculés à Paris Montsouris pour 6 séries temporelle de 5 ans, ainsi que sur la série temporelle de 30 ans

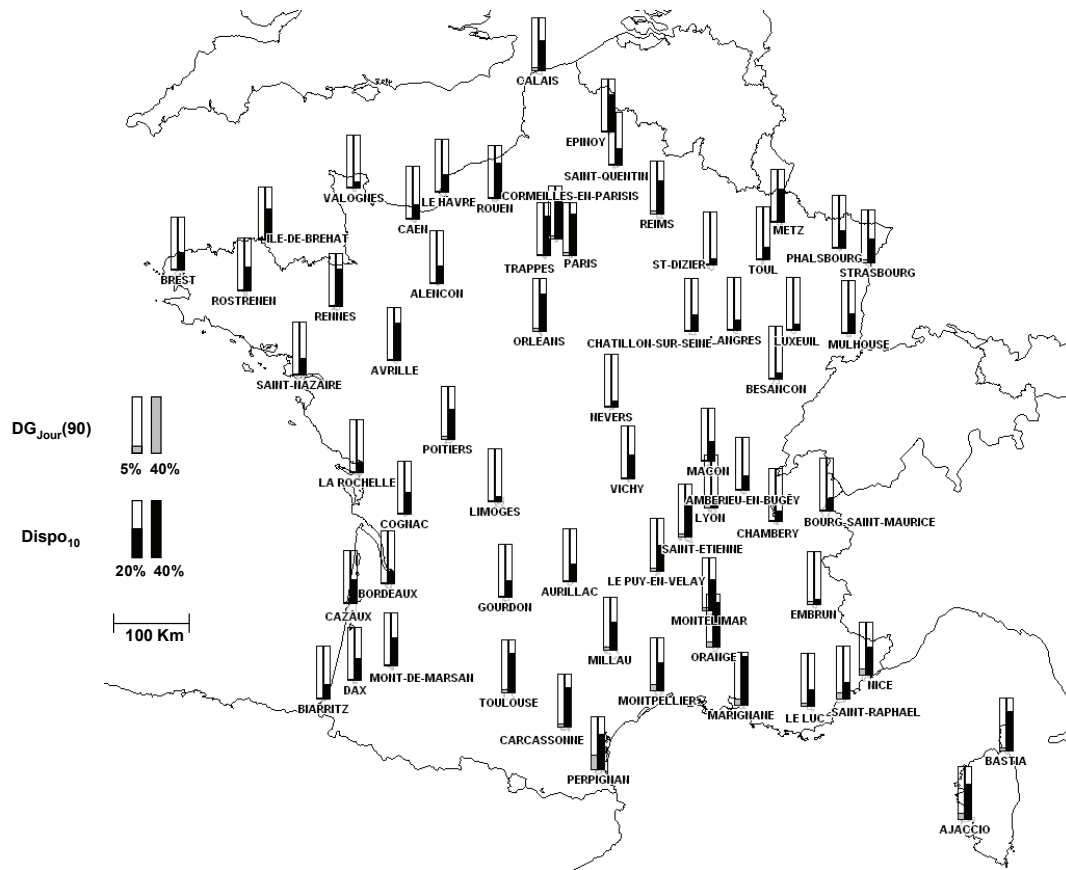


Figure 5 Cartes des indicateurs $DG_{\text{Jour}}(90)$ et $Dispo_{10}$, pour la pluviométrie des 63 villes

En ce qui concerne la réduction des rejets, il y a en moyenne sur les villes testées 34% (moyenne de RR_{10}) d'eau de pluie rejetée en moins dans les réseaux d'assainissement. Il faut tout de même relativiser cette valeur en rappelant qu'il ne s'agit d'une réduction que sur la pluie captée par les toits, et pas par l'ensemble des surfaces imperméabilisées. Cela constitue tout de même une réduction significative des volumes totaux d'eau à traiter par les stations d'épuration ou de dépollution des eaux pluviales. Par contre, on constate que la réduction de rejet n'est en moyenne que de 10% (moyenne de RR_{10}) sur les événements majeurs, ce qui est sensiblement plus faible. Ceci est causé par deux facteurs, d'abord le volume des cuves n'est disponible en moyenne qu'à 20% environ, et ensuite le volume total n'est pas en mesure de capter l'ensemble de la pluie. La valeur moyenne de $RR_{10,pot}$ indique qu'au mieux (toutes des cuves sont vides avant tous les événements majeurs) la réduction de rejets serait de 48%.

La figure 6 représente la carte des indicateurs RR_{tot} et RR_{10} pour la pluviométrie des 63 villes étudiées. Le paramètre RR_{tot} montre que la réduction des rejets issus des toitures seules est en moyenne significative puisque se montant au tiers des eaux y transitant. Au-delà de cette moyenne, il convient de noter que cette réduction varie du simple à un peu plus du double selon la ville considérée. La carte montre que les villes situées dans la fraction du territoire située au nord d'une ligne Caen-Orléans-Strasbourg ont un rejet situé dans la fourchette haute, tandis que celle du littoral sud-ouest la situation est moins favorable. Sur le reste du territoire, aucune logique claire ne se dégage. Le passage au paramètre RR_{10} montre un abattement systématique de cette réduction. Si l'on peut remarquer que certaines villes situées dans la zone favorable pour le paramètre RR_{tot} « résistent » assez bien, à l'instar d'Orléans et Reims et, force est de constater que, de manière générale, il n'existe pas de corrélation entre les valeurs des deux paramètres, le niveau d'abattement variant sensiblement d'un endroit à l'autre. Ainsi, Dax et Cazaux (sud-ouest) offrent un visage plus favorable pour RR_{10} que Toul, Saint-Dizier (est) ou Embrun (sud-est) alors que ces trois dernières villes disposaient de valeurs plus élevées de RR_{tot} .

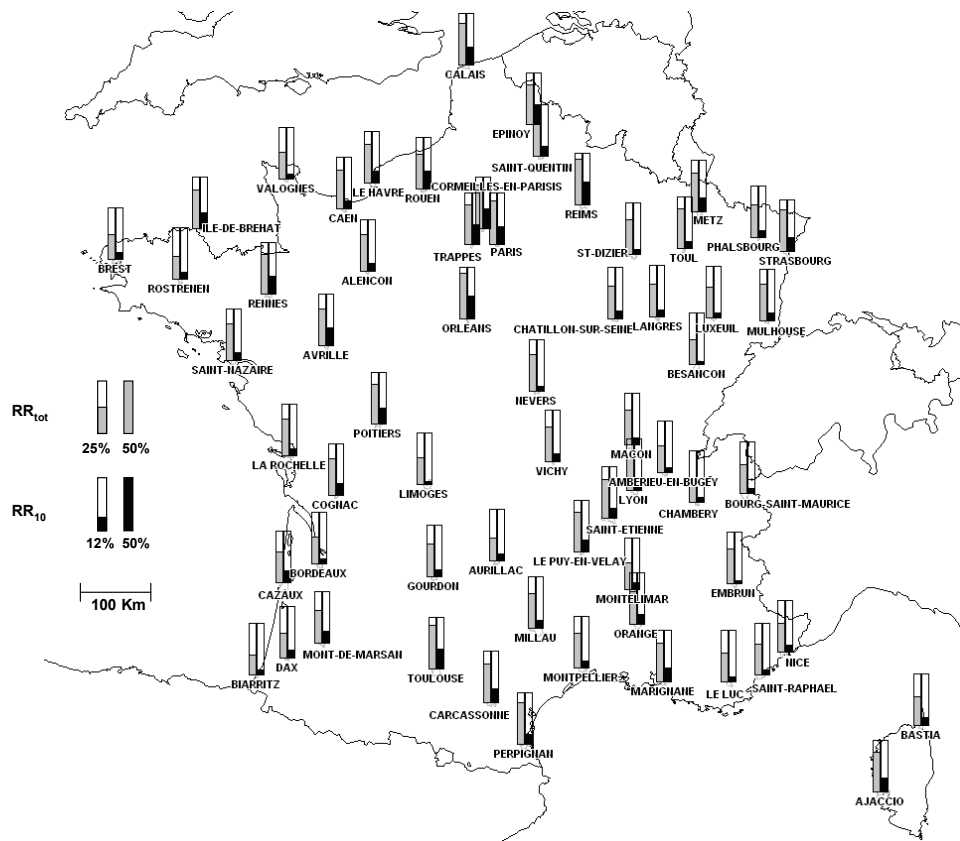


Figure 6: Carte des indicateurs RR_{tot} et RR_{10} pour la pluviométrie des 63 villes

5 CONCLUSION

La conclusion de travail ne saurait être que provisoire. L'approche adoptée ne constitue qu'une première étape d'un travail qui a vocation à être plus détaillé. En particulier, s'agissant d'impacts sur les réseaux d'assainissement pluvial (unitaire ou séparatif), il conviendra de mener des tests avec des séries de données à un pas de temps plus fin que la journée. En effet, si le choix de cet intervalle était justifié pour appréhender les effets sur la demande (à l'origine de l'élaboration du modèle), un tel intervalle ne permet qu'une approche grossière. Définir le pas de temps et la durée des séries pluviométriques nécessaires adaptés à l'analyse des effets en termes de gestion d'eau pluviale constitue d'ailleurs une question en soi.

Nonobstant cette réserve, le travail ci-dessus permet tout de même d'énoncer les résultats suivants :

- En France, la généralisation au sein d'un lotissement de dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie destinés au seul usage WC - et dont le dimensionnement a été calculé en vue de cette seule finalité - n'offre au cours de l'année qu'une disponibilité de stockage modeste, voire négligeable. Toutefois, cette disponibilité s'accroît avant un événement important et peut dépasser en certains endroits le tiers de la capacité totale de stockage installée.
- Ces dispositifs permettent d'abattre, selon la localisation du lotissement, entre près de 20% et plus 40% des rejets totaux d'eau pluviale issues des toitures, pourcentage qui est partout réduit très sensiblement lorsque l'on s'intéresse aux grands événements.

Enfin, il convient de noter que ces résultats sont susceptibles d'être sensiblement bouleversés si l'on prend en compte l'arrosage, usage couramment présent dans les maisons pavillonnaires. Cet usage, fortement consommateur d'eau va contribuer à accroître sensiblement la disponibilité des cuves. Une telle démarche permettrait de confronter les résultats aux travaux déjà réalisés portant sur l'arrosage et basés sur une autre approche (Guillon et al., 2008)

BIBLIOGRAPHIE

- C.I.Eau (Centre d'Information sur l'Eau), 2007, 54 questions pour "tout" savoir sur l'eau, C.I.Eau
- Coombes P. J., 2007, "Energy and economic impacts of rainwater tanks on operation of regional water systems", *Australian Journal of Water Resources*, Vol 11, No 2, 177-1990
- de Gouvello B., Berthineau B., Croum I., François C., 2005, L'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment. Les résultats d'opérations expérimentales en France, *Annales du Bâtiment et des Travaux Publics (3)* : 13-20.
- de Gouvello B., Noeuveglise M., 2007, Récupération et Utilisation de l'eau de pluie dans les opérations de construction. Retour d'expériences et recommandations, Paris : ARENE IDF, 64 pages
- de Gouvello B., Deutsch J-C., 2009, La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie en ville : vers une modification de la gestion urbaine de l'eau ?, *Flux 76-77*, 14-25
- Fewkes A., 1999, "Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach", *Urban Water (1)*: 323-333
- Gires A., de Gouvello B., 2009, Consequences to waters suppliers of collecting rainwater on housing estates, *Water Science and Technology*, Vol 60, No 3, 543-553
- Guillon A., Kovacs Y., Roux C., Sénéchal C., 2008, "Rain water reusing for watering purposes: what storage capacity is needed and what benefits for the sewer networks?". 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.
- Jenkins D., Paerson F., Moore E., Sun J.K., Valentine R., 1978, "Feasibility of rainwater collection systems in California", *Contribution No. 173*. Californian Water Resources Centre, University of California
- Mitchell, 2005, "Aquacycle user guide", Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, <http://www.toolkit.net.au/Tools/Aquacycle>