

## **2<sup>EME</sup> PARTIE**

### **MESURES A PRENDRE EN AMENAGEMENT DU TERRITOIRE POUR LIMITER LES EFFETS DE LA MODIFICATION DES REGIMES HYDRIQUES : LE CAS DES INONDATIONS**

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 EVOLUTION DES MODIFICATIONS DES REGIMES HYDRIQUES

#### 1.1.1 Les changements climatiques à l'échelle globale et à celle de notre pays

Les changements climatiques que nous pressentons actuellement ont une ampleur globale et les répercussions observées localement sont le résultat de processus régis à l'échelle mondiale. Il est donc utile d'évoquer les grandes tendances qui caractériseront ces phénomènes.

Globalement, une augmentation de la température moyenne est attendue sur la surface de la terre, ainsi qu'une élévation du niveau des mers et des océans. Par contre, les précipitations pourront, selon les endroits, baisser, se stabiliser ou augmenter.

Il est possible d'envisager quels sont les changements climatiques attendus dans notre pays et quelles pourraient en être les conséquences.

#### 1.1.2 Influence des changements climatiques sur le cycle hydrographique en Wallonie

Les modifications susceptibles d'affecter le cycle hydrographique wallon sont nombreuses. Cependant, l'état actuel des connaissances ne permet pas de détailler avec précision les changements à attendre en Région wallonne. Toutefois, il est possible d'en dégager les grandes tendances. Ceci nous permet d'envisager, dès à présent, les problèmes auxquels nous risquons d'être confrontés en terme de gestion des eaux. En effet, la majorité des scénarii s'accordent sur une modification du régime des précipitations en Wallonie caractérisée par une augmentation des pluies en hiver et une diminution de celles-ci l'été (Dutch Global Change programme, 2001).

Ce constat nous a incité à ne pas nous attarder sur les prévisions quantitatives disponibles actuellement (celles-ci étant encore trop approximatives à l'échelle locale) mais à analyser les diverses mesures qui nous permettraient d'anticiper les conséquences de ces changements climatiques.

Un rapide inventaire nous a permis d'identifier ces principales conséquences:

- L'augmentation de la demande en eau.
- La baisse des réserves d'eau (y compris d'eau potable) en été.
- La baisse du niveau moyen des cours d'eau en été et leur hausse en hiver.
- L'augmentation de situations extrêmes et notamment des inondations.
- L'altération des sols due aux changements de niveaux des nappes aquifères.
- L'augmentation du déficit en humidité du sol et l'intensification du stress hydrique des cultures en été.
- L'augmentation de l'érosion due aux précipitations et au vent.

Parmi ces problématiques, nous avons choisi, en accord avec le comité d'accompagnement, d'aborder en priorité le cas des inondations. En effet, la principale conséquence des changements climatiques dans notre pays devrait être une augmentation de leur fréquence et de leur ampleur. Or, les inondations provoquent déjà de nombreux dégâts.

Il est cependant évident que les mesures proposées dans le cadre de la lutte contre les inondations auront une influence sur les autres problématiques liées à la gestion de l'eau. Pour exemple, le maintien et l'amélioration du couvert végétal sert, à la fois, à limiter les crues, mais aussi à museler l'accroissement probable de l'érosion.

## **1.2 MODUS OPERANDI DE CE TRAVAIL**

A partir d'un recensement bibliographique des mesures envisageables dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de focaliser notre travail sur une certaine classe de mesures. En effet, le spectre des actions à analyser est trop large pour être considéré globalement. Les mesures sélectionnées ont ensuite été détaillées de façon à mettre en évidence leur efficacité et les modalités de leur application (coûts, entretiens...). Ces informations sont établies, dans la mesure du possible, à la lumière des expériences menées à l'étranger et des publications scientifiques. Ensuite, nous avons émis certaines propositions quant aux modes et aux moyens de mise en œuvre des mesures les plus intéressantes. Parmi ceux-ci, les outils relatifs à l'aménagement du territoire sont plus particulièrement considérés (RCU, SSC,...). De plus, certains projets pilotes étrangers sont analysés afin de dégager davantage de solutions.

## **2. CHOIX DE MESURES A ANALYSER EN PARTICULIER**

Le nombre de mesures envisageables étant trop vaste, nous avons centré notre étude sur certaines classes de mesures. Ainsi, nous avons privilégié les mesures dont les effets à long terme sont susceptibles de contrebalancer les conséquences de l'augmentation des précipitations. Il semble, en effet, que les changements climatiques ne prendront de l'ampleur que progressivement.

Aussi, il nous paraît intéressant d'étudier plus particulièrement les mesures à appliquer sur le bassin versant. Celles-ci ont, en effet, pour caractéristique d'être préventives et auraient, si elles sont appliquées, un impact à long terme sur la régulation des eaux de ruissellement lors d'événements pluvieux. De fait, leur application pourra contribuer à limiter l'augmentation attendue des phénomènes d'inondation en raison du réchauffement global.

Les actions que nous proposons ici sont donc essentiellement à mener en « amont ». Cependant, notre recherche bibliographique a mis en évidence que les mesures dites en « aval » ont un impact majeur sur la réduction des dommages dus aux inondations. Ces dernières encouragent l'adaptation des bâtiments et de l'usage du sol aux risques. La bonne application de ces mesures permet de restreindre sensiblement les coûts liés aux inondations (CIPR, 2002). Le thème 1 de la CPDT, avec lequel nous travaillons en étroite collaboration, traite actuellement de ces sujets.

Or, ces mesures pourraient s'avérer insuffisantes à l'avenir si les événements d'inondations devaient gagner en ampleur et/ou en fréquence. C'est à ce niveau que les bonnes pratiques à appliquer dans les bassins versants prennent leur importance. Celles-ci peuvent, à terme, ralentir le cycle de l'eau par une meilleure gestion des eaux de ruissellement et, ainsi, combattre les conséquences de l'augmentation des précipitations hivernales.

## **3. PRESENTATION DES MESURES A APPLIQUER DANS LE BASSIN VERSANT**

### **3.1 ASPECTS GLOBAUX**

Face aux crues exceptionnelles observées ces dernières années, force est de constater que la politique wallonne de lutte contre les inondations doit être reconsidérée et renforcée. D'autant que les changements climatiques pourraient, à l'avenir, aggraver la donne,

particulièrement en hiver, où une hausse des précipitations est pressentie (de l'ordre de quelques pour-cents) (Dutch Global Change, 2001).

Le débordement d'un cours d'eau, en période de fortes pluies, est un phénomène parfaitement naturel avec lequel nous devons (ré)apprendre à composer. En effet, une part essentielle des dommages causés par les dernières crues est le résultat d'une inadaptation des activités humaines en zones inondables. De fait, une foi aveugle dans les progrès techniques de l'après guerre nous ont amenés à sous-estimer les risques auxquels nous nous exposons. Ainsi, le principal enjeu auquel nous sommes aujourd'hui confrontés est une (re)prise en compte des caractéristiques intrinsèques des terres inondables afin d'utiliser ces surfaces en conséquence.

D'autres facteurs sont intervenus pour aggraver la situation. Ainsi, l'urbanisation galopante de ces dernières décennies a notablement perturbé le cycle hydrographique wallon avec, comme principale conséquence, une accélération de celui-ci. Cette tendance s'est traduite par une imperméabilisation des sols renforçant ainsi le ruissellement des eaux pluviales. De plus, la généralisation du mode « tout à l'égout » a contribué à mener au plus vite ces eaux de ruissellement vers l'aval. Cette option « bétonnée » a également touché la gestion des cours d'eau eux-mêmes (recalibrages, recoupements de méandres, reprofilages, murs anti-crues, berges bétonnées...), les transformant en véritables autoroutes de l'eau. Il s'avère que la combinaison de ces éléments favorise la saturation des réseaux hydriques en période de forte précipitation.

Enfin, notons que certaines pratiques agricoles peuvent également imperméabiliser les sols et favoriser le ruissellement des eaux de pluie. Or, les surfaces occupées par l'agriculture couvrent une part très importante du territoire wallon (+/- 52 %) <sup>1</sup>. C'est pourquoi certaines études portent sur la détermination de bonnes pratiques à encourager dans l'optique d'une lutte contre les inondations.

Suite à ces constats, il apparaît opportun de favoriser une conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain. Cette conception doit se traduire par une préservation du milieu naturel afin de laisser la place qu'il convient aux cours d'eau et par une occupation de l'espace urbain offrant une meilleure gestion des ruissellements (Brigando M. *et al.* (2002)).

### 3.1.1 Paramètres à prendre en compte

Les mesures que nous allons détailler constituent un ensemble de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. Outre la lutte contre les inondations, ces dernières peuvent avoir un rôle positif sur la pollution par le stockage et la restitution différée des eaux pluviales, ainsi que par les différentes dispositions qui permettent de traiter les effluents avant de les rejeter (puits d'infiltration avec décanteur par exemple).

Cependant, l'infiltration des eaux de pluie n'est pas toujours recommandée pour des raisons techniques ou de risques de pollution. En effet, un substrat imperméable (argileux...) ou une nappe phréatique en surface ne permettent pas la percolation. Ces sols ne peuvent physiquement pas absorber d'eau et risquent donc de refouler vers la surface.

Les risques de pollution sont, eux, à l'origine des restrictions qu'il faut apporter dans les zones sensibles comme les points de captages. C'est pourquoi différentes aires de protection sont définies autour de ces points (AGW du 14 novembre 1991) : la zone de prise d'eau (10m), la zone de prévention dans laquelle on distingue une zone de prévention rapprochée (35m) et une éloignée (110, 500 ou 1000 m) et la zone de surveillance.

---

<sup>1</sup> Recensement du cadastre (2000)

- La zone de prise d'eau interdit toutes autres activités que celles en rapport avec la prise d'eau.
- La zone de prévention éloignée impose des restrictions parmi lesquelles les puits perdus sont interdits ainsi que l'installation de nouveaux parkings de plus de 20 véhicules. Ces éléments nous incitent à éviter l'infiltration des eaux pluviales dans ce périmètre. La définition du périmètre de cette zone dépend de la nature du sous-sol : elle est de 100 mètres pour les aquifères sableux, de 500 m pour les aquifères graveleux et de 1000 m pour les formations fissurées ou karstiques. Ces distances ont été définies de manière à assurer un temps de transfert de 50 jours avant l'arrivée dans la nappe, laps de temps nécessaire pour éliminer les polluants organiques ou pour permettre la mise en œuvre de mesures précises de protection en cas d'accident (J. Daum et A. Martelet, 1997).

Les périmètres de protection des sources d'eaux minérales sont également des zones soumises à de sévères restrictions en terme de gestion des eaux résiduaires ou pluviales. Pour exemple, les puits perdus sont interdits dans le périmètre de surveillance des sources de Chaudfontaine. En outre, les zones de stationnement ne peuvent être imperméables et doivent avoir un système de récupération des eaux pluviales avec un séparateur d'hydrocarbures.

De fait, l'utilisation de ces techniques alternatives doit être analysée sérieusement : pour cela de nombreux paramètres propres au site doivent être pris en compte, parmi lesquels on peut citer (Brigando M. *et al.* (2002)) :

- La hauteur de la nappe phréatique, son usage, sa vulnérabilité,...
- La perméabilité du sol, sa nature,...
- La topographie, le réseau de talwegs,...
- La gestion, l'entretien des systèmes,...
- L'ampleur des événements pluvieux décennaux, centennaux,...

### 3.1.2 Point de vue économique

Le développement de l'urbanisation a forcé les réseaux d'assainissement classiques à prendre en charge des quantités d'eau de plus en plus importantes avec des débits de pointe accrus.

Si le projet d'aménagement se fait sur un site vierge, le nouveau réseau pourrait nécessiter des collecteurs aux dimensionnements prohibitifs. Si, par contre, le nouveau lotissement est raccordé au réseau existant, l'amélioration des ouvrages en place est souvent impossible, notamment pour des raisons de coûts et d'accès. Or, ceux-ci connaissent souvent de gros problèmes de dimensionnement.

Les techniques alternatives que nous présentons permettent de répondre à ce problème. Elles agissent effectivement en amont pour réduire les flux que le réseau doit prendre en charge. Cet objectif est atteint par l'infiltration des eaux de pluie et par l'utilisation de dispositifs de rétention qui écrêtent les pointes de débit.

Si la mise en œuvre de bassins de rétention semble se généraliser, les réticences à l'égard des autres techniques restent importantes (chaussées poreuses, puits d'infiltration,...). Or, si la solution de l'assainissement pluvial sans tuyau n'est pas celle de la facilité pour les auteurs de projet, elle peut représenter un gain économique important pour la collectivité. En effet, ces techniques s'avèrent, dans certains cas, une alternative plus économique. Ceci est principalement vrai pour les lotissements. Le gain économique éventuel dégagé par l'emploi des mesures compensatoires dépend principalement des caractéristiques propres à chaque situation. L'expérience bordelaise a ainsi prouvé que l'utilisation des techniques alternatives n'engendre en aucun cas de surcoût par rapport aux solutions traditionnelles, mais bien quelques économies d'autant qu'elles permettent aux collectivités de répartir les coûts d'assainissement avec les opérateurs (Valiron et Tabuchi, 1994).

Il est toutefois nécessaire de nuancer ce constat, car la charge d'entretien est souvent assez importante et est parfois négligée. Or, c'est souvent l'entretien qui assure l'efficacité de ces méthodes. Enfin, il semblerait que ces méthodes souffrent du manque d'incitations réglementaires pour agir en amont dans les politiques de gestion des eaux de pluie. (Leroux et Baladès, 1993)

## 3.2 DIFFERENTES METHODES<sup>2</sup>

### 3.2.1 Citernes d'eau de pluie

Les citernes d'eau de pluie constituent un moyen de rétention de l'eau en vue d'une utilisation ultérieure. Elles permettent donc une certaine diminution de ruissellement, surtout lorsque des pluies importantes suivent une période de sécheresse. Pour ce faire, l'utilisation de celles-ci doit être fréquente afin de maintenir un niveau assez bas. Si elles sont pleines lors d'événements pluvieux, la rétention est nulle. De plus, leur usage permet de redistribuer l'eau de pluie dans l'espace et dans le temps en fonction de l'utilisation que l'on en fera.

Les citernes d'eau de pluie constituent en général des réserves d'appoint utilisées pour le jardinage et les travaux extérieurs. Cependant, le coût sans cesse croissant de l'eau de distribution peut inciter à étendre leur emploi à diverses utilisations domestiques non alimentaires comme les chasses d'eau. Notons, que ce dernier poste représente à lui seul 36 % de la consommation totale moyenne d'un foyer (Devillers, Govaerts *et al*, 1994).

#### *Avantages:*

- Rétention/régulation des eaux de pluie
- Eau détournée par évaporation/infiltration si usage externe et vers les eaux usées pour les usages domestiques
- Gain économique pour les familles
- Gain écologique : rationalisation de la consommation

#### *Inconvénients:*

- Coût d'investissement (citerne, double réseau de distribution,...)
- Utilisation souvent inadaptée par rapport aux objectifs de rétention

#### *Préalables et coûts :*

---

<sup>2</sup> Les principales références pour ce point sont tirées de Leroux et Baladès (1993), ADOPTA (2002), Azzout *et al*. (1994)

Si bon nombre de foyers optent pour des citernes de 3.000 à 5.000 litres, une capacité supérieure à 120 litres de citerne par m<sup>2</sup> est nécessaire pour récupérer la quasi totalité de l'eau de pluie potentiellement disponible (soit 12.000 litres pour une toiture de 100 m<sup>2</sup>). Ajoutons que l'installation d'un petit bassin de décantation doit être prévu au débouché des gouttières afin de retenir les particules les plus grosses.

Le prix d'une citerne variera en fonction de sa taille (+/- 300 € pour 3.000 litres), mais aussi des matériaux employés (les modèles standards sont en béton). Enfin, l'usage d'une pompe (groupe hydrophore) est nécessaire pour amener l'eau dans le réseau. La fourchette de prix se situe entre 250 et 500 € pour cette dernière.

### 3.2.2 Rétention de l'eau au niveau des toitures

(toit-citerne à fond plat, revêtement à alvéoles, toit engazonné, toit terrasse...)

Cette technique est utilisée pour ralentir le plus en amont possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits. Un petit parapet (acrotère) en pourtour de toiture permet de retenir l'eau et de la relâcher à faible débit. Les surfaces réservoirs peuvent être engravillonnées, ce qui élève leur capacité de rétention. Les gravillons augmentent la surface à mouiller et la saturation est moins vite atteinte.

#### *Avantages:*

- Stockage immédiat et temporaire à la parcelle
- Aucune consommation d'espace au sol

#### *Inconvénients:*

- Réalisation soignée nécessaire par des entreprises qualifiées afin de garantir une étanchéité optimale
- Entretien régulier nécessaire afin d'éviter les risques de pollution.

#### *Préalables et coûts :*

Différents types de système peuvent être considérés. Le toit réservoir offre une capacité de rétention notable (hauteur d'eau de 10 cm), mais le toit devra être construit de manière à supporter ce poids supplémentaire. L'intégration urbanistique de celui-ci nécessite certaines précautions, car il est généralement plat. Des toits-réservoirs en pente peuvent aussi être envisagés avec des alvéoles de stockage mais leur efficacité est moindre.

Les toits-jardins ou toits engazonnés offrent une plus-value esthétique et écologique. Cependant, l'entretien de ceux-ci doit être régulier pour assurer la bonne étanchéité de l'ensemble. Dans certains cas, d'autres fonctions peuvent être développées, telles qu'un parking, une terrasse,....

### 3.2.3 Tranchées drainantes et noues

#### 3.2.3.1 Tranchées drainantes

A ce sujet, on distingue les tranchées drainantes dont l'objectif est la restitution des eaux de pluie à un faible débit (sols imperméables ou systèmes étanches pour des sols à risques), et les tranchées d'infiltration qui permettent la restitution dans des sols perméables non saturés et non sensibles.

Ainsi, les eaux de ruissellement (terrasses, rues piétonnes, allées de garage, ..) peuvent être recueillies par ces tranchées. Ces ouvrages superficiels (1m de profondeur environ) et linéaires peuvent être revêtus d'un enrobé drainant, de galets ou de pelouse pour être intégrés dans les espaces verts, ou aménagés en voies d'accès pour les piétons ou les voitures. Les eaux y accèdent par la partie supérieure maintenue poreuse et elles sont stockées dans la partie granulaire centrale. Dans tous les cas, elles sont protégées du milieu extérieur par du géotextile pour éviter les migrations des fines.

**Figure 11 - Tranchée drainante à lambres (France)**



Adopta (2002) ; la photo de gauche illustre l'installation de la tranchée, celle de droite est prise après l'aménagement.

*Avantages:*

- Intégration aisée au paysage urbain, faible emprise sur le sol
- Mise en oeuvre facile et bien maîtrisée
- Restitution retardée des eaux de pluie et/ou infiltration

*Inconvénients:*

- Attention aux risques de pollution des nappes, les eaux infiltrées doivent être de bonne qualité.

*Préalables et coûts :*

Cette technique nécessite la présence d'un puisard de décantation pour assurer un bon contrôle de la qualité des eaux infiltrées. L'influence des pentes devra être, si nécessaire, limitée par un compartimentage dans le profil en long de la tranchée.

Le dimensionnement de ces tranchées sera fonction des surfaces imperméabilisées considérées et de la perméabilité des sols. A défaut de connaître celle-ci, le volume de la tranchée peut être estimé globalement pour une pluie de 50 l/m<sup>2</sup> (orage décennal), en multipliant la surface imperméabilisée par 0,05 (ADOPTA, 2002). Le coût de fourniture et de pose est compris entre 60 et 90 € par mètre linéaire. Il faut en outre compter les coûts d'engazonnement (voir pour les noues).

L'intégration dans les sites urbains peut être compliquée par l'encombrement des sous-sols mais il existe des solutions qui font intervenir des matériaux plus compacts (réservoir alvéolaire).

*Entretien :*

Celui du puisard est nécessaire deux fois l'an et sera notamment effectué après la période de chute des feuilles. En outre, il faut prendre en compte l'entretien des pelouses, le nettoyage du sol en surface et la maîtrise de la végétation environnante. Cette dernière, en effet, peut détériorer ces ouvrages par son réseau de racines.

**3.2.3.2 Noues**

Une noue est un fossé large et peu profond avec des rives en pente douce. Elle sert à stocker un épisode de pluie (décennal par exemple) ou à écouler un épisode plus rare (centennal). L'eau est collectée soit par l'intermédiaire de canalisations (récupération des eaux de toiture et de chaussée), soit directement, après ruissellement, sur les surfaces adjacentes. L'eau est ensuite évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol. De fait, deux fonctions peuvent être confiées aux noues : sur sol perméable, elles sont assimilées à des tranchées d'infiltration et sur sols imperméables, à des bassins de rétention dont la fonction est la rétention étalée dans le temps du ruissellement.

**Figure 12 - Exemples de Noues à Douai (France) et Gelsenkirchen (Allemagne)**



[Adopta \(2002\)](#)

*Avantages:*

- Fonctions : rétention, régulation, écrêtement des débits et drainage des sols
- Création d'un paysage végétal et d'un habitat aéré

*Inconvénients:*

- Nécessité d'entretenir régulièrement les noues
- Nuisances possibles dues à la stagnation de l'eau

*Préalables et coûts :*

Le volume de la noue doit être calculé de manière à permettre le stockage de la quantité de pluie engendrée par un orage décennal. Les noues peuvent faire l'objet d'un embellissement. En effet, celles-ci sont en général engazonnées et peuvent être intégrées dans un projet de plantation. Les coûts de création sont détaillés ainsi :

- Utilisation forfaitaire d’engin : 300 à 400 €
- Terrassement et évacuation : 10 € / m<sup>3</sup>
- Massif drainant : fourniture et pose : de 60 à 100 € le mètre
- Engazonnement : 1 à 2 € le mètre linéaire

*Entretien :*

L’entretien de base se résume à celui que requiert tout espace vert. Il faut, cependant, veiller à ce qu’elle ne s’encombre pas en automne et éviter le colmatage. Ce phénomène se présentera par un colmatage progressif dans le cas de noues infiltrantes (curage pluriannuel nécessaire) et prendra la forme d’une obstruction des buses (moyens de communication pour traverser les noues) qu’il faudra éviter par l’entretien. Une attention particulière doit aussi être apportée pour éviter les dépôts d’immondices clandestins.

### **3.2.4 Puits d’infiltration**

Ce dispositif assure le transit des eaux de ruissellement vers les couches perméables du sol lorsque les surfaces sont imperméables. L’horizon non saturé doit être suffisamment large et les eaux pluviales doivent être le moins polluées possible (du fait de sa faible surface d’infiltration). Pour ce faire, le ruissellement doit être réduit au maximum. Aussi, ils sont essentiellement utilisés pour recevoir les eaux de toiture. Le puits est précédé d’un regard de décantation pour piéger les éléments indésirables. L’infiltration se fait par le fond du puits et, éventuellement, par les côtés formant les parois.

*Avantages:*

- Conception simple
- Bonne intégration au tissu urbain du fait de sa faible emprise au sol

*Inconvénients:*

- Minimisation des risques de pollution de la nappe et de colmatage en respectant les conditions de mise en oeuvre et d’entretien recommandées par les spécialistes.
- Nécessiter de surdimensionner l’ouvrage car il n’y a pas d’exutoire pour les événements exceptionnels.

*Préalables et coûts :*

Le dimensionnement du puits doit être prévu de la même manière que celui des tranchées drainantes. Il est conseillé d'éviter de planter des arbres à proximité en raison du colmatage par les racines. Notons que cette remarque vaut pour toutes les techniques d'infiltration. Le coût des fournitures sera, pour les puits d'infiltration, compris entre 350 et 600 €. Pour la pose, il faut compter entre 550 et 700 €.

*Entretien :*

Celui-ci se limite au nettoyage annuel du regard de décantation et au remplacement périodique du gravier ou du sable.

*Plateau d'infiltration :*

En sols perméables, mais ayant une nappe à faible profondeur, il est possible d'aménager des plateaux filtrants qui permettent d'étaler sur une grande surface le volume stockage-infiltration.

**3.2.5 Chaussées à structures réservoirs et revêtements perméables**

Utilisée pour la voirie et les parkings, la structure réservoir permet de stocker les eaux pluviales dans le corps de la chaussée. Elle est souvent constituée de pierres concassées. La chaussée peut être recouverte d'un enrobé poreux qui laisse passer l'eau directement dans la structure réservoir, tout en retenant les impuretés. On peut aussi choisir un enrobé traditionnel imperméable avec un système d'avaloirs et de bassins qui collectent et diffusent les eaux de pluie dans la structure. L'eau circule entre les vides laissés par les cailloux et peut être, soit infiltrée dans le sol, soit évacuée vers un exutoire naturel ou un réseau d'eau pluviale.

*Avantages:*

- Intégration au milieu urbain sans occuper d'espace supplémentaire
- Piégeage des polluants par décantation, diminution des bruits du trafic et amélioration de l'adhérence des véhicules.
- Rétention des eaux de ruissellement et /ou infiltration

*Inconvénients:*

- Colmatage et problèmes de viabilité hivernale dans le cas d'un revêtement poreux. Pour éviter cela, l'entretien doit être régulier afin de maintenir une bonne perméabilité.
- Le curage des bouches d'injection doit également être effectué régulièrement pour éviter le colmatage.

*Préalables, coûts et entretien:*

Cette technique doit être assimilée à des bassins de retenues enterrés. Il est utile d'intégrer très tôt cette technique dans l'étude d'aménagement. Sa construction nécessite une certaine expérience. En effet, le choix de granulométrie et de taille des drains doit être posé sciemment. Le coût d'un mètre linéaire de chaussée avec un revêtement classique est compris entre 240 et 290 €. L'utilisation de matériaux poreux entraîne un surcoût de 5 à 10 %. Cependant, ce dernier est largement compensé par l'économie pratiquée en terme de canalisations, d'avaloirs, de bouches d'égout,...et ce, en tenant compte des charges d'entretien.

La construction de chaussées réservoirs avec revêtement classique nécessite d'injecter l'eau recueillie par les caniveaux dans la structure. La bouche d'injection et son filtre permettent le pré-traitement des eaux et évitent le colmatage. La fourniture et la pose de la bouche d'injection s'élèvent à un montant compris entre 750 et 925 € (150 € pour la pose du filtre). Notons qu'une bouche d'injection reprend les eaux pluviales de 200 à 250 m<sup>2</sup> de voirie. L'entretien de celle-ci consiste à nettoyer régulièrement le filtre par un jet d'eau pour maintenir la capacité d'infiltration et à le remplacer tous les ans. Enfin, le curage de la partie décantation sera assuré deux fois par an.

Le choix de revêtements poreux permet la répartition immédiate de l'eau dans la structure, ce qui évite la formation de flaques et de projections dues à la circulation. Cependant, il nécessitera un entretien particulier afin d'éviter son colmatage, surtout lorsque des sources de pollution possibles sont à proximité (apport de terre,...). En effet, un entretien préventif est conseillé pour éviter le piégeage d'éléments de plus en plus fins (technique de mouillage/aspiration). Ce dernier sera préféré pour les parkings ou les voies à faible circulation, là où l'auto-nettoyage dû au trafic n'intervient pas. L'entretien curatif exige, pour sa part, un procédé de haute pression/ aspiration. Le coût des chaussées à revêtement poreux s'élève de 270 à 450 € par mètre.

**Figure 13 - Parking avec revêtement poreux à Douai**



ADOPTA (2002)

Les dispositifs d'évacuation dépendront de la nature des sols et du type de réseau d'assainissement local. Si les sols sont imperméables, les eaux seront collectées via des drains vers le réseau ou vers un ouvrage où la nature du sol permet l'infiltration. Si le sol est perméable dans une zone non sensible, il sera préférable d'infiltrer l'eau sur place, en appliquant un géotextile à l'interface sol/structure pour une meilleure répartition.

#### *Réservoirs :*

Parmi les différents réservoirs utilisables, nous détaillerons ici les réservoirs alvéolaires et les réservoirs en matériaux poreux.

Les réservoirs alvéolaires conviennent pour les sols perméables et peu sensibles à une éventuelle pollution lorsque les volumes à stocker sont importants et que la nappe est proche de la surface. Généralement, l'eau est stockée et infiltrée directement sans passer par le réseau de gestion des eaux. Cependant, une technique classique par vidange vers le réseau est envisageable. Ces réservoirs sont appréciés dans les milieux urbains denses en

raison de leur compacité. Les réservoirs en matériaux poreux sont souvent mis en œuvre à l'exutoire de petits bassins versants lorsque les volumes à stocker sont faibles. La base et les côtés du bassin seront protégés par un géotextile pour éviter la migration des fines. Enfin, selon leur géométrie, ces réservoirs fonctionneront comme des puits d'infiltration ou des tranchées drainantes.

*Revêtements perméables:*

Une option très simple existe pour diminuer l'impact imperméabilisant des surfaces de stationnement ou des voiries rurales à faible trafic. Il s'agit simplement de substituer les revêtements classiques imperméables (macadam, béton...) par des éléments qui assurent un contact avec le sol aux eaux de pluies (briques posées sur leur tranche, klinker...). De nombreux exemples de réalisations existent pour illustrer ces méthodes : parkings à Rendeux, parking IKEA de Zaventem... Cette méthode est connue depuis longtemps et mériterait un usage plus répandu.

**Figure 14 - Parking employant un revêtement perméable (Hem – Suisse)**



ARENE ([www.arenidf.com](http://www.arenidf.com))

### 3.2.6 Bassins de retenue

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, puis stockée dans un bassin avant d'être évacuée vers un exutoire de surface (ou bassin de retenue) ou infiltrée dans le sol (bassin d'infiltration). Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau (qui conservent une lame d'eau en permanence), les bassins secs, mais aussi les bassins revêtus ou non. Les bassins sont situés soit en domaine public, soit en lotissement ou encore chez un particulier.

*Avantages:*

Les bassins font partie de l'aménagement paysager. Les bassins secs peuvent servir d'espaces verts inondables ou être utilisés comme terrain de football, vélodrome (Vitrolles) ou piste de skate (Nancy). Les bassins en eau constituent, quant à eux, un lieu de promenade ou d'activités aquatiques. Ils peuvent aussi jouer une certaine fonction écologique et paysagère.

*Inconvénients:*

- Risques liés à la sécurité pour des riverains et les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau

- Consommation d'espaces
- Attention à la pollution de la nappe par les bassins d'infiltration.

#### *Préalables et coûts :*

Ces inconvénients rendent nécessaire, au préalable, une étude d'incidence. La connaissance des sols est notamment indispensable (niveau de la nappe, perméabilité des sols, topographie du terrain,...). Le dimensionnement doit lui aussi faire l'objet de calculs prenant en compte un événement pluvieux donné. De plus, la taille de celui-ci doit être suffisante pour permettre de diluer suffisamment la pollution amenée par le ruissellement. Sa profondeur, elle aussi, doit être calculée pour éviter la prolifération des végétaux dressés et le choc thermique dû au réchauffement en été. Ainsi, un stockage d'environ 200 m<sup>3</sup> par hectare imperméabilisé peut être nécessaire.

Ces bassins de retenue doivent être situés sur les axes de ruissellement, dans les terrains à faible pente et équipés d'un évacuateur de crue pour gérer les situations d'insuffisance de l'ouvrage (Brigando, 2002).

Le coût du m<sup>3</sup> utile peut varier entre 60 et 220 €, en fonction du génie civil essentiellement. Ainsi, les bassins enterrés en centre ville (bassins revêtus) peuvent atteindre des valeurs supérieures (STU, 1991). De plus, les surfaces concernées rendent ces ouvrages particulièrement sensibles au régime foncier. Cet élément justifie parfois la construction de bassins revêtus en centre urbain (Carré, 2002).

Les bassins à vocation d'infiltration doivent être munis d'un bassin tampon avec clapet automatique pour protéger les nappes phréatiques de pollutions accidentelles. Dans les zones à risques, des bassins en eau étanches seront envisageables.

#### *Entretien :*

L'entretien du bassin consiste à nettoyer l'ouvrage d'entrée et, de façon ponctuelle, l'élément principal (apport d'éléments solides par les usagers,...). Le bon fonctionnement du système sera assuré par le nettoyage des fossés d'écoulement et des grilles placées à l'entrée du bassin. Pour les sous-bassins, les principaux travaux consistent en un curage pour éviter l'envasement et un faucardage de la végétation pour obtenir un rendement épuratoire plus élevé.

Une attention toute particulière doit être portée aux produits du curage, car les métaux lourds et les hydrocarbures ont tendance à s'y concentrer. Le coût d'un nettoyage approfondi pourra s'élever à 3,5 € le mètre carré de bassin.

#### *Bassins revêtus :*

Ces ouvrages sont souvent utilisés en ville où leur articulation avec un autre projet d'aménagement (parking ou espaces verts en surface) permet de rentabiliser leur coût souvent élevé en raison des conditions foncières. De telles infrastructures doivent faire face à de nouvelles contraintes telles que l'encombrement des sous-sols ou la hauteur de la nappe. En effet, si la nappe est trop proche, le coût de rabattement sera trop élevé et ce dernier pourra avoir des incidences néfastes sur la stabilité des bâtiments environnants. En outre, l'entretien des bassins revêtus est plus lourd (entretien de la chape, des parois, nettoyage nécessaire après chaque utilisation...) et les risques liés aux pollutions accidentelles sont importants (dispositif de sécurité pour faire face aux émanations de gaz toxiques...). Pour ces raisons, il y a lieu de privilégier dans la mesure du possible les ouvrages à l'air libre.

#### *Espaces publics inondables :*

Les bassins projetés pour se remplir uniquement lors d'événements pluviométriques d'importance peuvent être prévus afin de servir d'espaces publics (terrains de sports, parcs,...) le reste de l'année. Cette option offre une double rentabilité de l'espace considéré et permet une intégration réfléchie dans l'urbanisation. Le coût de cette technique est principalement lié au foncier, car les autres éléments sont peu onéreux (systèmes hydrauliques, terrassements assez simples). En outre, l'entretien, peut se combiner avec celui de l'équipement d'utilité publique. Ce dernier n'exige d'ailleurs qu'un nettoyage après la mise en eau.

**Figure 15 - Terrain de sport adapté pour remplir une fonction de bassin de régulation (Clermont-Ferrand)**



Terrain de sport abaissé de 2 mètres afin de créer un bassin de régulation de 15.000 m<sup>3</sup> ([www.ville-clermont-ferrand.fr](http://www.ville-clermont-ferrand.fr))

Il est, à ce titre, très intéressant de citer une expérience pilote menée par le GERU de l'UCL sur le bassin versant du ry saint-jean à Jodoigne. L'aménagement d'une Zone d'Inondation Temporaire y est mis sur pied afin d'utiliser ce bassin rural en une zone de rétention (stockage de 5000 m<sup>3</sup>) en situation de précipitations extrêmes.

### 3.2.7 Le réseau séparatif

Le dimensionnement d'un réseau unitaire de collecte est fonction essentiellement des eaux de pluie. En effet, les débits d'eaux usées sont plus réguliers et n'ont pas de maxima très élevés. Ainsi, ce sont les paramètres pluviométriques qui influencent le dimensionnement des collecteurs. Ceci peut amener à des dimensionnements aux coûts prohibitifs.

Dans la situation du réseau séparatif, les eaux usées sont collectées pour être traitées en aval et les eaux de pluie sont acheminées soit dans un bassin d'orage, soit dans un plan d'eau permanent pour veiller à leur épuration. Le dimensionnement de ce deuxième réseau dépendra de la pluviométrie locale et sera calé sur un événement particulier (pluie décennale par exemple). Le réseau des eaux usées sera donc à l'abri de ces fluctuations, mais devra éviter la sédimentation des dépôts là où les débits et les pentes seraient trop faibles.

*Avantages:*

- Gain écologique important : possibilité d'épurer une partie des eaux de pluie via des plans d'eau permanents.
- La décantabilité des eaux pluviales est bien meilleure que celle des eaux unitaires.
- Economie en terme d'épuration des eaux usées : en effet, les quantités d'eau à traiter sont moindres et la rentabilité du système est supérieure (charges polluantes des effluents supérieures)
- Lutte contre les inondations : les débits d'eaux usées sont stables et les eaux de pluie peuvent être régulées par un bassin de retenue.

*Inconvénients:*

- Surcoût dû aux infrastructures (double réseau de collecteurs, ...) qui s'est soldé dans le cas de Louvain-la-Neuve par 25 à 30 % de plus qu'un réseau traditionnel.
- La gestion de ce réseau est délicate, car une faible proportion de raccordements erronés peut mettre à mal l'efficacité de tout le réseau. En effet, le rejet d'eau pluviale dans le réseau épuratif peut surcharger celui-ci et le rejet d'eau usée dans le système d'eau de pluie mène à une pollution dommageable.

#### **4. ETUDE DE FAISABILITE : LA MISE EN ŒUVRE DE CES TECHNIQUES**

Une première analyse des outils de mises en œuvre des mesures pour lutter contre les inondations, nous a permis de repérer quatre classes différentes :

1. Les outils de gestion des flux : politiques de gestion des rivières et de leurs lits (zones d'expansion des crues, gestion des berges...), politique d'égouttage...
2. Les outils de gestion de l'occupation du sol (plans de secteur, PCA et SSC) pour traiter des questions de localisation, de densité par rapport aux risques d'inondations. A cela peut s'ajouter dans cette catégorie les politiques traitant des questions agricoles.
3. Les outils de réglementation des constructions (RRU, RCU...) qui peuvent fixer des types de matériaux, l'utilisation de mesures ponctuelles,...
4. Enfin, les outils financiers : taxation, exonération...

Les deux premières classes concernent principalement les surfaces en zones inondables et donc, par définition, en dehors des bassins versants. Néanmoins, certains éléments de la gestion des flux, tel que l'égouttage séparatif, concernent également ces versants. Ce sujet a été abordé d'un point de vue technique au chapitre précédent, mais la politique d'égouttage ne sera pas évoquée ici pour nous concentrer sur les outils d'aménagement du territoire .

L'essentiel des moyens auxquelles nous pouvons avoir recours concernant la troisième classe, c'est-à-dire les outils de réglementation des constructions et plus particulièrement les RRU et RCU. Nous verrons que ceux-ci permettraient d'assurer l'emploi des mesures de lutte contre les inondations mentionnées précédemment.

Enfin, nous aborderons brièvement le domaine des actions financières en tant qu'action d'accompagnement.

## 4.1 JUSTIFICATION AU REGARD DU SDER ET DES DECISIONS GOUVERNEMENTALES

### 4.1.1 Le SDER

Le SDER fait de la protection de la population contre les risques naturels et technologiques l'un de ses axes majeurs<sup>3</sup>. Ainsi, l'intitulé de cet axe précise que « *le développement d'une politique préventive visant à prendre en compte les risques d'origine naturelle ou technologique est indispensable. Il faut assurer l'intégrité physique des habitants et protéger les infrastructures* ». Pour ce faire, il définit quatre domaines pour une bonne gestion des risques naturels d'inondation :

- L'identification des zones à risques
- La limitation des zones à risques
- La limitation des risques de crue
- L'information des communes, des maîtres d'ouvrage et de la population

Parmi ces objectifs, *la limitation des risques de crue* au niveau des bassins versants, en amont des zones inondables est envisagé :

« *La gestion des eaux de ruissellement doit se réaliser de manière intégrée en prenant en compte tous les problèmes inhérents à l'urbanisation (égouttage, imperméabilisation du sol) ainsi qu'à l'occupation du sol (plantations, techniques culturales, remembrement).*

*Le risque de crue sera limité par la recherche du **ralentissement du ruissellement**, ce qui favorisera également la réalimentation des nappes aquifères.*

*Les mesures suivantes seront favorisées :*

- *installation de réseaux séparatifs traitant les eaux usées distinctement des eaux pluviales;*
- *adoption de revêtements plus perméables pour les voiries, les aires de parcage, les espaces publics;*
- *utilisation de techniques compensatoires (tranchées drainantes, fossés d'infiltration) en vue de pallier les effets négatifs d'une trop grande imperméabilisation des sols;*
- *installation de citernes de récupération de l'eau de pluie.*

*Dans les plaines alluviales et le lit majeur des rivières, les actes susceptibles d'aggraver localement les inondations (notamment les remblais) seront interdits.*

*En fond de vallée, les occupations du sol susceptibles de jouer de manière occasionnelle le rôle de plaine d'inondation (terrains de sport, espaces verts, sites naturels, prairies) seront favorisées. »<sup>4</sup>*

### 4.1.2 Circulaire du 9 janvier 2003

Suite aux inondations de janvier 2003 qui ont durement touché la région, le gouvernement a rédigé une circulaire relative à la délivrance de permis dans les zones exposées à des inondations et à la lutte contre l'imperméabilisation des espaces (M.B. du 04/03/2003, p. 10669). Cette dernière explicite clairement la prise de position du gouvernement vis-à-vis du principe de ralentissement des eaux pluviales au moyen de méthodes de rétention et ou d'infiltration :

« *Afin de limiter autant que faire se peut le risque de crue, il convient que l'ensemble des actes et travaux projetés dans un bassin hydrographique visent à ralentir le ruissellement de l'eau et à en favoriser l'infiltration.(...)*

<sup>3</sup> Extrait du SDER – troisième partie : mise en œuvre du projet – page 180

<sup>4</sup> Ibid.

Enfin, sur tout le territoire wallon, j'invite les autorités communales à s'assurer que les projets qui leur sont soumis répondent aux conditions suivantes :

- adopter des revêtements plus perméables pour les voiries, les aires de parcage et de circulation, pour les espaces publics;
- avoir obtenu l'avis favorable préalable du gestionnaire du cours d'eau concerné;
- le cas échéant, utiliser des techniques compensatoires (par exemple tranchées drainantes, fossés d'infiltration) en vue de pallier les effets négatifs d'une trop grande imperméabilisation des sols;
- privilégier l'installation de tout équipement qui peut ralentir l'écoulement des eaux de pluie ou de ruissellement, sans préjudice aux autres dispositions du Code ou de toute législation environnementale, ainsi que du Code Civil;
- veiller à ne pas construire d'égout en dehors des zones d'égouttage prioritaire;

L'ensemble des lignes de conduite énoncées sont bien entendu également d'application lors de la délivrance de certificats d'urbanisme ».

Cette dernière précise aussi la prise de position du gouvernement vis-à-vis de l'égouttage séparatif. Celle-ci est explicitée dans le projet de Règlement Général d'Assainissement des eaux urbaines résiduelles (RGA) approuvé en 1ère lecture le 19 décembre dernier. L'article 4 notifie que « les projets de travaux d'égouttage, tant de nouveaux égouts que se rapportant à la réhabilitation d'égouts existants, devront privilégier la pose d'égouts séparatifs aux égouts unitaires, sauf exception dûment justifiée par des contraintes techniques insurmontables ».

La circulaire du 9 janvier 2003 en conclut :

« Même si cette option est d'abord dictée par la préoccupation d'optimiser le fonctionnement des stations d'épuration, elle montre bien que la Région entend que les eaux de pluie et de ruissellement ne soient plus purement et simplement transférées dans les égouts, et ainsi renforcent très rapidement les débits des cours d'eau ».

## 4.2 APPLICATION DE LA MESURE VIA LES OUTILS D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

### 4.2.1 Le règlement régional d'urbanisme

#### 4.2.1.1 Exemples de règlements à l'étranger

##### a) Bruxelles

Le RRU de la région Bruxelles-Capitale impose, parmi les caractéristiques des constructions et des abords (arrêté du 3 juin 1999), que soit maintenu un minimum de surface perméable sur la parcelle. Ainsi, les zones de cours et de jardin doivent conserver une surface perméable de minimum 50 % de leur surface cumulée. Ceci pour éviter une imperméabilisation abusive des parcelles. Si cette mesure n'assure pas forcément l'infiltration (en cas de sol argileux), elle a l'avantage d'être facile à appliquer.

##### b) Normes d'infiltration et de rétention : Maryland (USA)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> MDE (2000), *2000 Maryland stormwater design manual*, Maryland Department of the Environment: USA ([www.mde.state.md.us](http://www.mde.state.md.us))

Cet état des Etats-Unis a défini des critères en terme de traitement des eaux de ruissellement que doivent remplir les nouvelles constructions. Cette approche peut donc rentrer dans une logique de gestion individuelle groupée de ces eaux, car ces critères imposent un volume d'eau de pluie à traiter, percoler et/ou retenir à l'exutoire du lotissement (ou d'une propriété). Les techniques qui permettent de remplir ces rôles sont décrites dans le chapitre précédent. Cinq critères sont retenus, ceux-ci sont définis suivant toute une série de facteurs tels que la surface imperméabilisée par le projet, le type de sol, le régime de précipitations... :

- Volume concernant la qualité de l'eau
- Volume concernant la protection des ouvrages de collecte
- Volume concernant la recharge de la nappe phréatique
- Volume concernant la protection face aux inondations par débordement
- Volume concernant les situations extrêmes d'inondation

#### Volume concernant la qualité de l'eau

Le premier critère concerne le traitement des eaux de ruissellement polluées, aussi celui-ci ne nous concerne pas directement. Il est cependant intéressant de préciser la manière dont il est construit. Ce critère est défini de manière à déterminer la capacité des ouvrages de traitement afin que ceux-ci puissent traiter 90 % des précipitations annuelles moyennes. Pour ce faire les variables envisagées sont les précipitations annuelles moyennes (P) et le taux d'imperméabilisation du projet (I) (part de la parcelle imperméabilisée).

$$WQ_v = \{ (P) (f I) (A) \}$$

Où  $f$  est un facteur et  $A$  l'aire de la parcelle

#### Volume concernant la protection des ouvrages de collecte

Le second prévoit une quantité d'eau à retenir lors de pluie de tempête afin de répartir dans le temps le flux d'eau de ruissellement. Cette démarche permet de réduire le débit des eaux et ainsi la capacité érosive de celles-ci vis-vis des ouvrages de collectes. En effet, ces éléments peuvent être soumis à des phases érosives intenses lors de pluie de tempête. Pour répondre à cela l'épaisseur des boyaux est renforcée, mais cela engendre un surcoût. Ce critère prévoit aussi une capacité de rétention des ouvrages amonts pour réduire les vitesses d'écoulement. Cette approche est cependant controversée, car elle mène à soumettre les infrastructures à des périodes érosives moins intenses mais plus longues. Or, certaines études ont démontré que cette alternative n'entraîne pas nécessairement moins de contraintes (MDE, 2000).

#### Volume concernant la recharge de la nappe phréatique

L'imperméabilisation d'un site a pour conséquence de diminuer l'infiltration de l'eau de ruissellement sur cette parcelle. Or, c'est par ce biais que les nappes aquifères se rechargent. L'augmentation des zones urbaines peut donc entraîner à long terme une diminution des ressources en eau potable du niveau des cours d'eau. Ce critère impose donc au projet d'urbanisme d'assurer l'infiltration d'une part d'eau de ruissellement identique à celle qui était percolée avant la nouvelle construction. Pour ce faire, les variables prises en compte sont le taux d'imperméabilisation du site (I) et le taux annuel moyen d'infiltration (S). Ce dernier est défini à partir des cartes géologiques en fonction desquelles quatre grandes classes de sols ont été déterminées sur base des taux d'infiltration de l'eau de ruissellement (S). Différents éléments interviennent dans la détermination de ce taux : les pentes, le type de sol, la couverture végétale, l'évapo-transpiration...

$$Re_v = \{ (S) (f I) (A) \}$$

Où  $f$  est un facteur et  $A$  l'aire de la parcelle

#### Volume concernant la protection face aux inondations par débordement

Ce critère souhaite prévenir l'augmentation de fréquence et d'ampleur des inondations par débordement. Comme nous l'avons déjà précisé, l'urbanisation croissante de notre région a modifié les cycles hydrographiques qui prévalaient avec pour conséquence une augmentation du ruissellement en période de forte pluie. L'enjeu est ici de prévoir une capacité de rétention des ces eaux au niveau des nouveaux lotissements afin de ne pas augmenter la quantité d'eau à résorber en aval. Le critère impose donc de prévoir un volume de rétention égal au surplus de ruissellement dû au projet par rapport à la situation préexistante.

La détermination de cette quantité se fait pour un événement de référence (pluie d'occurrence bi-annuelles, décennales...) qui doit être choisie en fonction des conditions propres à chaque bassin versant. A partir de ces données de référence, il s'agit de modéliser l'hydrogramme (pour 24 h) de fréquence à l'exutoire du lotissement pour les situations pré et post urbanisation. La comparaison de ces deux hydrogrammes permet alors de déterminer le surplus de ruissellement dû au nouveau projet. Cette modélisation est assez complexe, car elle doit prendre en compte l'occupation du sol avant et après l'urbanisation, le complexe des pentes, le taux d'infiltration des différents sol...

#### *c) Limitation de débits rejetés par les opérations immobilières (Bordeaux)*

Dès le début des années 1980, l'agglomération de Bordeaux a connu des inondations spectaculaires. Celles-ci ont été mises sur le compte du développement urbain de la ville et sur ses caractéristiques topographiques particulières (pentes extrêmement faibles). La communauté Urbaine de Bordeaux (CUB) a décidé de réagir en intégrant dans le règlement d'assainissement, une limitation des débits rejetés aux réseaux publics par la mise en œuvre de techniques compensatoires. De ce fait, « seul l'excès de ruissellement peut être rejeté au réseau public après qu'aient été mises en œuvre, sur la parcelle privée, toutes les solutions susceptibles de limiter et étaler les apports pluviaux ». Cette condition s'applique notamment aux opérations immobilières pouvant produire des débits susceptibles de provoquer une saturation des réseaux existants. Dans ces conditions, le service d'assainissement, détermine, avec l'utilisateur concerné, les techniques à mettre en œuvre par ce dernier pour étaler les débits d'apports pluviaux. En outre, des dispositions ont été transférées dans le Plan d'Occupation des Sols pour certains quartiers. Ainsi, il est stipulé que le débit pouvant être rejeté dans le réseau public ne peut être supérieur à celui correspondant à une imperméabilisation de 30% de la parcelle.

Cette disposition a permis le développement d'une soixantaine de bassins privés sur le territoire de la CUB. En parallèle, la commune réalisait comme maître d'ouvrage un certain nombre d'aménagements expérimentaux. Cette démarche nous paraît très intéressante et pourrait inspirer la mise au point d'un RRU en région wallonne.

#### **4.2.1.2 Fondements juridiques**

Les mesures de prévention des risques d'inondations à entreprendre sur les bassins versants pourraient être mises en œuvre par un règlement régional d'urbanisme. En effet, les articles 76 et 77 du CWATUP permettent de le penser.

L'article 76 définit ce que les RRU peuvent traiter :

« le Gouvernement peut édicter un ou des règlements régionaux d'urbanisme contenant toutes les dispositions de nature à assurer :

*1° la salubrité, la conservation, la solidité et la beauté des constructions, des installations et de leurs abords ainsi que leur sécurité notamment leur protection contre l'incendie et les risques naturels prévisibles, en ce compris les contraintes physiques majeures visées à l'article 136, soit notamment les risques d'inondation (cfr. Article 136).*

Ceci nous permet de considérer, notamment à la lumière des éléments avancés dans ce travail, que la mise en œuvre de mesures de prévention des risques d'inondations dans les bassins versants (tranchées drainantes, bassins d'orage, chaussées poreuses...) peut contribuer indirectement à la protection des constructions soumises au risque d'inondations, ainsi que des infrastructures et de leurs abords. Il s'agit donc d'une protection qui s'appliquerait sur l'ensemble des constructions du bassin versant de manière à protéger efficacement les constructions en zones inondables. Il est de fait logique de répartir les efforts inhérents à la lutte contre les inondations à l'ensemble du territoire, sachant que les risques d'inondation ont plus que probablement été accrus par l'action de l'homme sur l'ensemble des bassins versants.

Une telle interprétation est cependant sujette à discussions. Aussi, il nous semble important de rappeler que l'adoption d'un RRU traitant des mesures d'infiltration/rétention des eaux pluviales sur les bassins versants fait partie des mesures que la circulaire du 9 janvier préconise:

« ...le Règlement Régional d'Urbanisme, en cours de préparation, sur le thème des inondations, déterminera les termes de références à suivre, tant en matière de gestion des zones soumises à l'aléa « inondation » (zones inondables), qu'en matière de gestion des eaux de ruissellement et des équipements à imposer ou à privilégier à cette fin ».

L'avantage d'un tel règlement est d'être applicable sur tout ou une partie prédéfinie des bassins versants, de fait l'Article 77 du CWATUP stipule que : « ces règlements sont applicables à tout le territoire de la région wallonne, à une partie de ce territoire dont ils fixent les limites ou encore à telles catégories de communes ou de parties de communes qu'ils déterminent. » Cet état de fait est évidemment crucial pour les mesures de prévention étudiées dans ce travail, car celles-ci doivent, de par leur nature, être adoptées en amont des zones inondables, soit sur les bassins versants. En effet, elles répondent au principe de ralentissement du ruissellement par infiltration et/ou rétention le plus tôt possible de manière à réduire les volumes d'eau que les vallées doivent charrier en période de fortes pluies.

Cet article permet aussi d'envisager l'emploi d'un règlement zoné. Or cette possibilité est essentielle pour la mise en œuvre des techniques que nous étudions. En effet, l'infiltration des eaux de pluie n'est pas souhaitable partout en raison des risques de pollution des zones sensibles (zones de captages, zones karstiques...), elle n'est pas non plus réalisable techniquement en toutes circonstances (sols imperméables comme l'argile, nappe phréatique proche du sol...). Il est donc nécessaire d'envisager une définition des zones où l'infiltration doit être proscrite soit nécessaire

De plus, ces règlements sont applicables par arrêté du gouvernement, ce qui permet une mise en œuvre plus facile. De fait, la mise en route d'un RRU ne nécessite pas nécessairement de modification du code.

Enfin, la gamme d'actions couvertes par les RRU est très large. De fait, ils s'appliquent aux actions suivantes : « ces règlements peuvent concerner les constructions et les installations au-dessus et en-dessous du sol, les enseignes, les dispositifs de publicité et d'affichage, les antennes, les canalisations, les clôtures, les dépôts, les plantations, les modifications au relief du sol et l'aménagement d'emplacements destinés à la circulation et au parage des voitures en dehors de la voie publique » (Art. 76). Ainsi, les actes et travaux nécessaires à la mise en œuvre des techniques décrites au chapitre 3 rentrent bien dans les compétences d'un arrêté gouvernemental.

### 4.2.1.3 Justification scientifique

Cette prise de position s'explique par le fait que les mesures décrites au chapitre précédent permettent, correctement mises en œuvre, de réduire notablement les pics de débit atteints lors d'épisode de pluie à l'exutoire d'une parcelle. Or, nous savons que l'urbanisation d'une surface se solde par son imperméabilisation et, de ce fait, entraîne une augmentation notable du pic de débit de ruissellement pour un régime de précipitations donné. Mais, certaines pratiques pourraient, si elles sont répandues et sous certaines conditions (nature des sols, caractéristiques du bassin...), réduire les risques d'inondation en aval.

L'exemple de la construction de Louvain-la-Neuve sur un plateau initialement occupé par des activités agricoles est, à ce titre, assez explicite, puisque cette opération a imperméabilisé 50 % de la surface. Les pics de débits à l'exutoire du site avant aménagement ont été estimés récemment à 1 m<sup>3</sup>/s. En outre, l'imperméabilisation brutale du site aurait conduit à un débit réel évalué à 20 m<sup>3</sup>/s (dans l'hypothèse d'une ville de 50.000 habitants). Notons aujourd'hui que des maxima de 14 m<sup>3</sup>/s ont été enregistrés lors d'événements pluviaux importants. Ces débits devaient, à l'état initial, être évacués dans la Dyle à Ottignies, or le seuil de débordement de cette rivière est de 30 m<sup>3</sup>/s à Wavre. Pour répondre à ce problème, des mesures de gestion des eaux ont été envisagées pour diminuer les débits à l'exutoire de la zone urbanisée. Le choix s'est alors porté sur la réalisation du Lac de Louvain-la-Neuve qui remplit les fonctions d'un bassin d'orage et permet une intégration urbanistique non négligeable (Persoons *et al.*, 1996).

D'autres éléments permettent d'évaluer l'impact de l'urbanisation sur les débits de crue. Ainsi, l'urbanisation de toutes les zones d'habitat au Plan de secteur du bassin de la Dyle entraînerait une augmentation des débits de crue pour une pluie centennale de 10 m<sup>3</sup>/s, soit un passage de 32 m<sup>3</sup>/s à 42 m<sup>3</sup>/s. Cette croissance est énorme et doit nous inciter à concevoir des modes d'urbanisation favorisant au maximum la rétention et l'infiltration des eaux de pluie (Tricot, 2003).

### 4.2.1.4 Mise en œuvre

Comme nous l'avons vu dans la partie 3.1.1., de trop nombreux paramètres interviennent pour pouvoir définir *a priori* les mesures de rétention/infiltration à imposer dans tel ou tel bassin-versant. Le contexte physique joue un rôle primordial (pente, type de sol, caractéristique du bassin versant, présence de zones sensibles...) mais d'autres éléments doivent entrer en ligne de compte comme la nature du projet (des solutions différentes seront envisagées s'il s'agit d'une usine, d'un lotissement ou d'une habitation isolée), le contexte spatial (centre ville, milieu rural...), ou les infrastructures disponibles (réseau séparatif, égouttage absent...).

C'est pourquoi, il est intéressant d'édicter dans le RRU des objectifs à atteindre en terme de rétention/infiltration lors de la construction d'un bâtiment en laissant aux entrepreneurs le soin de déterminer la solution la plus efficace. La publication d'un guide de bonnes pratiques pour la rétention et l'infiltration des eaux pluviales serait l'outil indispensable pour accompagner le choix de ceux-ci.

Ces objectifs devraient être définis en fonction des caractéristiques de ruissellement et de percolation du site avant aménagement. Une estimation des caractéristiques hydrologiques initiales de la parcelle serait alors nécessaire à l'image de ce qui se fait en France ou aux Etats-Unis (voir exemples précédents). Ces normes pourraient imposer le maintien des paramètres hydrologiques avant urbanisation ou permettre une marge de dépassement. Enfin, elles seraient d'application à l'exutoire d'une parcelle ou d'un lotissement. De fait, nous avons vu dans le chapitre précédent que c'est à ce niveau que les techniques alternatives permettent la plus grande économie. Il serait donc très intéressant de prévoir des mécanismes pour encourager leur usage à cette échelle. Enfin, la possibilité de mettre en œuvre des ouvrages de compensation à l'extérieur de la parcelle doit être envisagée. De fait, certaines situations peuvent rendre l'usage de techniques d'infiltration/rétention impossible sur la parcelle.

Les paramètres à régler pourraient être :

- La part imperméabilisée :

Un règlement pourrait, à l'instar du RGU bruxellois, limiter la part d'imperméabilisation artificielle des cours et jardins pour encourager les revêtements perméables. Une dérogation devrait être prévue pour les terrains imperméables naturels.

- La capacité de rétention de la parcelle :

Imposer la rétention d'un volume égal (ou inférieur de x %) au surplus de ruissellement dû à la construction par rapport à la situation avant aménagement. Ce volume serait défini en fonction d'une pluie de référence (pluie décennale par exemple).

- La capacité d'infiltration de la parcelle

Imposer la mise en œuvre de techniques pour infiltrer un volume égal (ou inférieur de x %) à celui percolé initialement.

- Le rejet des eaux pluviales à l'exutoire de la parcelle

Un débit maximal applicable à l'exutoire d'une parcelle peut être défini. Cette réglementation impliquerait indirectement la mise en œuvre de moyen de percolation et/ ou d'infiltration. Elle pourrait ainsi remplacer avantageusement les deux normes précédentes car elle est plus simple et reste souple. En effet, elle laisse la possibilité à l'entrepreneur de recourir à des méthodes de rétention et/ou d'infiltration en fonction des caractéristiques intrinsèques du lieu. Pour exemple, il est stipulé dans le POS de Bordeaux que les débits pouvant être rejetés dans le réseau public ne peuvent être supérieurs à celui correspondant à une imperméabilisation de 30% de la parcelle.

- L'obligation d'installer une citerne d'eau de pluie pour les nouvelles maisons unifamiliales.

Cette obligation a été introduite dans le RRU flamand.

## **4.2.2 Les risques d'inondation dans les SSC**

### **4.2.2.1 Ce qui se fait aujourd'hui**

#### *a) Introduction*

Certaines communes sensibilisées par les risques d'inondation ont intégré cette problématique dans leur schéma communal de structure. Nous avons notamment recensé les communes d'Aiseau-Presles, Rendeux, Esneux, Braives, Aywaille et Wanze<sup>6</sup>. Ces dernières adoptent une démarche sensiblement similaire : délimitation des zones inondables et restrictions des activités permises dans ces zones. Il n'y a, cependant, pas de mesures envisagées sur le bassin versant.

#### **4.2.2.2 Ce qui pourrait se faire**

Ce qui est envisageable à l'échelle régionale peut aussi être encouragé au niveau communal. Le SSC est l'outil par lequel une entité définit ses axes de développement. Aussi, il est tout à fait envisageable que les communes délimitent les zones urbanisables dans lesquelles il serait utile d'imposer des normes quant aux débits de rejet des eaux pluviales. Le RCU pourrait ensuite fixer ces normes en fonction des objectifs édictés dans le SSC. Les raisons d'une telle démarche sont nombreuses : capacité des réseaux d'égouttage et/ou de ruissellement des eaux pluviales en place insuffisante, débordements fréquents ... ou prise de position volontariste.

L'exemple de Bordeaux que nous avons détaillé dans le chapitre précédent (traitant des RCU) illustre une démarche publique active qui a permis la réduction de problèmes d'inondations récurrentes en favorisant les techniques alternatives de maîtrise des eaux pluviales. Cette démarche s'est concrétisée par la définition de normes dans les plans d'assainissement, dans le POS (Plan d'Occupation des Sols) mais aussi par l'élaboration par la commune d'ouvrages expérimentaux.

Notons que d'autres villes françaises comme Lyon ou Douais ont une politique volontariste dans la mise en œuvre des techniques d'assainissement alternatives.

#### **4.2.3 Les mesures pour le bassin versant dans les RCU<sup>7</sup>**

Ces documents envisagent deux mesures pour favoriser la rétention et la percolation à appliquer sur l'ensemble de la commune :

- Les citernes d'eau de pluie : obligation est faite pour toutes les maisons unifamiliales d'installer une citerne d'un minimum de 5.000 litres.
- Le revêtement des voiries : le RCU souhaite privilégier l'emploi de revêtements non étanches pour les parkings et éventuellement les voiries.

##### **4.2.3.1 Citernes d'eau de pluie**

L'obligation d'installer une citerne d'eau de pluie dans les maisons unifamiliales est une mesure assez fréquemment adoptée par les communes. Il est cependant nécessaire d'avoir une utilisation adaptée de celle-ci pour qu'elles puissent remplir pleinement leur rôle. En effet, il semblerait qu'une taille au moins supérieure à 10.000 litres soit nécessaire pour que ces citernes aient réellement un impact. Or, la plupart des RCU qui imposent ces citernes en Wallonie le font pour des volumes allant de 3.000 à 5.000 litres.

<sup>6</sup> les Schémas de Structures Communales de ces communes ont été consultés

<sup>7</sup> Exemples tirés des RCU de Esneux et Wanze

Comme nous l'avons précisé au chapitre précédent, l'utilisation de ces citernes doit être suffisamment fréquente pour maintenir un niveau assez bas. Pour ce faire, il faut élargir l'utilisation de ses réserves, traditionnellement employées pour les travaux extérieurs, à des usages domestiques (chasse d'eau...). En effet, l'hiver qui est la période la plus critique en terme de précipitation est souvent une période où l'utilisation de l'eau de citerne est très faible si l'on se cantonne à un usage extérieur de celle-ci. Il serait aussi intéressant de prévoir dans la citerne un volume qui serait constamment consacré à la rétention en cas de fortes pluies et qui donc serait maintenu vide.

Notons enfin que la Région flamande a arrêté un Règlement Régional d'Urbanisme sur la bâtisse en matière de citernes d'eau (arrêté du 28/08/1999). Ce dernier impose aux nouvelles maisons unifamiliales de construire une citerne qui doit répondre aux deux conditions suivantes :

- Contenu minimum de 3.000 litres
- Ce contenu doit permettre de recevoir les eaux d'au moins la moitié des eaux pluviales de la superficie du toit
- Une pompe doit être raccordée à la citerne

Il pourrait être intéressant que la région wallonne adopte un règlement similaire même si, pour les raisons évoquées ci-avant, cette mesure n'est efficace que sous certaines conditions. Notons que l'obligation de récupérer au moins la moitié des eaux de pluie impose concrètement l'installation d'une citerne dont la capacité est de 60 à 70 litres par m<sup>2</sup> de toiture. Certaines études estiment de fait qu'il faut 120 à 140 litres de citernes par m<sup>2</sup> de surface de toit pour récupérer la totalité des eaux (précipitation moyenne à Uccle) (Devillers et Govaerts, 1994).

#### **4.2.3.2 Revêtements perméables**

La seconde mesure mentionnée dans ces RCU (utilisation de revêtement perméable) est très intéressante, mais n'est malheureusement reprise que sous la forme d'un souhait dans ce document. Il serait plus intéressant que le RCU fixe des objectifs chiffrés et contraignants en terme d'utilisation de ces revêtements. Il est tout aussi envisageable de prévoir des normes quant aux rejets d'eaux pluviales pour les nouvelles zones d'urbanisation (voire point 4.2.2.2. sur les SSC).

Il reste donc à espérer que cette prise de position soit suivie dans les faits. L'usage de techniques de gestion des eaux pluviales à l'échelle communale est appelé à se généraliser. En effet, la circulaire du 9 janvier 2003 que nous citons au point 4.1.2. encourage très clairement les communes à généraliser l'emploi de revêtements perméables pour les voiries et parkings par exemple et l'utilisation de techniques pour compenser les nouvelles imperméabilisations. Or l'échelle communale peut être intéressante pour réglementer ces mesures via un RCU. En effet, l'article 78, paragraphe premier du CWATUP définit que le RCU peut, entre autres, « *fixer les limites en ce qui concerne la voirie, les espaces publics, les prescriptions relatives aux gabarits, au mode de revêtement, au traitement du sol, au mobilier urbain, aux plantations, au parcage des véhicules...ainsi qu'aux conduites, câbles et canalisations* ». Ces actions que le RCU peut couvrir permettent d'imposer la mise en œuvre de bon nombre de techniques alternatives pour la maîtrise des eaux de ruissellement.

De plus, ce niveau permet de prendre en compte avec précision les nombreux facteurs (caractéristiques du bassin versant, hauteur des nappes, type de sol...) qui doivent être considérés avant de privilégier l'infiltration des eaux de ruissellement. Il est donc largement souhaitable que les mandataires communaux soient informés, sensibilisés et encouragés à promouvoir ces mesures. Pour ce faire, il serait utile de préparer un guide de bonnes pratiques destiné aux entrepreneurs, gestionnaires de services publics et aux décideurs communaux afin de garantir une meilleure connaissance et application des techniques alternatives. Ce guide attirera l'attention de ces acteurs sur l'importance de la prise en compte des facteurs physiques et contextuels (type de sols, nappes...) dans leurs actions.

### 4.3 CONCLUSIONS

Nous avons vu, précédemment, que les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales permettent, par leur grande diversité, d'assurer une rétention et une infiltration dans de nombreux cas de figure. Certes, les inondations ne pourront être éradiquées, mais ces outils devraient permettre de mieux maîtriser les eaux de ruissellement d'origine urbaine dans les moments critiques.

Ce chapitre a, en outre, mis en exergue de nombreux moyens pour mettre en œuvre ces techniques. La première de ces mesures devraient être la réalisation d'un code de bonnes pratiques afin de promouvoir et d'informer tout un chacun sur les avantages et les caractéristiques de ces méthodes.

Il sera ensuite indispensable de légiférer sur ce sujet pour garantir une urbanisation « raisonnée » en terme d'imperméabilisation et de gestion des eaux de ruissellement. Le RRU pourrait être l'outil qui permettrait d'atteindre cet objectif. La question juridique de cette solution doit encore être approfondie, mais il est clair qu'il s'agit là d'un des axes principaux que le gouvernement a édicté dans le Plan Pluies de 2003. La grande diversité et la complexité des situations ne permettront pas, dans ce RRU, de définir *a priori* les moyens à mettre en œuvre mais bien de définir les objectifs à atteindre. Ces objectifs pourrait définir des normes quant aux débits de rejet des eaux pluviales à l'exutoire des parcelles ou des lotissements. Ces normes inciteront les prestataires à mettre en œuvre des équipements de rétention et d'infiltration des eaux pluviales sur base du code de bonnes pratiques.

La région peut également imposer l'installation de citernes d'eau de pluie pour les maison unifamiliales via un RRU. Elle confirmerait ainsi la politique de nombreuses communes qui ont déjà pris cette disposition dans leur RCU. Elle pourrait, enfin, utiliser des moyens financiers pour inciter (subsides) ou découragés (redevances à l'imperméabilisation) certaines pratiques.

Les communes pourraient, à leur niveau, accompagner cette politique. Nous l'avons vu, de nombreuses communes imposent déjà des citernes d'eau de pluie pour les maisons, d'autres encouragent le recours aux revêtements perméables pour les voiries. Cette démarche pourrait être prolongée via la réglementation (normes sur l'imperméabilisation, la rétention et l'infiltration des eaux dans les nouveaux quartiers par exemple) ou la mise en œuvre de projets précurseurs qui peuvent à la fois assurer une bonne gestion des eaux pluviales et offrir un « plus » urbanistique (lac artificiel, noues, terrains de sport temporairement inondables...).

## 5. EVALUATION

### 5.1 LES MESURES TECHNIQUES

Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales sont de nature et de fonctionnement très divers. Elles contribuent toutes à ralentir le ruissellement des eaux par rétention et/ou percolation, mais leur fonctionnement si varié rend toute comparaison hasardeuse. Leur emploi doit donc être évalué au cas par cas.

Leur échelle est très variable, là où les toits réservoirs et les citernes d'eau assurent la rétention à la parcelle, les tranchées ou les noues peuvent gérer les eaux de ruissellement d'une rue et les bassins de rétention interviennent eux à l'échelle d'un quartier voire même d'une petite ville.

Leur impact urbanistique diffère également : les toits réservoirs, les noues ou les bassins de grande taille nécessitent un travail d'intégration très important là où les chaussées poreuses, les citernes ou les tranchées drainantes ont un impact assez faible. Toutefois, ce travail d'intégration s'avère souvent bénéfique, car il permet de valoriser l'espace en assurant une place à l'eau dans la ville.

Certaines mesures ont essentiellement une action de rétention. C'est le cas des citernes d'eaux de pluie ou des toits réservoirs à l'infiltration. Ces techniques ne demandent que quelques précautions d'usage en ce qui concerne le sous sol. Par contre, les mesures d'infiltration nécessitent une étude d'incidence afin d'éviter les risques de pollution ou de saturation des couches superficielles du sol. Ainsi la percolation peut être assurée par les puits d'infiltration mais aussi par des mesures qui peuvent avoir, à la fois, un rôle de rétention et/ou une action d'infiltration (bassins de rétention et d'infiltration, tranchées drainantes, noues). Ces techniques peuvent donc être amputées de leur fonction de percolation si le contexte ne le permet pas. Cette multiplicité des fonctions peut être résumée sur le tableau ci-dessous. Nous y avons repris les différentes mesures et classé celles-ci en fonction de leurs actions.

**Tableau 57 - Classification des mesures selon leurs actions**

	<b>Actions sur les bassins versants</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
1	Citerne d'eau de pluie	<input checked="" type="checkbox"/>	( <input checked="" type="checkbox"/> )
2	Rétention de l'eau au niveau des toitures	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Tranchées drainantes et noues	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Puits d'infiltration		<input checked="" type="checkbox"/>
5	Chaussée à structures réservoirs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bassins de retenue	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Réseau séparatif	<input checked="" type="checkbox"/>	

A : gestion des flux avant le cours d'eau

B : actions de percolation, infiltration

En définitive, il est utile de souligner que, à chaque situation, correspond une solution particulière qu'il convient de définir en fonction de différents éléments : la nature du projet, les objectifs que l'on souhaite atteindre, les caractéristiques intrinsèques du site de construction, les coûts générés... Heureusement, le large panel des techniques alternatives disponibles doit permettre de répondre à un grand nombre de problématiques.

#### a) Citernes d'eau de pluie

Comme nous l'avons dit, la taille de la citerne doit être conséquente pour qu'elle puisse assurer son rôle. De plus, son usage doit être réfléchi de manière à assurer une capacité de rétention pour les épisodes critiques. Nous avons, en outre, cherché à déterminer quelle serait l'influence des citernes en terme de rétention dans l'hypothèse d'une averse importante pour la ville de Louvain-la-Neuve.

Pour ce faire, nous sommes parti d'une averse de référence pour laquelle de nombreuses mesures avaient été faites sur le site de Louvain-la-Neuve. Il s'agit de la pluie du 28 août 1996 durant laquelle il plut 105,1 mm en 24 heures avec une intensité supérieure à l'occurrence centennale de 4,38 mm/h (Persoons *et al.*, 1996). Le total brut de pluie tombée sur le site (superficie de 278 hectares<sup>8</sup>) s'élève donc à un volume de 292.955 m<sup>3</sup>. Il faut ensuite tenir compte du coefficient de ruissellement pour déterminer le volume d'eau de ruissellement que le réseau a dû gérer. Ce coefficient a été estimé à 0,265 grâce aux mesures qui ont été effectuées par le GERU lors de cet événement particulier (Persoons *et al.*, 1996). Le volume d'eau ruisselé lors de cette journée s'élève donc approximativement à 77.633 m<sup>3</sup>.

Nous avons ensuite estimé la superficie bâtie couverte par les habitations unifamiliales à 19 hectares<sup>9</sup>. Cette superficie nous permet d'évaluer la quantité d'eau reçue par les toitures des maisons de Louvain-la-Neuve à 19.945,3 m<sup>3</sup>. Valeur à laquelle il convient de retirer un coefficient de ruissellement théorique de 0,8 pour une toiture. Nous obtenons ainsi un volume d'eau ruisselé de 15.956 m<sup>3</sup>, ce chiffre représente la quantité d'eau susceptible d'être captée par les citernes de l'ensemble des habitations. Enfin, sachant que le nombre de ces habitations s'élève à 2060, nous pouvons faire des hypothèses quant à l'impact en terme de rétention de cet outil<sup>10</sup>.

##### - Première hypothèse : situation idéale

Cette hypothèse considère que l'ensemble des maisons unifamiliales possède une citerne d'eau de pluie de 5 m<sup>3</sup> minimum et que l'usage de ces citernes est suffisamment régulier pour assurer un espace de rétention permanent de 3 m<sup>3</sup>. Ce cas de figure permet aux citernes de retenir un volume de 6180 m<sup>3</sup>, ce qui correspond à 38,7 % des eaux qui transitent par les toitures mais à seulement 8,0 % des eaux pluviales ruisselées de l'ensemble du site.

##### - Deuxième hypothèse plus réaliste

Nous considérons ici que deux tiers des foyers possèdent une citerne. En outre, nous estimons que le volume disponible ne dépasse pas 2 m<sup>3</sup>. Dans cette situation, le stock de rétention ne s'élève qu'à 2040 m<sup>3</sup>, ce qui représente 12,8 % de l'eau susceptible d'être captée via les toitures et 2,6 % de l'eau de ruissellement totale.

<sup>8</sup> PICC 2003

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

En conclusion, il apparaît que les citernes sont que d'une utilité secondaire pour résorber des pluies aussi exceptionnelles (rétention de 2,6 % des eaux de ruissellement dans l'hypothèse réaliste). Ceci ne doit cependant pas occulter les nombreux avantages que les citernes individuelles peuvent remplir : économie pour le ménage, utilisation parcimonieuse de l'eau potable, mais aussi une capacité de rétention qui, dans des situations normales, permet de récupérer une part importante des eaux de pluie récoltées sur les toits (Devillers et Govaerts, 1994).

#### b) *Rétention de l'eau au niveau des toitures*

L'efficacité d'une telle mesure reste faible à moins d'être appliquée à l'ensemble d'un bassin versant, soit dans le cas d'un projet d'importance. Ainsi, dans le cas d'une campagne menée dans un bassin versant de 26 ha situé à Aix-en-Provence (surface imperméabilisée de 20 ha, dont 7 ha de surface en toiture-terrasse), les résultats suivants ont été obtenus (Valiron et Tabuchi, 1992) :

- Réduction des débits de pointe compris entre 30 et 70 %, en fonction de l'importance de la pluie. L'abattement des débits est maximum pour des pluies courtes et intenses.
- Restitution différée à faible débit sur 6 heures.

Il est en outre utile de préciser que la maîtrise technique de cet outil n'est pas facile. Les acteurs de terrain que nous avons rencontrés restent sceptiques eu égard aux difficultés que peut apporter la détérioration des toits-citerne après quelques décennies. L'étanchéité du toit est, de fait, un élément qu'il faut contrôler, car des accidents peuvent survenir avec le temps.

#### c) *Tranchées drainantes et Noues*

Ces deux techniques offrent une alternative aux petits bassins d'orage en assurant un rôle de rétention des eaux pluviales qui peut s'avérer très précieux. Il n'est, en effet, pas toujours possible d'installer des bassins dans les noyaux d'habitats les plus denses en raison de la place que ces structures mobilisent. Les tranchées ou les noues peuvent également suppléer les bassins là où ils ne sont pas acceptés par les riverains. Ceux-ci invoquent parfois les risques de débordement, de mauvaises odeurs ou de déprédation du site (abandon d'ordures...) pour refuser leur emploi. Ils pourront être remplacés par ces éléments qui ont l'avantage d'être plus discret dans l'environnement urbain.

Les noues apportent, en outre, un plus urbanistique qui est très appréciable. De nombreuses expériences sont menées à leur sujet et elles semblent aboutir à des résultats positifs.

#### d) *Puits d'infiltration*

Si cette méthode peut ponctuellement s'avérer utile, sa capacité de stockage n'en est pas moins limitée. En outre, les risques de pollution de la nappe doivent être considérés avec sérieux. De plus, il faut veiller à maintenir un entretien régulier pour éviter le colmatage du puit.

#### e) *Chaussées à structures réservoirs et revêtements perméables*

L'impact de ces outils en terme de stockage est important. Des suivis expérimentaux ont mesuré des déficits d'écoulement de 55 à 75 % en fonction des matériaux utilisés comme structure réservoir. Le stockage d'eau possible peut ainsi varier selon les structures choisies de 120 à 135 mm. Enfin, outre les déficits, des retards à l'écoulement intéressants sont également été mesurés (Valiron et Tabuchi, 1992). Cette technique mériterait donc une utilisation plus étendue.

#### f) *Bassins de retenue*

C'est la solution la plus usitée actuellement pour la maîtrise des eaux de ruissellement. Elle permet une capacité de stockage et d'écrêtement des débits de crue très importante. L'exemple du lac de Louvain-la-Neuve est explicite à ce sujet. Les pluies d'occurrence centennales de la fin août 1996 ont permis de mettre en lumière son efficacité. En effet, le pic de débit d'entrée a été estimé à 8 m<sup>3</sup>/s à l'entrée du lac alors que le débit de sortie ne dépassait pas les 0,5 m<sup>3</sup>/s. Sans la capacité de rétention du lac, ces 8m<sup>3</sup>/s de débit auraient rejoint directement leur affluent naturel la Dyle dont le seuil de débordement est de 30 m<sup>3</sup>/s à Wavre (Persoons *et al.*, 1996)!

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, les bassins de rétention peuvent prendre des formes très différentes au gré des situations. En effet, chaque cas doit être pris en compte particulièrement pour sélectionner et définir la meilleure solution technique à envisager. Nous encourageons cependant l'emploi accru des bassins multi-fonctionnels (bassin sec sous forme de terrain de sport, lac à vocation écologique et/ou ludique...) qui peuvent offrir, s'ils sont bien conçus, un plus urbanistique qui contribuera à faire oublier les bassins d'orage en béton que l'on a trop souvent vus se transformer en dépotoirs.

#### g) *Le réseau séparatif*

Si l'emploi d'un réseau séparatif n'est pas à proprement parler une mesure de lutte contre les inondations. Sa mise en œuvre nécessite, cependant, la limitation des débits de pointe et incite donc à une maîtrise des eaux pluviales « en amont ». Cette limitation est, en effet, nécessaire pour réduire le diamètre des conduites (gain économique) et facilite l'implantation de dispositifs de stockage-décantation plus efficaces en aval (gain écologique par dépollution). Cette limitation se fait classiquement par l'utilisation d'un bassin d'orage en amont mais peut aussi encourager la mise en œuvre des techniques alternatives envisagées ci-dessus. C'est à ce niveau que les réseaux séparatifs peuvent avoir une réelle incidence sur la lutte contre les inondations.

## 5.2 LA MISE EN ŒUVRE

Le gouvernement souhaite établir un RRU pour déterminer les termes de référence en matière de gestion des eaux de ruissellement et des équipements à imposer ou à privilégier à cette fin. L'objectif de cette démarche est de limiter les impacts néfastes de l'imperméabilisation sur les régimes hydriques.

Pour ce faire, nous pensons qu'il serait pertinent de définir des objectifs de rétention/infiltration en laissant aux auteurs de projets la latitude de choisir les moyens pour y parvenir à l'image de ce qui s'est fait à Bordeaux. En effet, ce dernier point nécessite la prise en compte de nombreux paramètres locaux (complexe de pentes, sols, précipitations, infrastructures...) dont un règlement régional ne peut se charger.

La définition de ces objectifs peut concerner différents paramètres. Nous avons présenté des exemples d'expériences étrangères pour illustrer cela. Une approche, semblable à celle du Maryland, serait de définir des normes pour les paramètres suivants : part de surface imperméabilisée, capacité de rétention et capacité de percolation de la parcelle. Cette démarche est intéressante mais paraît lourde à appliquer.

Nous pensons qu'il est plus pertinent d'imposer une limitation quant aux débits d'eaux pluviales rejetées à l'exutoire du projet comme à Bordeaux. Cette manière d'opérer est plus simple et plus souple que la précédente, car elle laisse aux entrepreneurs le soin d'agir sur la rétention et/ou la percolation eu égard aux conditions intrinsèques de l'opération.

D'une manière générale, ces normes seront fixées en fonction des caractéristiques initiales de la parcelle et pour une pluie de référence. L'idéal serait d'établir cette référence en fonction des caractéristiques de chaque bassin hydrographique pour plus de pertinence.

De plus, les communes doivent être suffisamment informées et sensibilisées à propos de la rétention et de l'infiltration des eaux urbaines. En effet, elles jouent un rôle important dans la gestion de leur espace et pourront, notamment via leur RCU, encourager les mesures analysées dans cette étude à l'instar de ce qui se fait à Rendeux.

## 6. ACTIONS D'ACCOMPAGNEMENT : TAXES OU INCITANTS FINANCIERS

### 6.1 REDEVANCES A L'IMPERMEABILISATION : L'EXEMPLE FRANÇAIS

Une redevance sur l'imperméabilisation des sols est un outil dissuasif qui se base sur le principe du « pollueur – payeur ». Une telle redevance est notamment développée dans le nouveau Code de l'Environnement français en projet sous le nom de « redevance pour modification du régime des eaux (Article L. 213-21) » (Marcovitch D., 2001). Cet article vise à créer un type de redevance applicable à toute action venant modifier l'écoulement ou le régime hydrologique des eaux de manière à prévenir la dégradation qualitative des eaux. En effet, le code considère « *que ces modifications ont un impact important sur le milieu aquatique et réduisent la biodiversités des espèces, ne laissant dans les cours d'eau qu'un débit résiduel très faible, piégeant les sédiments, réduisant le débit d'étiage ou provoquant des variations intenses du débit.* »

La problématique des inondations n'a cependant pas été oubliée, car deux actions susceptibles d'aggraver les dommages causés par les inondations sont également concernées par ces redevances. La première porte sur les nouvelles imperméabilisations supérieures à un hectare. Les grands complexe comme les autoroutes, les parkings ou les centres commerciaux sont particulièrement visés ici, car ces infrastructures facilitent le ruissellement. La seconde redevance s'applique sur la réduction de la surface des champs d'expansion des crues d'une taille supérieure à 10 hectares. Cette dernière catégorie d'imposition s'accorde avec le principe selon lequel il faut laisser de la place aux cours d'eau pour leur débordement périodique. Elle sanctionne donc les projets de constructions sur les zones d'écoulement des cours d'eau.

Ces redevances seront utilisées pour rééquilibrer le financement de la politique d'amélioration de la qualité des eaux, supporté largement par les consommateurs. De plus, elles participent à la prévention des inondations en reconnaissant le rôle joué par les « données » urbanistiques dans les événements survenus dans plusieurs régions de France ces dernières années.

Le mode de calcul de la redevance relative à l'imperméabilisation du sol a été élaboré de manière à encourager les « bonnes pratiques ». En effet, celle-ci est calculée à partir du produit de la surface imperméabilisée par un coefficient de compensation de l'aggravation du ruissellement qui varie de 0 à 1 en fonction des mesures prises par le maître d'ouvrage ou la collectivité concernée pour atténuer l'aggravation du ruissellement. Notons que la surface imperméabilisée a été définie comme « *toute surface aménagée exposée aux pluies et recouverte d'un matériau artificiel modifiant la capacité naturelle d'infiltration et de rétention des sols, à l'exclusion de l'emprise au sol des immeubles destinés à l'habitat* ».

Le même principe a été appliqué dans le calcul de la redevance relative à la réduction de la surface des champs d'expansion de crues. Cette dernière est définie par la superficie soustraite au champ d'expansion des crues multipliée par un coefficient de rétention. Celui-ci varie lui aussi entre 0 et 1 en fonction des mesures prises par les concepteurs pour faciliter l'écoulement des crues au travers ou au-dessus de l'aménagement considéré.

### 6.2 MISE EN ŒUVRE EN REGION WALLONNE

Cet exemple est intéressant et pourrait inspirer la Région wallonne. Les modalités de sa mise en œuvre devraient encore être détaillées, mais son élaboration devra s'assurer que la redevance soit suffisamment élevée pour encourager les opérateurs à prévoir, dès la conception de leur projet, la réalisation des techniques alternatives pour minimiser les conséquences de l'imperméabilisation du site sur le régime de l'eau.

Une autre manière d'encourager financièrement les bonnes pratiques serait de permettre un abattement des frais d'assurance « inondation ». Celui-ci serait réservé aux habitations qui auraient rempli les conditions reprises dans un cahier des charges. Ce dernier serait défini de manière à assurer un niveau élevé de rétention et d'infiltration au niveau de la parcelle ou du lotissement.

Nous savons, en effet, que de nouvelles dispositions sont à l'étude concernant l'abandon de la couverture des inondations par le fond des calamités et la mise sur pied d'une assurance « inondation » à contracter auprès d'une société privée. Ajoutons que cette assurance sera plus que vraisemblablement obligatoire pour tout le monde au même titre que l'assurance incendie.

Enfin, il est tout à fait possible de prévoir des subsides pour encourager les particuliers ou les communes à utiliser les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales à l'image de ce qui se fait en Région Flamande. En effet, l'arrêté du gouvernement flamand du premier février 2002 prévoit que la région intervienne pour 50 % dans les frais de revalorisation des fossés aux conditions fixées par ce même arrêté : *« à condition que la commune mène une politique axée sur la séparation des eaux pluviales sur l'ensemble de son territoire :*

*1° en fixant un règlement communal de prime en vue de l'installation d'un puits pour eaux pluviales et/ou d'un équipement d'infiltration conforme au code de bonne pratique, et*  
*2° en fixant un règlement communal en matière de raccordements séparés d'immeubles neufs et restaurés en vue de l'évacuation séparée des eaux usées et des eaux pluviales n'autorisant l'évacuation des eaux pluviales vers un réseau mixte qu'en cas de défaut d'un équipement d'infiltration, d'un fossé ou d'une canalisation d'évacuation d'eaux de surfaces ou d'eaux pluviales.*

Ce subside s'assure donc que les communes posent les bases d'une politique de gestion des eaux pluviales via des techniques alternatives. Cet arrêté permet également une majoration de l'intervention de la région allant jusqu'à 100 % pour un réseau séparatif qui évacue les eaux de pluies par un système de fossés revalorisés écologiquement ou à l'aide d'équipements de rétention de ces eaux.

