

RAPPORT SUR LES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES DU PROJET DE PLAN RÉGIONAL DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS - PLAN PLUIE (2008 – 2011)

Conformément au prescrit légal, la proposition de table des matières du présent « Rapport d'incidences environnementales » a été validée par les instances suivantes :

- Conseil de l'environnement
- Conseil économique et social
- Conseil supérieur bruxellois de Conservation de la Nature,
- Société Bruxelloise de Gestion de l'Eau
- Intercommunale Bruxelloise de Distribution d'Eau.

Elle a été approuvée par le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale le 24 janvier 2008.

Table des matières

Rapport sur les incidences environnementales du projet de Plan régional de lutte contre les inondations - Plan Pluie (2008 – 2011)	1
1 Présentation du plan.....	3
1.1 Résumé du contenu.....	3
1.2 Objectifs principaux et grands axes d'action proposés	3
1.3 Liens avec autres plans et programmes pertinents.....	3
2 Aspects pertinents de la situation environnementale et son évolution probable si le plan n'est pas mis en oeuvre.....	4
2.1 Inondations : description, fréquence, localisation, impacts	4
2.1.1 Introduction : l'aléa et le risque d'inondation pluviale urbaine	4
2.1.2 Fréquences et localisations des inondations	6
2.1.3 Impact : dégâts recensés en 2005.....	8
2.2 Les pressions sur l'aléa d'inondation.....	10
2.3 La pression climatique : Introduction	10
2.3.1 Les précipitations en cause en RBC.....	10
2.3.2 Les averses de forte intensité et de brève durée.....	11
2.3.3 La période de retour de projet : un choix politique.....	11
2.4 Pluviométrie	12
2.4.1 Climat et évolution du climat en Région bruxelloise	12
2.4.2 Suivi et prévision de la pluviométrie en Région bruxelloise.....	18
2.5 La pression anthropique / Introduction	20
2.6 Imperméabilisation des sols	21
2.6.1 Introduction	21
2.6.2 Evolution du taux de surfaces imperméables en RBC (1995 - 2006).....	22
2.7 Réseau d'égouttage (collecte, transport et évacuation de l'eau) et bassins d'orage.....	24
2.7.1 Description des infrastructures d'évacuation des eaux	24
2.7.2 Responsables des infrastructures	25
2.7.3 Mesures palliatives contre les inondations	25
2.8 Quelques mesures préventives contre les inondations.....	26
3 Incidences environnementales notables probables du plan	27
3.1 Qualité de l'environnement et qualité de vie	27
3.1.1 Analyse globale.....	27
3.1.2 Effets probables sur la biodiversité.....	27
3.1.3 Effets probables sur les espaces verts, le patrimoine non-bâti et les paysages urbains	31
3.1.4 Effets probables sur le patrimoine bâti	34
3.2 Changement climatique	35
3.2.1 Adaptation au climat	35
3.3 Gestion durable des ressources.....	36
3.3.1 Effets probables sur les eaux de surface et les eaux souterraines	36
3.3.2 Effets probables en matière de déchets	41

3.4	Construction.....	41
3.4.1	Analyse globale.....	41
3.4.2	Gestion des eaux pluviales sur la parcelle	42
3.4.3	Effets probables en matière de bâtiments et d'infrastructures	46
3.4.4	Effets probables en matière de logements	47
3.5	Occupation des sols : effets probables sur l'espace urbain et l'urbanisme.....	48
3.6	Prévention et gestion des risques liés aux activités industrielles et aux équipements	49
3.6.1	Impacts probables en matière de prévention et de gestion des risques liés aux installations industrielles classées.....	49
4	Autres aspects.....	51
4.1	Objectifs de la protection de l'environnement, établis au niveau international, communautaire, national ou régional, qui sont pertinents pour le plan ou programme et manière dont ces objectifs ont été pris en considération.....	51
4.1.1	Cohérence avec les objectifs environnementaux généraux.....	51
4.1.2	Cohérence des objectifs du plan avec ceux d'autres plans ou programmes	51
4.2	Caractéristiques environnementales des zones susceptibles d'être touchées de manière notable par le plan et problèmes environnementaux liés au plan y afférents.....	54
4.2.1	Sites de valeur biologique reconnue : zones Natura 2000 et réserves naturelles et forestières	56
4.2.2	Espaces verts.....	62
4.2.3	Les monuments et sites sauvegardés ou classés	63
4.2.4	Les sites SEVESO.....	64
4.3	Impacts du plan en matière de gestion et implications pour les différents acteurs et le développement régional	66
4.3.1	Impacts du plan en matière de gestion publique et privée, et implications pour les divers acteurs...66	66
4.3.2	Implications pour le développement régional	66
4.4	Mesures envisagées pour éviter, réduire et, dans la mesure du possible compenser les incidences négatives notables de la mise en œuvre du plan sur l'environnement.....	66
4.5	Présentation des alternatives possibles	67
4.6	Méthode d'évaluation et difficultés rencontrées	67
4.7	Mesures envisagées pour assurer le suivi de la mise en œuvre du plan	67
4.7.1	Mesures	67
4.7.2	Indicateurs proposés.....	67
5	Annexes.....	71
5.1	Annexe : Caractéristiques environnementales susceptibles d'être influencées par les objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de "plan Pluie" (Chapitre 3)	71
5.2	Annexe : Caractéristiques des « autres aspects » (Chapitre 4) au regard des objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de "plan Pluie"	73
5.3	Annexe : Plan directeur des eaux usées et bassins versants des eaux de surface et du réseau d'égouttage	75
5.4	Annexe : Géologie de la RBC et localisation des nappes phréatiques.....	76
5.5	Annexe : Localisation des eaux souterraines en RBC (IBGE, 2007).....	78
5.6	Annexe : Autorisations de rejets dans les eaux de surface.....	79
6	Sources et références bibliographiques	81
6.1	Chapitre 2	81
6.2	Chapitre 3	82
6.3	Chapitre 4	82

1 PRÉSENTATION DU PLAN

1.1 Résumé du contenu

Le (projet de) Plan régional de lutte contre les inondations - Plan Pluie (2008 – 2011) vise à tracer les lignes de forces d'une approche globale et intégrée s'attaquant à la problématique des inondations en Région de Bruxelles-Capitale.

Pour rappel, ce plan sera intégré au futur Programme de mesures, prévu par l'Ordonnance du 20 octobre 2006 établissant un cadre pour la Politique de l'Eau et qui transpose la "directive cadre Eau"¹.

1.2 Objectifs principaux et grands axes d'action proposés

Le « Plan Pluie » a pour vocation de tracer les lignes de forces d'une approche préventive globale fondée sur des solutions structurelles, diversifiées et mixtes (grandes infrastructures + restauration du réseau des eaux de surface + techniques compensatoires à diverses échelles), qui se veulent le reflet de la complexité de cette problématique.

Les objectifs du projet de plan s'attaquent aux principales causes identifiées. Le projet se concentre de façon systématique sur les mesures susceptibles de prévenir ces phénomènes et leurs effets.

La prévention doit permettre de diminuer le nombre et la gravité des inondations pluviales, de réduire les dégâts matériels et les préjudices qu'elles peuvent causer.

Causes	Objectifs et grands axes d'actions
Pluviométrie	Lutter contre le réchauffement climatique
Imperméabilisation des sols	Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation : <ul style="list-style-type: none">- Limiter l'imperméabilisation ou son impact sur le ruissellement- Former et informer sur l'imperméabilisation
Réseau d'égouttage mal adapté ou vétuste	Maillage gris : <ul style="list-style-type: none">- Poursuivre le programme de bassins d'orage- Actualiser le programme d'investissement- Restaurer le réseau d'égouttage
Disparition des zones naturelles de débordement et construction dans les zones à risques	Maillage bleu : <ul style="list-style-type: none">- Restaurer le réseau des eaux de surface- Restaurer les zones naturelles de débordement- Actualiser le programme d'investissement Constructions découragées ou adaptées : <ul style="list-style-type: none">- Prévenir la construction en zones inondables ou l'adapter par des mesures spécifiques

1.3 Liens avec autres plans et programmes pertinents

Le projet de « Plan pluie » doit être vu comme faisant partie intégrante du « Plan de Gestion de l'Eau » prévu dans l'Ordonnance du 20 octobre 2006 établissant un cadre pour la Politique de l'Eau et actuellement en préparation.

Plusieurs principes-clés ont dès lors guidé la rédaction de ce plan. Citons tout d'abord l'importance accordée à la prévention des inondations, c'est-à-dire l'analyse des causes et la limitation des risques. Rappelons qu'une réflexion sur l'eau dans la ville va de pair avec une réflexion plus globale sur l'aménagement et la gestion urbaine. Le plan « Pluie » doit donc être vu comme un pan d'un projet plus large de ville et de région durable.

Pour ce faire, il reprend et complète certaines parties du PRD et du PRAS, ainsi que les programmes des divers opérateurs de l'eau en RBC.

¹ Directive européenne 2000/60/CE.

2 ASPECTS PERTINENTS DE LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE ET SON ÉVOLUTION PROBABLE SI LE PLAN N'EST PAS MIS EN OEUVRE

2.1 Inondations : description, fréquence, localisation, impacts

2.1.1 Introduction : l'aléa et le risque d'inondation pluviale urbaine

Auteur du § : Sylvia Dautrebande (FASAGX, 2007)

L'inondation est une submersion temporaire significative hors du circuit habituel d'écoulement lié au cycle de l'eau ; l'inondation pluviale relève de la catégorie des inondations par les eaux de ruissellement liées aux précipitations. On parle d'inondations pluviales urbaines du fait que l'on met fortement en cause l'imperméabilisation des surfaces en milieu urbain (et péri-urbain).

Ces inondations relèvent de la problématique des aléas² et risques³ naturels, en raison du fait qu'elles sont liées au premier chef à l'aléa de précipitation, les activités humaines en accentuant ou en mitigant les effets.

L'aléa d'inondation

L'aléa d'inondation est la résultante complexe des pressions climatique et anthropique conjuguées, exacerbées par le développement urbain tant en zone sensible au ruissellement pluvial qu'en zone exposée aux inondations par ruissellement. L'aléa d'inondation est caractérisable par sa localisation, sa fréquence d'occurrence, son importance en volume, hauteur d'eau, vitesse des écoulements, durée. En zone urbanisée, cet aléa d'inondation est accru notamment en raison d'un accroissement de l'aléa de ruissellement pluvial du bassin versant⁴ d'apport en termes de volume, de vitesse, de débit.

En ce qui concerne les zones exposées aux inondations, et donc exposées au risque de dommage par inondation, il convient de distinguer la notion de zone d'inondation potentielle (qui a une probabilité d'être inondée) qui correspond à la zone exposée par nature aux inondations de la notion de « zones inondables » classiquement déterminées sur base d'événements répertoriés (par des enquêtes ou autres) et qui sont liées à un historique de pluviosité, reprenant souvent en général aussi en l'occurrence les inondations par débordement de cours d'eau, remontées de nappes, etc.

Le risque d'inondation

L'accroissement ou le risque d'accroissement des dommages induits par les inondations est fonction de l'accroissement de l'aléa d'inondation précité et de l'accroissement de la vulnérabilité liée à l'occupation du sol dans les zones d'inondation (habitat, réseaux de voiries, ...) que sont les vallées en particulier (cours d'eau voûtés ou non). En outre, des extensions des zones naturellement exposées aux inondations peuvent être induites par une modification de la topographie des fonds de vallée (effets indirects de rehaussements, remblaiements, dérivations, etc.) et des axes de concentration des eaux (« talwegs »).

Les inondations pluviales urbaines dues aux effets de ruissellement peuvent se situer en trois types de zones exposées: les inondations aux points bas, dans les fonds de vallée (lit majeur du cours d'eau), les inondations sur les axes de passage des flux concentrés (voiries ou autres, situées dans un axe de talweg), les inondations apparaissant au niveau des axes de cours d'eau voûtés.

On définit la zone sensible comme la zone naturellement soumise aux pressions ; la sensibilité du milieu caractérise le niveau de réactivité du milieu naturel eu égard aux pressions considérées. Par opposition aux milieux urbains, les espaces verdurisés sont la référence « naturelle ». Les inondations par ruissellement lors d'averses intenses ne leur sont cependant pas étrangères: la collecte des eaux est diffuse, le transfert s'effectue via des talwegs, et l'évacuation s'effectue via des points bas qui atténuent souvent les apports rapides des averses intenses par étalement dans les zones marécageuses ou le lit majeur des petits cours d'eau. Talwegs et lit majeur des cours d'eau constituent le « système majeur » d'écoulement, par opposition au « système mineur » correspondant au lit mineur des cours d'eau parcouru par les eaux hors phases inondantes.

² L'aléa est un phénomène naturel et lié ou non aux activités humaines, récurrent, d'intensité variable, assorti d'une incertitude tant sur le lieu que sur le moment, la fréquence et l'importance de son occurrence.

³ Le terme « risque », bien que polysémantique, inclut toujours une notion de danger, outre la notion de probabilité d'occurrence (spatiale, temporelle) et la notion d'intensité (Bernier et al, 2000). Le risque se détermine par le croisement de l'aléa et de la vulnérabilité. La vulnérabilité caractérise le niveau de dommages prévisibles sur les enjeux. Les enjeux sont les intérêts menacés par le phénomène en question, intérêts qui peuvent être de nature économique, environnementale, sanitaire, patrimoniale,...

⁴ Le bassin versant est le domaine de collecte des eaux de ruissellement, généralement délimitable naturellement par les lignes de crête topographique du bassin versant par rapport à son point exutoire; des modifications sont possibles par le fait de l'intervention humaine.

Les facteurs « naturels » influençant la production de ruissellement sont la capacité d'infiltration des sols (fonction du type de sol, de son état de surface (détention de surface), de l'humidité du sol au début de l'averse (plus un sol est sec, plus il est infiltrant en général), et dans une moindre mesure la pente des terrains. Les facteurs accélérant les flux quant à eux sont essentiellement la pente, l'état de surface (rugosité), la concentration des eaux.

Caractérisation sommaire de la RBC

L'hydrographie

La Région de Bruxelles-Capitale (RBC) compte 43 km de fossés et de ruisseaux intermittents ou de petite dimension ainsi que de rivières « à ciel ouvert »⁵ ; si on y ajoute le chiffre cité que serait la petite centaine de kilomètres de cours d'eau voûtés au long de son histoire, la densité *moyenne* avoisinerait le km de cours d'eau par km² de superficie de RBC, ceci sans compter les marais (asséchés pour la grande majorité), les étangs et reliquats des anciens étangs ainsi que le canal maritime de Charleroi-Bruxelles. Bien que non délimités, cette densité hydrographique laisse entrevoir une multiplicité de petits bassins versants.

La Région de Bruxelles-Capitale et sa périphérie font partie du Bassin hydrographique de l'Escaut (DHI Escaut au sens de la Directive-cadre) et sont étalées entre et au-delà du cours de la Senne (affluent de l'Escaut) et de la Woluwe (affluent de la Senne), le bassin de la Dyle en occupant une faible superficie (côté Forêt de Soignes). Comme nombre d'autres cités, la ville est « née de l'eau », au voisinage ou au sein même de régions marécageuses; elle est donc parcourue de fonds de vallées plus ou moins larges et de versants plus ou moins pentus.

L'orographie

La RBC est caractérisée par un relief assez accidenté toutes proportions gardées. La large vallée de la Senne se situe à une altitude de 10-20 m et la vallée étroite de la Woluwe à 20-30 m. La crête séparant ces deux « grands » bassins versants atteint des altitudes de 80-100 m vers le sud. Sur la rive ouest de la Senne, la vallée assez large du Molenbeek marque son empreinte, séparée de la Senne par un paysage également vallonné.

Ce relief accidenté et complexe influe sur la problématique naturelle du ruissellement en relation avec les multiples petits bassins versants.

Le concept de petit bassin versant est à la base de la connaissance et de la maîtrise des processus de ruissellement lors d'averses orageuses intenses ; c'est l'unité fonctionnelle de collecte, de concentration et de transfert des eaux de surface vers un point bas récepteur pour évacuation par un émissaire. Il fait partie dans tous les cas du diagnostic préalable aux plans d'aménagement⁶.

La sensibilité du petit bassin versant naturel est liée à son état de surface plus ou moins « infiltrant », à ses pentes, à la densité et à l'organisation de son réseau de talwegs.

Les sols et le sous-sol

Les sols de la RBC sont globalement limoneux, limono-sableux ou sableux. Ces sols ont habituellement de bonnes caractéristiques d'infiltration et sont aussi généralement perméables à très perméables dans leur épaisseur (y compris les fonds de vallée mal drainés⁷). L'existence de ces sols à bonne capacité d'infiltration compense l'effet défavorable des fortes pentes et des nombreux vallons de concentration des flux. Cependant, en période d'averse intense, ce type de sol n'annule pas le ruissellement en soi ; en période estivale de sols secs à moyennement secs, les taux de ruissellement « naturel » par rapport aux précipitations intenses peuvent avoisiner les 5 à 15 % du total des précipitations.

Sauf drainage artificiel, les fonds de vallée sont naturellement saturés à faible profondeur (nappe superficielle). La nappe aquifère quant à elle est principalement celle des sables bruxelliens, exploitée majoritairement en amont de la RBC et donc a priori peu ou pas influencée par les flux de percolation en RBC. Il conviendra de toute façon d'appréhender au mieux cette question⁸ en cas de considérations sur l'infiltration d'eaux pluviales, sans compter que la faible structuration du matériau sableux ou sablo-limoneux le rend peut-être en outre sensible au fluage

⁵ IBGE, 2005, *L'eau à Bruxelles, Cours d'eau et étangs bruxellois*.

⁶ Par exemple: North Carolina, Department of Environment and Natural Resources, Division of Water Quality, July 2005, *Updated Draft Manual of Stormwater Best Management Practices*, 500 pages.

⁷ Dautrebande S. et Deglin D., 1998, *Etude préliminaire relative à la problématique des relations nappe et cours d'eau – pour la remise à ciel ouvert d'un tronçon de la Woluwe*, Etude FUSAGX pour le MRBC/ AED / B4 ; 58 pages + plans.

⁸ L'écoulement de fait des eaux souterraines susceptible d'interférer avec la problématique des inondations à Bruxelles doit aussi tenir compte des tunnels ferroviaires et du métro. Par rapport au pendage des couches, le positionnement de la jonction Nord-Midi et de l'axe du métro des boulevards centraux est critique de ce point de vue.

lors d'écoulements hypodermiques durables (cas notamment d'égouts et collecteurs non étanches) dans certaines situations.

Par comparaison avec d'autres villes, en termes de milieu sensible, il apparaît que la RBC présente un statut caractéristique propre par la conjugaison des caractéristiques hydriques et physiographiques suivantes : un paysage vallonné assorti de pentes localement assez fortes, de nombreux petits bassins versants pluviaux (qui débordent éventuellement de la RBC, et qu'il serait utile de délimiter), un réseau hydrographique dense, des sols assez infiltrant et perméables (+/- 10⁻⁵ à 10⁻⁶ m/sec soit 100 à 10 l/sec.ha, ordre de grandeur à préciser et zoner) mais peut-être d'une certaine instabilité, une nappe aquifère sous-jacente sise principalement en aval des zones de captage.

2.1.2 Fréquences et localisations des inondations

Pour déterminer l'occurrence et la localisation des inondations dans notre région, une première source de données en provenance du Fonds des Calamités⁹ peut être analysée. Ces données portent sur les inondations majeures, reconnues par le Fonds, qui se sont produites en Région de Bruxelles-Capitale. Rappelons qu'une inondation est reconnue comme « calamité » sur base du rapport de la Gouverneur de la RBC ou des Communes sur les dégâts, complété par celui de l'Institut Royal Météorologique qui a pu observer une pluie d'un total supérieur ou égal à 30mm/1h ou à 60mm/24h¹⁰.

Entre 1993 et 2005, 16 inondations (dont 12 estivales- juin à septembre) ont été effectivement reconnues par le Fonds.

Fig. 1 : Inondations reconnues par la Fonds des calamités (1993-2005)

Année	Code calamité	Description	Dates début	Dates fin
1993	1993A	Inondations	20/12/1993	31/12/1993
			1/01/1994	11/01/1994
1998	1998A	Pluies	13/09/1998	15/09/1998
1999	1999A	Tornade et pluies abondantes	14/08/1999	14/08/1999
	1999C	Pluies abondantes	24/12/1999	27/12/1999
2000	2000A	Inondations et débordements d'égouts publics	2/07/2000	8/07/2000
	2000B	Inondations et débordements d'égouts publics	24/07/2000	31/07/2000
2001	2001A	Pluies abondantes	22/07/2001	23/07/2001
2002	2002A	Pluies	26/08/2002	28/08/2002
	2002B	Pluies abondantes	25/01/2002	31/01/2002
			1/02/2002	28/02/2002
	2002C	Pluies abondantes	30/07/2002	31/07/2002
	2002D	Pluies abondantes	3/08/2002	8/08/2002
	2002F	Pluies abondantes	23/08/2002	24/08/2002
	2002G	Inondations	29/12/2002	31/12/2002
1/01/2003			4/01/2003	
2005	2005B	Pluies abondantes	29/06/2005	29/06/2005
	2005C	Pluies abondantes et grêle	29/07/2005	30/07/2005
	2005E	Pluies abondantes	10/09/2005	11/09/2005

Malgré la période relativement brève couverte par ces données, ce tableau souligne que les inondations en Région bruxelloise sont essentiellement pluviales et en majorité estivales.

La carte ci-dessous permet de situer les rues où au moins un sinistre a été reconnu par le Fonds entre 1999 et 2005¹¹. Les lettres (A, B, C,...) sont reprises du tableau 1 dans la colonne « Code calamité ». Pour éviter toute identification des sinistrés, les rues ont été prises dans leur ensemble.

⁹ Données fournies par la Gouverneur de Bruxelles-Capitale, Service des Calamités (données communiquées à BE en novembre 2007)

¹⁰ Depuis fin 2004, deux changements majeurs se sont produits dans le mode de reconnaissance des aléas climatiques : (1)

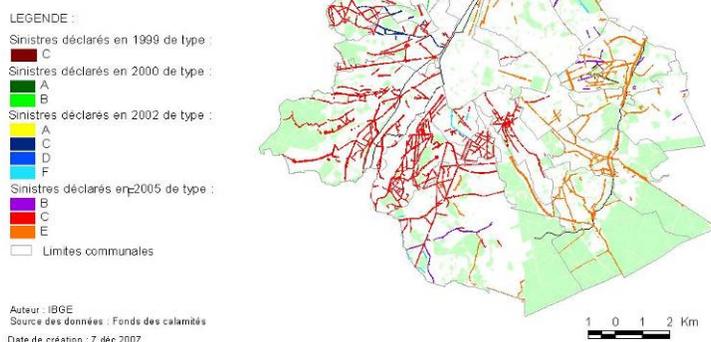
l'Institut Royal Météorologique s'est doté d'un système radar, qui, en complément des données pluviométriques, permet de mieux discerner l'étendue géographique des zones sinistrées et (2) les données fournies par l'ensemble des pluviomètres régionaux sont prises en compte pour la désignation des zones sinistrées

¹¹ Les données de 2005 sont encore incomplètes

Fig. 2 : Localisation des sinistres reconnus par le Fonds des Calamités (1993-2005) – Données : SPF Intérieur ; Cartographie : IBGE

INONDATIONS

Sinistres déclarés depuis 1999

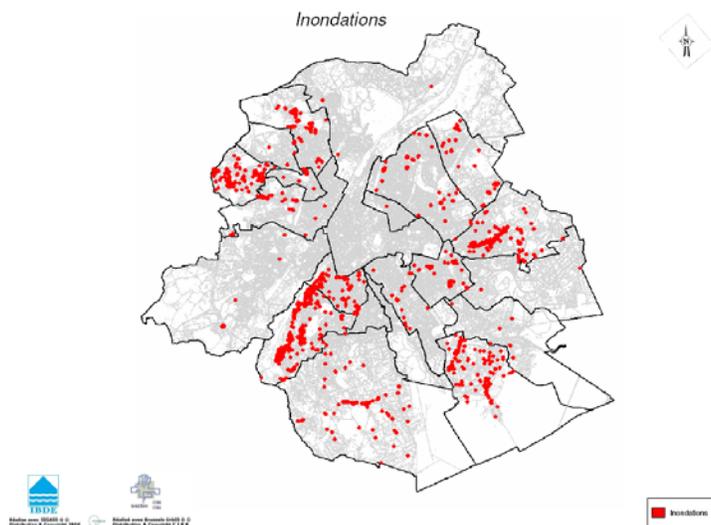


Cette carte permet d'identifier assez clairement les zones sensibles en matière d'inondation. Il s'agit principalement des vallées de la Senne (en amont de Bruxelles-Ville), du Molenbeek-Pontbeek, du Geleysbeek, de la Woluwe et du Maelbeek. Elle montre également qu'en 2005, les 3 épisodes qui se sont produits n'ont pas atteint les mêmes communes.

Une autre source de données intéressante pour localiser les inondations est fournie par l'IBDE¹², qui réalise actuellement un recensement descriptif des inondations pour les Communes qui ont recours à certains des services qu'elle propose (toutes les Communes ne participent donc pas à cet inventaire).

La carte ci-dessous permet d'observer des zones régulièrement inondées, principalement les vallées de la Senne, du Maelbeek, de la Woluwe, du Molenbeek et du Geleytsbeek (d'Uccle).

Fig. 3 : Localisation des déclarations d'inondations des particuliers recensées par l'IBDE (données 2003-2005)



En conclusion, il s'avère tout d'abord que ces inondations urbaines ont une origine pluviale. Leur occurrence est en moyenne de 1,5 fois par an. Leur localisation est variable mais l'agrégation des données montre une concentration des phénomènes dans le fond des vallées¹³. Des inondations locales indépendantes de l'altitude ne sont cependant pas exclues. Celles-ci sont

¹² www.ibde.be

¹³ combinaison de l'effet de pente et de l'effet de concentration des eaux vers les talwegs

essentiellement liées à un dysfonctionnement local du réseau d'assainissement. Par dysfonctionnement, il faut entendre un manque d'adéquation entre l'augmentation importante des surfaces imperméables raccordées (voiries, parking, immeubles, ...) et les capacités hydrauliques du réseau qui n'ont pas été adaptées en conséquence.

2.1.3 Impact : dégâts recensés en 2005

Les données produites par le Fonds des Calamités permettent, pour certaines années, d'avoir une certaine idée de la gravité des aléas qui se sont produits, et d'éventuellement en comparer l'impact. A ce sujet, il est évident qu'il faut également tenir compte d'autres facteurs (diversité de valeur des biens endommagés, habitudes des sinistrés quant à l'utilisation de leur(s) cave(s), etc.).

Depuis 2001, les critères d'indemnisation ont fortement évolué :

- Jusqu'en 2001 : les critères sont décrits dans les arrêtés de dédommagement des sinistrés
- A partir de 2001 : les débordements d'égouts sont reconnus comme calamités
- A partir de 2005 : les données pluviométriques du réseau de pluviomètres de la RBC sont reconnues pour la détermination climatique des calamités
- A partir de 2006 : un seul critère (soit montant des dégâts, soit climat) suffit

Les comparaisons pertinentes ne peuvent donc s'effectuer qu'à l'intérieur de grands groupes de données : avant 2001 ; 2001-2004 ; 2005.

Cette évolution juridique est très importante, puisqu'elle s'oriente de plus en plus vers la reconnaissance de caractéristiques urbaines des inondations (ex. reflux des égouts), ainsi que de variations pluviométriques locales qui peuvent être fort marquées (reconnaissance du réseau régional de pluviomètres).

Le tableau ci-dessous reprend par commune le nombre de déclarations de sinistres en 2005.

Nombre de sinistres enregistrés en 2005	Aléas			Total
	29 juin	29-30 juillet	10-11 sept	
Communes				
Anderlecht		247		247
Auderghem			163	163
Berchem-Sainte-Agathe		93		93
Bruxelles	26	33	321	380
Etterbeek		1	14	15
Evere	5		26	31
Forest		631		631
Ganshoren		13		13
Ixelles		252	1	253
Jette		88		88
Koekelberg		16		16
Molenbeek-Saint-Jean		66	1	67
Saint-Gilles		80		80
Saint-Josse-ten-Noode		1		1
Schaerbeek			43	43
Uccle	34	116	32	182
Watermael-Boitsfort			66	66
Woluwe-Saint-Lambert	23		141	164
Woluwe-Saint-Pierre	4	1	49	54
Total Région	92	1.638	857	2.587

Source : Gouverneur de Bruxelles-Capitale, Service des Calamités (données communiquées à BE en novembre 2007)

-Les 2 tableaux suivants présentent les montants demandés par les sinistrés, totalisés par commune, et les indemnités octroyées par le Fonds

Montants demandés par les sinistrés en 2005 (*)	Aléas			Total
	29 juin	29-30 juillet	10-11 sept	
Communes				Total
Anderlecht		1.607.214		1.607.214
Auderghem			717.822	717.822
Berchem-Sainte-Agathe		306.413		306.413
Bruxelles	220.282	145.450	2.113.456	2.479.188
Etterbeek		1.185	39.811	40.996
Evere	16.880		86.908	103.788
Forest		2.488.790		2.488.790
Ganshoren		54.263		54.263
Ixelles		1.357.830	32.859	1.390.689
Jette		312.242		312.242
Koekelberg		81.856		81.856
Molenbeek-Saint-Jean		287.248	3.266	290.514
Saint-Gilles		234.223		234.223
Saint-Josse-ten-Noode		1.355		1.355
Schaerbeek		6.720	130.832	137.552
Uccle	194.767	543.902	144.088	882.756
Watermael-Boitsfort			269.575	269.575
Woluwe-Saint-Lambert	63.326		591.777	655.104
Woluwe-Saint-Pierre	35.725	0	167.625	203.350
Total	530.980	7.428.691	4.298.020	12.257.691

(*) données manquantes pour 39,35% des dossiers enregistrés

Source : Gouverneur de Bruxelles-Capitale, Service des Calamités (données communiquées à BE en novembre 2007)

Montants indemnisés pour les sinistres en 2005 (*)	Aléas			Total
	29 juin	29-30 juillet	10-11 sept	
municipi				Total
Anderlecht		92.588		92.588
Auderghem			70.867	70.867
Berchem-Sainte-Agathe		20.585		20.585
Bruxelles	10.257	2.844	149.698	162.800
Etterbeek		0	2.764	2.764
Evere	2.532		1.352	3.884
Forest		318.926		318.926
Ganshoren		739		739
Ixelles		223.500		223.500
Jette		33.138		33.138
Koekelberg		1.737		1.737
Molenbeek-Saint-Jean		31.933	0	31.933
Saint-Gilles		44.871		44.871
Saint-Josse-ten-Noode				
Schaerbeek			12.497	12.497
Uccle	15.292	20.760	25.001	61.054
Watermael-Boitsfort			78.028	78.028
Woluwe-Saint-Lambert	71		62.089	62.161
Woluwe-Saint-Pierre	1.430	0	24.289	25.718
Total	29.583	791.622	426.585	1.247.790

(*) données manquantes pour 48,38% des dossiers

Source : Gouverneur de Bruxelles-Capitale, Service des Calamités (données communiquées à BE en novembre 2007)

Une estimation très grossière prévoit donc, pour environ 2.500 sinistres, une enveloppe de plus de 2.400.000 EUR d'indemnités pour les 3 aléas de 2005 (sur plus de 20.000.000 EUR demandés).

2.2 Les pressions sur l'aléa d'inondation

Auteur du § : Sylvia Dautrebande (FUSAGX, 2007)

Deux types de forces motrices induisent des pressions agissant sur l'aléa d'inondation par ruissellement : le **climat** d'une part, les **politiques et activités humaines** d'autre part.

- En ce qui concerne le climat, la pression à considérer ici est celle exercée par les averses de forte intensité (cfr. 2.3. et 2.4.).
- En ce qui concerne les activités anthropiques, le développement urbain est la conséquence des besoins socio-économiques et a, sur le plan de la problématique considérée, une action défavorable sur les états de surface des sols par le fait de l'occupation du bassin versant afférent à un point (« tout point a son bassin versant »), de l'occupation des axes de concentration naturels en surface (voies d'eau temporaires), leur dérivation ou recouplement via le réseau enterré ou de surface (voiries), de l'occupation du lit majeur des cours d'eau (vallées), et même l'occupation du lit mineur des cours d'eau (voûtements) (cfr. 2.5, 2.6 et 2.7).

2.3 La pression climatique : Introduction

Auteur du § : Sylvia Dautrebande (FUSAGX, 2007)

Pour rappel, une averse de durée déterminée, est dite par exemple « décennale » (« période de retour » de 10 ans en un point) si elle a une « chance » de se produire en un point déterminé une fois tous les dix ans au maximum (valeur d'intensité moyenne atteinte ou dépassée).

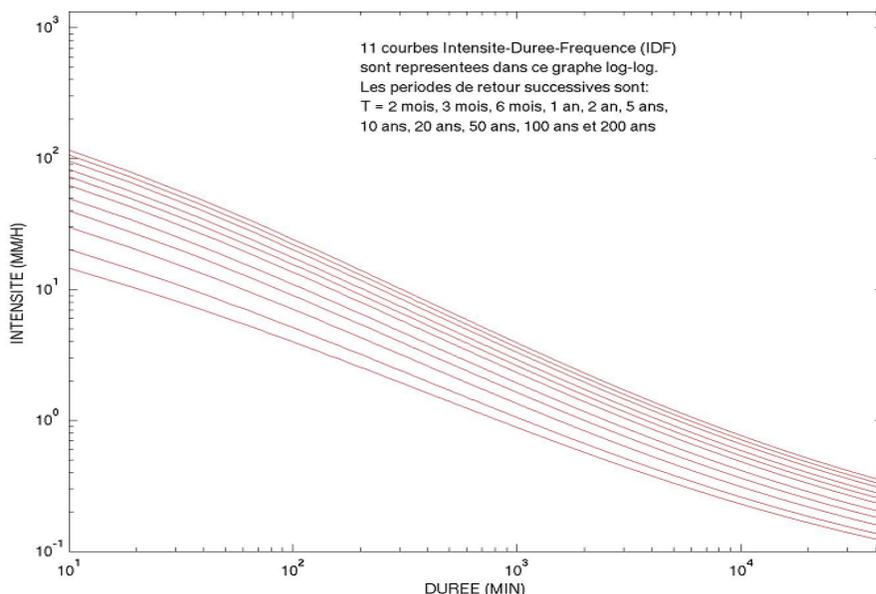
En outre, en moyenne, une averse qui présente une très forte intensité en un point voit sa valeur décroître en fonction de la distance à son épicycle. Une averse « centennale » d'une durée déterminée, en un point d'un petit bassin urbain, pourra tomber aussi « une autre fois en un autre point » du même bassin.

La « période de retour » n'est donc qu'une donnée de projet d'une part, un repère statistique d'autre part. L'« averse de projet » issue de la courbe Intensité-Durée-Fréquence (IDF) est une donnée indispensable, de plus en plus souvent complétée par l'utilisation de séquences pluviométriques réelles pour autant que l'on dispose de données pluviométriques à intervalles de temps court (horaires et moins), nécessaires dans le cas de petits bassins versants urbains.

2.3.1 Les précipitations en cause en RBC

La relation statistique entre les intensités moyennes maximales annuelles des précipitations ponctuelles, leurs durées et leurs fréquences d'occurrence est appelée « courbe Intensité-Durée-Fréquence (IDF) ». La figure ci-dessous présente plusieurs courbes IDF pour Uccle (données IRM).

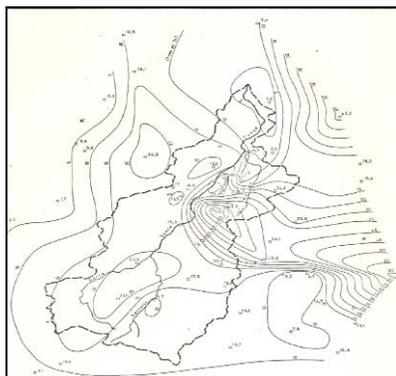
Fig. 4 : Courbes IDF / Uccle (IRM, 2007)



Outre la station d'Uccle, l'IBGE suit un réseau de mesures pluviographiques (installé et anciennement suivi par l'AED).

La figure ci-dessous présente un exemple d'isohyètes relatifs à une averse intense sur Bruxelles, dont l'épicentre se situe entre Senne et Woluwe. L'étude dont elle est extraite signale en outre que l'épicentre des averses intenses observées se situe le plus souvent entre le Maelbeek et la Woluwe.

Fig. 5 : Isohyètes d'une averse intense sur Bruxelles (15.07.62) (J.M. Hiver, 1972, LRH, Borgerhout, Min. Travaux Publics)



D'après une autre étude¹⁴, les mois de juillet, août et juin seraient les plus critiques.

2.3.2 Les averses de forte intensité et de brève durée

On peut se situer par rapport à la classification effectuée par le CERTU (2003)¹⁵ en France, proposant 4 niveaux de fonctionnement du système d'assainissement pluvial collectif :

- Niveau 1 – pluies faibles : tous les effluents sont traités avant rejet
- Niveau 2 – pluies moyennes : surverses acceptées / impact limité et contrôlé dans les collecteurs, mises en charge localisées sans débordement
- Niveau 3 – pluies fortes : acceptation d'une détérioration de la qualité / priorité à la gestion du risque inondation
- Niveau 4 – pluies exceptionnelles : la seule priorité est d'éviter les dommages aux personnes

	Traitement des rejets	Evacuation des débits	Protection des biens	Protection des personnes
Niveau 1	x	x		
Niveau 2	x	x		
Niveau 3		x	x	(x)
Niveau 4				x

2.3.3 La période de retour de projet : un choix politique

En pratique, la plupart des réseaux d'assainissement ont été conçus pour fonctionner comme les cours d'eau : ceux-ci ne peuvent **normalement** déborder du lit mineur vers le lit majeur en moyenne que 5 à 10 fois sur cent ans, c'est-à-dire avec une occurrence moyenne ou fréquence de débordement de 1 fois tous les 10 à 20 ans, soit une période de retour (inverse de la fréquence) de 10 à 20 ans. La notion de saturation du réseau est donc à rapprocher de la notion de limite de débordement d'un cours d'eau. Il est important de rappeler que cette donnée statistique ne donne aucune information ni sur le moment où l'évènement peut se produire, ni sur l'intervalle de temps entre deux évènements, ni sur l'importance du dépassement par rapport au seuil de débordement.

La période de retour de l'averse dite « de projet » (car utilisée pour le dimensionnement d'ouvrages) relative au Niveau 2 (Point 2.3.2) apparaît être le plus souvent de l'ordre de 10 ans et celle relative au Niveau 3 de l'ordre de 100 ans.

Le CERTU rappelle que « la définition des seuils séparant ces niveaux, que l'on exprime en période de retour, est une décision politique puisqu'elle détermine à la fois le dimensionnement des réseaux, le financement des ouvrages, le niveau accepté de détérioration de la qualité écologique du milieu, mais aussi le niveau de risques et de dégradation des conditions de vie en ville. La référence est donc le réseau d'assainissement en tant que tel, l'objectif étant son bon fonctionnement et service.

¹⁴ Laurant, A., et Bollinne, A., 1978, *Caractérisation des pluies en Belgique du point de vue de leur intensité et de leur érosivité*, Pédologie, XXVIII, 2, p. 214-232, Gand 1978, pp 214-232.

¹⁵ CERTU, 2003, *La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau.*

2.4 Pluviométrie

2.4.1 Climat et évolution du climat en Région bruxelloise

Auteurs du § : Christian Tricot et François Brouyaux (IRM, 2007)

À partir de l'analyse statistique des longues séries climatologiques relevées à Bruxelles-Uccle, il s'agit de répondre de manière simple à une série de questions que l'on se pose couramment (notamment sur les précipitations) :

- Observe-t-on un réchauffement ?
- Pleut-il plus que par le passé ?
- Les pluies intenses et abondantes (orageuses) sont-elles plus fréquentes ?
- Les valeurs extrêmes des pluies ont-elles augmenté ?

Données climatologiques

Les plus longues séries de relevés climatologiques en Belgique sont les séries d'observations effectuées de manière régulière dans la Région bruxelloise, tout d'abord à Saint-Josse (Observatoire de Belgique) à partir de 1833, puis ensuite à Uccle à partir de 1880 lorsque l'Observatoire fut déplacé en périphérie sud de la ville pour garantir un meilleur environnement pour les observations astronomiques. Au cours des dernières décennies, R. Sneyers a examiné dans le détail les valeurs mensuelles de plusieurs paramètres météorologiques (dont les températures et les quantités de précipitations) et a établi, après corrections nécessaires, les séries les plus homogénéisées possible à cette échelle de temps.

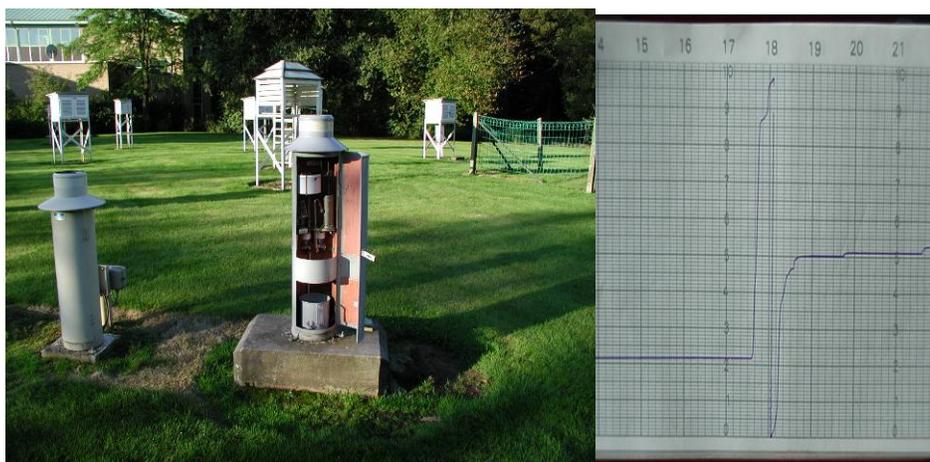
À Uccle, les observations pluviométriques sont réalisées depuis 1880 à l'aide d'un pluviomètre manuel qu'un observateur relève chaque jour vers 8h du matin. L'appareil lui-même est entouré d'un cône de Nipher, du nom de son inventeur, pour atténuer l'effet du champ de vent sur la mesure.

Fig. 6 : Le pluviomètre manuel P50 relevé chaque matin à Uccle pour connaître le cumul journalier des précipitations. La mesure de la quantité d'eau tombée est effectuée en vidant la bouteille dans une éprouvette finement graduée (mesure au dixième de mm ou dixième de l/m²). Par temps de neige, la bouteille et l'entonnoir sont remplacés par un nivomètre d'ouverture identique qui permet une meilleure récolte des flocons de neige.



À partir de 1898, un pluviographe est installé dans le parc climatologique à Uccle, près du pluviomètre manuel. Cet appareil à siphon a donné un enregistrement en continu des précipitations sur papier depuis cette époque et le dépouillement quotidien du papier permet à l'IRM de disposer aujourd'hui d'une série unique, plus que centenaire, des quantités de précipitations à haute fréquence (de 10 en 10 minutes) depuis la fin du 19^e siècle. L'analyse de ces données permet notamment de calculer les courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) pour la station d'Uccle, mais également d'étudier les variations éventuelles des précipitations sur des durées variables.

Fig. 7 : Au centre, le pluviographe à siphon de type Hellmann-Fuess. Les précipitations sont enregistrées en continu sur un papier installé sur un tambour tournant au cours de la journée (on donne un exemple d'enregistrement à droite de la photo). Le papier doit ensuite être dépouillé pour permettre l'archivage des données sur un pas de temps de 10 minutes. À gauche, un pluviographe de réserve et dans le fond, une série d'abris thermométriques dans lesquels on effectue quotidiennement les relevés de température.



Climat moyen récent à Uccle

Pour caractériser le climat d'une station à une époque donnée, il est de coutume de calculer des statistiques sur 30 années de mesures (c'est ce qu'on appelle le calcul des « normales » climatologiques). L'utilisation d'une telle série de données est nécessaire pour pouvoir tenir compte de la variabilité du climat d'une année à l'autre et, en même temps, la période considérée n'est pas trop longue, permettant, on l'espère, de faire l'hypothèse d'un climat relativement stationnaire.

Actuellement, la période de référence la plus souvent utilisée pour le calcul des normales est la période 1971-2000. C'est notamment la période qui a été retenue pour la réalisation de l'Atlas climatologique européen, à l'initiative des services météorologiques européens. Le tableau ci-dessous reprend une sélection des normales disponibles pour Uccle dans l'Atlas.

Fig. 8 : Normales climatologiques calculées pour la station d'Uccle sur la période 1971-2000 (extrait de l'Atlas climatologique européen). NJ est indiqué pour le nombre de jours par mois ou par an où un phénomène ou une valeur est observé (en bleu : min ; en rouge : max)

STATION DE UCCLE (lat. : 50 48 N; long. : 4 21 E; altitude : 100m)													
Statistiques sur la période 1971-2000													
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
T moyenne (°C)	3.2	3.6	6.4	8.9	13.1	15.6	17.8	17.8	14.6	10.8	6.4	4.2	10.2
NJ Tmax ≥ 25°C	0.0	0.0	0.0	0.1	2.3	4.7	8.2	7.9	1.4	0.1	0.0	0.0	24.6
NJ avec orage	0.1	0.3	0.5	0.6	2.4	2.3	2.5	1.9	1.1	0.5	0.2	0.2	12.5
Cumul de précipitations (mm)	71.2	53.0	72.9	53.8	69.5	77.6	69.1	63.7	63.0	68.1	79.4	79.0	820.4
Précipitations max. sur 24 h (mm)	33.5	23.3	26.7	25.2	47.3	53.0	39.1	56.7	41.6	51.0	28.0	31.6	56.7
NJ avec précipitations (≥ 0.1mm)	19.8	15.7	18.9	16.9	17.0	16.9	14.8	14.7	16.5	16.9	19.3	19.9	207.3

À l'examen du tableau, on relève les caractéristiques suivantes, en particulier pour les précipitations :

- L'amplitude thermique annuelle est proche de 15 °C.
- La fréquence des orages est très similaire de mai à juillet et légèrement moindre en août. La corrélation de cette fréquence avec le nombre de jours où la température maximale atteint 25 °C n'est pas très élevée. Cela s'explique par les différents types d'orages qui peuvent se produire (c'est en été qu'on observe généralement les orages de chaleur, alors qu'au printemps, les orages sont plus souvent des orages de type frontaux).
- Globalement, la période froide de l'année (novembre à mars) est à peine plus arrosée que la période chaude (mai à septembre).
- Globalement, la période froide de l'année a une fréquence de jours de précipitations supérieure à la période

chaude de l'année.

- Les précipitations maximales observées sur 24 h sont les plus importantes entre mai et octobre.

Plusieurs remarques doivent cependant être faites par rapport aux données reprises dans ce tableau :

- Précipitations max. sur 24 h (mm) : Ces informations seraient plus pertinentes non pas ramenées à 24h (par jour) mais rapportées au temps de concentration (tc) aux exutoires critiques¹⁶ dans la Région. Localement, aux exutoires critiques, ce temps de concentration est beaucoup plus court que 24h. En outre, il est important de savoir quand, statistiquement dans la journée, éclatent généralement les averses orageuses. Cet aspect est très important du point de vue de la saturation hydraulique des ouvrages : à 04h du matin lors d'une nuit sèche, le réseau d'égouts est pratiquement vide, alors qu'il est proche de la saturation à 17h-18h quand toutes les eaux usées de la journée doivent encore être évacuées.
- Nombre de jours avec précipitations ($\geq 0.1\text{mm}$) : seuil beaucoup trop faible dans notre préoccupation d'hydrologie urbaine

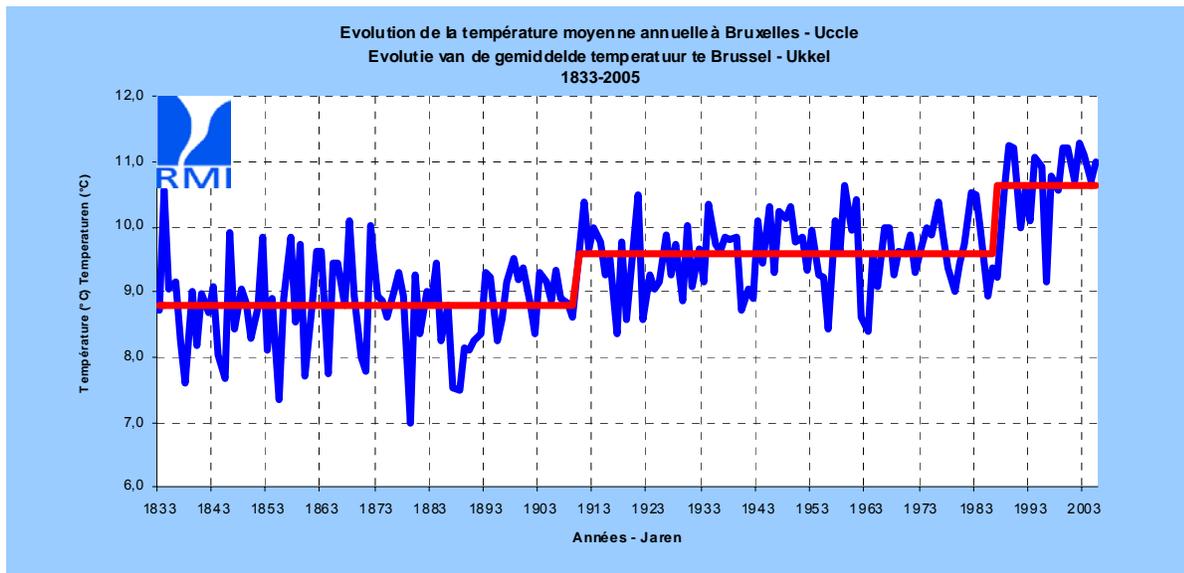
Evolution du climat à Bruxelles

Il faut tout d'abord signaler que, dans notre pays, l'étude des séries d'observations à l'échelle du siècle n'a pas encore été menée de manière systématique. Les premières analyses des séries de mesures disponibles depuis le 19^e siècle pour la Région bruxelloise conduisent notamment aux résultats présentés ci-dessous.

Évolution de paramètres moyens

La température a augmenté une première fois de manière relativement abrupte vers 1910 en hiver, au printemps et sur l'ensemble de l'année, et vers 1925-1930 en été et en automne. Un second réchauffement abrupt s'est produit durant les années 1980. Dans les deux cas, l'augmentation de température annuelle fut de l'ordre du degré. Le premier réchauffement fut principalement lié à une élévation des températures maximales, alors que le second est lié surtout à une élévation des températures minimales.

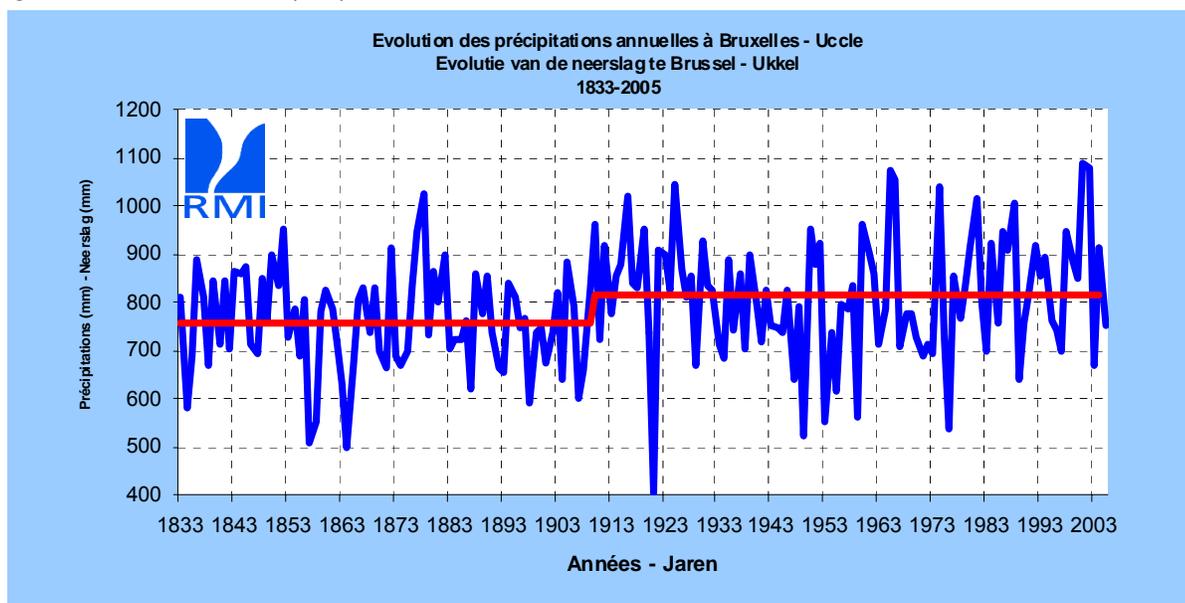
Fig. 9 : Température moyenne annuelle à Bruxelles-Uccle entre 1833 et 2005.



Pour les quantités de précipitations, l'examen des données conduit à des résultats moins significatifs (ce qui s'explique en partie par la grande variabilité des précipitations dans nos régions). Depuis le 19^e siècle, le total annuel a augmenté de quelques pourcents. Cette augmentation est liée dans ce cas aussi à un « saut » détecté statistiquement (de justesse) vers 1910. Les précipitations hivernales et printanières montrent également une augmentation abrupte respectivement en 1910 et en 1965.

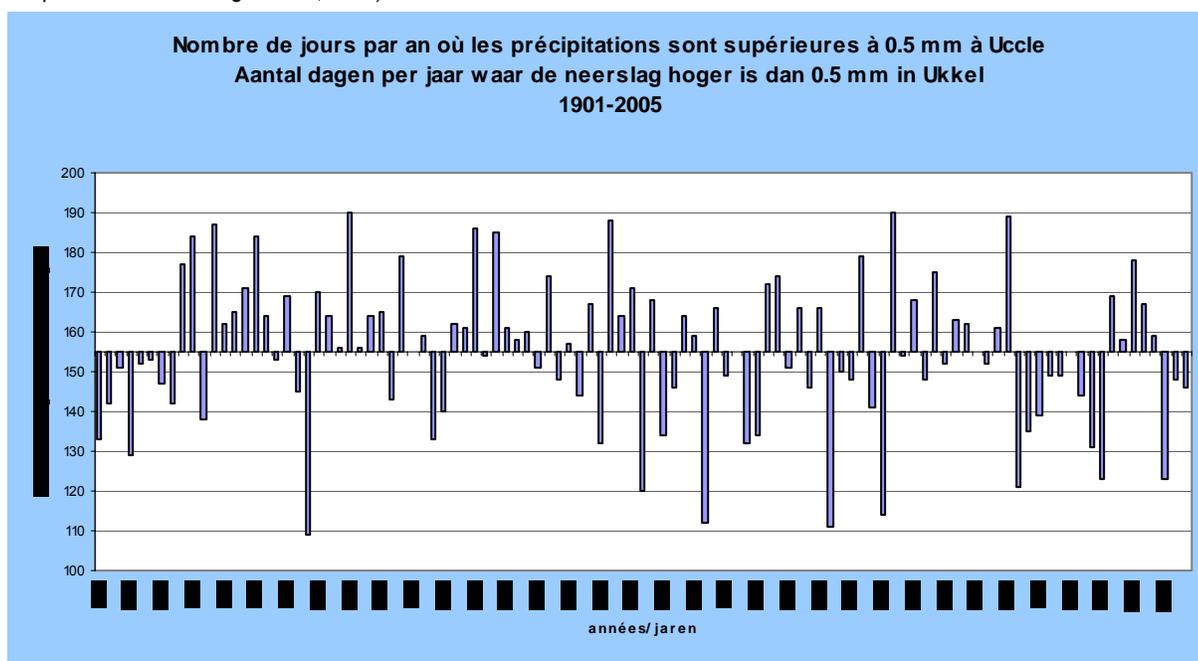
¹⁶ proches de la saturation hydraulique en temps normal

Fig. 10 : Quantité annuelle de précipitations à Bruxelles-Uccle entre 1833 et 2005.



Depuis le réchauffement de la fin des années 1980, le nombre de jours de précipitations (au moins 0,5 mm) est généralement faible.

Fig. 11 : Nombre annuel de jours avec précipitations à Uccle entre 1901 et 2005 (on ne considère que les quantités journalières de précipitations au moins égales à 0,5 mm).

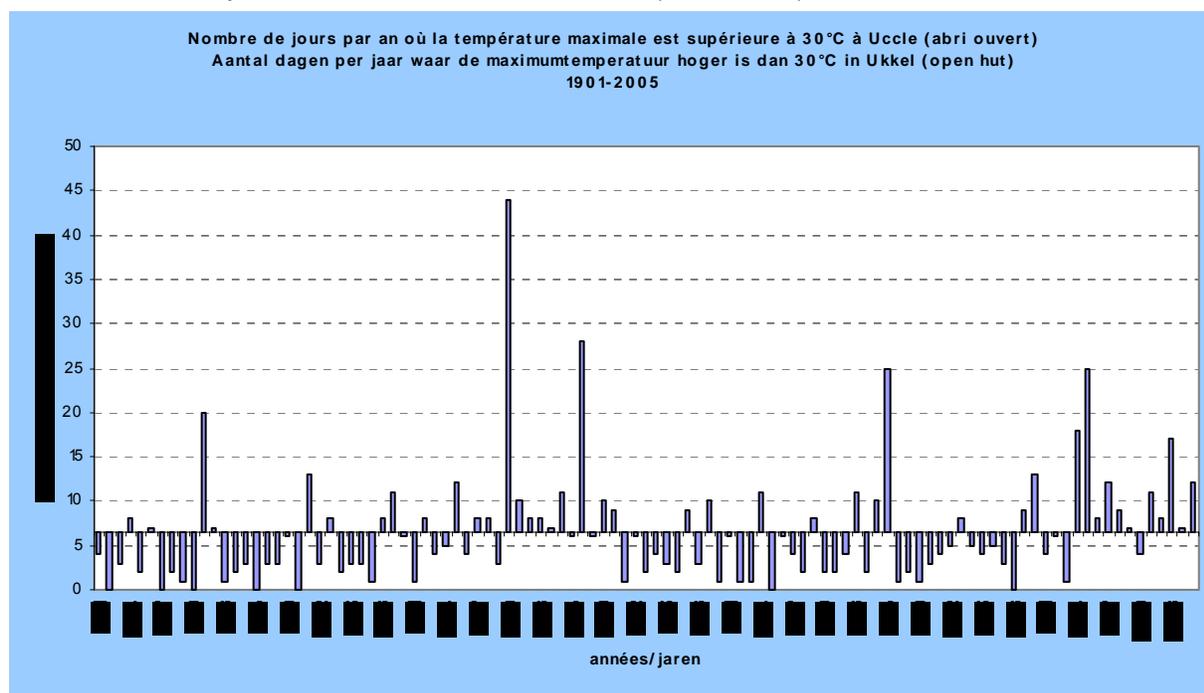


Le nombre de jours avec précipitations neigeuses à Uccle est très variable d'une année à l'autre. Depuis le réchauffement de la fin des années 1980, il neige généralement moins à Uccle que par le passé. Depuis la même période, le nombre annuel de jours avec enneigement au sol à Uccle est en général très faible.

Evolution de paramètres particuliers

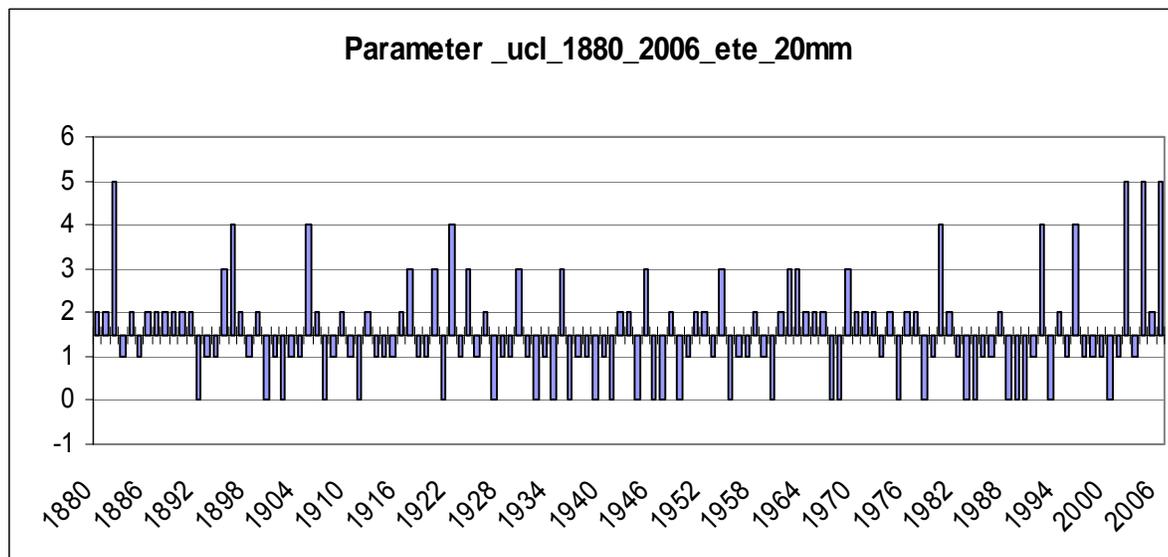
L'évolution des températures sur les cent dernières années montre également une baisse sensible du nombre annuel de jours de gel, c'est-à-dire le nombre de jours où la température minimale est inférieure à 0 °C. De plus, après le réchauffement des années 1980, le nombre annuel de jours d'été (jours où la température maximale est supérieure ou égale à 25 °C) a augmenté, tout comme le nombre annuel de jours de canicule (jours où la température maximale est supérieure ou égale à 30 °C). Cependant, des valeurs similaires avaient déjà été observées dans les années 1940.

Fig. 12 : Nombre annuel de jours de canicule à Uccle entre 1901 et 2005 (TMAX ≥ 30 °C).



Une analyse du nombre de jours en été (période juin-juillet-août) où la quantité journalière de précipitations atteint au moins 20 mm a été faite pour les données d’Uccle entre 1880 et 2006. Aucune tendance significative (à la hausse ou à la baisse) ne ressort actuellement des données. On a observé ces dernières années trois des quatre valeurs les plus élevées de la série, mais il est encore trop tôt pour pouvoir conclure de manière statistiquement fiable que le paramètre étudié a commencé à augmenter.

Fig. 13 : Nombre de jours en été (juin à août) où la quantité de précipitations a dépassé 20 mm à Uccle entre 1880 et 2006.



L’examen des données du pluviographe centenaire d’Uccle montre que les précipitations extrêmes annuelles ont augmenté lorsqu’on analyse les cumuls au moins sur quelques jours. Par contre, pour les durées plus courtes (entre 1 heure et 2-3 jours), on n’observe pas de tendance significative dans les extrêmes annuels. Ce genre de résultat va à l’encontre du sentiment parfois exprimé selon lequel les pluies orageuses seraient plus intenses que dans le passé.

Fig. 14 : Valeur annuelle la plus élevée de la quantité de précipitations cumulée sur 7 jours observée à Uccle entre 1898 et 2003.

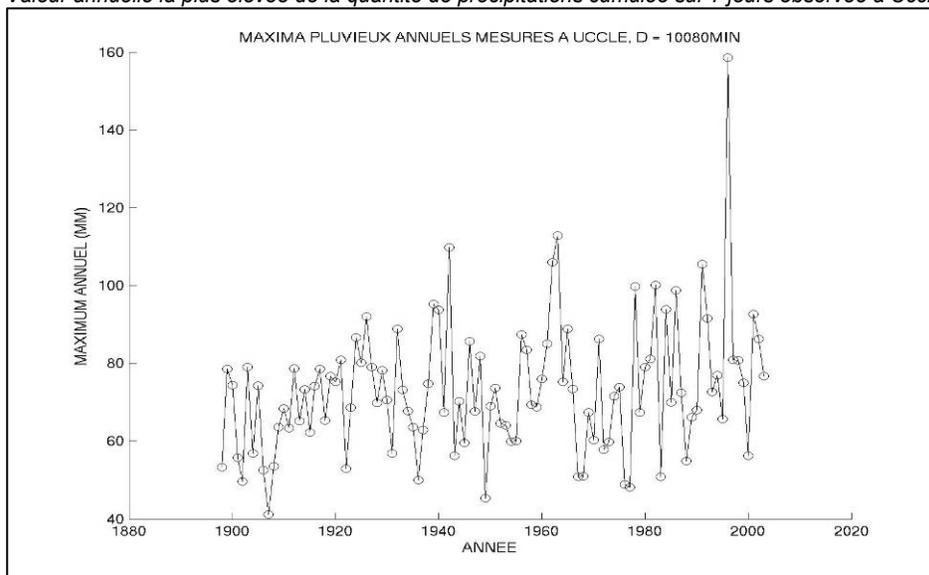
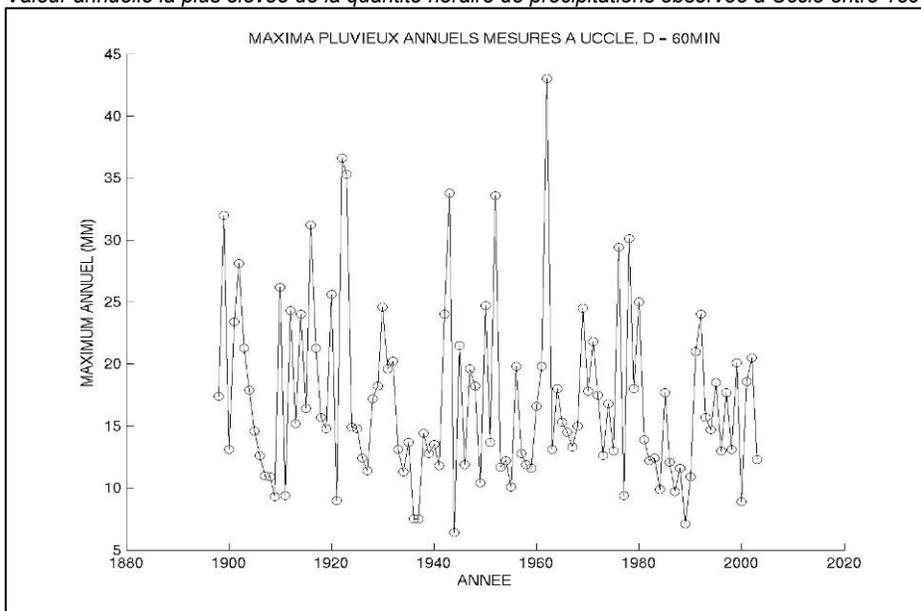


Fig. 15 : Valeur annuelle la plus élevée de la quantité horaire de précipitations observée à Uccle entre 1898 et 2003.



Les longues séries d'observations de Bruxelles-Uccle permettent de mettre en évidence des changements climatiques à l'échelle séculaire, et en particulier un réchauffement en deux étapes (début et fin du 20^e siècle). Pour les précipitations, les modifications sont moins significatives. En moyenne, la quantité et l'intensité des précipitations sur des durées d'au moins quelques jours ont augmenté entre le début et la fin du 20^e siècle (principalement les pluies hivernales). Par contre, jusqu'ici, on n'observe pas de manière significative une augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité des pluies abondantes de courtes durées (principalement les pluies orageuses en été). L'intuition souvent ressentie comme une évidence que les phénomènes orageux auraient manifestement augmenté, soit en intensité, soit en fréquence, ne résiste pas pour le moment à l'analyse des données historiques disponibles jusqu'en 2006, que ce soit en Région bruxelloise ou vraisemblablement sur l'ensemble du territoire national. La distinction entre le phénomène orageux lui-même et ses impacts dans un environnement qui a évolué est souvent oubliée, ceci pouvant sans doute expliquer cela.

2.4.2 Suivi et prévision de la pluviométrie en Région bruxelloise

Auteurs du § : François Brouyaux et Christian Tricot (IRM, 2007)

Suivi des orages et des précipitations

Alerte – Orages

Depuis 1983, l'Institut royal météorologique de Belgique (IRM) s'est équipé d'un réseau de détection des orages remplaçant avantageusement les méthodes d'observations traditionnelles.

La particularité de ce système appelé « SAFIR » est qu'il détecte automatiquement les décharges intra-nuages. Ce sont ces décharges-là précisément qui constituent les premières phases d'un orage. Ce surplus d'informations apportées *en temps réel* permet d'évaluer la vitesse et la direction de la zone orageuse du point de vue électrique et permet donc d'anticiper les décharges au sol bien évidemment plus dangereuses pour les personnes et les biens (la foudre). Utilisées en complément aux prévisions ou aux alertes, certaines applications particulièrement performantes de ce système peuvent lancer des alertes « dernières minutes » très ciblées localement. La résolution des détections des décharges au dessus du territoire belge est de l'ordre de 3 kilomètres et le rafraîchissement des enregistrements a lieu tous les quarts d'heure. Ces données peuvent donc être utilement combinées avec les images issues du réseau des radars météorologiques détectant, quant à eux, les précipitations.

Observations pluviométriques en Région bruxelloise

La station d'Uccle, principale station IRM installée sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale (RBC), est équipée de plusieurs instruments pluviométriques dont les précisions sont comparées pour en tirer des conclusions d'un point de vue opérationnel. Certains instruments électroniques permettent d'enregistrer les précipitations en temps réel et leur consultation en ligne permet aux prévisionnistes d'avoir accès aux données. Dans le cadre d'une collaboration avec Vivaqua, l'IRM dispose encore de deux stations installées sur le territoire d'Uccle et qui mesurent manuellement les cumuls journaliers des précipitations.

D'autre part, pour répondre à ses besoins spécifiques, l'IBGE dispose actuellement d'une quinzaine de pluviomètres automatiques répartis sur le territoire bruxellois. Un des instruments de l'IBGE a même été récemment installé dans le parc climatologique de l'IRM, aux fins de comparer les mesures instrumentales. Les échanges de données entre l'IRM et l'IBGE, sans être aujourd'hui systématiques, contribuent en cas d'événements extrêmes à une meilleure description des zones sinistrées. Ainsi, toutes les informations relatives aux précipitations ayant conduit à des dommages en Région bruxelloise peuvent être intégrées dans les analyses que l'IRM transmet au Ministère de l'Intérieur dans le cadre du Fonds des calamités.

Estimations pluviométriques à l'aide du réseau radar

Le radar a fait son apparition en aéronautique durant la seconde guerre mondiale. Sur les images radar apparaissaient des échos en provenance des particules de précipitations (pluie, neige ou grêle). En aéronautique, ces échos étaient considérés comme des parasites. Les météorologistes y virent au contraire une source précieuse d'information. C'est ainsi que depuis lors, les systèmes radar se sont sophistiqués et les radars météorologiques occupent désormais une place essentielle dans le dispositif d'observation de l'atmosphère.

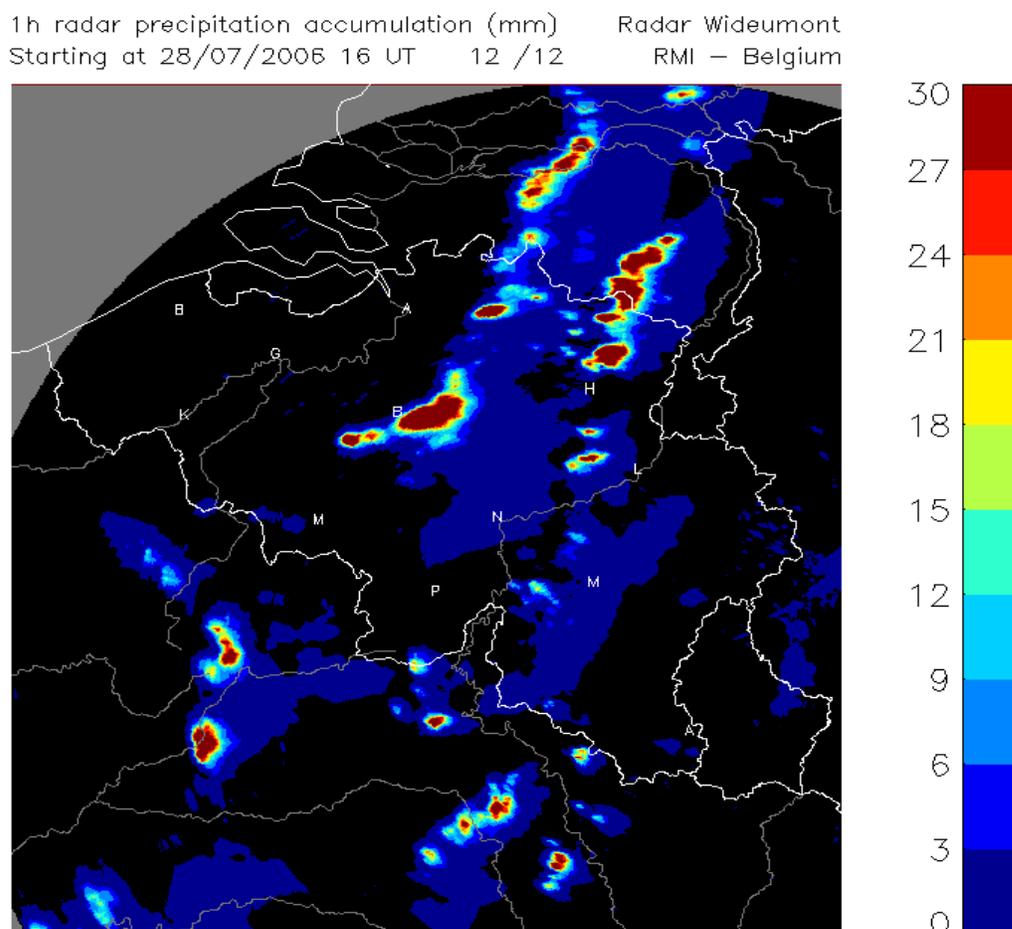
L'IRM dispose d'un radar météorologique installé à Wideumont (Libramont) dans la province du Luxembourg. Un second radar météorologique est installé à Zaventem et est exploité, en priorité pour les besoins aéronautiques, par le service météorologique de Belgocontrol qui transmet en temps réel les données de ce radar à l'IRM. Le radar de l'Avesnois, récemment installé par Météo-France près de Maubeuge en collaboration avec le MET/DGVH (Région Wallonne) et l'IRM, couvre également une partie du territoire belge. L'installation envisagée à Jabbeke, en Flandre occidentale, d'un radar météorologique supplémentaire devrait compléter un réseau d'observation en temps réel au dessus de notre pays particulièrement performant de par sa densité et la compatibilité des informations. Au niveau européen, un réseau d'environ 120 radars permet de couvrir la majeure partie du continent.

Le radar permet de détecter les précipitations jusqu'à une distance maximale de l'ordre de 240 km. En général, la portée utile pour une estimation quantitative des précipitations est néanmoins beaucoup plus faible, en particulier en hiver lorsque les nuages sont relativement bas dans l'atmosphère. En été, les cumulo-nimbus (nuages d'orage) d'où proviennent les précipitations orageuses intenses ont une extension verticale de plusieurs kilomètres, ce qui permet au radar de Wideumont d'estimer ce type de précipitations au dessus de la RBC.

Le produit de base fourni par le radar météorologique est une image des précipitations générée en temps réel toutes les 5 minutes. Ces images sont utilisées par l'IRM d'une part pour les prévisions météorologiques à très

court terme et d'autre part, en les combinant avec des mesures pluviométriques classiques au sol, pour l'interprétation des événements pluvieux après coup.

Fig. 16 : Estimations par le radar de Wideumont du cumul horaire de précipitations sur le pays le 28 juillet 2006 entre 18h et 19h temps civil (entre 16 et 17 h temps universel UT). Le radar indique de fortes précipitations touchant l'est de la RBC (l'échelle de couleur donne les estimations de précipitations en mm ; les zones en brun foncé ont une estimation horaire égale ou supérieure à 27 mm). Pour l'intervalle horaire considéré, trois pluviomètres de l'AED situés dans l'est de la RBC ont relevé des quantités de précipitations supérieures à 50 mm.



Prévision des orages et des précipitations orageuses

Actuellement, les orages sont-ils prévisibles ? À quelles échéances ?

Le long de la façade océanique de la zone tempérée de l'Europe de l'Ouest, les méthodes météorologiques numériques (les modèles) les plus avancées et l'interprétation de leurs résultats permettent aux météorologues la plupart du temps d'anticiper dans leurs *prévisions des situations orageuses au moins 24 heures à l'avance** sur une zone géographique équivalente au territoire fédéral de la Belgique. La difficulté majeure pour être plus utiles que ne le sont déjà ces performances, est de situer plus précisément les averses orageuses qui, par nature, sont très localisées. A une échéance plus courte (12 à 6 heures), dans le cas d'*orages frontaux*, on peut déjà prévoir assez précisément le déplacement des fronts et évaluer la chronologie et l'intensité attendue des précipitations. En revanche, pour ce qui concerne les *orages dits « convectifs »*, le caractère apparemment erratique de la distribution spatiale des phénomènes rend inopérants des avertissements aussi précoces et aussi ciblés. Dans ce dernier cas, on ne peut recourir qu'à des *prévisions de « facteurs de risques »***, et éventuellement, en complément, à des *alertes « dernières minutes » (Safir)* avec un délai, dans le meilleur des cas, d'un quart d'heure pour les zones menacées.

Les produits de prévisions les plus courants en rapport avec les orages

Sur son site internet accessible à tous, l'IRM diffuse actuellement :

- **des bulletins de prévision généraux** réactualisés 5 fois par jour, (notamment, les situations orageuses attendues)*
- **des avertissements (ou alarmes)**** pour tous les phénomènes météorologiques dangereux. La classification de ces risques a fait l'objet d'une harmonisation à l'échelle européenne entre les différents services météorologiques nationaux (projet européen « MA », pour « Météo-Alarm »). Pour ce qui concerne **les orages**, les couleurs de l'alarme varient suivant une échelle de niveaux identifiés comme suit :
 - Niveau rouge : l'atmosphère est très instable, des phénomènes orageux particulièrement intenses peuvent se manifester sur la zone considérée.
 - Niveau orange : Des orages violents et bien structurés, de fortes averses, des averses de grêle et/ou des violentes rafales sur la zone considérée.
 - Niveau jaune : Risque d'orage localement sur la zone considérée.
 - Niveau vert : On ne prévoit pas d'orage sur la zone considérée.

Sur une carte du pays en ligne, les niveaux d'alarme sont définis pour 9 zones correspondant approximativement aux « anciennes » 9 provinces belges. Pour ce type d'avertissements, la RBC est donc soumise aux mêmes « alarmes » que la province du Brabant.

Des progrès opérationnels peuvent-ils être raisonnablement attendus bientôt pour la prévision de ces phénomènes ?

Actuellement menées à l'échelle internationale, les recherches en météorologie (auxquelles l'IRM participe dans certains cas activement) s'orientent selon deux voies éventuellement complémentaires:

- Les méthodes dites déterministes cherchent à augmenter la résolution de la modélisation. Les mailles des modèles sont de plus en plus fines de manière à intégrer de mieux en mieux les phénomènes au développement spatial peu étendu. Pour fixer les idées, signalons qu'en général un cumulo-nimbus (nuage d'orage) s'étend horizontalement sur une superficie de quelques dizaines de kilomètres carrés seulement (c'est-à-dire sur une superficie inférieure à celle de la RBC).
- Les méthodes dites « prévisions d'ensembles » cherchent à mieux prendre en compte le caractère chaotique du comportement de l'atmosphère, responsable d'une très grande sensibilité aux conditions initiales dont sont nourris tous les modèles qui essaient de le représenter. Le pronostic météorologique dans cette approche qui utilise plusieurs modèles simultanément conduit à évaluer statistiquement les risques auxquels une zone donnée pourrait être soumise. Pour ce qui concerne les orages, cette voie commence tout juste à être exploitée de manière opérationnelle.

Pour terminer, signalons que des études de météorologie urbaine à petite échelle, spécifique à la Région bruxelloise et à sa périphérie, mériteraient d'être envisagées pour mettre en évidence l'importance relative des précipitations (et de leur évolution) et celle de l'environnement urbain dans la problématique des inondations (et de leur évolution). L'étude des phénomènes à échelle microclimatique urbaine reste à faire ; elle pourrait révéler des surprises et amener, elle aussi, certains enseignements opérationnels.

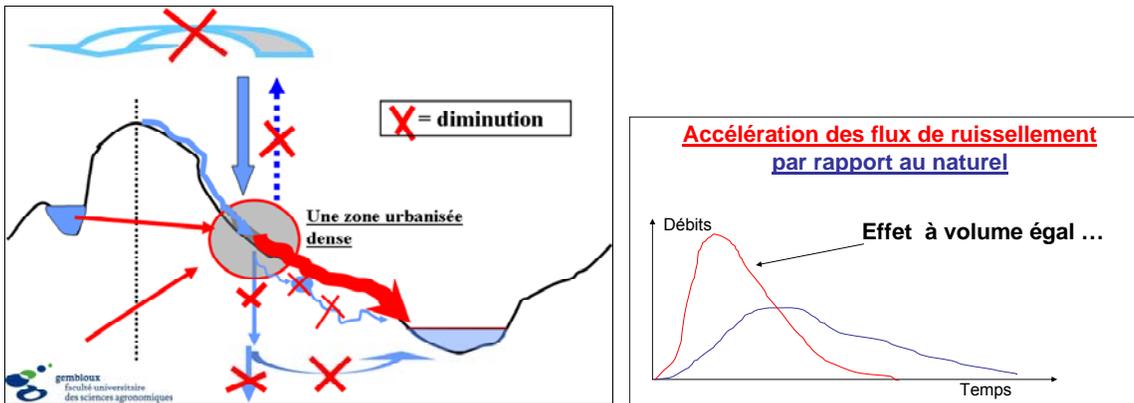
2.5 La pression anthropique / Introduction

Auteur du § : Sylvia Dautrebande (FUSAGX, 2007)

Le cycle de l'eau est modifié tant sur le plan hydrologique qu'hydraulique : les volumes de ruissellement augmentent du fait de l'imperméabilisation aux dépens du processus d'évapotranspiration réelle¹⁷ induit par les végétaux et plans d'eau essentiellement, et du processus de percolation des eaux ; les débits maxima sont accrus, non seulement du fait de l'augmentation des volumes mais aussi de l'accélération des flux (diminution du temps de concentration des eaux), rendant en retour les bassins versants plus sensibles aux pluies intenses et de courte durée (modification de la pluie de projet, apparition plus rapide de la pointe de débit).

¹⁷ Le processus d'évapotranspiration réelle est à distinguer de celui d'évapotranspiration potentielle (demande climatique évaporatoire).

Fig. 17 : Schéma de la modification du cycle naturel de l'eau en raison du développement urbain : diminution de l'évapotranspiration réelle, de l'infiltration, de la recharge des nappes profondes et superficielles, de la contribution aux zones sourcières, au profit du ruissellement de surface (autres : apports extérieurs éventuels supplémentaires d'eaux de captage ; aussi possibilités de modifications de la pluviométrie locale et de sa répartition en raison de microclimats).



- L'imperméabilisation des surfaces

Dans les zones sensibles (bassins versants d'apport), l'imperméabilisation des surfaces induit par rapport au « milieu naturel » une production accrue de ruissellement diffus de surface d'une part, une accélération du ruissellement diffus de surface d'autre part (surfaces plus lisses en général).

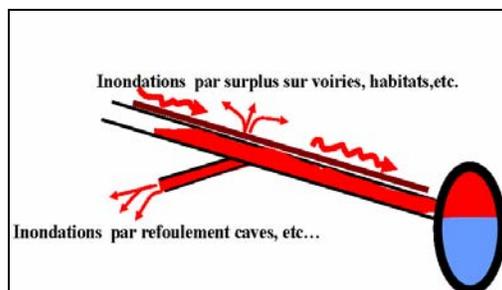
- La collecte, le transport et l'évacuation des flux

Des conduites enterrées organisées suivant des réseaux complexes et des cours d'eau voûtés ont remplacé les axes naturels de concentration des eaux de surface ; ces réseaux sont conçus pour favoriser l'évacuation rapide des flux. Dans les zones exposées, le développement urbain induit la suppression de la fonction de zone d'inondation des sites de rétention naturelle, vus comme inutiles sinon inexistants...

Au sujet des zones sensibles, indépendamment de la question du vieillissement des réseaux d'assainissement, ces derniers, au même titre d'ailleurs que le lit mineur des cours d'eau, ne sont pas conçus en général pour absorber les flux de ruissellement issus d'averses intenses ou exceptionnelles.

Par ailleurs, de nouvelles zones exposées aux inondations se créent, constituées par le linéaire de voiries et habitats surplombant les cours d'eau voûtés ou du fait du recouplement et de la reprise des flux des axes naturels (voiries non situées dans un talweg, reflux de collecteurs). Les cours d'eau eux-mêmes voient soit la diminution de leurs possibilités d'expansion en phase de montée exceptionnelle des eaux en raison de leur voûtement (artificialisation) ou de l'occupation de leur lit majeur (effets de rehaussement), soit au contraire une possibilité d'expansion inconsidérée en raison d'obstructions en aval (ponts, rehaussements aval ou sur site, dérivations anciennes pour moulins ou étangs,...) ou en raison de comblements de zones naturelles de rétention temporaire – talwegs et fonds de vallée.

Fig. 18 : Schéma des effets de la saturation des collecteurs.



2.6 Imperméabilisation des sols

2.6.1 Introduction

Le pourcentage d'espaces verts en RBC n'est pas négligeable quoique réparti de façon inégale ; classiquement le taux d'espace vert est spatialement croissant de façon excentrique, ... mais tend tout aussi classiquement à se résorber avec les années sauf politique spécifique de conservation. A titre orientatif, pour un milieu écoclimatique

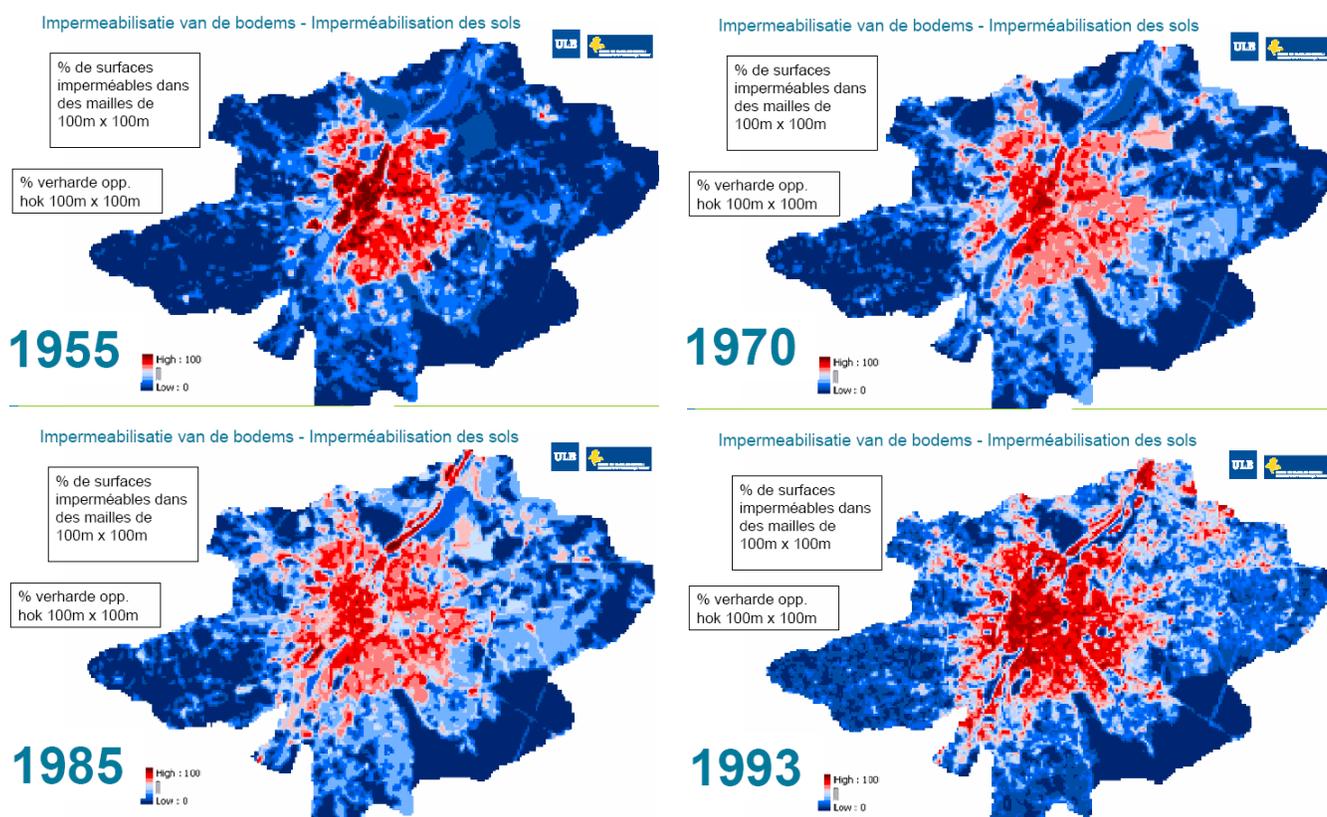
comme celui de la RBC, l'effet multiplicateur de l'imperméabilisation par rapport au « naturel » est de l'ordre de près de dix fois en termes de volumes spécifiques de ruissellement lors d'averses intenses estivales de courtes durées.

2.6.2 Evolution du taux de surfaces imperméables en RBC (1995 - 2006)

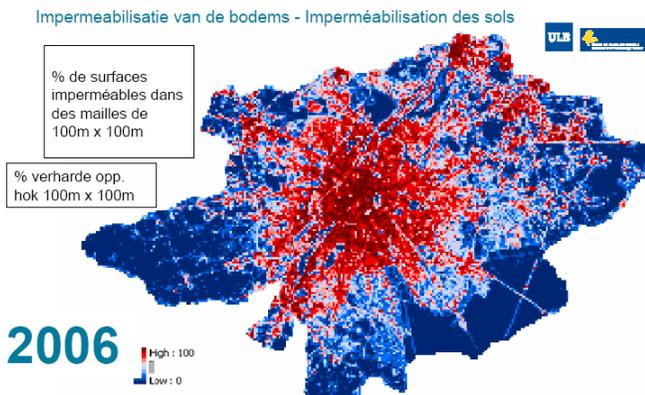
Les résultats d'une étude¹⁸ sur l'évolution de l'imperméabilisation du sol en RBC conclut à des résultats impressionnants. Sur l'ensemble de la zone d'étude, un peu plus étendue que la Région de Bruxelles-Capitale, une évolution de l'imperméabilisation très marquée est observée depuis les années 1950, passant de 18% à 37% d'imperméabilisation.

En Région de Bruxelles-Capitale, le « grignotage » des espaces non bâtis s'observe plus particulièrement dans les communes de la seconde couronne où de grands terrains (friches, zones agricoles) ont été convertis ou sont en cours de conversion en zones de logements et/ou de bureaux. C'est par exemple le cas à Woluwe-Saint-Lambert (notamment au niveau du « Val d'Or » et aux environs du shopping) mais également à Uccle (projets de construction au niveau des plateaux Engeland et Avijl), à Anderlecht (vallée du Vogelzangbeek), à Jette (« jardins de Jette » près de l'AZ-VUB...) ou encore, à la limite entre les communes de Watermael-Boitsfort et Ixelles le long de la ligne 26 de chemin de fer.

Fig. 19 : Evolution du taux de surfaces imperméables dans et alentour de la RBC (1955 - 2006)



¹⁸ Vanhuysse S., Depireux J., Wolff E., 2006, *Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale*, ULB/IGEAT pour le Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, Administration de l'Équipement et des Déplacements/Direction de l'Eau, 60 pages.



Echelle de couleurs des cartes :

Rouge foncé = surface de la maille est à 100% imperméable

Bleu foncé = surface de la maille est à 100 % perméable

Selon l'étude, environ 47% du territoire régional serait actuellement imperméabilisé (bâtiments, routes, parkings...). Les 53% restants correspondent à des espaces verts au sens large (jardins, bois et forêt, parcs, friches, cimetières, stades sportifs, etc.).

Les résultats présentés ci-dessous, obtenus sur base de l'analyse détaillée des données cartographiques et de télédétection disponibles, fournissent un ordre de grandeur du phénomène pour la Région de Bruxelles-Capitale. Cependant, compte tenu de limites méthodologiques, ils sont susceptibles de comporter une marge d'erreur de l'ordre de quelques pourcents.

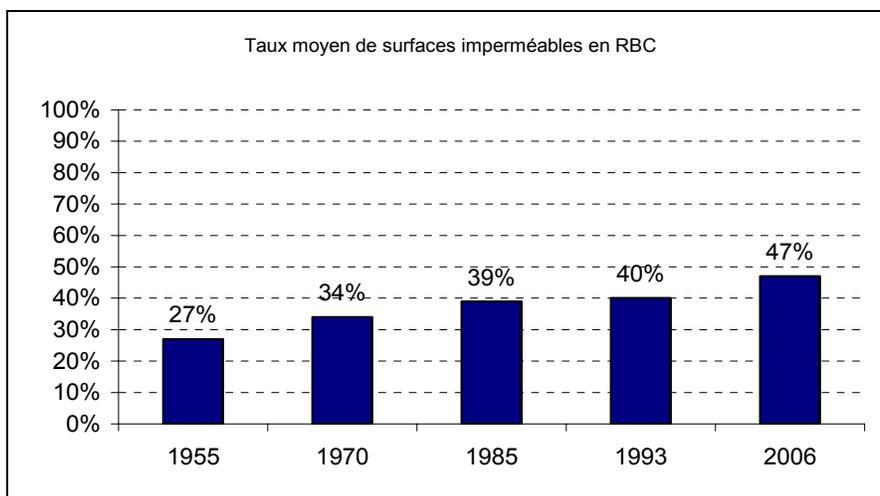
Fig. 20 : Evolution des surfaces imperméables en Région de Bruxelles-Capitale (1955-2006)

	Proportion de surfaces imperméables (en %)					Evolution 1985-2006
	1955	1970	1985	1993	2006	
RBC	26	34	39	40	47	21%
Saint-Gilles	66	66	66	75	85	29%
St-Josse-ten-Noode	68	(67)	(65)	71	80	23%
Etterbeek	60	65	65	70	76	17%
Ixelles	49	57	59	64	72	22%
Koekelberg	48	59	61	62	69	13%
Schaerbeek	49	56	59	63	68	15%
Forest	32	41	49	51	63	29%
Molenbeek-St-Jean	39	46	52	57	63	21%
Bruxelles-ville	31	37	44	47	52	18%
Woluw e-St-Lambert	20	34	42	(41)	50	19%
Anderlecht	19	29	38	42	49	29%
Berchem-Ste-Agathe	19	30	39	40	48	23%
Evere	16	33	41	41	48	17%
Ganshoren	20	35	42	(40)	48	14%
Jette	26	33	40	(39)	47	17%
Woluw e-St-Pierre	19	30	32	(28)	38	19%
Uccle	19	26	27	(23)	32	19%
Auderghem	11	20	22	24	29	32%
Watermael-Boitsfort	9	12	13	(11)	16	23%

Source : « Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en RBC » réalisée par l'ULB-IGEAT à la demande de l'AED, octobre 2006

La figure suivante illustre de façon très simplifiée le même phénomène, en n'affichant que les taux moyens calculés pour la RBC durant la même période.

Fig. 21 : Evolution du pourcentage de surfaces imperméables en RBC: moyennes calculées pour l'ensemble des communes de la RBC (période 1955-2006)



Ces données mettent en évidence :

- l'évolution rapide de l'urbanisation en Région bruxelloise au cours de ces derniers décennies y compris durant la période 1993-2006 ;
- l'importance du bâti dans les communes les plus centrales (la zone centrale de Bruxelles-ville est imperméabilisée à 82% mais l'ensemble de la commune comporte au nord et au sud des zones vertes importantes) ;
- l'importance de l'urbanisation récente dans certaines communes centrales (Anderlecht, Forest) et de seconde couronne (Auderghem)

2.7 Réseau d'égouttage (collecte, transport et évacuation de l'eau) et bassins d'orage

Outre le réseau de collecteurs et d'égouttage et ses structures associées (bassins d'orage sur réseau,...), il est nécessaire de considérer le réseau de collecte et de transport que représentent les voiries. Rappelons que la RBC compte environ 2000 km de voiries (soit plus de 10 km de voiries par km² de superficie), les parkings et infrastructures de transport en commun augmentant cette proportion de 21%. L'artificialisation de la circulation des eaux peut avoir induit une différenciation entre le bassin versant d'apport pluvial en surface (éventuellement modifié aussi) et celui afférent au réseau d'assainissement.

2.7.1 Description des infrastructures d'évacuation des eaux

Au 19^{ème} siècle, avec l'urbanisation croissante de Bruxelles, les crues fréquentes de la Senne¹⁹ occasionnaient de nombreux dégâts. Par ailleurs, les quantités croissantes d'eaux usées rejetées par les habitants et l'industrie étaient à l'origine d'épidémies et d'odeurs nauséabondes. Cette situation, ainsi qu'un certain effet de mode par rapport au voûtements de voies d'eau en Europe et une spéculation immobilière, a conduit à la réalisation, entre 1867 et 1871, des travaux du premier voûtement de la Senne et de ses affluents entre la gare du midi et la gare du nord. De 1930 à 1955, le voûtement sera prolongé sur la commune d'Anderlecht et la Senne sera déviée vers la bordure de la rive droite du Canal²⁰. Actuellement, la Senne est voûtée sur plus de 8 km durant sa traversée bruxelloise.

Le réseau d'évacuation des eaux résiduaires est initialement un réseau de type unitaire : les égouts et les collecteurs évacuent non seulement les eaux usées mais également les eaux pluviales ainsi que certaines eaux de drainage, d'étangs, de sources et de suintement (eaux claires dites "parasites").

Cette situation répond dans certaines communes à un choix technique pris dans le passé, à savoir limiter l'envasement des égouts de certaines zones dans le fond de la vallée de la Senne (Forest, St-Gilles, ...) résultant de leur trop faible pente par un effet de « chasse » : en période de fortes précipitations, l'arrivée massive d'eaux pluviales dans les égouts contribue à évacuer les boues accumulées.

Un autre choix technique a été fait à Bruxelles-Ville où les pentes sont tout aussi faibles ($3 \cdot 10^{-5}$) : un soin

¹⁹ les événements 1838 et 1850 étaient bien des inondations fluviales, dont le risque n'est pas entièrement atténué aujourd'hui, si les infrastructures prévues en 1955 ne sont pas correctement entretenues

²⁰ Novgorodsky L., 1955, *Le détournement et le voûtement de la Senne à Bruxelles*, La Technique des Travaux, Bruxelles, mars-avril 1955, pp. 108-125.

particulier a été apporté à la forme des sections transversales donnée aux grands collecteurs, permettant de minimiser les problèmes d'envasement.

Plusieurs cours d'eau sont interrompus en de nombreux endroits et leurs eaux se déversent directement dans les collecteurs. Historiquement, des apports d'eaux de nappe ont localement été admis lors de la pose de certains collecteurs. Selon des mesures réalisées par l'ULB en 1992 et en 1998 pour une étude financée par l'AED, les eaux claires représentaient en moyenne 40% des eaux charriées par les collecteurs par temps sec. Toutes les eaux charriées par les collecteurs, soit l'ensemble des eaux usées domestiques et industrielles et des eaux claires, aboutissent à la Senne (après passage en station d'épuration) qui constitue l'axe central du réseau. Proportionnellement à son débit naturel relativement faible, ce cours d'eau reçoit donc une quantité élevée d'eaux usées. Selon une estimation, en période d'étiage, environ 2/3 du débit de la Senne à la sortie de Bruxelles correspond à des eaux usées épurées.

En cas de crues venant du bassin Senne amont, les débits de pointe de la rivière sont écrêtés et évacués par des systèmes de déversements (déversoir situé à hauteur du siphon de Lembeek en Région flamande et déversoirs en aval des écluses d'Anderlecht et de Molenbeek en Région bruxelloise), vers le Canal dont l'axe est parallèle au lit de la rivière. Des déversoirs provenant d'autres vallées de la Région bruxelloise sont également reliés au Canal. L'eau qui est déversée dans le Canal est ensuite rendue à la Senne, en aval de la Région bruxelloise (Vilvorde), par un système de siphons.

2.7.2 Responsables des infrastructures

Le réseau d'égouttage est une compétence communale. L'Intercommunale Bruxelloise de Distribution d'Eau (IBDE), créée en 2001 par les 19 communes bruxelloises et par VIVAQUA (ex-CIBE, Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux), a pour mission d'assurer la collecte et la maîtrise des eaux usées et pluviales en vue de leur restitution au milieu naturel, avec ou sans traitement d'épuration.

Cinq services sont assurés par l'IBDE :

- la gestion des bassins d'orage et des collecteurs,
- la surveillance du réseau d'égouttage,
- la gestion hydraulique du réseau d'égouttage, des eaux pluviales et de ruissellement,
- l'entretien, le renouvellement et l'extension du réseau d'égouttage,
- la gestion intégrée du réseau d'égouttage.

Chaque commune associée transfère à l'IBDE une partie ou l'ensemble de ces services. A partir de 2004, toutes les communes bruxelloises ont confié la gestion des bassins d'orage et collecteurs à l'IBDE (en partie en ce qui concerne la Ville de Bruxelles)²¹.

En 2008, 16 communes avaient par ailleurs confié à l'intercommunale la totalité des autres services.

2.7.3 Mesures palliatives contre les inondations

Dans le passé, certains quartiers de la Région bruxelloise (centre-ville, rue Gray, vallée de la Woluwe, quartier des Pêcheries à Auderghem, quartier Chomé-Wollès, vallée du Zwartebeek à Uccle, rue des Béguines à Molenbeek, vallée du Molenbeek-Pontbeek, ...) ont été victimes d'inondations plus ou moins désastreuses et récurrentes. Aujourd'hui encore, lors de pluies violentes, des inondations touchent encore certains de ces quartiers. Face à cette situation, une politique de lutte palliative contre les inondations a été progressivement mise en place.

Deux méthodes correctrices peuvent être mises en œuvre : soit permettre à l'eau de s'évacuer plus facilement en augmentant le débit des collecteurs, soit retenir l'eau dans le réseau d'égouttage en construisant des bassins d'orage.

La première méthode ne peut cependant pas être généralisée, à la fois pour des questions de coûts et parce que la Senne ne peut absorber un accroissement trop brutal du débit de ses affluents. Lors de fortes pluies, le Canal fait déjà office de « réservoir de stockage » en accueillant, via des déversoirs d'orage, les débits de pointe de la Senne et de plusieurs collecteurs.

Dès lors, la réalisation d'un réseau de bassins d'orage, le plus généralement enterrés, a été mise en œuvre par les pouvoirs publics.

²¹ L'IBDE héritait des ouvrages des anciennes intercommunales absorbées par l'IBRA lors de sa création en juin 2001, dont ceux de l'Intercommunale de la Senne. Les collecteurs de la Ville de Bruxelles sont propriété de la Ville qui en assure la gestion (et ne font donc pas partie du service n°1 de l'IBDE)

2.8 Quelques mesures préventives contre les inondations

Pour rappel, l'infiltration dans le sol et la rétention d'eau de pluie sur la parcelle ou au niveau du réseau hydrographique (étangs, marais...), constituent les voies privilégiées en matière de prévention des inondations.

En Région bruxelloise, fortement urbanisée et dont une part importante du sol est imperméabilisée, les possibilités d'infiltration et de rétention des eaux de pluie sont relativement limitées. Une série de mesures sont néanmoins prises à la source, dans une plus ou moins grande mesure, par différentes instances, pour récupérer les eaux de pluie (citernes²², bassins d'orages individuels), augmenter leur possibilité d'infiltration et d'évapotranspiration (limitation des surfaces construites, choix de matériaux poreux, plantations, toitures verdurisées) et rétablir, autant que possible, la continuité du réseau hydrographique de surface et ses fonctions hydrologiques (rôle de « tampon de crues »). Ce dernier point constitue l'un des objectifs majeurs du programme de maillage bleu, mis en œuvre par l'IBGE.

Il est également intéressant de noter que le règlement régional d'urbanisme stipule dans son Titre I, article 13, l'obligation de maintien d'une surface perméable, en pleine terre et plantée, au moins égale à 50% de la surface de la zone de cours et jardins.

Toutes ces mesures doivent permettre de réduire la pression sur le réseau d'égouttage et assurer un meilleur fonctionnement des collecteurs et des bassins d'orage.

Par ailleurs, une bonne évacuation des eaux repose également sur un entretien régulier des égouts et des avaloirs.

²² L'aménagement de citernes d'eau de pluie est encouragé via l'instauration d'une prime régionale, disponible à certaines conditions pour effectuer des travaux de réparation, de remplacement ou de placement d'une citerne d'une capacité minimale de 1.000 litres (voir site du Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, rubrique consacrée aux primes à la rénovation de l'habitat : <http://www.prime-renovation.irisnet.be/>). Une prime semblable existe également au niveau de certaines communes. Le règlement régional d'urbanisme (RRU) impose par ailleurs l'installation d'une citerne d'eau de pluie dans les nouveaux projets de logement. Selon l'enquête socio-économique générale (2001) réalisée par l'Institut National de Statistiques, 10% des ménages bruxellois disposeraient actuellement d'une telle citerne. Il ne s'agit néanmoins pas à proprement parler d'installation de prévention des inondations, puisque ces citernes sont destinées à utiliser de l'eau de pluie pour certains usages domestiques, ce qui implique qu'elles soient le plus souvent remplies ! Cette confusion entre les citernes d'eau de pluie à usage domestique et les bassins d'orage individuels, qui doivent la plupart du temps rester vides pour jouer efficacement leur rôle, est extrêmement fréquente.

3 INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES NOTABLES PROBABLES DU PLAN

L'annexe 5.1 résume les différentes caractéristiques environnementales susceptibles d'être influencées par les objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de Plan Pluie. Celles-ci sont explicitées ci-dessous.

3.1 Qualité de l'environnement et qualité de vie

3.1.1 Analyse globale

Les trois objectifs du projet de Plan sont susceptibles d'avoir une influence sur la qualité de l'environnement et la qualité de vie (ils sont classés ci-dessous par ordre de priorité de leur impact en la matière) :

- L'objectif 3 : « *Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement* », correspond à celui qui présente le plus d'incidences probables. Ainsi, 7 des 11 actions prioritaires qui y sont développées sont concernées, dont 1 (clarifier les principes de base du Maillage bleu) pour l'ensemble des 7 thématiques envisagées ; 2 (identifier les points noirs du cycle de l'eau / Aspects Maillage bleu, et mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu) pour 6 des 7 thématiques ; 1 (décourager ou limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles) pour 5 des thématiques.
- L'objectif 2 : « *Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques* » est également concerné. 4 des 7 actions prioritaires sont ainsi susceptibles d'avoir une influence, dont 1 sur l'ensemble des 7 thématiques envisagées.
- L'objectif 1 : « *Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation* » contient 1 action susceptible d'avoir un impact en termes de qualité de l'environnement et de qualité de vie, pour 5 des thématiques envisagées.

3.1.2 Effets probables sur la biodiversité

Malgré son degré élevé d'urbanisation, la Région bruxelloise dispose d'une importante richesse floristique et faunistique. Un objectif important de la politique environnementale bruxelloise est de maintenir et favoriser cette biodiversité dans la ville et ce, non seulement dans un souci de protection des habitats et des espèces qui y sont liées mais également dans une optique de rapprochement entre les citoyens et la nature, et de sensibilisation de ces derniers aux préoccupations environnementales.

La volonté de préservation de la biodiversité régionale se marque notamment par la superficie importante de « zones spéciales de conservation » désignées sur le territoire régional dans le cadre du réseau européen Natura 2000.

Certains biotopes présents sur le territoire de la Région bruxelloise sont susceptibles d'être touchés par l'application du projet de plan Pluie. Un bref résumé des caractéristiques générales de la faune et flore régionales est présenté ci-dessous. Les incidences potentielles des différentes prescriptions du plan sur cette biodiversité sont ensuite envisagées.

Caractéristiques générales de la faune de la Région de Bruxelles-Capitale.

Mammifères

Le nombre d'espèces de mammifères présentes sur le territoire bruxellois témoigne d'une diversité d'espèces assez élevée compte tenu de la superficie régionale limitée. Remarquable est l'exceptionnelle richesse en chiroptères (Chauves-souris), avec la présence probable de 17 espèces sur la vingtaine que comprend la faune belge. Cette richesse s'explique par la valeur biologique très élevée de la Forêt de Soignes et par l'existence à ses abords de terrains de chasse favorables, en particulier au-dessus et autour des étangs du réseau hydrographique de la Woluwe.

Oiseaux nicheurs

Depuis 1992, l'évolution des effectifs de la majorité des espèces d'oiseaux nicheurs (dont aquatiques) est suivie. Ce suivi a révélé qu'un petit nombre d'espèces constitue la plus grande partie de l'avifaune bruxelloise. Ainsi, par exemple, 6 espèces représentent à elles seules la moitié des oiseaux recensés par la technique des points d'écoute. On peut donc conclure que de nombreuses espèces ne sont que faiblement représentées dans la Région de Bruxelles-Capitale.

En 1998, une « liste rouge » des espèces menacées en Région de Bruxelles-Capitale a été établie, sur base de critères déterminés à partir des définitions utilisées par Birdlife International et adaptés au contexte urbain spécifique à la Région. Ainsi, en 2003, sur les 92 espèces d'oiseaux recensées -dont 85 indigènes-, 38 figurent

sur la liste rouge : 9 espèces sont en danger critique ; 5 en danger ; 17 vulnérables ; 4 considérées comme rares ; 3 considérées comme éteintes.

Le tableau ci-dessous liste les espèces d'oiseaux d'eau nicheurs aquatiques observées en Région de Bruxelles-capitale. La plupart des populations d'oiseaux aquatiques indigènes, dont le Grèbe huppé, le canard sauvage, la Poule d'eau, la Foulque macroule, sont relativement stationnaires à court terme. Le Fuligule morillon semble s'adapter progressivement au milieu urbain. Le Grèbe castagneux ne niche que dans quelques sites de la Région, dont Val Duchesse et le Grand Etang de Boitsfort. Le maintien de cette espèce dans la Région dépend notamment de la présence de zones plus sauvages.

Fig. 22 : Espèces d'oiseaux d'eau nicheurs en Région de Bruxelles-capitale

Espèces indigènes		Espèces introduites	
zones sauvages	anthropophiles	exotiques	domestiques
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	<i>Podiceps cristatus</i>	<i>Cygnus olor</i>	
Grèbe castagneux	Grèbe huppé	Cygne tuberculé	Canard "casserole" (hybride)
<i>Aythya ferina</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>	<i>Cygnus atratus</i>	<i>Anser anser</i>
Fuligule milouin	Canard colvert	Cygne noir	Oie cendrée
<i>Aythya fuligula</i>	<i>Aythya fuligula</i>	<i>Alopochen aegyptiacus</i>	
Fuligule morillon	Fuligule morillon	Ouette d'Egypte	
<i>Alcedo atthis</i>	<i>Fulica atra</i>	<i>Cairina moschata</i>	
Martin pêcheur	Foulque macroule	Canard de Barbarie	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	<i>Gallinula chloropus</i>	<i>Aix sponsa</i>	
Rousserolle effarvatte	Poule d'eau	Canard carolin	
<i>Acrocephalus palustris</i>		<i>Chloephaga picta</i>	
Rousserolle verderolle		Oie de Magellan	
<i>Emberiza schoeniclus</i>		<i>Aix galericulata</i>	
Bruant des roseaux		Canard mandarin	
<i>Ardea cinerea</i>			
Héron cendré			

Afin d'éviter la pollution et l'eutrophisation des eaux qui sont nuisibles aux oiseaux aquatiques, en particulier en période estivale (développement du botulisme par exemple), des mesures préventives sont appliquées depuis quelques années. Elles concernent la mise en œuvre, dans le cadre du « Maillage bleu », d'un programme d'intervention sur les étangs au niveau des boues et des eaux de surface et des mesures d'information de la population concernant les modalités d'un nourrissage raisonné des oiseaux. Cette gestion permet par conséquent de maintenir des habitats favorables au maintien des espèces d'oiseaux aquatiques.

Amphibiens et reptiles

L'Atlas des Amphibiens et Reptiles la Région de Bruxelles-Capitale (WEISERBS & JACOB, 2005) est le premier document de synthèse de l'herpétofaune en Région Bruxelloise. Cet ouvrage a été réalisé par AVES dans le cadre du Programme de Surveillance de l'Etat de l'Environnement Bruxellois organisé par l'IBGE. Il intègre les données collectées durant 20 années (1984 à 2003) et a bénéficié de la participation de 86 observateurs.

L'herpétofaune bruxelloise comprend 9 espèces indigènes (soit un peu moins de la moitié des espèces présentes en Belgique), dont le « complexe de la grenouille verte », auparavant considéré comme 3 espèces différentes. De ce complexe, la grenouille verte « esculenta » s'est éteinte durant la période couverte par l'atlas. La Grenouille rieuse qui a fait son apparition dans le courant des années 1990 colonise progressivement les zones humides bruxelloises. La Couleuvre à collier est un serpent inoffensif qui subsiste dans et aux alentours du marais de Jette.

Toutes les autres espèces sont en déclin à l'échelle régionale. Parmi les espèces ayant encore des populations naturelles, la « liste rouge » établie dans le cadre de ce document fait état de six espèces menacées à divers degrés ; seules deux espèces étant actuellement confrontées à un risque mineur (le Crapaud commun et le triton alpestre). Ce déclin résulte essentiellement de la destruction et de la dégradation des milieux favorables et de leurs connexions. Aujourd'hui, les zones humides de la forêt de Soignes et de ses environs, de la vallée de la Woluwe et des quartiers verts de Uccle rassemblent la majeure partie des effectifs.

Orthoptères

Les zones humides, les zones ferroviaires et les friches ou terrains vagues constituent les principaux biotopes occupés par les orthoptères à Bruxelles.

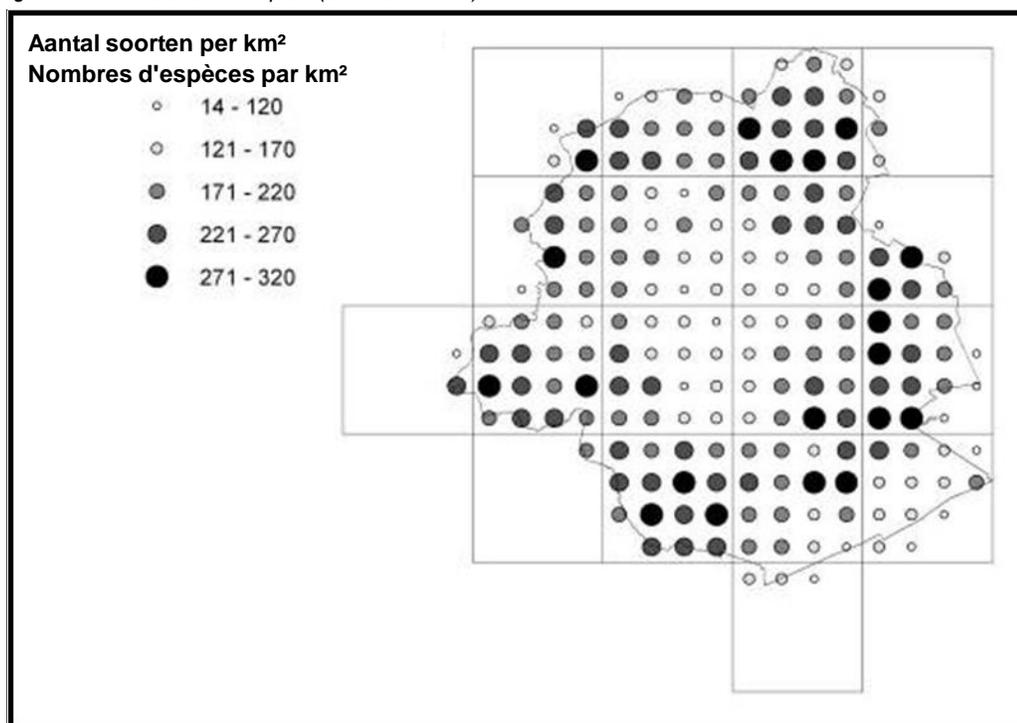
Les dernières zones humides subsistant en Région bruxelloise abritent quelques espèces spécialisées et sont en

général bien protégées. Cependant, la gestion mise en œuvre sur ces sites n'est pas toujours aussi favorable pour ce groupe d'insectes : la fauche de la végétation en fin de saison, favorable pour le développement d'une flore diversifiée, détruit les œufs qui doivent passer l'hiver dans les tiges sèches. C'est pour cela que de plus en plus on pratique la fauche alternée, ou qu'on laisse quelques zones non fauchées.

Caractéristiques générales de la flore de la Région de Bruxelles-Capitale (situation 2003-2005)²³

En vue d'effectuer un inventaire systématique, une étude a été menée par le Jardin Botanique National à la demande de Bruxelles Environnement – IBGE. Dans le cadre de celle-ci, la Région a été virtuellement divisée en 195 carrés de 1 km² et les espèces présentes ont été consignées par carré (carte ci-dessous). 793 espèces ont été rencontrées au total dans la Région, pour la période 2003-2005. On rencontre en moyenne quelque 200 espèces de plantes par km². La richesse en espèces est toutefois très variable d'une maille à l'autre. Les zones les plus pauvres en espèces se situent dans le centre bétonné mais aussi dans certaines parties de la hêtraie de la Forêt de Soignes. Les zones les plus riches en espèces se trouvent quant à elles en lisière de la RBC.

Fig. 23 : Biodiversité floristique²⁴ (Carrés : 16 km²)

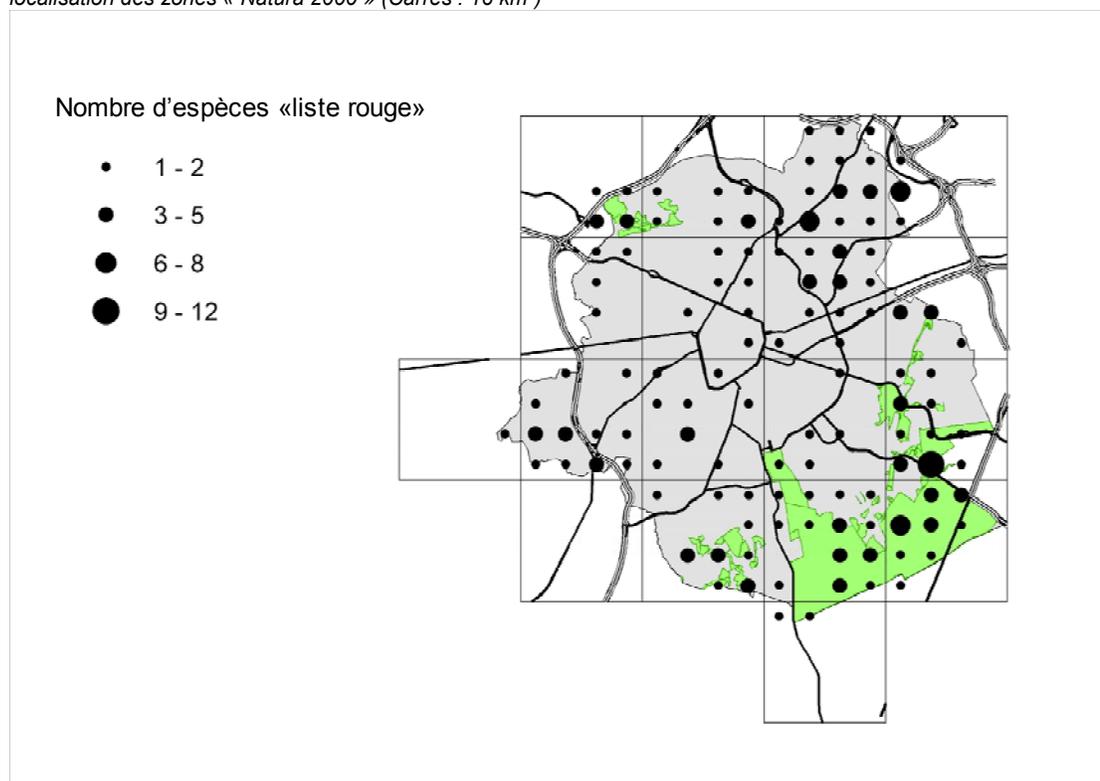


Le nombre d'espèces n'est évidemment pas un indicateur de la rareté et de la régression des espèces. Pour pouvoir se prononcer sur ce point, la situation doit être évaluée sur la base de critères des espèces de la « liste rouge ». Il s'agit d'espèces qui, selon les critères internationaux très stricts de l'International Union for Conservation of Nature (IUCN), appartiennent à l'une des catégories suivantes : menacées d'extinction, menacées, vulnérables, en recul et rare. Les sites comportant les espèces de la « liste rouge », qui sont donc particulièrement précieux d'un point de vue botanique et entrent en considération pour une protection maximale, se situent aux alentours du Rouge Cloître (Auderghem), plus quelques autres zones de la Forêt de Soignes ainsi que la vallée de la Woluwe toute proche et les bois de Jette. Ces sites font partie des zones Natura 2000. Les autres zones précieuses sont localisées à proximité du complexe ferroviaire nord de Haeren-Schaerbeek (environs Moeraske et talus avec affleurement de roches calcaires), aux alentours du Vogelzangbeek et de la ligne de chemin de fer de Neerpede à Anderlecht, dans le Domaine Royal (Laeken) et le parc Duden (Forest).

²³ IBGE, 2007, *Rapport sur l'Etat de l'Environnement 2003-2006*

²⁴ Jardin Botanique National, 2006, *Cartographie floristique de la Région de Bruxelles-Capitale*, Etude réalisée pour l'IBGE

Fig. 24 : Sites d'une importance botanique réelle délimités sur base du nombre d'espèces appartenant à la « liste rouge » ; en vert : localisation des zones « Natura 2000 » (Carrés : 16 km²)



Dynamique de la flore de la Région de Bruxelles-Capitale

Les changements majeurs dans la flore sont déjà intervenus durant la période précédant 1970. La forte urbanisation de la RBC a provoqué à l'époque un recul important, voire la disparition complète de certains groupes d'espèces : les « mauvaises herbes » qui apparaissent dans les champs et les espèces caractéristiques des prairies rases, calcarifères, neutres à légèrement acides, des bruyères et des lisières forestières, des eaux non polluées, des prairies non amendées, ... Ce recul se poursuit encore aujourd'hui et est dû, d'une part, à la disparition complète du milieu spécifique et, d'autre part, à la modification du milieu par rudéralisation (enrichissement alimentaire, perturbation, piétinement, pollution). Ces dernières années, la régression a touché surtout des plantes aquatiques, ainsi que des espèces de prairies rases et des zones de transition entre bois et terrains ouverts.

Incidence des différentes prescriptions du projet de plan Pluie sur la biodiversité

Outre ses objectifs hydrologiques, ce projet de plan poursuit également un objectif de revalorisation des eaux de surface et de promotion de la biodiversité liée aux cours d'eau, étangs et zones humides.

Les incidences attendues sur la faune et la flore sont par conséquent positives, et ce, d'autant plus que la biodiversité bruxelloise est particulièrement importante dans les zones humides et à proximité de cours et plans d'eau.

Les habitats des différentes espèces aquatiques ou des espèces qui en dépendent au niveau de leur chaîne alimentaire seront en effet protégés d'une urbanisation intensive, ou améliorés au niveau de leur qualité via l'interdiction du déversement des eaux usées dans les eaux de surface notamment.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement »

Le projet de plan PLUIE vise à poursuivre et étendre progressivement le programme de Maillage bleu, en particulier via les actions prioritaires suivantes :

- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Identifier les points noirs du cycle de l'eau / Aspects Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu (priorité au niveau des

segments hydrographiques du Molenbeek-Pontbeek, de la Woluwe, du Geleytsbeek et du Neerpedebeek).

- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles

Le programme de « Maillage bleu », mis en œuvre depuis 1999, constitue une approche intégrée de réhabilitation des rivières bruxelloises. Ses principes sont de rétablir autant que possible la continuité du réseau hydrographique de surface et d'y faire écouler les eaux claires, avec deux objectifs :

assurer la qualité de l'eau et mettre en valeur les rivières, les étangs et les zones humides sur le plan paysager et récréatif tout en développant la richesse écologique de ces milieux ;
remettre les eaux claires (eaux de surface, eaux de ruissellement, eaux de pluie) dans les cours d'eau et les zones humides afin de les revitaliser, de réduire les problèmes d'inondations en diminuant la charge des collecteurs et de détourner ces eaux claires des stations d'épuration.

En d'autres termes, les aménagements réalisés dans le cadre du programme de Maillage bleu visent à séparer les eaux claires des eaux usées, à remettre en état certains composants du réseau hydrographique, à restaurer écologiquement des tronçons de rivières, des étangs et des zones humides par des réaménagements fonciers et des mesures spéciales de protection et, en corollaire, à diminuer d'autant les quantités d'eau à traiter en station d'épuration. Le programme de « Maillage bleu », indissociable du « Maillage vert » auquel il contribue, poursuit donc à la fois des objectifs hydrologiques, écologiques, paysagers et récréatifs.

En contribuant à rendre aux cours d'eau une bonne qualité d'eau, un débit, un tracé et des berges proches de l'état naturel, le Maillage bleu favorise par conséquent le développement de biotopes abritant une flore et une faune diversifiées.

Plus spécifiquement, le volet « Maillage bleu » du plan pluie devrait contribuer à la protection de la biodiversité présente notamment via les mesures suivantes :

- favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement suffisamment propres et recommander la limitation de la construction en zones à risques d'inondation ;
- interdire le déversement d'eaux usées, mêmes « diluées », dans les eaux claires (cours d'eau et étangs) ;
- favoriser la protection des cours d'eau naturels et des zones naturelles de débordement. Notons que dans ce cas-ci, l'apport d'eau en grande quantité, issu du ruissellement lors des averses orageuses estivales, pourrait être dommageable à la faune et à la flore si cette eau est de mauvaise qualité et est à l'origine d'une variation importante du débit du cours d'eau. Le projet de plan prévoit cependant de réduire ces impacts négatifs potentiels en limitant ces dispositifs à l'absorption d'eaux de ruissellement de qualité acceptable et en recourant à l'installation de bassins de stockage, de bassins tampon de tranquillisation et autres techniques (voir aussi effets probables sur les eaux de surface et les eaux souterraines).

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

Le développement/la clarification des principes de base du Maillage gris (reprenant le réseau d'égouttage et les bassins d'orage) est à considérer en parallèle de l'amélioration du Maillage bleu. Un Maillage gris bien organisé permettrait en effet une séparation sensiblement plus efficace des eaux usées des eaux claires, ce qui ne peut être qu'au bénéfice de la qualité physico-chimique et écologique de ces dernières.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

La mise en place de taux d'imperméabilisation maximums autorisés (TIMA) pourra avoir deux implications favorables en termes de biodiversité : une promotion de la verdurisation (entre autres) au sein des zones qui devraient rester/devenir perméables et la limitation des eaux de ruissellement (mieux décrites encore comme « Eaux de rinçage des surfaces urbaines »), chargées de polluants nuisibles à la faune et à la flore.

3.1.3 Effets probables sur les espaces verts, le patrimoine non-bâti et les paysages urbains

Incidence des différentes prescriptions du projet de plan Pluie sur les espaces verts et sur le patrimoine non-bâti

Les incidences probables du projet de plan Pluie sur les espaces verts et le patrimoine non bâti sont inévitablement en lien avec les incidences sur la biodiversité présentées au chapitre précédent.

Les actions prioritaires concernées sont par conséquent fort similaires.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement »

Quatre actions prioritaires sont considérées ici comme susceptibles d'avoir une incidence sur les espaces verts et le patrimoine non-bâti :

- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Identifier les points noirs du cycle de l'eau / Aspects Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu.
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles

Parmi les actions liées à la réalisation du Maillage bleu (qui auront une incidence sur les espaces verts) énumérées dans le plan régional de développement figurent :

- l'aménagement et la gestion des étangs et de leurs berges, du lit des rivières et de leurs berges ainsi que des zones humides en général de manière à favoriser la diversité biologique et celle des paysages ;
- l'aménagement et la gestion des équipements pour la promenade et les loisirs dans un souci de mixité entre les fonctions écologiques, paysagère et récréative des sites.

Ces aménagements seront inévitablement à l'origine d'un bouleversement partiel des zones concernées à court terme.

A moyen et à long terme cependant, ceux-ci (vu leurs finalités) seront bénéfiques aux espaces verts, qui seront revalorisés et gérés de manière à favoriser la diversité biologique.

Un maintien voire une augmentation du nombre d'espaces verts liés à des cours d'eau, des étangs ou des zones humides est également à prévoir étant donné les objectifs du Maillage bleu et la volonté de limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles.

Une action supplémentaire concerne les espaces verts incluant des cours d'eau, des étangs ou des zones humides, à savoir la réalisation d'une version mise à jour et informatisée de l'Atlas des Cours d'Eau de la RBC. Celui-ci permettra une connaissance accrue de la localisation des cours d'eau, étangs et zones humides, facilitant leur gestion. L'incidence de cette mesure est dès lors également positive.

Concernant le patrimoine biologique en particulier, conformément à la directive européenne « Habitats », la Région de Bruxelles Capitale a désigné comme « Zones Spéciales de Conservation » trois ensembles de sites totalisant une superficie de plus de 2.300 hectares c'est-à-dire près de 14 % du territoire régional. Les incidences du projet de plan Pluie sur ces zones en particulier seront envisagées plus loin dans ce rapport.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité de clarifier les principes de base du Maillage gris.

A nouveau, ces aménagements seront inévitablement à l'origine d'un bouleversement partiel des zones concernées à court terme. A moyen et à long terme cependant, ceux-ci (vu leurs finalités) seront bénéfiques aux espaces verts, qui seront revalorisés et gérés de manière à favoriser la diversité biologique.

Incidence des différentes prescriptions du projet de plan Pluie sur les paysages urbains

Pour un promeneur attentif, Bruxelles n'est pas uniforme : des « paysages », des « ambiances » spécifiques sont clairement perceptibles, qui diffèrent par leurs caractéristiques écologiques (morphologie, végétation, ...), historiques et structurelles (type d'urbanisation, réseau d'infrastructures, ...).

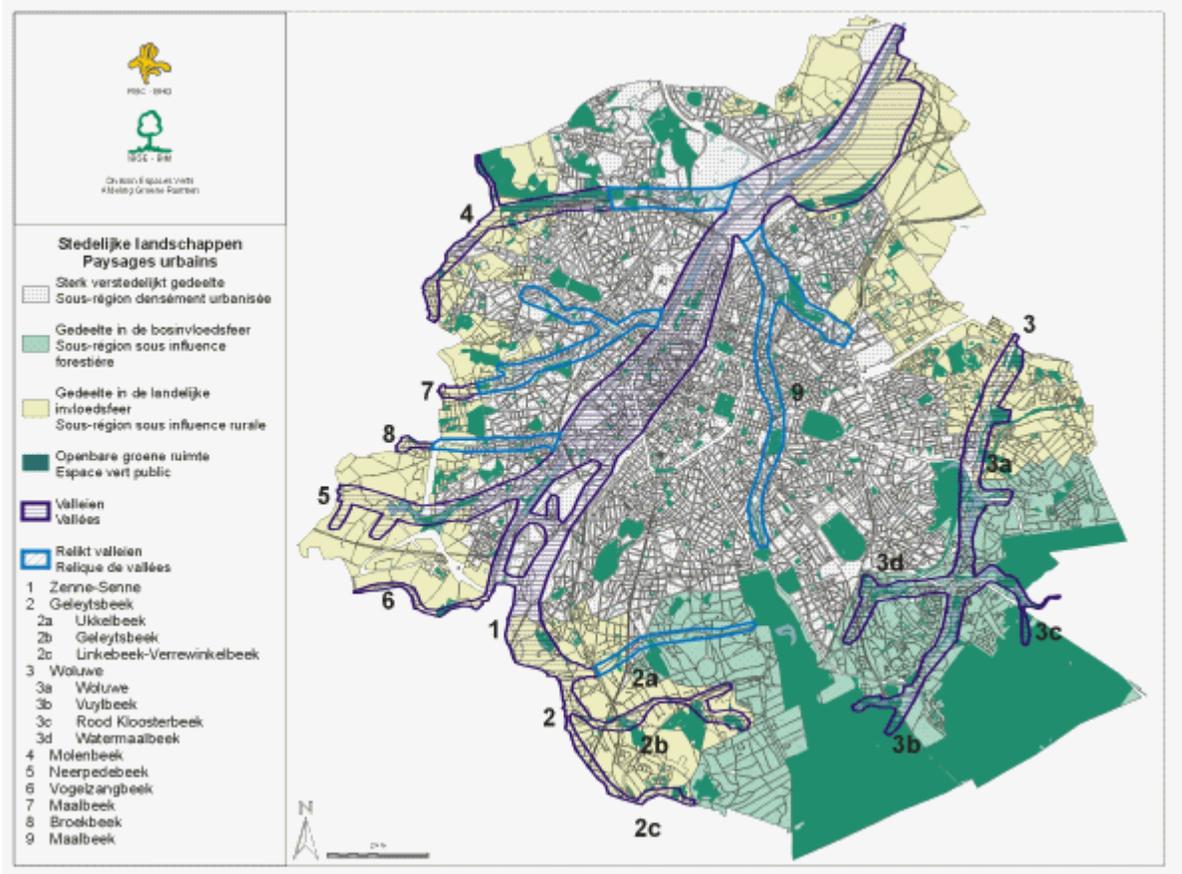
Quatre grands types de paysages peuvent ainsi être définis : un paysage marqué par le passé hydrographique (le plus important pour le projet de Plan), la ville dense qui comprend le centre et la première couronne, une zone sous l'influence de la forêt de Soignes et les reliques du passé rural.

Le paysage marqué par le passé hydrographique

L'histoire de Bruxelles, construite sur les abords de la Senne et de ses affluents, s'est inscrite entre ville et eau. Bruxelles et ses environs se sont développés dans la plaine alluviale marécageuse de la Senne. Le village moyenâgeux de Bruocsella, implanté dans les méandres de la rivière s'est développé notamment dans les prairies marécageuses de son lit majeur. La Senne et ses affluents, Woluwe, Geleytsbeek, Pede, Molenbeek, ..., le long desquels s'implantent de nombreux ateliers, manufactures et industries, sont à l'origine de la prospérité de la ville. C'est donc surtout du point de vue historique et culturel que ce paysage est important. Dans le passé, les vallées de la Senne et de ses affluents formaient un ensemble dense mais discontinu de zones humides (ou souvent inondées). Cependant, depuis la fin du 18^e siècle, le réseau hydrographique a connu de grands bouleversements : mise à sec de 75% des étangs, utilisation des rivières comme égouts à ciel ouvert puis

voûtement de près de 100 km de cours d'eau avec transformation en collecteurs pour des raisons d'hygiène et de lutte contre les inondations, interruptions des vallées suite à des travaux routiers, imperméabilisation du sol, etc.

Fig. 25 : Grands paysages urbains bruxellois (la « Vallée du Maalbeek », n°7 sur la carte, est en fait la « Vallée du Beekkant ») - IBGE



Les zones humides sont intéressantes à plus d'un titre :

- elles ont souvent un niveau élevé de biodiversité, en habitats et en espèces
- elles constituent, lorsque leur gestion est adéquate, des bassins-réservoir potentiels pour l'absorption de crues (en projet au Marais de Ganshoren)
- elles présentent souvent un intérêt paysager et pédagogique important.

L'attractivité de bon nombre de grandes villes réside dans la présence d'un fleuve majestueux ou d'une grande rivière qui les parcourt. Actuellement, la seule voie d'eau à ciel ouvert qui traverse Bruxelles de part en part est le Canal reliant Anvers et Charleroi. Outre son importance économique, il a une importance géographique et culturelle non négligeable, mais, vu son caractère industriel et son aspect localement désaffecté, il constitue plus une rupture qu'un élément structurant du tissu urbain. Dans la zone urbanisée, les berges du canal sont complètement bétonnées. Cependant, en deuxième couronne, elles possèdent une valeur écologique assez importante : les rives herbeuses sont riches en espèces, surtout à Anderlecht. De plus, la partie sud du canal présente une certaine valeur paysagère due à ses rangées de peupliers.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement »

Sept actions prioritaires sont considérées comme susceptibles d'avoir une incidence sur les paysages urbains :

- Réaliser une version mise à jour et informatisée de l'Atlas des Cours d'Eau de la RBC ;
- Réaliser une modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Identifier les "points noirs" du cycle de l'eau / Aspects Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu ;
- Cartographier les zones à risque d'inondation pluviale, par débordement de collecteurs et/ou de cours d'eau ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles.

L'incidence principale au niveau des paysages urbains du développement du Maillage bleu réside dans la re-création d'une partie des paysages marqués par le passé hydrographique qui ont actuellement disparu (le Maillage bleu concerne l'ensemble des tracés et anciens tracés des cours d'eau). La revalorisation de certains cours d'eau actuellement souterrains ou endigués permettra la création de paysages attractifs et variés. Ceci ne se fera cependant pas sans une phase intermédiaire déstructurante, lors des travaux indispensables à cette revalorisation.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

Deux actions prioritaires peuvent être envisagées ici :

- Réaliser une modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- La nécessité de clarifier les principes de base du « Maillage gris ».

L'incidence de ce type d'action à moyen terme ou à long terme sur les paysages semble relativement limitée, le « Maillage gris » étant en majorité souterrain, à l'exception de quelques bassins d'orage à ciel ouvert. En outre, seule la construction de bassins d'orage de très grande taille est soumise à étude d'incidence²⁵. L'impact paysager principal correspondra au court terme, à savoir aux périodes de travaux.

3.1.4 Effets probables sur le patrimoine bâti

Les actions prioritaires considérées comme susceptibles d'avoir une influence sur le patrimoine bâti sont au nombre de 5 :

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement »

- La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité de clarifier les principes de base du Maillage bleu.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

Trois actions prioritaires sont concernées :

- Finaliser les investissements nécessaires au programme actuel d'installation de bassins d'orage ;
- Clarifier les principes de base du Maillage gris ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage gris.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

- La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité d'édicter des taux d'imperméabilisation maximum autorisés par parcelle [TIMA] différenciés géographiquement sur base des petits bassins versants et des zones sensibles.

Les incidences probables du projet de plan Pluie sur le patrimoine bâti résident essentiellement dans les travaux qui seront nécessaires pour répondre à ces objectifs et en une limitation de la construction dans certaines zones. Le projet de plan prévoit en effet différents types de travaux, dont certains destinés à :

- l'intégration des infrastructures hydrauliques si possible connectées aux eaux de surface dans les projets d'aménagement urbanistique ;
- l'installation de bassins d'orage ;
- le recalibrage des égouts et collecteurs.

Les points noirs du réseau devant encore être identifiés, le projet de plan ne permet actuellement pas d'estimer l'importance de ces travaux. Cependant, étant donné le nombre croissant d'inondations observées dans certaines zones et la constatation de l'inadaptation et de la vétusté des égouts bruxellois, il faut s'attendre à de nombreux chantiers. S'ils auront un impact important en termes de coûts, ceux-ci auront un effet sur le patrimoine bâti relativement limité dans le temps (la durée des travaux, qui peut être estimée à plusieurs mois pour chaque chantier). Une attention particulière devra cependant être portée à l'aménagement de l'espace bâti en fin de travaux, dans un état identique (voire amélioré) à celui qui préexistait.

²⁵ Rubrique 206 de la liste des installations classées : « Barrages et autres installations destinées à retenir les eaux ou à les stocker de manière permanente lorsque le nouveau volume d'eau ou un volume supplémentaire d'eau à retenir ou à stocker dépasse 10.000.000m³ »

Dans le cadre de l'aménagement de nouveaux espaces, l'intégration dès l'élaboration du projet d'infrastructures adaptées au niveau des égouts et collecteurs et d'une séparation nette des eaux claires des grises afin d'éviter des travaux d'adaptation ultérieurs est indispensable. Ceci est effectivement prévu dans le projet de plan proposé (Cf. action prioritaire « Intégration des infrastructures hydrauliques si possible connectées aux eaux de surface dans les projets d'aménagement urbanistique »).

3.2 Changement climatique

Comme précisé dans son introduction, ce projet de plan ne développe pas l'ensemble des mesures envisagées afin de combattre le réchauffement climatique (dès lors qu'un « Plan Climat » est en cours d'élaboration).

Les incidences notables probables du projet de plan Pluie sur le climat sont par conséquent relativement limitées. Celles-ci correspondent majoritairement à une adaptation des infrastructures régionales au changement climatique. Des incidences en termes de production de gaz à effet de serre sont cependant également à prévoir pour :

- L'usage de véhicules (camions, bulldozers, ...) lors des travaux d'aménagement, qui seront limités dans le temps ;
- La gestion des déchets liés aux travaux d'aménagement comme à l'entretien des réseaux, en particulier les boues, qui n'est pas envisagée dans le cadre de ce plan.
- Le développement d'espaces verts liés au Maillage bleu devrait par contre être bénéfique à ce point de vue, mais leur importance est impossible à déterminer à ce stade.

3.2.1 Adaptation au climat

En améliorant la gestion des eaux pluviales –et, plus particulièrement, estivales- le projet de plan Pluie apporte une réponse au risque –lié aux changements climatiques- d'être de plus en plus souvent confrontés dans nos régions à des précipitations courtes et intenses. C'est notamment dans cette optique qu'en ce qui concerne le réseau d'égouttage, le projet de plan prévoit que dans les zones sensibles, la « pluie de projet » chiffrant le débit total d'eau pluviale à évacuer et/ou stocker temporairement se basera sur une période de retour de 20, 50 ou 100 ans (au lieu de 10).

Les actions prioritaires concernées ici sont par conséquent les suivantes :

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

3 actions prioritaires sont considérées ici comme susceptibles d'avoir une incidence en termes d'adaptation au climat:

- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Clarifier les principes de base du Maillage gris ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage gris.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones humides de débordement »

3 actions prioritaires sont considérées ici comme susceptibles d'avoir une incidence sur la biodiversité :

- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu.

La modélisation du cycle de l'eau permettra d'identifier les points noirs du réseau, où des solutions devront être proposées en priorité afin d'éviter de nouvelles inondations. En outre, le projet de plan prévoit la clarification des principes et la mise en œuvre du Maillage bleu et du Maillage gris, qui prévoient notamment le recalibrage des égouts et collecteurs dans les zones sensibles, le rejet des eaux claires dans le réseau hydrographique de surface et l'amélioration des capacités d'évacuation des eaux pluviales par les exutoires naturels. Ces différentes propositions permettront une adaptation des réseaux de surface et des réseaux souterrains à l'augmentation des précipitations courtes, intenses et de fréquence centennale.

Il va de soi que cette adaptation des réseaux devra se faire en tenant compte de précipitations encore plus importantes prévues à l'avenir au niveau mondial par la rapport du GIEC, même si cette tendance ne peut encore se marquer statistiquement à Uccle. Un surdimensionnement des réseaux qui feront l'objet de travaux d'adaptation par rapport à la situation météorologique actuelle est par conséquent à conseiller.

3.3 Gestion durable des ressources

3.3.1 Effets probables sur les eaux de surface et les eaux souterraines

Jusqu'ici, et pour des raisons probablement historiques, l'évacuation des eaux par temps de pluie impliquait exclusivement une approche quantitative (volumes d'eau) misant sur l'évacuation des eaux en aval, quelle que soit la charge des eaux en divers polluants. L'hypothèse retenue était que les eaux de pluie diluaient cette charge et que celle-ci atteignait des niveaux suffisamment bas pour autoriser, le cas échéant, des surverses dans les eaux de surface.

Plusieurs études montrent cependant que les eaux de ruissellement sont le plus souvent chargées de matières en suspension, métaux lourds, huiles minérales, etc.

Le projet de plan aborde la gestion qualitative de l'ensemble des eaux par temps de pluie et tente de lui apporter des solutions pragmatiques à court, moyen et long termes.

Pour ce faire, 3 types d'eau ont été pris en considération :

- les eaux de source²⁶, qui deviennent des **eaux claires** (éventuellement polluées par le relargage de polluants historiques stockés dans les terrains, les vases et les berges, ou encore par l'azote présent dans l'air à cause de l'agriculture environnante, ou enfin par des rejets illégaux) dans les cours d'eau et les étangs
- les eaux de pluie²⁷, qui deviennent des **eaux de ruissellement** (polluées en RBC par des poussières, des métaux lourds, des HAP, des sels de déneigement, ...)
- les eaux de distribution, qui deviennent des **eaux usées** (polluées par des matières organiques dissoutes et particulaires, N, P, etc.)

Ces divers types d'eau sont donc chargés en polluants qui diffèrent tant par leur nature que par leurs concentrations.

Le projet de Plan, en accord avec de nombreuses études scientifiques, refuse l'hypothèse d'une dilution par temps de pluie de la charge des eaux véhiculées par le réseau d'égouttage (eaux usées et eaux « parasites²⁸ »), au moins en ce qui concerne les matières en suspension et les polluants qui y sont adsorbés.

Vu le risque réel de pollution sur les surfaces de collecte en zone urbaine, il est nécessaire de prévoir des ouvrages de prétraitement, avant l'infiltration ou la restitution dans les eaux de surface : décanteur, déssableur, débourbeur, séparateur à hydrocarbure, déshuileur ou dégraisseur selon le type de pollution.

Caractéristique des eaux de pluie et des eaux de ruissellement

Les eaux pluviales urbaines sont fortement contaminées, tant par le « lavage » de l'atmosphère que par le ruissellement sur les surfaces imperméables (ou peu perméables).

La plupart des contaminants, avant tout des métaux lourds et des hydrocarbures, sont adsorbés sur des particules (sédiments) arrachés par le ruissellement.

Les diagrammes ci-dessous montrent que dans le cas étudié, si les eaux de pluie ne sont quasiment pas chargées en métaux lourds, il n'en n'est pas de même pour les eaux de ruissellement qui se chargent de métaux lourds différents selon la nature des toitures et/ou des voiries.

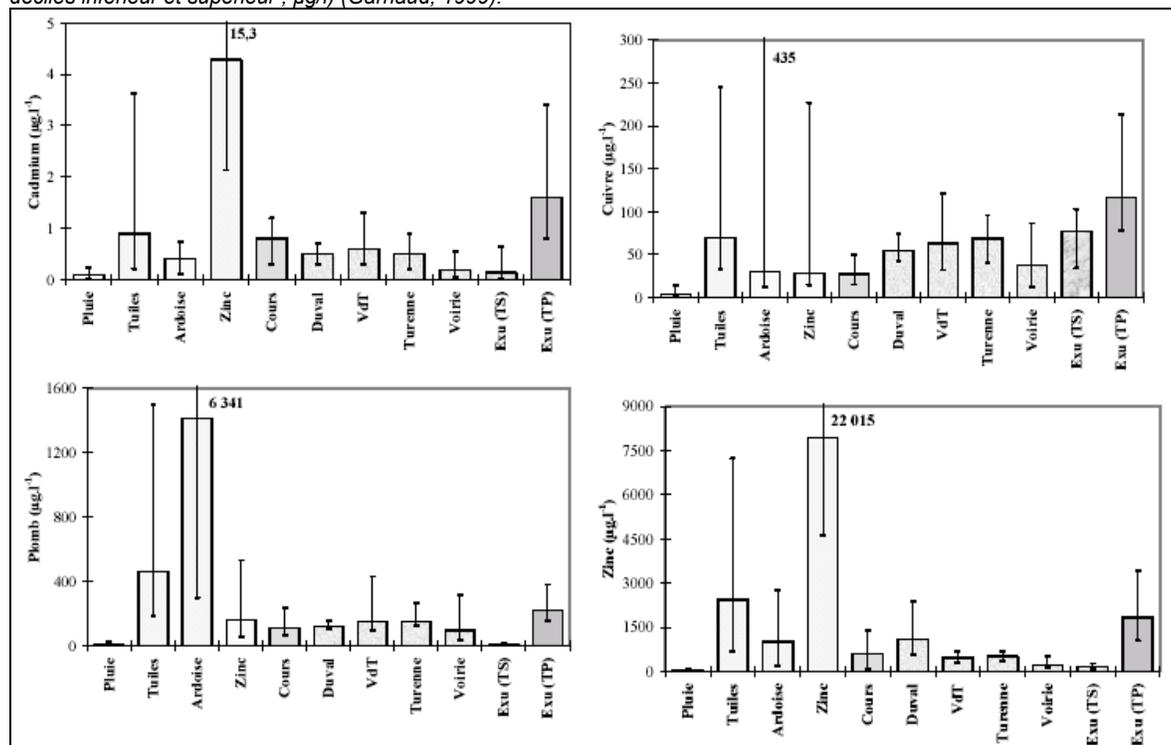
Ils montrent aussi que les concentrations aux exutoires par temps sec sont parfois très chargées en métaux lourds, mais toujours davantage par temps de pluie en raison des apports par ruissellement.

²⁶ Qui proviennent de nappes phréatiques dont la qualité est variable

²⁷ Pouvant être polluées suite au « lavage » de l'atmosphère

²⁸ C'est-à-dire des eaux claires directement branchées aux égouts (eaux de sources, eaux d'exhaure, trop-pleins d'étangs, ...)

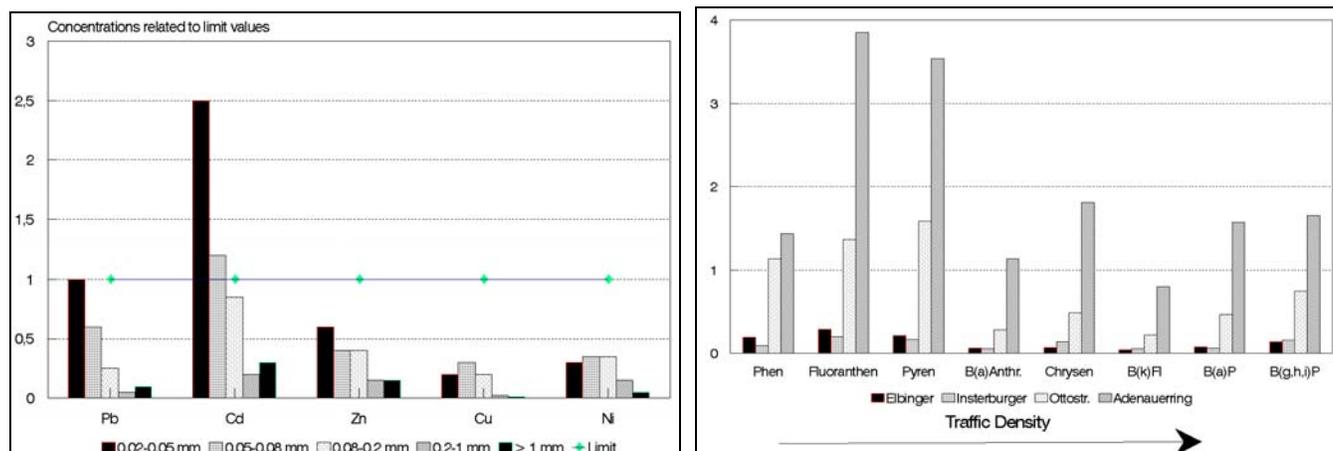
Fig. 26 : Concentrations totales de Cd, Cu, Pb et Zn dans les eaux de ruissellement et à l'exutoire du bassin versant du Marais par temps de pluie et comparaison avec les concentrations mesurées dans la pluie, les eaux de ruissellement et les eaux usées de temps sec (médiane et déciles inférieur et supérieur ; µg/l) (Garnaud, 1999).



La figure ci-dessous à gauche montre que l'essentiel de la pollution se cantonne dans la fraction granulométrique la plus fine des matières particulaires recueillies en chaussée. L'accroissement du trafic se traduit, d'après la figure de droite, par des concentrations croissantes en HAPs dans les eaux de ruissellement des voiries.

Fig. 27 : (A gauche) Concentrations en métaux lourds relevées dans les eaux de ruissellement, en fonction de la taille des particules échantillonnées en chaussée (Xanthopoulos & Augustin 1992).

Fig. 28 : (A droite) Concentrations en HAPs en fonction de la densité du trafic observée sur les voiries (trafic croissant de gauche à droite) (Xanthopoulos & Augustin 1992)



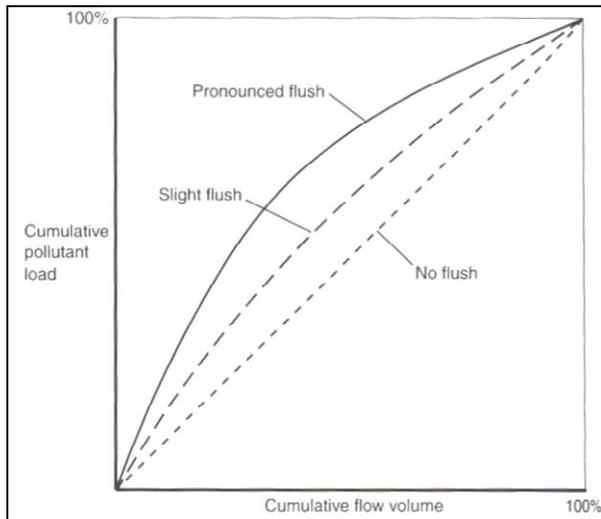
Impact des eaux de ruissellement sur le système unitaire d'égouttage des eaux usées

First-flush et dilution des eaux usées par les eaux de ruissellement²⁹ ?

Le diagramme de Geiger (charge cumulée des MES vs volume d'eau cumulé, exprimés en % du total) permet de suivre, pour un système d'égout donné, l'évolution des charges particulières au cours d'un épisode de crue et de comparer des événements de crue entre eux.

La diagonale joignant les points (0,0) et (charge totale MES, volume total) pour chaque crue individuelle correspond à la situation théorique où la concentration reste constante pendant toute la durée de la crue.

Fig. 29 : Diagramme théorique de Geiger



- Identification du phénomène de « first-flush » (accroissement temporaire de la concentration de MES) (v. figure ci-dessus) : il y a first-flush lorsque la cumulée des charges décrit une courbe à concavité vers le bas (au-dessus de la diagonale).

L'existence d'un phénomène de first-flush pour le collecteur considéré constitue une situation favorable au niveau des possibilités de gestion des eaux de crue : comme les concentrations dans ce cas sont plus élevées au début de la crue, un bassin de stockage d'un volume limité, à remplir avec les eaux de premier flot, permet théoriquement d'atteindre une rétention importante en termes de charges polluantes.

- Identification d'une dilution de la charge de MES (diminution temporaire de la concentration) : il y a dilution lorsque la cumulée des charges décrit une courbe à concavité vers le haut (sous la diagonale).

L'existence d'un phénomène de dilution constitue une situation favorable au niveau des possibilités de gestion des eaux de crue : comme les concentrations dans ce cas sont plus faibles que la moyenne « temps sec », des surverses dans le milieu récepteur peuvent être considérées comme acceptables d'un point de vue qualitatif.

Si les faisceaux de courbes obtenues restent relativement proches de la diagonale, les concentrations de MES affichent une tendance générale à se maintenir +/- constantes au cours d'un événement donné.

L'étude des écoulements de crue à la sortie de l'émissaire de la ville de Bruxelles (cunette 2.20m de large) indique que cette situation théorique de first-flush ne peut certainement pas être généralisée à l'ensemble des événements survenant sur une année complète (v. figures ci-dessous).

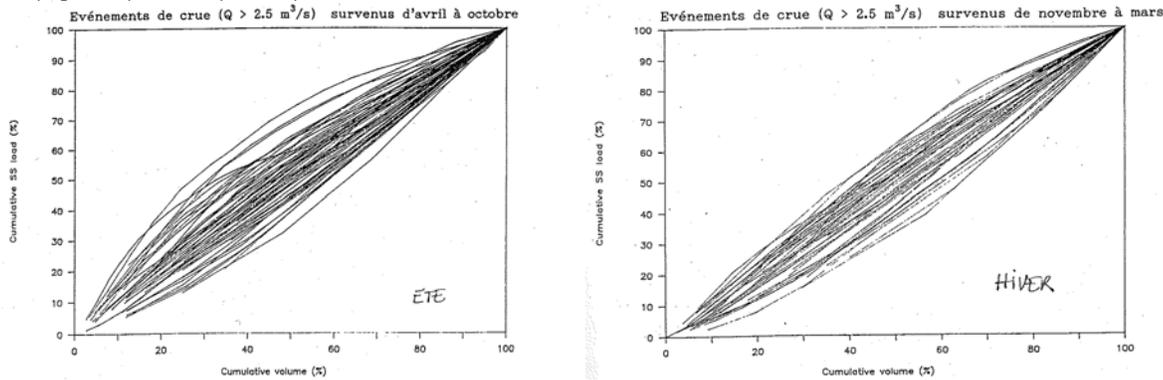
La figure de gauche regroupe les crues d'été (d'avril à octobre), celle de droite. les crues d'hiver (de novembre à mars).

Les courbes qui s'écartent le plus fort de la diagonale (first-flush) correspondent presque toutes à des crues d'été, ce qui s'explique par le fait que c'est pendant cette saison que les processus sont les plus violents (intensités maximales de précipitation, quantités d'eaux évacuées et arrachement des particules en surface et dans les

²⁹ Verbanck, M., 1995, *Transferts de la charge particulaire dans l'égout principal de la Ville de Bruxelles*, ULB, thèse de doctorat, pp. 47-50.

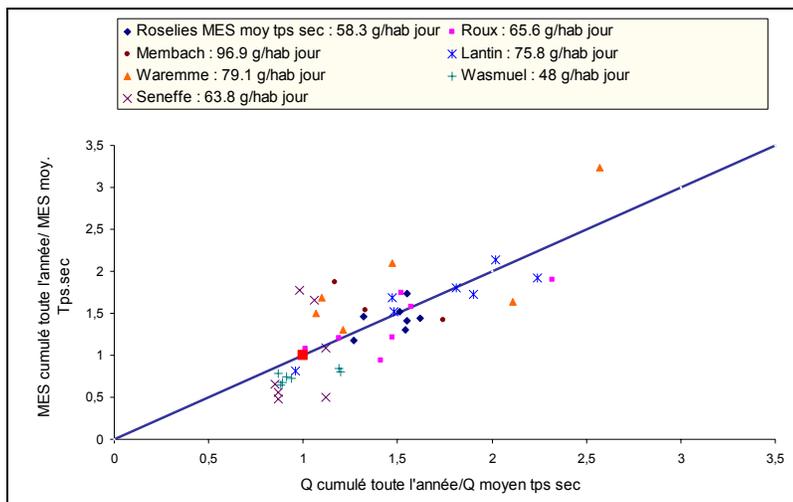
collecteurs) et peut-être aussi plus espacés qu'en hiver.

Fig. 30 : Charge MES cumulées en fonction des volumes cumulés observées à la sortie du grand émissaire de la Ville de Bruxelles / 1989 : été (à gauche) et hiver (à droite)



Par ailleurs, dans le cadran inférieur du diagramme, les courbes ne s'éloignent pas beaucoup de la diagonale. On n'observe donc pratiquement aucun phénomène de dilution sur la matière en suspension à la sortie du grand émissaire, en dépit de valeurs de débits considérablement plus élevées que celles de temps sec, ce qui ne peut s'expliquer que par des mécanismes de libération de stocks de matières solides, se produisant en une ou plusieurs étapes du cycle de l'eau dans la ville.

Fig. 31 : Effets des pluies sur la charge en principaux polluants (MES / matières en suspension) dans les collecteurs unitaires d'amenée des eaux aux stations d'épuration de la Région Wallonne (Projet PIRENE 2001-2004) - En bleu : concentration constante de MES quel que soit le rapport des débits



Cette figure montre la répartition de phénomènes de concentration de la charge en MES (points situés au-dessus de la droite) ou de dilution (points situés près de l'horizontale, dans une hypothèse où l'on pourrait négliger les déversements par des évacuateurs plus en amont) dans divers systèmes d'égouttage unitaires par temps de pluie. Comme on le voit, l'hypothèse de la dilution n'est pas constatée dans la pratique.

Impact des eaux de ruissellement sur le milieu récepteur : Rejet direct dans les eaux de surface

Effets aigus et cumulatifs du ruissellement dans les cours d'eau et les étangs

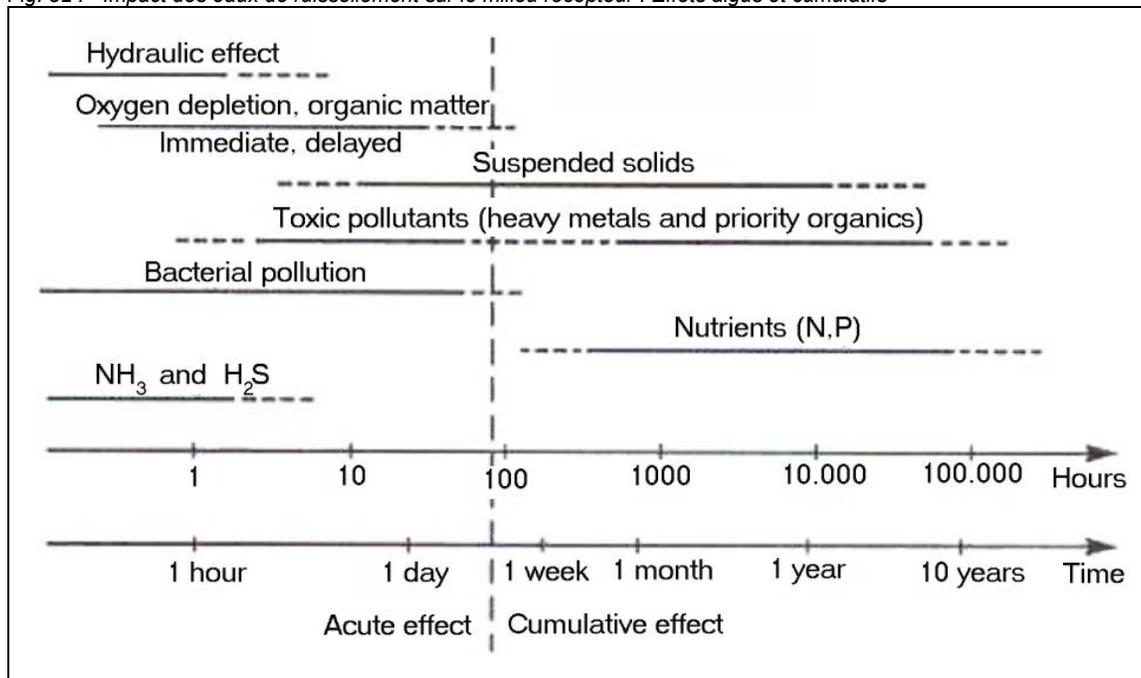
La figure ci-dessous montre diverses situations :

- Situation la plus mauvaise : reflux des eaux mélangées issues de collecteurs sollicités par des débits trop importants (accidents NH₃, aspects sanitaires, nuisances olfactives, charge en nutriments, eutrophisation des eaux, accumulation de boues organiques dans l'eau de surface réceptrice etc.)
- Situation critique : rejets d'eaux de ruissellement polluées par le rinçage de la ville (MES, métaux lourds, HAP et autres POPs)

- Situation acceptable : rejets d'eau de ruissellement dont la teneur en polluants est inférieure aux normes³⁰ générales de rejets en eaux de surface (cf annexe 5.6)

Pour protéger la qualité écologique des étangs, le plan Pluie prévoit expressément d'interdire toute surverse d'eau provenant du réseau d'égouttage. Par ailleurs, les étangs sont actuellement traités³¹ pour y diminuer les fortes concentrations de phosphore causant leur (hyper-)eutrophisation.

Fig. 32 : Impact des eaux de ruissellement sur le milieu récepteur : Effets aigus et cumulatifs



Impact des eaux de ruissellement sur le milieu récepteur : rejets directs dans les eaux souterraines

Risque de pollution des nappes

L'accroissement des surfaces imperméables suite à la progression de l'urbanisation change profondément le régime de réalimentation des aquifères, en diminuant les infiltrations diffuses ainsi que la qualité des eaux infiltrées.

Toutefois, si des techniques de réinfiltration artificielle des eaux de ruissellement sont mises en œuvre, le volume total de la réalimentation peut être maintenu. Il s'agit alors de vérifier la qualité des eaux réinfiltrées. Plusieurs études montrent que les sédiments hautement contaminés transportés par les eaux de ruissellement s'accumulent dans les bassins d'infiltration, mais aucun auteurs parmi ceux qui ont investigué la composition des eaux souterraines sous ces bassins d'infiltration ne signale de contamination majeure par des métaux ou des hydrocarbures (ce qui indique que les lits d'infiltration spécifiques piègent efficacement ces polluants³²).

Par contre, d'autres contaminants peuvent atteindre la nappe (si son plafond se trouve à moins de 10m de profondeur) : la minéralisation de la matière organique transportée par les sédiments produit du carbone organique dissous, des phosphates et de l'ammonium, et provoque une désoxygénation complète de l'eau qui s'infiltré (la disparition de l'oxygène est souvent associée avec l'apparition de concentrations importantes de NH₄⁺ et de Fe²⁺, ce qui suggère fortement une respiration anaérobie).

Les auteurs suggèrent donc que les gestionnaires ne recourent pas à des techniques d'infiltration artificielle des eaux de ruissellement dans les zones où les nappes sont peu profondes³³.

³⁰ Ces normes ne recouvrent pas l'ensemble des polluants présents dans les eaux de « rinçage urbain » ni l'ensemble des polluants à surveiller pour l'objectif de qualité européen

³¹ Triest, Joosens et al., 2007, rapport sur la qualité écologique des étangs effectué pour l'IBGE

³² Ces bassins sont généralement relativement récents. Aucune donnée ne permet actuellement de valider cette assertion à long terme.

³³ d'après Datry, T. ; Malard, F. ; Gibert, J., 2006, *Effects of artificial stormwater infiltration on urban groundwater ecosystems*, in J.H. Tellam et al (eds.), *Urban Groundwater Management and Sustainability*, 331-345.

Le Plan prévoit d'instaurer un système de débit de fuite maximum autorisé (DEMAX), débit de fuite qui serait atteint en favorisant soit la rétention temporaire des eaux de ruissellement, soit leur infiltration. De même, ces techniques seraient favorisées sur les infrastructures publiques.

Il est clair de ce point de vue que la qualité des eaux destinées à être réinfiltrées constitue un élément important dans la démarche globale du Plan, de même que la qualité des techniques compensatoires utilisées, principalement en ce qui concerne la qualité du lit d'infiltration.

Il n'existe cependant actuellement aucune norme de qualité en vigueur pour les masses d'eau souterraines (à l'exception de la nappe du Bruxellien, là où VIVAQUA effectue des captages destinés à la consommation humaine), ces dernières pouvant éventuellement varier selon les nappes et leurs éventuelles utilisations comme réserve d'eau potable ou réserve de ressource non spécifiquement affectée. Ce point devra être traité dans le Plan de Gestion de l'Eau et son Programme de Mesures.

Risque d'accentuation de la remontée des nappes

Si le niveau des nappes a déjà tendance à remonter ces dernières années, favoriser l'infiltration risque d'accroître ce processus.

3.3.2 Effets probables en matière de déchets

Les actions prioritaires envisagées dans le projet de plan Pluie et ayant une influence en matière de déchets sont limitées.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

- La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité de clarifier les principes de base du Maillage gris.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

- La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité de clarifier les principes de base du Maillage bleu.

La problématique des déchets n'est pas développée au sein du projet de plan Pluie. Le développement et l'entretien des Maillages « gris » et « bleu » généreront cependant différents types de déchets. Ainsi, par exemple, l'entretien des eaux de surface sera à l'origine de la production de déchets tels que boues de curage, embâcles et déchets verts.

Une réflexion plus poussée dans le cadre du Plan Déchets sera par conséquent nécessaire.

3.4 Construction

3.4.1 Analyse globale

Les incidences probables du projet de plan Pluie sur la construction sont nombreuses : l'ensemble des objectifs proposés sont effectivement concernés.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

Cinq actions prioritaires sont concernées, et ce pour l'ensemble des thématiques envisagées en termes de construction :

- Prévoir des mesures compensatoires dans tous les travaux d'aménagement des voiries et de l'espace public d'une certaine ampleur pour limiter l'impact de l'imperméabilisation ;
- Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation ;
- Mettre en œuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace publics, principalement des voiries, et de l'octroi des permis ;
- Mettre en place un « Facilitateur Eco-construction », notamment pour l'organisation de formations

spécifiques destinées aux professionnels de la construction.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

- La seule action prioritaire envisagée ici correspond à la nécessité de clarifier les principes de base du Maillage gris, pour deux des trois thématiques envisagées concernant la construction.
- Il convient cependant de noter que l'ensemble des actions prioritaires concernant le Maillage gris sont susceptibles d'avoir une influence sur les bâtiments et infrastructures.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Quatre actions prioritaires sont concernées, dont trois pour l'ensemble des thématiques envisagées dans le cadre de la construction :

- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables ;
- Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles.

3.4.2 Gestion des eaux pluviales sur la parcelle

Auteur du § : CERAA (2007)

La gestion des eaux pluviales sur la parcelle vise à compenser l'imperméabilisation des sols inhérente aux constructions et à l'aménagement de leurs abords.

Elle a pour objectif d'atténuer le ruissellement et d'alléger la charge des infrastructures collectives d'assainissement existantes (égouts, collecteurs, déversoirs et bassins d'orage, stations d'épuration).

Elle contribue à prévenir les inondations et la pollution des eaux de surface ainsi qu'à alimenter la nappe phréatique.

Les actions prioritaires envisagées au sein du projet de plan Pluie ayant des incidences attendues en termes de gestion des eaux pluviales sur la parcelle sont par conséquent nombreuses.

Notons toutefois que la réflexion actuellement menée sur les techniques compensatoires à l'imperméabilisation devra également tenir compte de la qualité des eaux à réinfiltrer.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

Cinq actions prioritaires sont concernées :

- Prévoir des mesures compensatoires dans tous les travaux d'aménagement des voiries et de l'espace public d'une certaine ampleur pour limiter l'impact de l'imperméabilisation ;
- Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation ;
- Mettre en œuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace publics, principalement des voiries, et de l'octroi des permis ;
- Mettre en place un « Facilitateur Eco-construction », notamment pour l'organisation de formations spécifiques destinées aux professionnels de la construction.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

Deux actions prioritaires peuvent être citées :

- Clarifier les principes de base du Maillage gris ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage gris.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Cinq actions prioritaires sont concernées :

- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Cartographier les zones à risque d'inondation pluviale, par débordement de collecteurs et/ou de cours d'eau ;
- Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables ;
- Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles.

Afin de clarifier les incidences des mesures de gestion des eaux pluviales sur les parcelles, les principes des techniques d'assainissement compensatoire ainsi que les caractéristiques des différents dispositifs de gestion des eaux pluviales sont présentés ci-dessous :

Principes

La gestion des eaux pluviales sur la parcelle, appelée également « établissement de cheminements d'eau compensatoires » (rétention ou infiltration *in situ*), présente les caractéristiques suivantes qui la distinguent de l'assainissement traditionnel :

- Décentralisation

La gestion des eaux pluviales est effectuée localement, le plus en amont possible, à la rencontre de la pluie et du sol ou des surfaces construites, ou directement à proximité, là où l'assainissement traditionnel vise à concentrer les eaux pluviales pour les évacuer le plus rapidement possible par le seul raccordement aux égouts.

- Séparation

La gestion des eaux pluviales est effectuée séparément des eaux usées et donc en amont du réseau public d'assainissement principalement unitaire en Région de Bruxelles Capitale là où l'assainissement traditionnel est caractérisé par le tout à l'égout.

- Enchaînement de dispositifs

La gestion des eaux pluviales est effectuée au moyen d'un enchaînement de dispositifs qui assument, suivant le cas, les fonctions de collecte, de transfert et de ralentissement, de rétention ou de stockage, de soustraction par évaporation, évapotranspiration, infiltration, évacuation régulée (superficielle ou vers l'égout), sans oublier les dispositifs de dépollution (pré-traitement et traitement) là où l'assainissement unitaire traditionnel est basé sur un réseau de canalisations ayant pour fonction unique l'évacuation vers une station d'épuration.

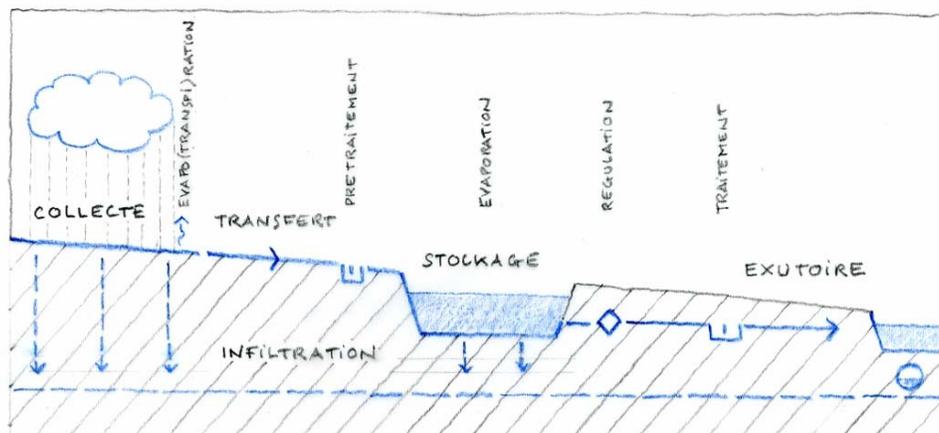
- Composition architecturale

Pour peu qu'il soit possible de la réaliser à ciel ouvert, la gestion des eaux pluviales sur la parcelle constitue une opportunité à saisir pour exprimer *les chemins de l'eau* comme élément de composition et de valorisation des abords. Dans ce sens, en plus de répondre à des nécessités techniques et environnementales, elle assume des fonctions éducatives, sociales, esthétiques, et devient un élément de composition là où l'assainissement traditionnel apporte une réponse purement technique et dissimulée.

- Simplicité

Les dispositifs d'assainissement alternatif sur la parcelle n'ont de sens que s'ils conservent un caractère simple, font appel à des moyens techniques de base et sont facile à entretenir.

Fig. 33 : Principales fonctions de la gestion de l'eau sur la parcelle (B. Thielemans – CERAA)



Plusieurs indicateurs sont utiles pour la gestion de l'eau pluviale sur la parcelle :

- Coefficient d'imperméabilisation (rapport de la surface imperméabilisée sur la surface totale de la parcelle)
- Volume d'eau à absorber (quantité d'eau recueillie sur l'entièreté de la parcelle pour un épisode pluvieux donné, caractérisé par une quantité et une durée)
- Débit de fuite à l'exutoire de la parcelle

Caractéristiques des différents dispositifs de gestion des eaux pluviales

Le tableau ci-dessous reprend de façon très synthétique les critères d'orientation du choix d'un dispositif de gestion des eaux pluviales.

Les dispositifs sont classés en trois catégories au regard de leur efficacité hydraulique dans la lutte contre les inondations occasionnées par les pluies de forte intensité et de courte durée.

Pour chaque caractéristique :

- signifie que le dispositif y satisfait fortement
- signifie que le dispositif y satisfait faiblement
- signifie que le critère n'est pas pertinent pour ce dispositif

Fig. 34 : Présentation de diverses techniques compensatoires à l'imperméabilisation

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales sur la parcelle	Fonctions hydrauliques et hydrologiques							Aspects techniques			Aspects environnementaux			Aspects socio-culturels		Aspects économiques	
	Collecte	Transfert	Retenissement	Rétention, stockage	Infiltration	Evacuation superficielle	Evaporation	Evapotranspiration	Adapté à la ville verte	Adapté à la ville dense	Requiert une étude spécifique du site	Dépollue les eaux de ruissellement	Réalimente la nappe phréatique	Favorise à la biodiversité	Offre un potentiel de composition	Répond à plusieurs usages	Coûte à l'investissement
1. Dispositifs minimisant les surface imperméables																	
Sol naturel planté	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●
Aires durcies perméables	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2. Dispositifs soustrayant définitivement les eaux pluviales du ruissellement																	
Bassins d'infiltration	●	-	●	●	-	●	●	●	□	●	●	●	●	●	●	●	●
Puits d'infiltration	-	-	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●
Massifs d'infiltration	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●
Bassins en eau / biotope	●	-	●	●	-	●	●	●	□	●	●	●	●	□	●	●	●
Citerne d'eau de pluie	-	-	●	-	-	-	-	●	●	-	●	-	-	-	●	●	●
3. Dispositifs de rétention et d'évacuation à débit régulé																	
Toitures vertes	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●
Caniveaux et canaux	●	●	-	-	-	●	-	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●
Massifs drainants	●	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●

Le projet de plan Pluie ne présente actuellement aucune orientation quant au choix des dispositifs à mettre en œuvre. Il est vrai que celui-ci dépend de nombreux facteurs (taille et caractéristiques physiques de la parcelle, type d'aménagement, objectifs poursuivis, budget disponible, etc.).

Différentes actions de formation et de sensibilisation des décideurs et des professionnels de la construction sont cependant prévues :

- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation
- Mettre en œuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace public, principalement des voiries, et de l'octroi des permis
- Mettre en place un « Facilitateur Eco-construction », notamment pour l'organisation de formations spécifiques destinées aux professionnels de la construction.

Aspects économiques

Entretien

La question de l'entretien des dispositifs de gestion de l'eau de pluie sur la parcelle est primordiale pour en assurer l'efficacité et doit être intégrée dès la conception. Il doit pouvoir se faire aisément et dans le cas d'immeubles de logements collectifs ou tertiaire sa charge doit être clairement définie.

Une attention toute particulière sera portée au maintien des performances hydrauliques.

Coûts

La question des coûts est délicate sans étudier le contexte local de l'aménagement. Il manque également de réalisations de référence en RBC.

D'une manière générale assainir sans tuyau ou avec le moins de tuyaux possible sera généralement plus économique tout comme les solutions rustiques, tirant parti du contexte. Mais ce qui est vrai à l'échelle du quartier ou du lotissement n'est pas forcément transposable à la parcelle.

L'économie se situe davantage dans la multiplicité des usages des dispositifs comme les dalles gazon qui, outre la limitation du ruissellement, permettent le stationnement des véhicules ainsi que l'amélioration de l'ambiance (visuelle, respiratoire, acoustique)

Remarque importante : Les coûts indiqués ci-dessous sont renseignés à titre indicatif (ordres de grandeurs).

Fig. 35 : Estimation des coûts de diverses techniques compensatoires à l'imperméabilisation

Technique	Coût	Entretien nettoyage
Dalles béton gazon	20 €/m ² (1) 24,42 à 25,56 €/m ² (2)	
Toiture verte extensive (+ 10 cm)	50 €/m ² pour la végétation sans placement 96,00 à 170,37 €/m ² (2)	
Toiture verte intensive (+ 40 cm)	136,30 à 184,57 €/m ² (2)	
Caniveaux	22,95 à 26,05 €/m (2)	
Bassins secs	12,00 à 110,00 €/m ³ (rural à urbain) (1)	0,40 à 2,00 €/m ³ /an (1)
Bassin en eau	11,70 à 78,00 €/m ³ (1)	0,20 à 0,60 €/m ³ /an (1)
Noues	4,00 à 20,00 €/m ³ stocké ou 15 à 30 €/m (1)	Curage tous les 10 ans (1) Tonte gazon 20 fois/an : 1,14 à 3,69 €/m ² (2)
Citerne d'eau de pluie		
Structure alvéolaire	200,00 à 300,00 €/m ³ (1)	0,40 à 2,00 €/m ³ /an (1)
Chaussées-réservoirs	42,00 à 87,00 €/m ³ (1)	0,60 à 1,00 €/m ³ /an (1)
Puits d'infiltration	4,00 €/m ³ de surface assainie (1) Fournitures et pose : 900,00 à 1.300,00 Euros (3)	2,02 €/m ³ de surface assainie(1)
Tranchées ou fossés drainants	39,00 à 49,00 €/m ³ terrassement + remplissage + géotextile(1)	0,40 à 0,60 €/m ³ /an (1)

(1) Le coût des différentes techniques compensatoires (hors foncier 2002) – Certu 2006

(2) Bordereau des prix unitaires de l'UPA 2005

(3) www.Adoptafree.fr

Aspects sociaux et culturels

Multiplicité des usages

La plupart des dispositifs de gestion des eaux pluviales sur la parcelle, sont compatibles avec d'autres fonctions des surfaces considérées, de loisir (plan d'eau, aire de jeux...), de circulation (voies et chemins d'accès pour piétons, autos, vélos, camions, cours intérieures, stationnement) et/ou paysagère (plantations, chemins de

l'eau,...).

Cette multiplicité des usages constitue en outre une garantie d'entretien.

Acceptabilité sociale et culturelle

La gestion de l'eau sur la parcelle induit la modification d'habitudes dans le chef des usagers et sur chantier, qui consiste à dépasser la compréhension réductrice de l'assainissement comme évacuation rapide de l'eau. Un effort de pédagogie visant à leur rappeler le principe et les limites d'utilisation sera par conséquent le bienvenu.

Par le lien au cycle de l'eau et la responsabilité collective qu'il rend visible, l'assainissement pluvial devient facteur de « cohésion sociale ».

Les incidences essentielles du projet de plan Pluie en terme de gestion des eaux pluviales sur la parcelle résident par conséquent essentiellement dans le choix de dispositifs favorables à celle-ci lors de l'établissement du projet de (ré)aménagement. De plus, outre leur bénéfice en termes de gestion des eaux, ces techniques compensatoires présentent des bénéfices sur le plan environnemental (dépollution, réalimentation de la nappe – dont la fonction est cependant encore à préciser-, support à la biodiversité) et social (fonctions éducatives, esthétiques, etc.).

Chaque aménagement devrait par conséquent faire l'objet d'une analyse particulière assurant l'adéquation entre le(s) dispositif(s) mis en place, les objectifs de gestion des eaux fixés, les contraintes financières et techniques, le contexte urbain, etc. La diffusion d'informations permettant d'orienter et de justifier ces choix est par conséquent indispensable. Ceci d'autant plus dans le cas des actions réglementaires (via les permis d'environnement par exemple), pour lesquelles les conditions à remplir doivent être précisées.

3.4.3 Effets probables en matière de bâtiments et d'infrastructures

Les actions prioritaires envisagées au sein du projet de plan Pluie ayant des incidences attendues sur les bâtiments et les infrastructures sont nombreuses.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

Cinq actions prioritaires sont concernées :

- Prévoir des mesures compensatoires dans tous les travaux d'aménagement des voiries et de l'espace public d'une certaine ampleur pour limiter l'impact de l'imperméabilisation ;
- Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation ;
- Mettre en oeuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace publics, principalement des voiries, et de l'octroi des permis ;
- Mettre en place un « Facilitateur Eco-construction », notamment pour l'organisation de formations spécifiques destinées aux professionnels de la construction.

Les incidences essentielles du plan Pluie résident pour ce qui est de cette thématique à nouveau essentiellement dans le choix de dispositifs favorables à une limitation de l'imperméabilisation des sols lors de l'établissement du projet de (ré)aménagement d'une parcelle. Des actions d'information et de sensibilisation, mais également réglementaires (via les permis d'environnement par exemple) sont prévues par le projet de plan.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

L'ensemble des actions prioritaires peuvent être citées :

- Finaliser les investissements nécessaires au programme actuel d'installation de bassins d'orage ;
- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Identifier les points noirs du cycle de l'eau ;
- Clarifier les principes de base du Maillage gris ;
- Mettre en oeuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage gris ;
- Réaliser un état des lieux informatisé du réseau d'égouttage ;
- Etablir un programme de rénovation des ouvrages liés à la collecte des eaux usées.

Les actions concernant le Maillage gris visent effectivement les infrastructures hydrauliques de la Région, et concernent par conséquent par essence cette thématique.

Les incidences du projet de plan pour ce qui est du Maillage gris résident principalement dans une adaptation de ces infrastructures hydrauliques aux conditions climatiques actuelles (et à venir) et une séparation des eaux claires des eaux grises. Ceci nécessitera des études préalables, des investissements et des travaux de (ré)aménagement (très) importants étant donné l'état des égouts et collecteurs (voir l'introduction du projet de plan).

Au niveau du Maillage gris, une autre infrastructure qui subira des influences suite à la mise en place du Plan Pluie correspond aux stations d'épuration (STEP). En effet, les nombreuses sources présentes sur le territoire bruxellois ainsi que les eaux de surface et pluviales sont souvent raccordées aux égouts où elles se mélangent aux eaux usées, contribuant à la surcharge des collecteurs et donc aux risques d'inondations. La séparation des eaux claires des eaux grises permettra par conséquent de limiter la quantité d'eau dans les égouts et collecteurs, mais également d'éviter la dilution des éléments à épurer présents dans l'eau grise, ce qui facilitera sa gestion (les concentrations à traiter étant plus éloignées des seuils minimaux d'efficacité de la station d'épuration). L'étude fine du cycle de l'eau, devrait montrer quels sont les ratios, par temps sec et par temps de pluie, entre les eaux usées et les eaux claires. Ceci permettra d'évaluer l'implication de ces mesures en terme de volumes d'eau à traiter par les STEP.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Neuf actions prioritaires sont concernées :

- Réaliser une version mise à jour et informatisée de l'Atlas des Cours d'Eau de la RBC ;
- Effectuer la modélisation hydraulique de l'ensemble des eaux de surface ;
- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Identifier les points noirs du cycle de l'eau ;
- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu ;
- Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables ;
- Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles.

A l'image des actions concernant le Maillage gris, les priorités concernant le Maillage bleu (et donc des infrastructures permettant la gestion des eaux de surface) concernent également par essence cette thématique.

Les incidences du projet de plan résident principalement dans la restauration du réseau de surface et la séparation des eaux claires des eaux grises. Ceci nécessitera des études préalables, des investissements et des travaux de (ré)aménagement (très) importants, en vue d'améliorer la connaissance du réseau hydrographique bruxellois et de restaurer une partie du réseau actuellement souterrain.

Le choix de dispositifs favorables lors de l'établissement du projet de (ré)aménagement d'un espace public situé en amont des zones sensibles identifiées au sein du Maillage bleu nécessitera quant à lui à nouveau de l'information en vue de le faciliter.

3.4.4 Effets probables en matière de logements

Les effets probables du projet de plan Pluie sur les logements sont plus limités que pour les autres thématiques liées à la construction.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

A l'image des deux autres thématiques liées à la construction, cinq actions prioritaires sont concernées :

- Prévoir des mesures compensatoires dans tous les travaux d'aménagement des voiries et de l'espace public d'une certaine ampleur pour limiter l'impact de l'imperméabilisation ;
- Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation ;
- Mettre en œuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont

ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace publics, principalement des voiries, et de l'octroi des permis ;

- Mettre en place un « Facilitateur Eco-construction », notamment pour l'organisation de formations spécifiques destinées aux professionnels de la construction.

A nouveau, les incidences essentielles pour ce qui est de cette thématique concernent essentiellement le choix de dispositifs favorables à une limitation de l'imperméabilisation des sols. Des actions d'information et de sensibilisation sont donc prévues par le projet de plan.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Trois actions prioritaires sont concernées :

- Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables ;
- Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles.

Les incidences du projet de plan pluie correspondent ici essentiellement en une limitation ou une adaptation des constructions de logements au niveau des zones sensibles.

Une adaptation des plans règlements régionaux d'aménagement sera par conséquent à prévoir. Les aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux et les mécanismes d'auto-protection gagneraient à être précisés à l'avenir pour plus de clarté vis à vis des entrepreneurs et des particuliers.

3.5 Occupation des sols : effets probables sur l'espace urbain et l'urbanisme

Les incidences attendues principales du projet de plan Pluie sur l'occupation des sols au sein de l'espace urbain auquel correspond la Région bruxelloise concernent les trois objectifs principaux du projet de plan :

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

Quatre actions prioritaires :

- Edicter des taux d'imperméabilisation maximum autorisés par parcelle [TIMA] différenciés géographiquement sur base des petits bassins versants et des zones sensibles ;
- Edicter des débits de fuite maximum autorisés [DEMAX] par parcelle, différenciés géographiquement sur base des petits bassins versants et des zones sensibles ;
- Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation.

En termes d'occupation des sols, le projet de plan Pluie nécessitera essentiellement une adaptation de la réglementation en vigueur, tant du point de vue des plans et règlements régionaux d'aménagement du territoire que des permis d'environnement. Ainsi, un taux d'imperméabilisation maximum autorisé et un débit de fuite maximum autorisé par parcelle seront mis en place.

La diffusion de l'information nécessaire pour permettre de répondre à ces normes est également prévue par le projet de plan.

A l'image de la CASBA (CARte des Soldes de Bureaux Admissibles), ces TIMA et DEMAX pourraient, une fois déterminés, faire partie du PRAS de la Région de Bruxelles-Capitale, ce qui ne semble pas envisagé actuellement dans le projet de Plan Pluie.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

L'ensemble des actions prioritaires liées au Maillage gris concerne l'urbanisme, dont quatre principalement :

- Finaliser les investissements nécessaires au programme actuel d'installation de bassins d'orage ;
- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Clarifier les principes de base du Maillage gris ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage gris.

Les incidences du projet de plan pour ce qui est du Maillage gris résident principalement dans une adaptation des infrastructures hydrauliques aux conditions climatiques actuelles (et à venir) et une séparation des eaux claires des eaux grises.

Les règlementations régionales (telles que le programme d'installation des bassins d'orage, le règlement régional d'urbanisme par exemple) devraient par conséquent être modifiées ou complétées dans ce sens.

Pour ce qui est de l'occupation des sols en surface, les incidences à moyen et long termes seront probablement limitées –les infrastructures se situant dans le sous-sol-, sauf pour certains bassins d'orage à ciel ouvert (ce qui nécessitera une affectation en surface pour ceux-ci). Ceci n'est cependant pas précisé actuellement dans le projet de plan Pluie.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Neuf actions prioritaires sont concernées :

- Réaliser une version mise à jour et informatisée de l'Atlas des Cours d'Eau de la RBC ;
- Effectuer la modélisation hydraulique de l'ensemble des eaux de surface ;
- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Identifier les points noirs du cycle de l'eau ;
- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements Maillage bleu ;
- Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles ;
- Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables ;
- Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles.

Le chapitre concernant les paysages urbains (chapitre 3.1.3) signale que l'incidence principale du développement du Maillage bleu réside dans le re-création d'une partie des paysages marqués par le passé hydrographique qui a actuellement disparu, suite à la revalorisation des cours d'eau actuellement souterrains. Une partie des surfaces actuellement affectées à d'autres occupations et se situant sur ou à proximité des cours d'eau actuellement couverts sera par conséquent destinée à disparaître. Ceci résulte d'un choix à faire, qu'il est difficile de commenter actuellement sans connaissance précise des sites concernés.

3.6 Prévention et gestion des risques liés aux activités industrielles et aux équipements

3.6.1 Impacts probables en matière de prévention et de gestion des risques liés aux installations industrielles classées

Les actions prioritaires envisagées au sein du projet de plan Pluie ayant des incidences attendues en matière de prévention et de gestion des risques liés aux installations industrielles classées sont relativement limitées.

Objectif 1 : « Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation »

La seule action prioritaire concernée correspond à l'introduction dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle.

Objectif 2 : « Maillage gris : poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques »

Trois actions prioritaires peuvent être citées :

- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Identifier les « points noirs » du cycle de l'eau ;
- Clarifier les principes de base du Maillage gris.

Objectif 3 : « Maillage bleu : poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement »

Quatre actions prioritaires sont concernées :

- Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC ;
- Identifier les « points noirs » du cycle de l'eau ;
- Clarifier les principes de base du Maillage bleu ;
- Soumettre à permis d'environnement tous les travaux (en zone inondable) susceptibles de perturber

Modéliser le cycle de l'eau en RBC en vue d'en identifier les « points noirs » est effectivement un préalable indispensable afin d'identifier les installations classées qui sont soumises à un risque d'inondation, et de pouvoir les en protéger suite aux travaux de réaménagement qui en suivront. D'autre part, les installations classées étant particulièrement concernées par les permis d'environnement, les différentes actions prioritaires qui concernent ces derniers sont inévitablement concernées par ce point.

Le projet de plan ne précise cependant aucune mesure spéciale relative aux installations classées concernées par un risque d'inondation, le temps que ces travaux d'aménagement soient réalisés. N'ayant aucune information quant à l'importance d'un tel risque et quant au nombre et au type d'installations classées concernées, ce point est difficile à évaluer actuellement.

Les activités concernées sont multiples : centre de compostage, dépôts de matériaux ou de substances particulières, fosses septiques, stations d'épuration, garages, imprimeries, laboratoires biologiques ou chimiques,... Etant donné la contamination possible des eaux de surface ou de la nappe phréatique et son impact sur la qualité physico-chimique de l'eau et donc sur la biodiversité notamment, la limitation au maximum de la présence de ce type d'installations dans les zones inondables semble par contre particulièrement importante.

4 AUTRES ASPECTS

L'annexe 5.2 reprend les aspects inclus dans le chapitre 4 au regard des objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de "plan Pluie"

4.1 Objectifs de la protection de l'environnement, établis au niveau international, communautaire, national ou régional, qui sont pertinents pour le plan ou programme et manière dont ces objectifs ont été pris en considération

4.1.1 Cohérence avec les objectifs environnementaux généraux

Les objectifs développés dans le projet de Plan coïncident avec les autres objectifs (explicites ou implicites) de la politique environnementale de la RBC, tant par leurs visées de prévention que par leurs aspects quantitatifs et qualitatifs :

- Lutte préventive contre les inondations
- Protection de la qualité des eaux de surface et des sites de haute valeur biologique adjacents, ainsi que de la biodiversité concernée
- Protection des nappes d'eau souterraines
- Protections de la qualité des sols
- Protection du patrimoine et des paysages urbains

4.1.2 Cohérence des objectifs du plan avec ceux d'autres plans ou programmes

Plan Régional de Développement / PRD

Le PRD reprend in extenso les objectifs du Maillage bleu par temps sec : restauration de la continuité des cours d'eau, amélioration de la qualité de l'eau, protection des zones de haute valeur écologique.

Le projet de Plan les complète par des objectifs similaires pour le temps de pluie.

Programme « Maillage Bleu »

Le programme de « Maillage Bleu », mis en œuvre depuis 1999 par Bruxelles Environnement (IBGE), constitue une approche intégrée de réhabilitation des rivières bruxelloises. Ses principes sont de rétablir autant que possible la continuité du réseau hydrographique de surface et d'y faire écouler les eaux claires, avec deux objectifs :

- assurer la qualité de l'eau et mettre en valeur les rivières, les étangs et les zones humides sur le plan paysager et récréatif tout en développant la richesse écologique de ces milieux ;
- remettre les eaux claires (eaux de surface, eaux de drainage et éventuellement eaux pluviales) dans les cours d'eau et les zones humides afin de les revitaliser, de réduire les problèmes d'inondations et de détourner ces eaux claires des stations d'épuration.

En d'autres termes, les aménagements réalisés dans le cadre du programme de maillage bleu visent à séparer les eaux claires des eaux usées, à remettre en état certains composants du réseau hydrographique, à restaurer écologiquement des tronçons de rivières, des étangs et des zones humides par des réaménagements fonciers et des mesures spéciales de protection et, en corollaire, à diminuer d'autant les quantités d'eaux à traiter en station d'épuration ou déversées au milieu naturel par les évacuateurs de crue du réseau unitaire.

Le programme de maillage bleu, indissociable du maillage vert auquel il contribue, poursuit donc à la fois des objectifs hydrologiques, écologiques, paysagers et récréatifs.

Depuis juin 2007, la gestion des cours d'eau de 1^e et 2^e catégories a été intégrée directement dans ce programme, dont les principes s'appliquent donc à tout le réseau hydrographique de la Région bruxelloise.

Une collaboration systématique est instaurée avec les communes concernées à chaque fois que des projets concernent leur territoire, et un partenariat a été également établi avec la Région flamande (réunions d'information annuelles, réunions de chantier, comités d'accompagnement de projets, etc.).

Une équipe d'éco-cantonniers de l'IBGE assure l'entretien régulier des cours d'eau, à l'exception de la Senne et du Zuunbeek. Ces éco-cantonniers s'occupent également des étangs situés dans les espaces verts gérés par l'IBGE. Leur rôle consiste à éviter l'accumulation de débris végétaux ou de déchets, réduisant ainsi les risques d'inondations et de pollutions permanentes ou occasionnelles. Ils sont également chargés d'assurer la gestion plus naturelle des bords de rivières, des berges d'étangs et des zones humides et ce, afin d'augmenter leur attrait

paysager, écologique et récréatif.

Fig. 36 : Cours d'eau prioritaires dans le cadre du programme « Maillage bleu »



Le projet de Plan reprend en les complétant les objectifs du programme « Maillage Bleu ».

Plan Régional d'Affectation des Sols / PRAS

Le PRAS reprend les sites de haute valeur biologique (dont font partie la plupart des étangs et cours d'eau de la RBC).

Concernant le Maillage Bleu, le projet de Plan prévoit une mise à jour informatisée (et, si possible, l'inscription au PRAS) de l'Atlas des Cours d'Eau.

Par ailleurs, la « carte des zones inondables », également prévue dans le projet de Plan, pourrait figurer au PRAS pour moduler de façon géoréférenciée les projets de développement urbain ainsi que l'octroi des permis d'urbanisme.

Règlement Régional d'Urbanisme / RRU

Le RRU comporte une série de mesures de prévention des inondations. Parmi celles-ci, certaines sont peu claires, comme en matière de citernes.

Le projet de Plan prévoit toutefois de les maintenir inchangées pour le moment, et d'y apporter des compléments / précisions dans le futur.

Plans de gestion de différents opérateurs régionaux et intercommunaux de l'eau

Société Bruxelloise de Gestion de l'Eau (SBGE)

Auteur du § : SBGE

La Région de Bruxelles-Capitale a restructuré le secteur de l'eau en 2006. Dans le cadre de l'Ordonnance du 20 octobre 2006, la Région de Bruxelles-Capitale a constitué la Société Bruxelloise de Gestion de l'Eau (SBGE), société anonyme de droit public.

La SBGE est en charge de l'assainissement public des eaux résiduaires urbaines et de la lutte contre les inondations.

En vue de remplir sa mission d'assainissement, la SBGE dispose de différentes infrastructures:

- Le réseau Flowbru (<http://www.flowbru.be>) – réseau on-line de surveillance quantitatif du milieu aquatique (rivières, collecteurs et pluviométrie)
- Des collecteurs d'égouts
- Des bassins d'orage
- La station d'épuration Bruxelles-Nord
- La station d'épuration de Bruxelles-Sud

Ces infrastructures ont été transférées à la SBGE par la Région de Bruxelles-Capitale, sauf pour la station d'épuration de Bruxelles-Nord dont le propriétaire est la société Aquiris qui l'a construit dans le cadre d'un

partenariat public-privé de type BOOT (build, owner, operate and transfer) et qui l'exploitera pendant une durée de 20 ans (2008-2028).

Pour lutter contre les inondations, la SBGE réalise d'importants travaux d'adaptation du réseau d'assainissement (collecteurs, bassins d'orage,...).

Dans le cadre du Plan pluie, la SBGE poursuivra le programme dit du « maillage gris » en envisageant la réalisation de plusieurs bassins d'orage et collecteurs d'égouts :

- Vallée de la Woluwe (Woluwé-St-Lambert) : à définir
- Vallée de St-job (Uccle) : 1 bassin de +/-20.000m³
- Vallée de l'Ukkelbeek (Uccle) : 2 bassins de +/-12.000m³
- Vallée du Molenbeek (Berchem-Ste-Agathe) : 1 bassin de +/-17.000m³
- Vallée du Molenbeek / Pontbeek (Ganshoren) : 1 bassin de +/- 29.000m³
- Vallée du Molenbeek / Pontbeek (Ville de Bruxelles) : 1 bassin de +/- 12.000m³ et 1 bassin de 25.000m³
- Vallée du Verewinkelbeek : 1 collecteur d'égouts
- Vallée du Vogelzanbeek / Zunbeek : 1 collecteur d'égouts (en coopération avec Aquafin)
- Vallée du Geleysbeek (Forest) : 1 bassin de 18.000 m³ (en cours de réalisation ; fin des travaux prévue en 2010)

Intercommunale bruxelloise de distribution d'eau (IBDE) – Service Assainissement

Auteur du § : IBDE – Service Assainissement

Les programmes d'investissement de l'Intercommunale IBDE visent depuis 2001 la remise en état, l'extension et la modernisation du réseau d'égouttage que les communes lui ont confié, ainsi que la réalisation de travaux qui doivent prévenir les inondations.

Les objectifs de la gestion du service d'assainissement de l'IBDE sont :

- l'évacuation rapide à la fois des eaux usées et pluviales,
- le rassemblement des eaux en provenance des égouts dans les collecteurs,
- l'implantation de bassins d'orage qui lors de fortes pluies absorbent l'eau que le réseau d'égouts ne peut absorber,
- l'acheminement des eaux usées vers les stations d'épuration et des eaux pluviales vers la Senne ou le canal.

Ces objectifs sont réalisés par le biais d'une gestion intégrée du service d'assainissement qui comprend outre la gestion des bassins d'orages et collecteurs communaux et la surveillance du réseau d'égouts, basée sur la cartographie et l'état des lieux des installations, la gestion hydraulique et l'exploitation du réseau d'égouttage ainsi que l'étude et la conception d'ouvrages.

Une gestion optimale du service d'assainissement de l'IBDE nécessite une coordination avec les plans de gestion de la Région et les autres opérateurs régionaux dans le domaine de l'eau.

Exemple de plan de gestion d'un opérateur communal

Service des Egouts de la Ville de Bruxelles

Auteur du § : Ville de Bruxelles – Service des égouts

La Ville de Bruxelles gère et exploite directement son réseau (350 km d'égouts).

La gestion du réseau comprend les tâches suivantes :

- Traitement des dossiers relatifs aux :
 - autorisation d'exécution de forages dirigés
 - demande de plans du réseau et d'avis
 - états des lieux avant travaux
- Suivi des chantiers :
 - de raccordement de l'égout particulier à l'égout public
 - de pose et de rénovation d'égout
- Etude des projets
- Gestion des litiges
- Cartographie

- Appui à la population lors d'inondations

L'exploitation du réseau comprend les tâches planifiées et les interventions ponctuelles.

- Curage
 - Collecteurs (30km)
 - Bassins d'orage (3)
 - Siphons sous le canal (4)
 - Fossés ouverts (3)
 - Petits égouts (curage et désobstruction des branchements ou de petits tronçons d'égout public)
- Vérification et entretien récurrents d'installations hydrauliques et électro-mécaniques
 - Stations de pompage (9)
 - Vannes (5)
 - Clapets (2)
 - Barrage (1)
- Travaux de réparations et de poses ponctuelles
- Inspections : visites de contrôle suite à des problèmes d'avaloirs bouchés, d'enfoncements, de réceptions provisoires, d'états des lieux etc....

4.2 Caractéristiques environnementales des zones susceptibles d'être touchées de manière notable par le plan et problèmes environnementaux liés au plan y afférents

Les zones susceptibles d'être touchées de manière notable par le projet de plan sont de deux types :

- Les zones actuellement soumises à des inondations, qui devraient voir cette pression diminuer suite à la mise en œuvre du plan. Comme le montre la figure ci-dessous³⁴, celles-ci sont nombreuses et concernent l'ensemble de la Région³⁵, à l'exception du pentagone. Elles se situent plus particulièrement dans les vallées de la Senne, du Molenbeek-Pontbeek, de la Woluwe et du Maelbeek ;

Les données relatives aux sinistres utilisées dans ce chapitre ne concernent que les 3 événements pluvio-orageux des 29 juin, 29 juillet et 10 septembre 2005. Ce choix a été effectué sur base des données disponibles. Il s'agit de la première année durant laquelle le réseau de pluviomètres régionaux a été utilisé dans la définition de l'étendue de la calamité. Même si cette carte ne reprend pas suffisamment d'aléas pour être statistiquement significative, elle reflète néanmoins la réalité du terrain.

- Les zones situées à proximité immédiate des cours d'eau, plans d'eau et zones humides, que ceux-ci soient actuellement couverts ou non. Ces zones pourront connaître deux évolutions : un réaménagement destiné à les revaloriser (dans le cadre du maillage bleu) ou leur usage comme exutoire naturel des eaux de ruissellement lors des épisodes pluvieux importants.

La localisation des principaux étangs et cours d'eau (circulant en surface, en 2003) de la Région bruxelloise est reprise sur la carte ci-dessous : ceux-ci se situent essentiellement en seconde couronne.

³⁴ Les lettres font référence à la codification de la calamité.

³⁵ La base de données contient 10 sinistres déclarés pour le code postal "1000" en 2005 (à proximité de l'Av. Louise et à proximité de la gare du Nord), en plus de ceux déclarés à Haren et à Laeken, ce qui pourrait impliquer une transmission partielle des données concernant Bruxelles-Ville

Fig. 37 : Sinistres reconnus par le Fonds des Calamités en 2005

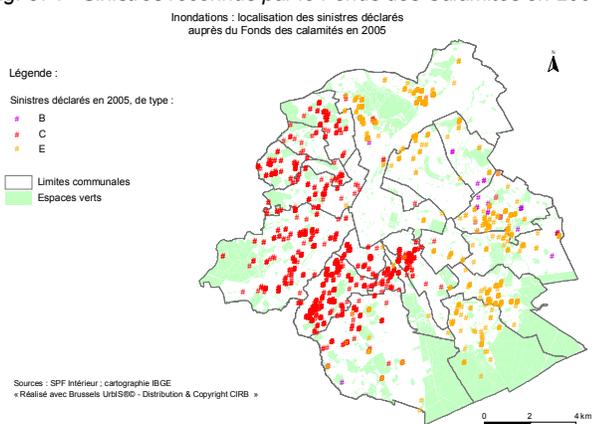
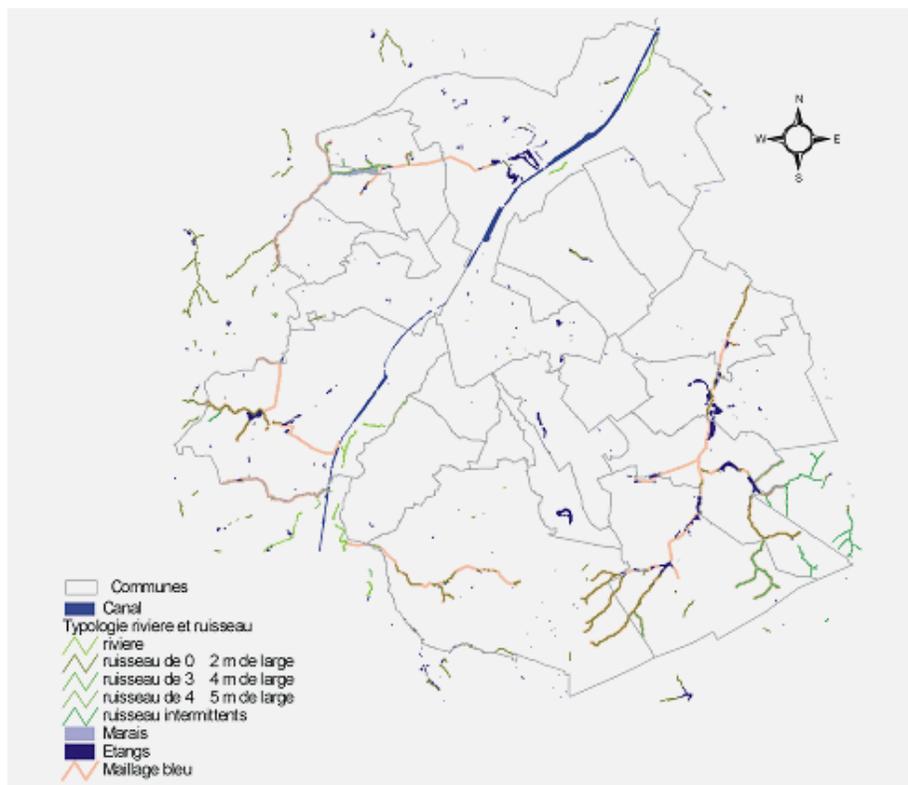


Fig. 38 : Principaux étangs et cours d'eau de la Région de Bruxelles-Capitale (IBGE, 2003)



Les incidences probables du projet de plan Pluie ont été envisagées au chapitre 3, pour l'ensemble de la Région bruxelloise et par conséquent pour ces zones susceptibles d'être touchées de manière notable, qui concernent une grande partie du territoire régional.

Au niveau des implications environnementales du projet de plan, différents types de sites sont cependant intéressants à analyser avec plus de détails :

- les sites dont la valeur biologique a été reconnue et qui ont par conséquent été protégés (zones Natura 2000 et réserves naturelles et forestières) ;
- Les espaces verts en général, étant donné leurs rôles diversifiés au sein d'une entité urbaine ;
- Les monuments et sites classés, représentant du patrimoine bruxellois ;
- Les périmètres Seveso.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier de façon plus détaillée leur localisation au sein de la Région, et les incidences potentielles du projet de plan Pluie sur ces zones "sensibles".

4.2.1 Sites de valeur biologique reconnue : zones Natura 2000 et réserves naturelles et forestières

Inventaire des habitats et de leur valeur biologique

La majorité des espaces verts bruxellois ayant une importance biologique présumée ont été étudiés afin d'estimer leur valeur biologique exacte. Cette inventurisation a été effectuée de manière systématique dans le cadre d'une évaluation réalisée au niveau régional et ayant pour objectif d'actualiser les « Cartes d'évaluation biologique » (Biologische Waarderingskaarten) réalisées au niveau national à la fin des années '70-80. La partie de cette carte intéressant directement la Région de Bruxelles-Capitale et ses alentours (feuille IGN 31, échelle 1/10.000ème) a fait l'objet d'une collaboration entre l'« Instituut voor Natuurbehoud » (Région flamande) et l'IBGE et a été finalisée en 2000 (données 1997-1998).

Les cartes d'évaluation biologique, version 2 (31-39), de la Région de Bruxelles-Capitale peuvent être consultées directement et téléchargées sur le site de l'« Instituut voor Natuur en Bos » de la Région flamande : http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=PUB_BWK.

Ces cartes ont notamment servi de base à l'élaboration de la carte du maillage écologique reprise dans le second Plan régional de Développement

Le tableau ci-dessous fournit un ordre de grandeur des principales unités cartographiques de la carte d'évaluation biologique présentes en Région bruxelloise. Il convient de rappeler que les données de terrain cartographiées ont été collectées durant les années 97-98 et qu'elles sont dès lors, pour certaines d'entre elles (terres agricoles ou friches en particulier), susceptibles d'avoir évolué de manière sensible.

Fig. 39 : Abondance des classes d'unités cartographiques de la carte d'évaluation biologique de la Région bruxelloise³⁶ (IBGE, 2000)

³⁶ Données collectées en 1997-1998 par l'IBGE en collaboration avec l'Instituut voor Natuurbehoud dans le cadre de la réalisation de la Carte d'évaluation biologique (2000).

Principales unités cartographiques		Superficies (ha)	% territoire RBC
Milieux urbanisés, zone d'habitat		10825	67,1
dont	zone d'habitat dense	6579	40,8
	zone d'habitat moins dense (entrouvert ou ouvert) avec plantations	2259	14,0
	zone industrielle, usine	1197	7,4
	zone d'habitat moins dense (ouvert) avec assez bien de vég.spontanée	684	4,2
Hêtraies ou hêtraies-chênaies		1386	8,6
dont	hêtraie acidophile	1209	7
	hêtraie à sous-bois de flore vernale	177	1,1
	hêtraie à Mélisque uniflore et Asperule odorante	0,4	<0,1
Prairies et pelouses		636	3,9
dont	prairie relativement sèche	316	2,0
	prairie semée à flore très pauvre (gazon, pelouse)	313	1,9
	prairie humide	3	<0,1
	pelouse silicole	3	<0,1
Chênaie		387	2,4
dont	chênaie-charmaie	218	1,3
	chênaie boulaie et chênaie acidophile	169	1,0
Végétations buissonneuses ou fourrés		293	1,8
Terres labourées		285	1,8
Plantation de conifères		103	0,6
Feuillus autres que peuplier, chêne ou hêtre		70	0,4
Forêts valicoles, alluviales, marécageuses et tourbeuses		55	0,3
Plantation de peupliers		33	0,2
Marais		18	0,1
Autres éléments cartographiés		1352	8,4
dont	parc (publics ou privés) ou cimetière arboré	701	4,3
	parc de châteaux	350	2,2
	friche	177	1,1
	voie de chemin de fer abandonnée avec végétation intéressante	142	0,9
	verger hautes tiges	27	0,2
	alignement d'arbres	23	0,1
	haie ou talus boisé	5	<0,1
	chemin creux	3	<0,1

Statuts de protection des espaces verts

La majeure partie des zones de haute valeur biologique fait l'objet d'une ou de plusieurs mesures de protection, de nature très variable : périmètres d'espaces verts du Plan Régional d'Affectation du Sol (PRAS), sites classés, réserves naturelles et forestières, ou encore, zones spéciales de conservation dans le cadre du réseau Natura 2000.

Zones spéciales de conservation Natura 2000

La première « loi européenne » de conservation de la nature est la Directive « Oiseaux » datant de 1979. Celle-ci a pour but la protection des espèces d'oiseaux menacées ainsi que leur milieu, leur nids et oeufs. Pour l'atteindre, les états membres doivent désigner les sites essentiels pour ces espèces qui portent le nom de Zones de Protection Spéciale (ZPS).

13 ans plus tard – en 1992 – une nouvelle directive était approuvée : la directive "Habitats". Complémentaire à la directive « Oiseaux », celle-ci vise à créer un réseau écologique européen cohérent, pour restaurer ou maintenir dans un état satisfaisant les habitats naturels et les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire (flore et faune à l'exception des oiseaux). Il s'agit d'écosystèmes ou d'espèces respectivement limitées en superficie et en effectif ou dont la présence est sporadique. Ces habitats et espèces sont repris dans les annexes de la directive (annexe I : Habitats, annexe II : espèces). Pour ces habitats et espèces, des zones spéciales de conservation (ZSC) doivent être désignées par les États membres.

La désignation s'effectue en trois étapes :

- Chaque Etat membre compose une liste de sites abritant des habitats naturels et des espèces animales et végétales sauvages.
- Sur cette base, la Commission arrête une liste des sites d'importance communautaire.
- Dans un délai maximal de six ans suivant la sélection d'un site par la Commission, l'État membre concerné désigne ce site comme zone spéciale de conservation.

Dans ces zones, l'État membre doit prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir à long terme le maintien des habitats et espèces pour lesquels les sites ont été désignés. Le niveau de protection requis pour les ZPS et les ZSC est néanmoins moindre que pour les réserves naturelles et forestières.

Le réseau écologique européen dénommé « Natura 2000 » est constitué des « Zones Spéciales de Conservation » de la directive Habitats et des « Zones de Protection Spéciale » de la directive « Oiseaux ». Les zones Natura 2000 ne sont pas des réserves naturelles fermées : les activités humaines (récréation douce par exemple) restent autorisées pour autant qu'elles ne compromettent pas la conservation des habitats et espèces protégées.

Désignation des sites Natura 2000 en Région bruxelloise

Le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a transposé la directive Habitats par l'adoption de l'AGRBC du 26 octobre 2000 (modifié ensuite par les arrêtés du 28 novembre 2002 puis du 24 novembre 2005) relatif à la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Bien que certains sites soient intéressants pour bon nombre d'espèces d'oiseaux, la Région de Bruxelles-Capitale ne comporte pas de ZPS. Par contre, malgré son caractère urbain, le territoire régional compte 9 types d'habitats de l'Annexe I (en particulier des habitats forestiers, parfois de surface limitée) et 8 espèces de faune de l'Annexe II : 5 espèces de chauves-souris, un insecte (lucane cerf-volant ou *Lucanus cervus*), un poisson (bouvière ou *Rhodeus sericeus amarus*) ainsi qu'un petit mollusque (*Vertigo angustior*), récemment découvert.

Ceci a permis d'établir une liste de sites abritant ces habitats et espèces et de proposer celle-ci comme ZSC à la Commission européenne en décembre 2002. Cette liste a été publiée au Moniteur Belge le 27 mars 2003.

Etant donné le haut degré d'urbanisation de la Région, il ne s'agit pas d'un seul grand site homogène mais de trois sites comprenant une mosaïque de 48 stations. Parmi celles-ci, il y a lieu de distinguer des stations « noyaux » et des stations « relais » assurant la liaison indispensable entre les différentes stations noyaux et contribuant ainsi à former des ensembles cohérents. Il s'agit de :

- Site 1 (Uccle, Woluwe-St-Pierre, Watermael-Boitsfort, Auderghem, Bruxelles-ville, Woluwe-St-Lambert) : La Forêt de Soignes (avec ses lisières et les domaines boisés avoisinants) et la vallée de la Woluwe (environ 2.040 ha)

Ce site assure le maintien de certains habitats (principalement les hêtraies), de certaines espèces telles le lucane cerf-volant (talus des 3 Tilleuls), la bouvière (Etangs des enfants noyés, du Rouge Cloître et de Boitsfort, Parc Tournay-Solvay, Parc de Woluwe) et de 4 espèces de chauves-souris. De manière générale, il fournit les principaux gîtes (repos, nourriture, reproduction et hibernation) aux 14 espèces forestières et arboricoles de chauves-souris présentes.

- Site 2 (Uccle) : Zones boisées et ouvertes au sud de la Région bruxelloise (environ 217 ha)

Ce site (espaces publics et privés) comprend des sites ouverts et boisés (exemples des plateaux du Kauwberg et Engeland), des zones forestières (Verrewinkel, Buysdelle, Kinsendael-Kriekenput) et des vallées boisées à aulnaies très intéressantes (vallée du Buysdelle, vallée du Kinsendael, vallée du Fond'Roy, marais du Moensberg). Onze espèces de chauves-souris y ont été identifiées.

- Site 3 (Jette, Ganshoren) : Zones boisées et zones humides de la vallée du Molenbeek dans le nord-ouest de la Région bruxelloise (ensemble environ 118 ha)

Ce site comprend un ensemble de zones boisées à flore vernale riche (Poelbos, bois du Laerbeek et bois de Dieleghem) et de zones marécageuses (marais de Jette-Ganshoren) reliées par une zone ouverte (Parc Roi Baudouin). L'ensemble forme un complexe d'aires de nourrissage essentiel pour les 12 espèces de chauves-souris observées.

Ces sites totalisent une surface approximative de 2.375 ha (soit 14% du territoire bruxellois) couvrant des sites régionaux gérés par l'IBGE, des sites publics (communes, CPAS, etc.) gérés ou non par l'IBGE, et des sites privés gérés ou non par l'IBGE. Les contours précis des stations Natura 2000 sont cependant en cours de délimitation sur base du plan cadastral (la première cartographie a en effet été établie sur base des cartes IGN).

Au terme d'une longue procédure, la Commission européenne a donné son approbation définitive des sites

d'importance communautaire (SIC) pour la Région atlantique et continentale - donc aussi pour la Belgique - le 7 décembre 2004 (publication de la décision officielle au JOC de l'UE).

Mise en œuvre du réseau Natura 2000

Conformément à la procédure prévue, le Gouvernement doit encore établir un arrêté de désignation des zones Natura 2000 dans un délai de 6 ans suivant l'approbation des sites par la CE (soit avant 2010) et y inclure des priorités de gestion. Les modalités fines du contenu de cet arrêté sont actuellement à l'étude.

Une fois les ZSC officiellement désignées, elles doivent faire l'objet d'une protection ad hoc. Ceci implique entre autres l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion appropriés spécifiques aux sites (un plan global par site et un plan particulier par station).

D'autres obligations dérivent également de la directive Habitats, notamment :

- Réalisation d'études appropriées sur l'environnement pour chaque plan ou projet susceptible d'affecter les ZSC de manière significative et proposition, le cas échéant, de mesures compensatoires. De telles études ont été réalisées dans le cadre de l'élargissement de la ligne 161 (Forêt de Soignes), de l'élargissement du Ring Nord (Bois de Laerbeek) ou encore de projets de lotissement (Plateau Engeland,...). Elles ont permis de proposer des mesures permettant d'atténuer les impacts des projets sur la biodiversité.
- Développement du « maillage vert et bleu » en vue d'améliorer la cohérence écologique du réseau Natura 2000. Quelques réalisations spécifiques ont déjà été développées dans ce cadre (étangs de la Woluwe, vallée du Geleytsbeek, vallée du Molenbeek)
- Monitoring des sites ZSC, de leurs habitats et de leurs espèces. Un monitoring « général » axé vers quelques groupes clés ainsi qu'un monitoring de certaines réserves naturelles sont effectués depuis des années indépendamment de la mise en œuvre de la directive. Un système de monitoring spécifique aux sites ZSC est en cours de développement.

Le statut de réserve naturelle et forestière

La loi sur la conservation de la nature (12 juillet 1973) et l'ordonnance bruxelloise relative à la conservation et de la protection de la nature (27 avril 1995) ont conduit à la création de ces deux statuts (Réserve naturelle et Réserve forestière) offrant la meilleure garantie de protection et la gestion optimale des sites.

Les réserves naturelles régionales sont:

- Moeraske à Evere, 4,20 ha (04.04.1992)
- Marais de Ganshoren, 11 ha (10.12.1998)
- Marais de Jette, 4,77 ha (10.12.1998)
- Poelbos à Jette, 8,98 ha (26.09.1989 & 10.12.1998)
- Bois du Laerbeek à Jette, 13 ha (10.12.1998)
- Zavelenberg à Berchem-Ste-Agathe, 12,97 ha (27.04.1992)
- Kinsendael-Kriekenput à Uccle, 9,78 ha (26.06.1989 & 10/12/1998)
- Mare du Pinnebeek à Watermael-Boitsfort, 0,3 ha (27.04.1992)
- La Roselière du Parc des Sources à Woluwé-Saint-Pierre, 0,4 ha (10.12.1998)
- Vallon des Enfants Noyés à Watermael-Boitsfort, 7 ha (27.04.1992)
- Vallon du Vuylbeek à Watermael-Boitsfort, 7 ha (27.04.1992)
- Vallon des Trois Fontaines à Watermael-Boitsfort, 15 ha (27.04.1992)
- Rouge-Cloître, 25 ha (25.10.1990 & 10.12.1998)

Les réserves forestières sont :

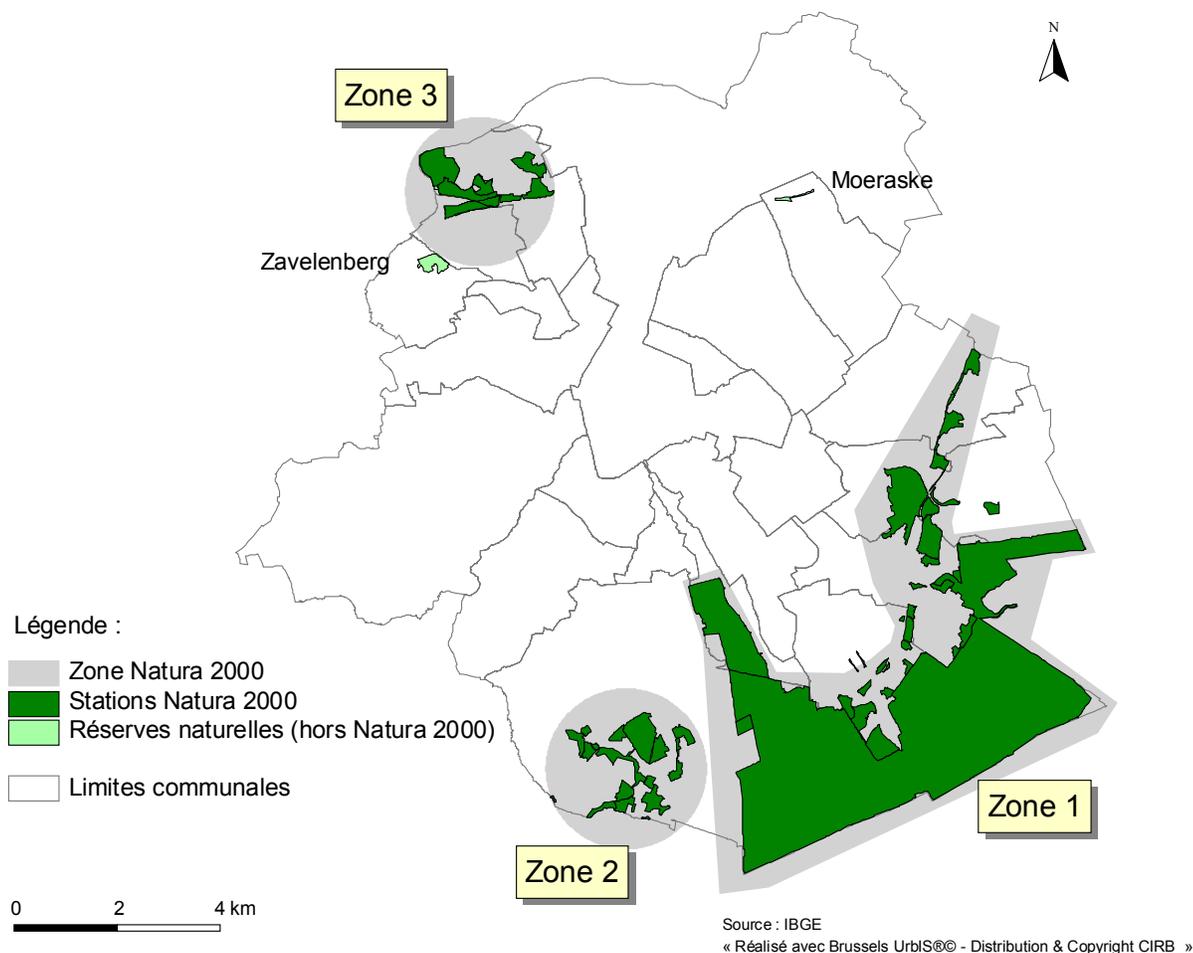
- Vallon du Vuylbeek-des Enfants Noyés, 68,52 ha (27.04.1992)
- Rouge-Cloître, 58,5 ha (25.10.1990 & 10.12.1998)

Les réserves forestières couvrent donc environ 127 hectares. Au total, ce sont donc 246 ha, soit 9,5% des zones de haute valeur biologique et 1,5% de la superficie totale de la Région qui ont reçus la conservation de la nature comme fonction principale.

Localisation des zones protégées

La carte ci-dessous fournit une vue d'ensemble des zones protégées en RBC. Pour chaque site, la carte ne reprend que le statut de protection le plus élevé. Ainsi, les zones Natura 2000 englobent 11 des 13 réserves naturelles et les deux réserves forestières.

Fig. 40 : Localisation des espaces verts protégés par un statut particulier (Natura 2000 ou réserve naturelle et forestière)



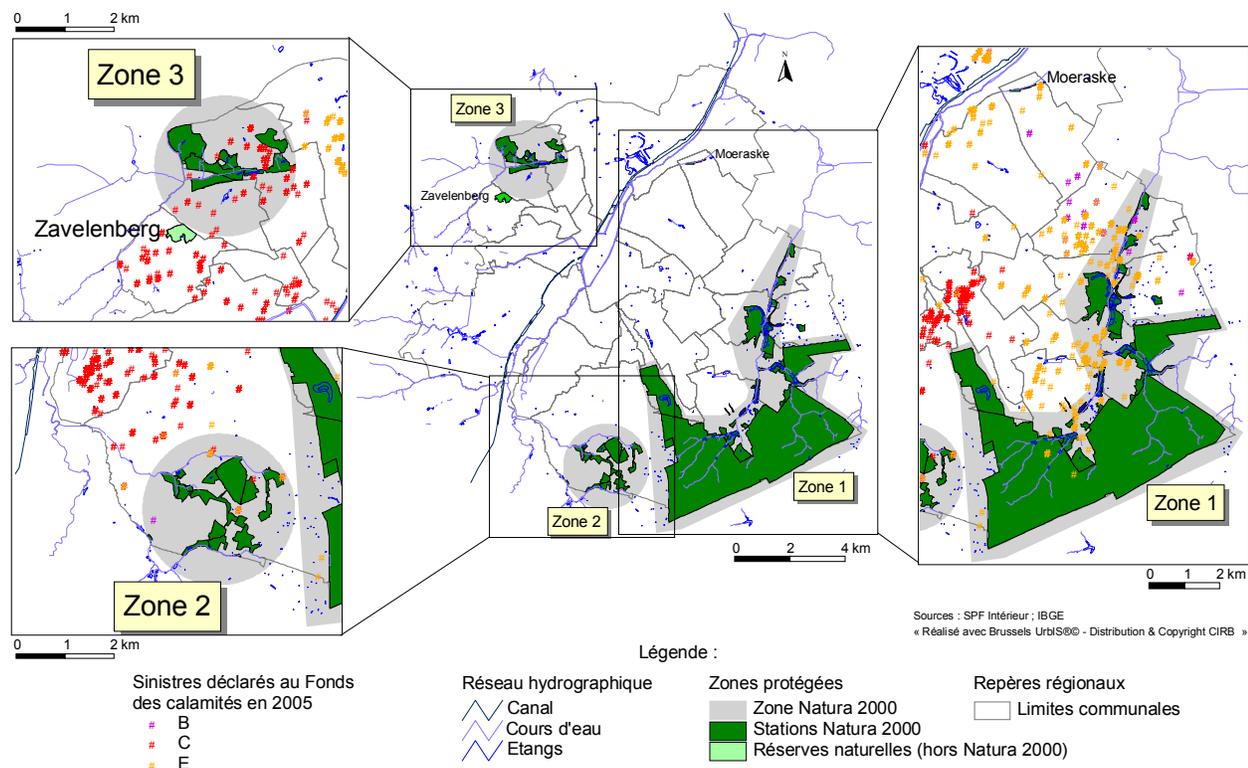
Incidences du projet de plan Pluie sur les zones protégées

La comparaison directe de la localisation des zones naturelles protégées et de celle des sinistres déclarés auprès du Fonds des calamités ne présente qu'un intérêt limité, ces zones naturelles n'hébergeant que peu de bâtiments susceptibles d'être sinistrés.

L'examen du réseau hydrographique situé dans les différentes zones protégées (Natura 2000 ou réserves naturelles et forestières) est par contre plus instructif. Ces espaces protégés englobent en effet des cours d'eau, étangs et marais, étant donné leur intérêt pour la biodiversité et les critères utilisés pour délimiter les zones Natura 2000.

Or, comme le montre la carte ci-dessous, des sinistres ont été déclarés dans les quartiers situés en aval ou à proximité des cours d'eau concernés.

Fig. 41 : Comparaison entre la localisation des espaces verts protégés par un statut particulier (Natura 2000 ou réserve naturelle et forestière), le réseau hydrographique et la localisation des sinistres déclarés.



Par conséquent, on peut considérer qu'une partie des zones protégées est également inondée lors des événements pluvieux qui ont été à l'origine de sinistres au sein des quartiers bâtis, même s'ils l'ont éventuellement été dans une moindre mesure étant donné que ces zones :

- ne présentent que peu de surfaces imperméabilisées (ce qui favorise l'infiltration de l'eau dans le sol au sein de cette partie du bassin versant). Notons que, étant donné que la nappe phréatique affleure en surface dans ces zones (vu la présence de sources), le sol est probablement déjà gorgé d'eau, ce qui empêchera l'infiltration ;
- se situent –à l'exception des sites Natura 2000 présents au sein de la vallée de la Woluwe– dans la partie amont des cours d'eau concernés (soit près de leur source), ce qui limite la quantité d'eau qui y est drainée (la surface du bassin versant au sein de laquelle l'eau qui ruisselle est drainée vers le cours d'eau, et qui fait donc augmenter le débit de celui-ci, est plus petite que pour les zones situées plus en aval).

Ces zones naturelles protégées sont par conséquent concernées par les objectifs envisagés dans le projet de plan Pluie destinés à limiter les inondations.

Les implications directes de la mise en œuvre du plan sur ces zones sont essentiellement liées aux réaménagements et à la gestion des cours d'eau pratiquée dans le cadre du maillage bleu (objectif 3), ainsi qu'au développement et à la restauration des infrastructures hydrauliques du maillage gris (objectif 2). Ces sites naturels présentent par contre une proportion très limitée de surfaces imperméabilisées, ce qui limite les impacts directs des actions de l'objectif 1.

Différentes études réalisées par le Dr. Sc. Triest (VUB – 2007) ont montré que les blooms de cyanobactéries observés dans les étangs sont liés à un déséquilibre de leur écosystème, entre autres dû au fait que ceux-ci soient hypereutrophes suite à la présence de phosphore. Or, ce phosphore est notamment apporté par les eaux grises provenant des égouts lorsque les collecteurs débordent dans les étangs suite à un orage. Ces blooms correspondent à des masses et écumes vert vif formées de cyanobactéries, visibles à la surface de l'eau et pouvant atteindre une épaisseur de plusieurs centimètres le long des bords du plan d'eau. Ils peuvent être la source de toute une série de problèmes³⁷ :

- Ecologiques : les blooms d'algues ont un impact sur la biodiversité aquatique en affectant la clarté de l'eau,

³⁷ IBGE-département maillage bleu et www.bblooms.ulg.ac.be (site internet du projet BELSPO B-Blooms)

en diminuant la quantité d'oxygène dissoute (ce qui est en outre à l'origine d'odeurs désagréables) et en limitant l'espace disponible pour les autres espèces.

- Esthétiques : la présence d'écumes vertes malodorantes peut rendre désagréable le cadre environnemental et les loisirs (comme les promenades) sur ou aux alentours des plans d'eau. La qualité paysagère et la fonction sociale des étangs sont par conséquent compromises.
- Sanitaires : presque tous les organismes, y compris les oiseaux aquatiques et les animaux domestiques, sont sensibles à des toxines relâchées par les blooms de cyanobactéries.
- Economiques : tous les impacts mentionnés ci-dessus peuvent avoir des conséquences économiques directes ou indirectes. En outre, les blooms d'algues nuisibles peuvent augmenter considérablement le coût de gestion des étangs, un curage plus régulier des vases du fond en hiver (avec tous les impacts que celui-ci comporte pour les écosystèmes) étant nécessaire. S'ajoutent également les coûts liés à la gestion d'une "situation de crise" lors des blooms, qui incluent l'implication des bourgmestres, des pompiers et de la protection civile en vue du nettoyage de l'eau de l'étang.

Par ailleurs, la présence de cyanobactéries correspond à un indice de dysfonctionnement plus grave de l'eau, qui cause également la mort de poissons et le développement de germes botuliques (nuisibles aux oiseaux aquatiques et aux animaux domestiques).

Outre un apport de phosphore, les eaux usées -comme certaines eaux de ruissellement- sont également à l'origine de contaminations des milieux aquatiques par des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (ou HAP), accidentellement par du NH₃, des détergents et surfactants, ...

Les boues (organiques ou non) doivent être régulièrement curées. Les matières en suspension provoquent une turbidité qui inhibe la photosynthèse. Enfin, des flottants notamment, produits d'hygiène et divers peuvent causer une pollution visuelle.

Ces différentes observations et leur impact sur les zones naturelles protégées montrent par conséquent l'importance pour ces zones de la mise en place du projet de plan pluie :

- de l'interdiction du déversement des eaux usées, mêmes « diluées », dans les eaux de surface ;
- de la protection des « zones naturelles de débordement ». Il faut particulièrement insister ici sur la nécessité de réduire les impacts négatifs potentiels sur la biodiversité de ces zones, en limitant ces dispositifs à l'absorption d'eaux de ruissellement de qualité acceptable uniquement et en recourant pour ce faire à l'installation de bassins tampon de tranquillisation et autres techniques (telles que proposées par le projet de plan).

4.2.2 Espaces verts

En milieu urbain tout particulièrement, les espaces verts remplissent de multiples fonctions : support à la biodiversité, délasserment, détente, éducation à la nature, connexion urbanistique, culture, tourisme, ...

Chaque espace vert public possède ses propres caractéristiques et répond, dans une plus ou moins grande mesure, à l'une ou plusieurs de ces fonctions.

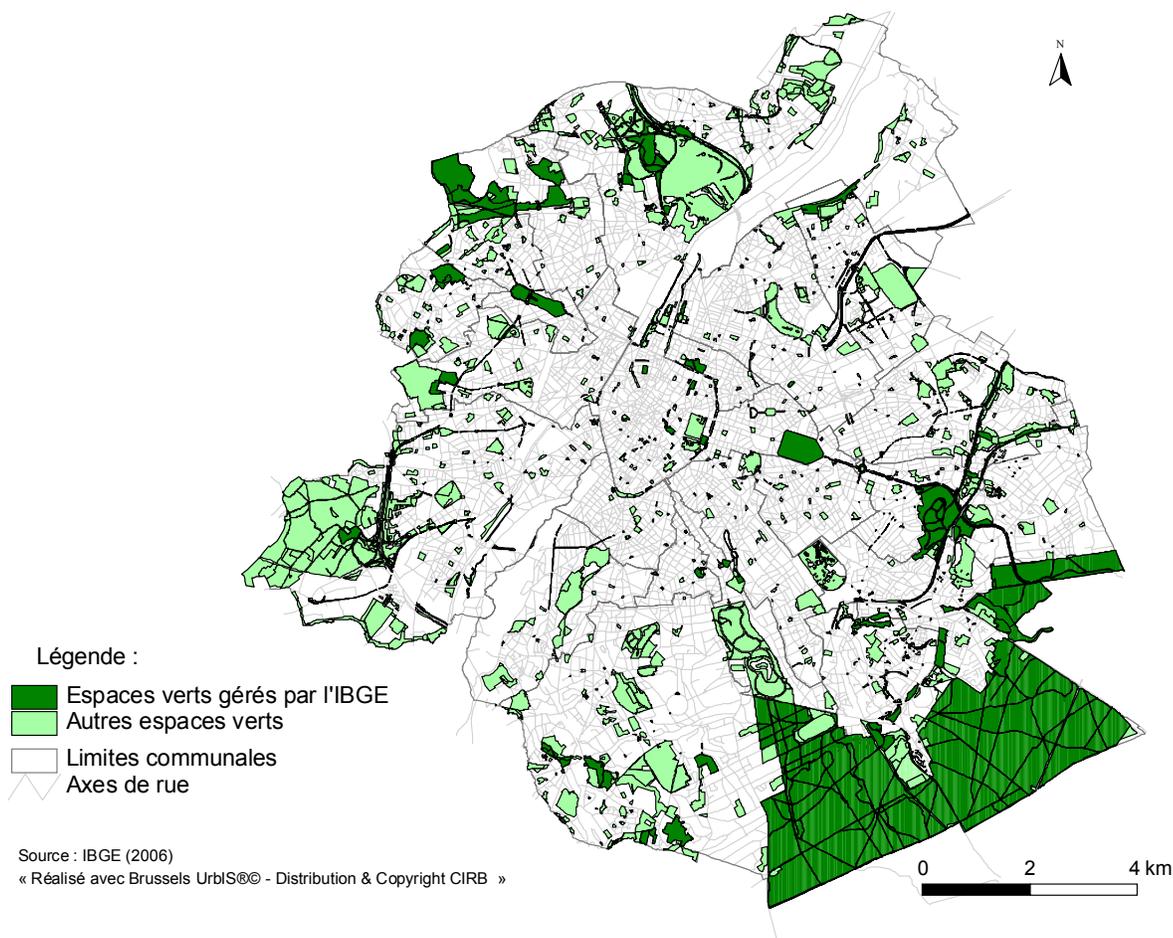
Partant de ce constat, l'IBGE tente d'adapter de façon optimale la gestion de chaque parc qu'il gère, compte tenu des fonctions qui lui sont propres. La gestion différenciée des espaces verts permet de faire coexister harmonieusement diverses fonctions au sein d'un même espace.

L'ensemble des 19 communes bruxelloises accueillent des espaces verts. Ceux-ci se situent cependant essentiellement en seconde couronne de la Région de Bruxelles-Capitale où ils sont en outre de surface plus importante.

Les incidences du projet de plan Pluie sur les espaces verts ont été envisagées dans le cadre du chapitre 3 (point 3.1.3). Si la mise en oeuvre du Maillage bleu sera inévitablement à l'origine d'un bouleversement partiel des zones réaménagées à court terme (chantiers), ce programme impliquera aussi une augmentation du nombre d'espaces verts en bordure des cours d'eau, des étangs ou des zones humides.

Par ailleurs, l'accroissement de la végétation aura un effet certain sur le cycle de l'eau comme élément d'amortissement (évapo-transpiration) en ville.

Fig. 42 : Localisation des espaces verts bruxellois



4.2.3 Les monuments et sites sauvegardés ou classés

Le Code bruxellois de l'Aménagement du Territoire (COBAT)³⁸ définit les mesures de conservation du patrimoine immobilier, en vue de le préserver pour les générations futures. Il porte sur l'ensemble des biens immeubles (monuments et sites) présentant un intérêt patrimonial et vise principalement des réalisations humaines construites.

- Les *sites* y sont définis comme "toute œuvre de la nature ou de l'homme [...] constituant un espace non ou partiellement construit et qui présente une cohérence spatiale" (article 2, 1°, c de l'ordonnance). La notion de site englobe donc des sites semi-naturels (comme la Forêt de Soignes, le Bois du Wilder), des parcs historiques (comme le Parc de Bruxelles ou le Bois de la Cambre), mais également des sites urbains très minéralisés (comme la place de la Bourse). Certains jardins privés et arbres remarquables relèvent également du patrimoine protégé.
- Le *monument* quant à lui est défini comme "toute réalisation particulièrement remarquable" (article 2, 1°, a). Historiquement, les églises et les châteaux ont été les premiers monuments à être protégés, ensuite les réalisations de grands architectes. Le large éventail d'intérêts prévus par l'ordonnance permet aujourd'hui le classement ou la sauvegarde d'un palais, d'une maison ouvrière, d'une ferme, de vestiges architecturaux découverts lors de fouilles archéologiques, d'un cinéma, d'une école,... Etant donné qu'un monument s'inscrit toujours dans un contexte paysager ou urbanistique qui influence son aspect et sa perception, une *zone de protection* est délimitée autour du bien classé. Le périmètre de cette zone sera "fonction des exigences de la protection des abords du patrimoine immobilier" (article 2, 3°).

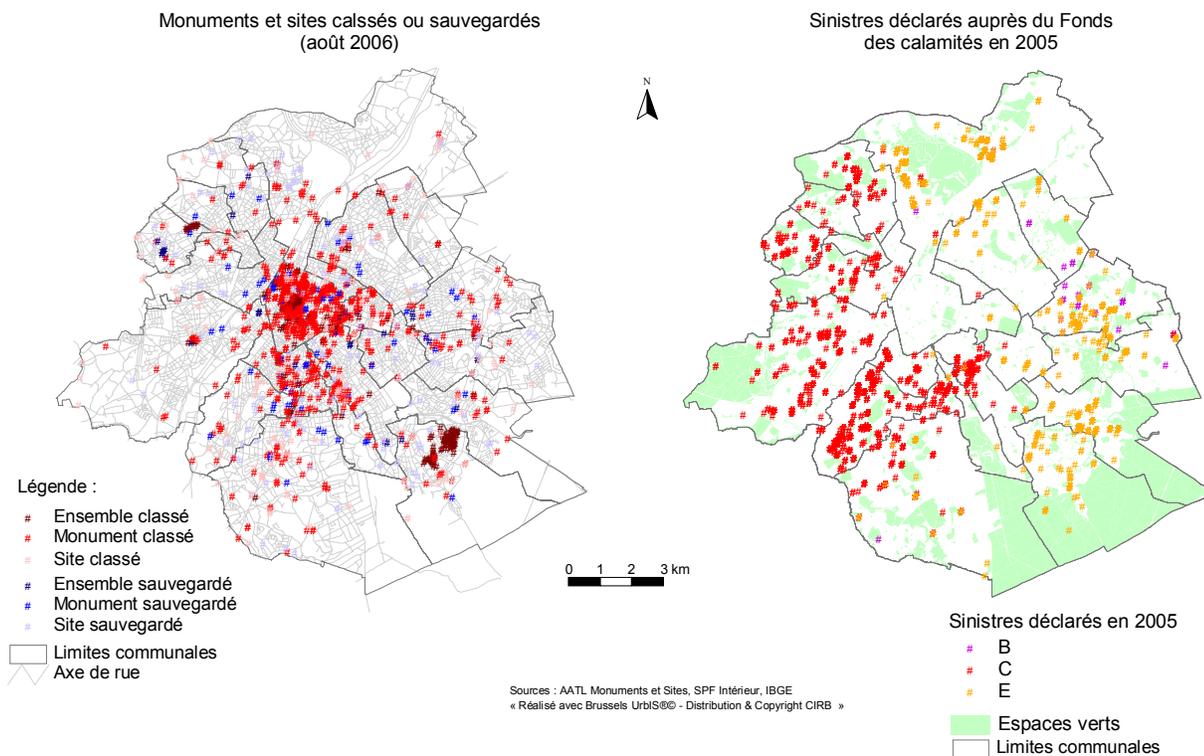
Deux types de protection sont ainsi prévus : le classement et la sauvegarde.

³⁸ Le COBAT a été approuvé le 9 avril 2004 par arrêté gouvernemental (Moniteur belge du 26 mai 2004) et ratifié par Ordonnance le 13 mai 2004 (Moniteur belge du 26 mai 2004).

- Le *classement* assure une protection efficace des biens que le Gouvernement régional entend mettre tout particulièrement en valeur. Ses effets comprennent notamment l'interdiction absolue de les démolir ou d'en modifier l'usage de telle manière qu'ils perdent de leur intérêt.
- Plus souple, la *sauvegarde* doit permettre plus facilement l'intégration des biens protégés dans la vie contemporaine. Elle autorise par exemple certaines transformations lorsque celles-ci visent à donner au bien une nouvelle affectation tout en préservant son intérêt patrimonial.³⁹

Un nombre important de monuments et sites classés ou sauvegardés est concentré dans le centre historique de Bruxelles (Pentagone), c'est-à-dire là où les données relatives aux inondations sont manquantes ou inexistantes.

Fig. 43 : Localisation des monuments et sites sauvegardés et classés au sein de la Région de Bruxelles-Capitale.



Par contre, un peu plus de la moitié de ces sites classés se trouvent dans les zones plus périphériques concernées par les inondations.

En terme de protection et de conservation du patrimoine, les incidences du projet de plan Pluie, destiné à limiter les inondations et leurs impacts, ne peuvent par conséquent être que positives.

Une attention toute particulière sera cependant à porter à ces monuments et sites (et aux zones de protection qui les entourent) lors des phases de travaux, afin d'éviter toute conséquence dommageable à la sauvegarde du patrimoine qu'ils représentent.

4.2.4 Les sites SEVESO

La directive européenne relative aux risques d'accidents industriels (Directive 2003/105/CE du 16 décembre 2003, dite directive SEVESO) impose des exigences en matière de sécurité et met l'accent, entre autres, sur les mesures de prévention, les programmes d'inspection des entreprises et l'urbanisation autour des usines à haut risque⁴⁰.

Les entreprises classées SEVESO correspondent à des entreprises qui ont une activité industrielle liée à la

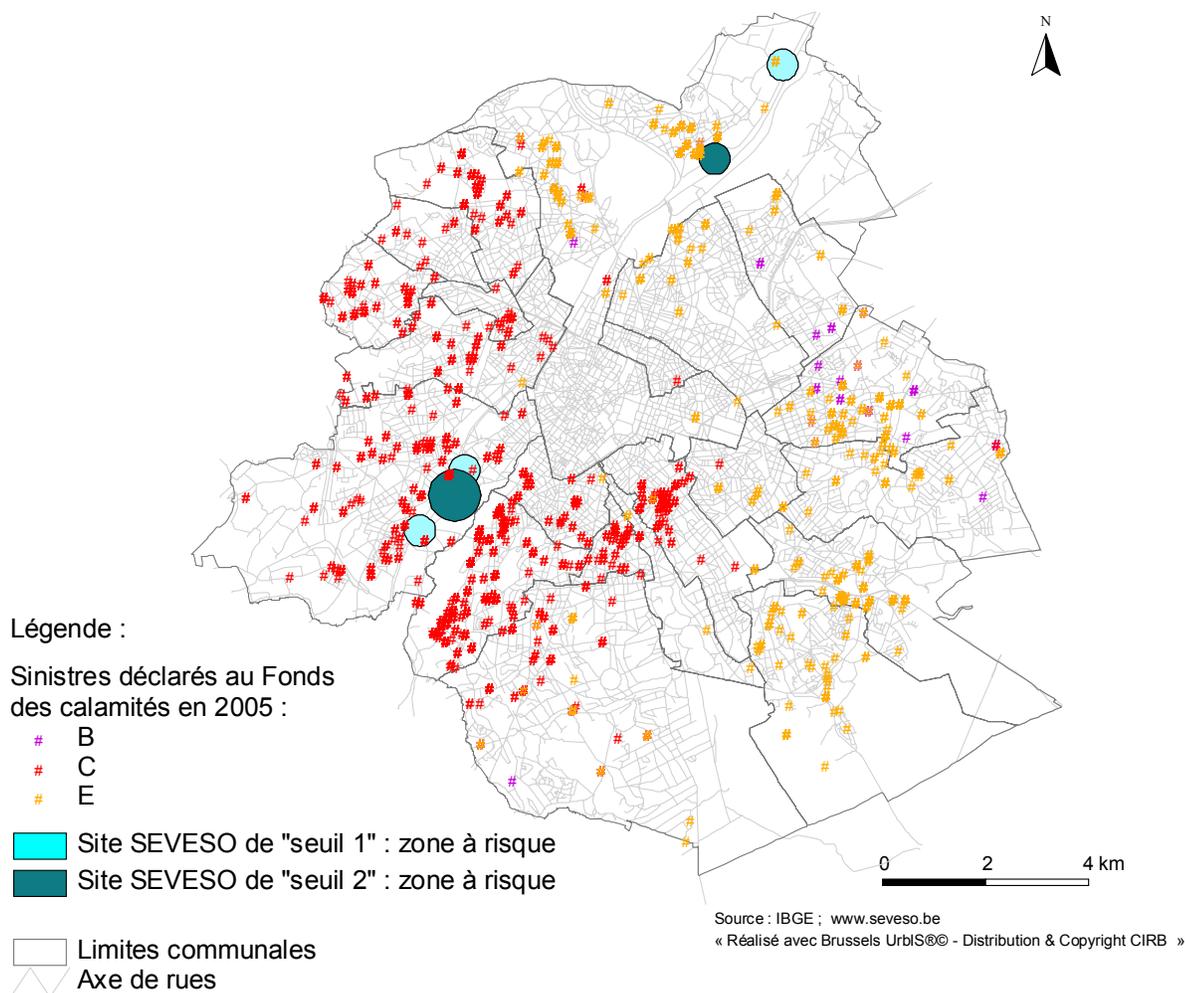
³⁹ Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale (AATL) <http://www.monument.irisnet.be/fr/index.htm>

⁴⁰ En Belgique, cette directive a été transposée dans le cadre d'une loi fédérale portant assentiment à l'accord de coopération du 21 juin 1999 entre l'État fédéral, les Régions wallonne, flamande et de Bruxelles-Capitale, relatif à la maîtrise de dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses.

manipulation, la fabrication, l'emploi ou le stockage de substances dangereuses comme, par exemple, les raffineries, les sites pétrochimiques, les usines chimiques, les dépôts pétroliers ou encore les dépôts d'explosifs. Ces entreprises sont identifiées et classées « seuil 1 » ou « seuil 2 » en fonction de la quantité de substances reprises dans la directive qui sont présentes sur le site. Seules les entreprises « seuil 2 » doivent publier un plan d'urgence interne et externe. Ces entreprises sont en outre entourées d'une « zone à risques », dont l'étendue est déterminée au cas par cas, selon, entre autres, le type d'installation et le type de produit⁴¹.

Au sein de la Région de Bruxelles-Capitale, cinq entreprises sont concernées, dont deux à haut risque. Celles-ci se situent le long du canal, au Nord et au Sud de Bruxelles.

Fig. 44 : Localisation des entreprises dites SEVESO au sein de la Région de Bruxelles-Capitale, en comparaison avec la localisation des sinistres déclarés en 2005 auprès du Fonds des calamités.



Si on se réfère aux sinistres déclarés auprès du Fonds des calamités, ces entreprises se trouvent dans des zones qui ont été soumises à une inondation par le passé (en 2005 dans ce cas-ci) et qui sont par conséquent directement concernées par le projet de plan Pluie.

La mise en œuvre de ce projet de plan devrait par conséquent permettre de limiter le risque d'inondation de ces entreprises à l'avenir, et par conséquent les éventuels risques de pollution de l'eau (et ses conséquences pour la biodiversité et la santé des bruxellois) étant donné la présence de substances dangereuses sur ces sites.

Les entreprises SEVESO sont soumises à l'obtention d'un permis d'environnement pour l'exploitation de leurs installations.

Deux mesures préventives y sont prévues, qui limitent de toutes façons les risques de pollution en cas d'inondation :

⁴¹ Source : <http://www.seveso.be/hp/fr/hp.asp>

- Un encuvement obligatoire des substances, pour éviter que les produits ne se dispersent en cas d'accident ;
- Le placement de vannes dans le circuit d'égouttage, en vue de prévenir tout échange avec le réseau en cas d'accident.

4.3 Impacts du plan en matière de gestion et implications pour les différents acteurs et le développement régional

4.3.1 Impacts du plan en matière de gestion publique et privée, et implications pour les divers acteurs

Gestion et acteurs publics

Le secteur public sera impliqué dans la mise en œuvre de l'ensemble des prescriptions du projet de plan.

Figureront parmi les acteurs :

- Les opérateurs de l'eau régionaux, intercommunaux et communaux :
 - Investissements publics : réseau d'égouttage et bassins d'orage
 - Connaissances et information : bases de données et modélisation
- L'IBGE :
 - Instruments juridiques : permis d'environnement et autorisations de rejets d'eaux usées, études d'incidences
 - Investissements publics : maillage bleu, bassins d'orage en surface
 - Connaissances et information : bases de données et modélisation
- L'AATL :
 - Aspects juridiques : permis d'urbanisme et études d'incidences ; gestion des monuments et sites classés
- L'AED :
 - Investissements publics : aménagement et gestion des infrastructures (voiries)
- D'autres administrations régionales :
 - Instruments économiques : travaux subsidiés pour les Communes
 - Investissements publics : Régie des Bâtiments
 - ...
- Les administrations communales :
 - Instruments juridiques : permis d'urbanisme et d'environnement
 - Investissements publics : aménagement et gestion des cours d'eau de 3^e catégorie ; bâtiments communaux, CPAS, ...
 - Connaissances et information : bases de données et modélisation
 - ...

Gestion et acteurs privés

Le secteur privé (particuliers, entreprises et ONG) sera particulièrement concerné (propriétaires de terrains ou de constructions, professionnels de la construction, formateurs, ...) par les mesures liées à la lutte contre les effets de l'imperméabilisation ainsi que par la diminution de la pression immobilière dans les zones inondables.

4.3.2 Implications pour le développement régional

Ce point est en lien direct avec l'impact attendu du projet de Plan sur le PRD et le PRAS (v. chapitre 4.1.2.).

4.4 Mesures envisagées pour éviter, réduire et, dans la mesure du possible compenser les incidences négatives notables de la mise en œuvre du plan sur l'environnement

Visant avant tout à diversifier les mesures, les responsabilités et les acteurs concernés, le projet de plan a été conçu de manière à poursuivre la mise en œuvre de techniques classiques de prévention des inondations (ouvrages d'art) et à développer celle de techniques innovantes (mesures compensatoires à l'imperméabilisation, restauration du rôle d'exutoire des eaux de surface).

Les possibles incidences environnementales négatives se résument à des risques de dégradation de la qualité de certaines nappes aquifères, ainsi que d'une dégradation temporaire de la qualité de certains cours d'eau. Il n'y a cependant pas d'accroissement notable de la situation de risque par rapport à la situation actuelle, où prévaut une absence de gestion qualitative des eaux par temps de pluie.

4.5 Présentation des alternatives possibles

Le projet de plan vise à intégrer des mesures préventives très diversifiées.

Vu cette diversification, faisant appel à de nombreuses techniques non encore exploitées en RBC, la présentation d'alternatives ne paraît pas nécessaire pour le moment.

4.6 Méthode d'évaluation et difficultés rencontrées

L'évaluation du projet de plan a été réalisée sur base des données bruxelloises disponibles et d'expertises diverses, permettant de recadrer les causes d'inondations identifiées (constats relatifs à la situation existante), et de données issues d'expériences étrangères et de la littérature pour les prescriptions proposées.

La difficulté majeure rencontrée dans l'évaluation des incidences environnementales du projet de plan réside dans un manque structurel de données à tous les niveaux (y compris un manque de recul historique), rendant hasardeuse à l'heure actuelle toute modélisation des phénomènes et des scénarii proposés.

4.7 Mesures envisagées pour assurer le suivi de la mise en œuvre du plan

4.7.1 Mesures

Outre la mise à disposition de moyens budgétaires et humains, plusieurs mesures destinées à piloter la mise en œuvre du Plan devront être envisagées, notamment :

- Désigner un « pilote » responsable de la mise en œuvre de chaque action prioritaire
- Créer un « tableau de bord », reprenant au moins, pour chaque action prioritaire, un indicateur de mise en œuvre et un indicateur d'efficacité
- Lors de chaque aléa, effectuer des relevés de terrain qui permettront d'affiner les modèles et d'adapter les actions prioritaires

4.7.2 Indicateurs proposés

Les 4 tableaux ci-dessous reprennent des propositions d'indicateurs liés :

- au suivi de l'état de la situation
- à la mise en œuvre du plan (par objectif)
- à l'efficacité des actions préconisées en termes de prévention des inondations (par objectif)

Objectifs	Indicateurs d'état [idéaux]
Evolution de la pluviométrie	Evolution de la pluviométrie [mm/an]
	Evolution de l'intensité des pluies [mm/h]
	Evolution de la fréquence des pluies exceptionnelles
Suivi des inondations	Suivi des aléas "inondation" en RBC : nombre, surface concernée, durée, volume d'eau, localisation au sol
Suivi des dégâts	Sinistres déclarés par aléa : nombre, montants et nature (Data Fds Calamités)
	Sinistres reconnus par aléa : nombre, montants et nature (Data Fds Calamités)
	Evolution des primes d'assurances liées aux bâtiments
Suivi du cycle de l'eau	Evolution du taux d'infiltration des eaux de pluie
	Evolution du taux de ruissellement des eaux de pluie

Objectifs	Actions prioritaires	Indicateurs de mise en œuvre des actions	Indicateurs d'efficacité de l'action
1. Lutter contre les conséquences de l'imperméabilisation	Prévoir des mesures compensatoires dans tous les travaux d'aménagement des voiries et de l'espace public d'une certaine ampleur pour limiter l'impact de l'imperméabilisation	Nombre des travaux publics de plus de ... € avec mesures compensatoires / total des travaux publics de plus de ... €	# m ³ eau concernés par les mesures compensatoires # m ³ eau détournées des collecteurs
	Edicter des taux d'imperméabilisation maximum autorisés par parcelle [TIMA] différenciés géographiquement sur base des petits bassins versants et des zones sensibles	Carte disponible / Progression du taux de couverture de la carte Production d'un document à valeur juridique	Imperméabilisation maximale autorisée (donnée théorique)
	Edicter des débits de fuite maximum autorisés [DEMAX] par parcelle, différenciés géographiquement sur base des petits bassins versants et des zones sensibles	Carte disponible / Progression du taux de couverture de la carte Production d'un document à valeur juridique	Débit maximum autorisé (donnée théorique)
	Introduire dans la législation relative aux permis d'environnement des conditions liées à la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement sur la parcelle	Production d'un document à valeur juridique	
	Produire et diffuser des documents de référence sur les mesures de réduction des surfaces imperméabilisées, l'emploi de matériaux perméables ou semi-perméables et les techniques compensatoires à l'imperméabilisation	Production de documents de référence Evaluation de la qualité technique et de la lisibilité de ces documents Evaluation de la qualité de la diffusion	# m ³ eau concernés par les mesures compensatoires # m ³ eau détournées des collecteurs # projets incluant des techniques compensatoires (avec caractérisation budgétaire)
	Mettre en oeuvre un programme d'information et de formation ciblé sur l'ensemble des fonctionnaires (dont ceux des pouvoirs locaux) en charge de l'aménagement de l'espace publics, principalement des voiries, et de l'octroi des permis	Développement de programmes de sensibilisation / formation # de fonctionnaires touchés (fréquence cumulée) évolution absolue évolution / aux # de fonctionnaires concernés	# m ³ eau concernés par les mesures compensatoires # m ³ eau détournées des collecteurs # projets incluant des techniques compensatoires (avec caractérisation budgétaire)
	Mettre en place un "Facilitateur Eco-construction", notamment pour l'organisation de formations spécifiques destinées aux professionnels de la construction	Développement de programmes de sensibilisation / formation # de professionnels touchés (fréquence cumulée) évolution absolue évolution / aux # professionnels concernés	# m ³ eau concernés par les mesures compensatoires # m ³ eau détournées des collecteurs # projets incluant des techniques compensatoires (avec caractérisation budgétaire)

Objectifs	Actions prioritaires	Indicateurs de mise en œuvre des actions	Indicateurs d'efficacité de l'action
2. « Maillage gris » : Poursuivre et réactualiser le programme de développement / restauration d'infrastructures hydrauliques	Finaliser les investissements nécessaires au programme actuel d'installation de bassins d'orage	Programmation des investissements Taux de réalisation concrète du programme	Débits d'eau concernés
	Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC	Disponibilité du (ou des) modèle	Evaluation de la cohérence du modèle avec les aléas observés Evaluation de la cohérence du modèle avec les trajets des eaux observés
	Identifier les "points noirs" du cycle de l'eau	Disponibilité du modèle	Evaluation de la cohérence du modèle avec les aléas observés Evaluation de la cohérence du modèle avec les trajets des eaux observés
	Clarifier les principes de base du "Maillage gris"	Disponibilité de principes clairs Inscription effective et concrète de ces principes dans les programmes de travaux	Evaluation de la cohérence des principes avec l'ensemble des travaux réalisés (infrastructures "as built")
	Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements "Maillage gris"	Disponibilité du programme Taux de couverture du programme Vitesse de mise en œuvre Qualité des travaux réalisés	Débits d'eau concernés
	Réaliser un état des lieux informatisé du réseau d'égouttage	Disponibilité de l'état des lieux Progression du taux de couverture de l'état des lieux	Evaluation de la cohérence de l'état des lieux avec l'ensemble des infrastructures "as built"
	Etablir un programme de rénovation des ouvrages liés à la collecte des eaux usées	Disponibilité du programme Taux de couverture du programme Vitesse de mise en œuvre Qualité des travaux réalisés	Débits et volumes d'eaux concernés

Objectifs	Actions prioritaires	Indicateurs de mise en œuvre des actions	Indicateurs d'efficacité de l'action
3. "Maillage bleu" : Poursuivre la restauration et la gestion des eaux de surface et des zones naturelles de débordement	Réaliser une version mise à jour et informatisée de l'Atlas des Cours d'Eau de la RBC	Disponibilité de l'état des lieux Progression du taux de couverture de l'état des lieux	Evaluation de la cohérence de l'Atlas avec l'ensemble du réseau des eaux de surface (y compris les ouvrages "as build")
	Effectuer la modélisation hydraulique de l'ensemble des eaux de surface	Disponibilité du modèle	Evaluation de la cohérence du modèle avec les aléas observés Evaluation de la cohérence du modèle avec les trajets des eaux observés
	Réaliser la modélisation complète du cycle de l'eau en RBC	Disponibilité du modèle	Evaluation de la cohérence du modèle avec les aléas observés Evaluation de la cohérence du modèle avec les trajets des eaux observés
	Identifier les "points noirs" du cycle de l'eau	Disponibilité du modèle	Evaluation de la cohérence du modèle avec les aléas observés Evaluation de la cohérence du modèle avec les trajets des eaux observés
	Clarifier les principes de base du "Maillage bleu"	Disponibilité de principes clairs Inscription effective et concrète de ces principes dans les programmes de travaux	Evaluation de la cohérence des principes avec l'ensemble des travaux réalisés (infrastructures "as build")
	Mettre en œuvre un nouveau programme pluriannuel d'investissements "Maillage bleu"	Disponibilité du programme Taux de couverture du programme Vitesse de mise en œuvre Qualité des travaux réalisés	Débits d'eau concernés (temps sec et temps de pluie) Evaluation des débits déconnectés des collecteurs
	Cartographier les zones à risque d'inondation pluviale, par débordement de collecteurs et/ou de cours d'eau	Carte disponible / Progression du taux de couverture de la carte Production d'un document à valeur juridique	Evaluation de la cohérence de la carte avec les aléas observés Evaluation de la cohérence de la carte avec les trajets des eaux observés
	Aménager spécifiquement les espaces publics en amont des zones sensibles	Disponibilité du programme Taux de couverture du programme Vitesse de mise en œuvre Qualité des travaux réalisés	Débits d'eau concernés (temps sec et temps de pluie) Evaluation des débits déconnectés des collecteurs
	Soumettre à permis d'environnement tous les travaux (en zone inondable) susceptibles de perturber l'écoulement des eaux de ruissellement	Production d'un document à valeur juridique	Débits d'eau concernés, détournés du réseau d'égouttage
	Décourager / limiter la construction de nouveaux bâtiments et infrastructures dans les zones sensibles ; imposer des aménagements architecturaux et urbanistiques spéciaux si ces constructions sont indispensables	Production de documents de référence et de formations Evaluation de la qualité technique et de la lisibilité de ces documents Evaluation de la qualité de la diffusion	Evolution du #, des aménagements architecturaux et de la superficie des nouvelles constructions en zones inondables
	Etablir un mécanisme d'auto-protection des constructions existantes sises en zones sensibles	Production d'un document à valeur juridique	Evolution du #, des aménagements architecturaux et de la superficie des anciennes constructions en zones inondables

5 ANNEXES

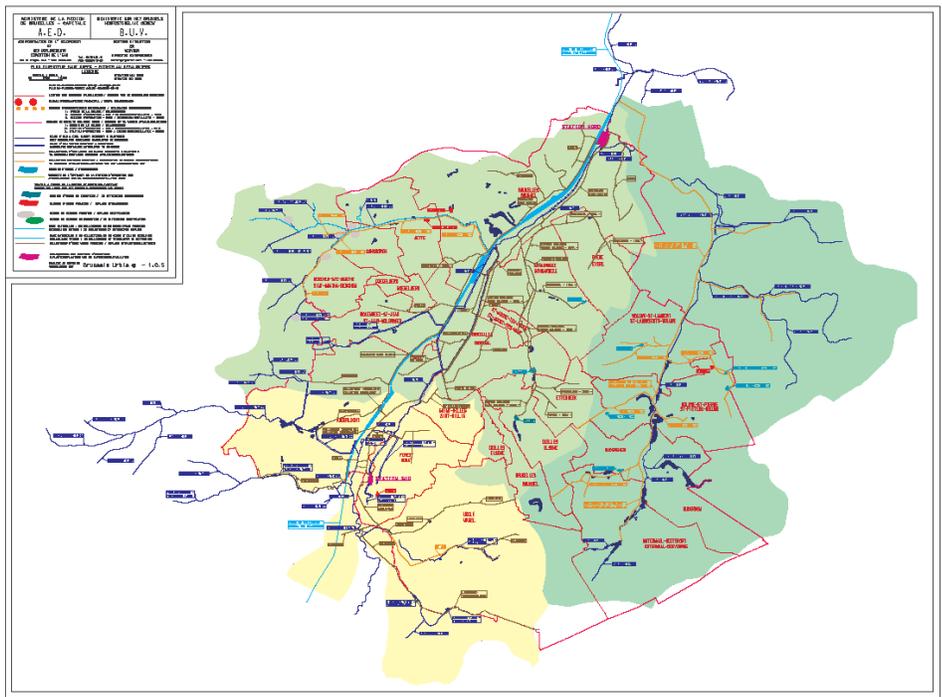
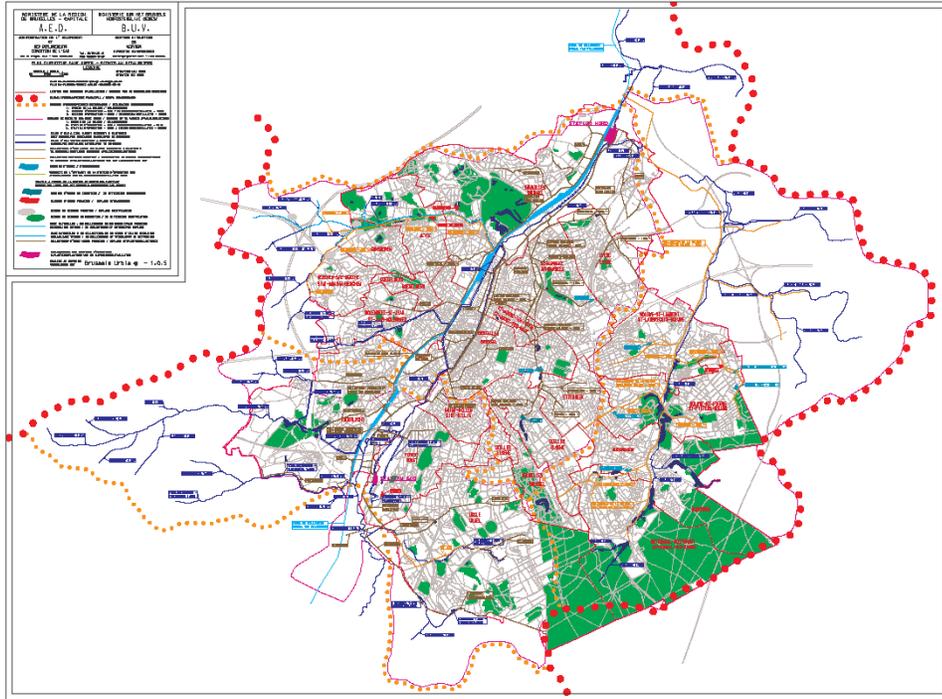
- 5.1 Annexe : Caractéristiques environnementales susceptibles d'être influencées par les objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de "plan Pluie" (Chapitre 3)

5.2 Annexe : Caractéristiques des « autres aspects » (Chapitre 4) au regard des objectifs et actions prioritaires prévus au sein du projet de "plan Pluie"

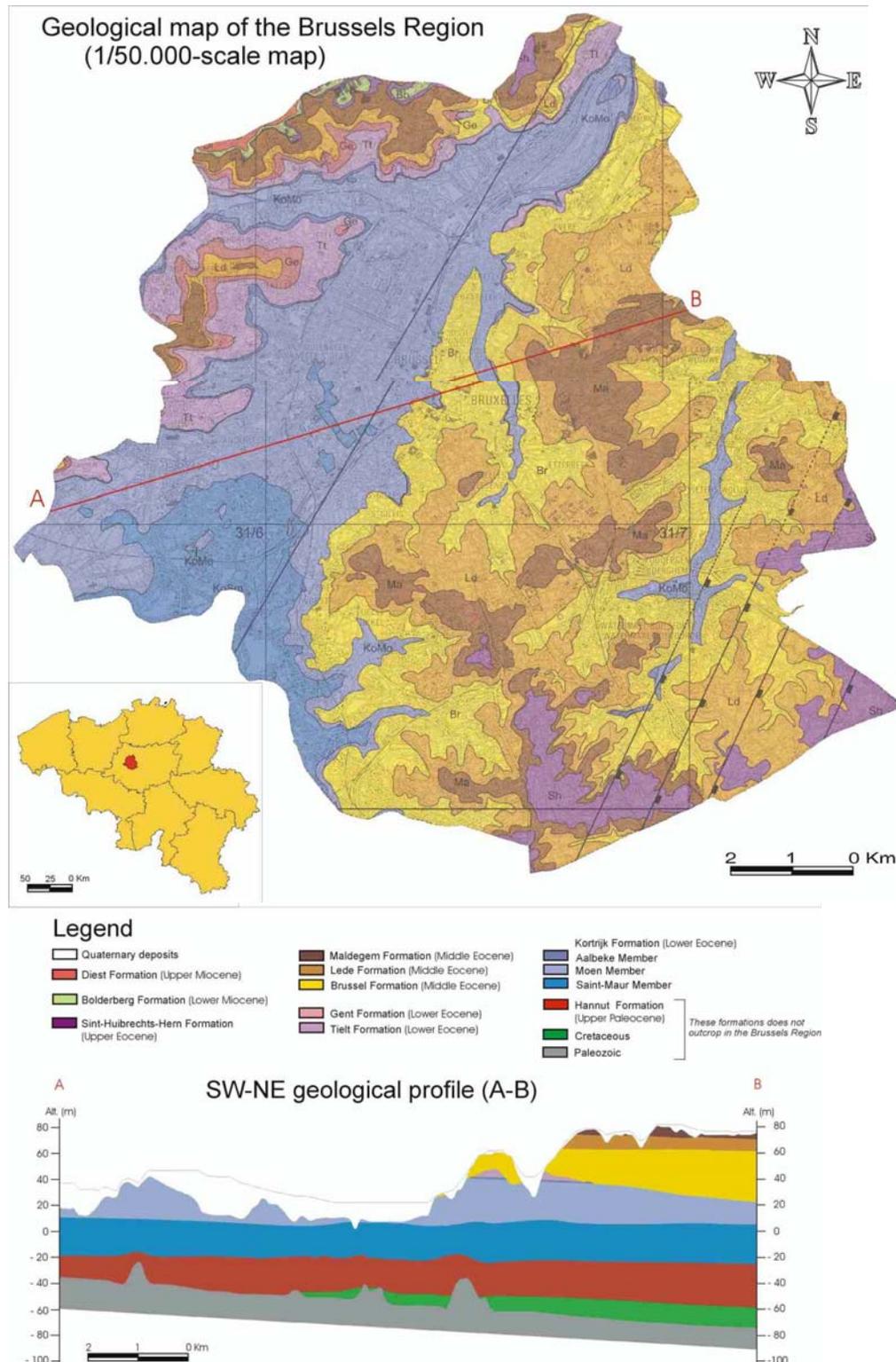
5.3 Annexe : Plan directeur des eaux usées et bassins versants des eaux de surface et du réseau d'égouttage

Plan directeur des eaux usées (MRBC / AED, 2006)

Dernière situation cartographiée : 18.05.2006 (tous les collecteurs ne sont pas encore connectés à la STEP Nord). Cette carte illustre notamment les multiples connexions existantes entre le réseau d'égouttage et les eaux de surface.



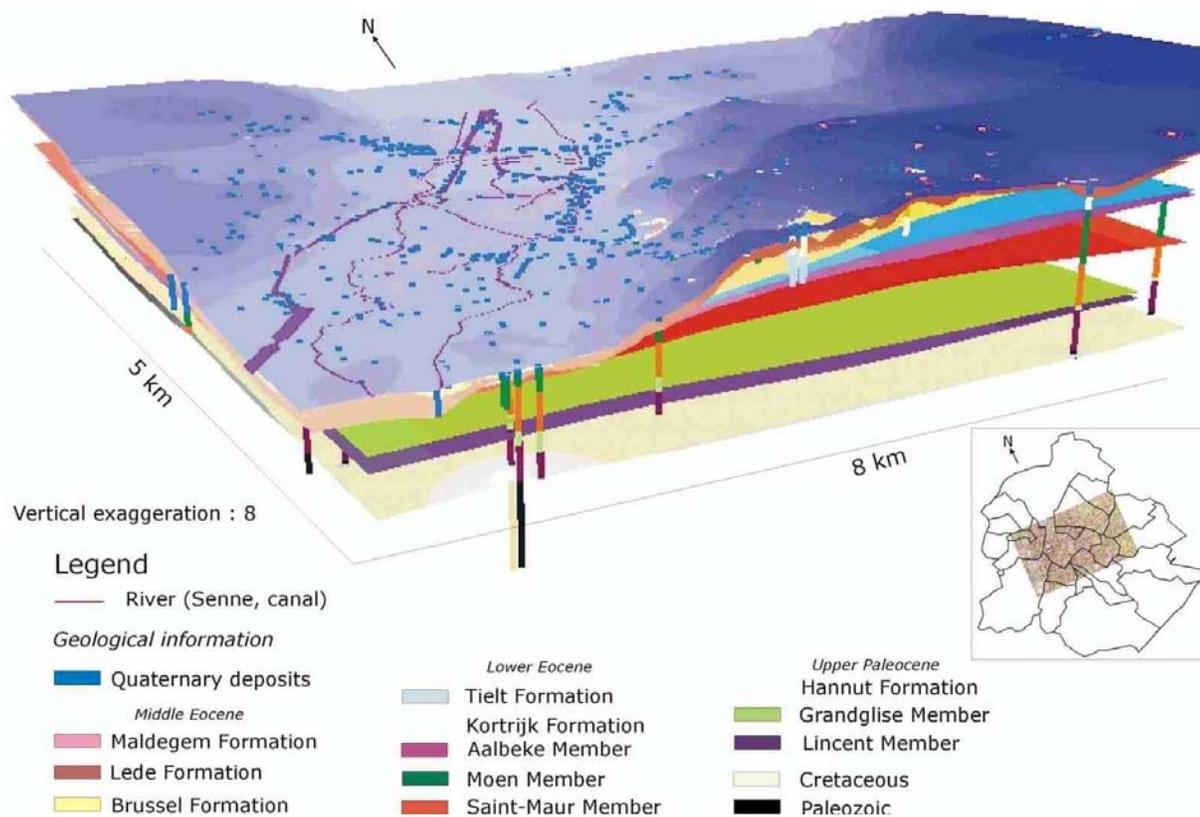
5.4 Annexe : Géologie de la RBC et localisation des nappes phréatiques



Carte et profil géologiques de la RBC, d'après la carte géologique publiée en 2002

in "Brussels Urban Geology (BUG): a 2D and 3D model of the underground by means of GIS", Xavier Devleeschouwer ; Frank Pouriel, IAEG2006 Paper number 420, The Geological Society of London 2006 1.

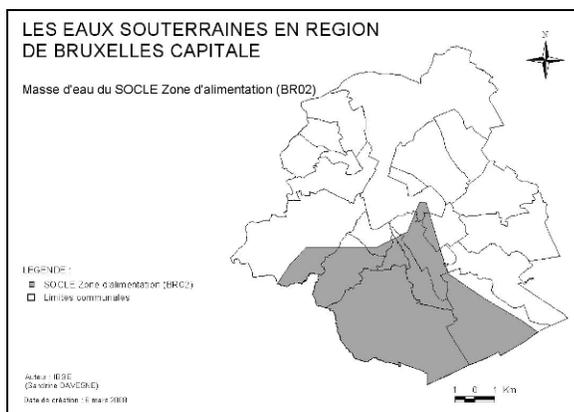
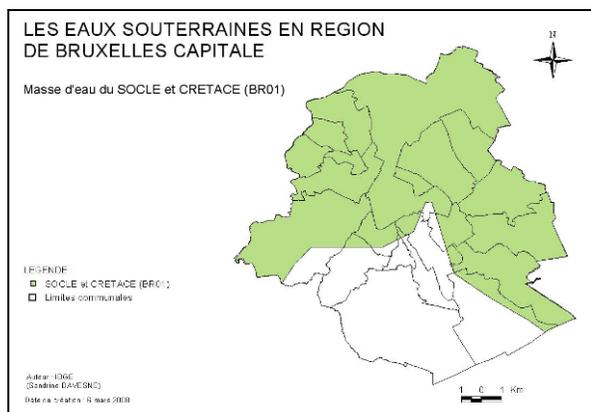
Modèle 3D du centre de la RBC (au centre de l'image : la Senne)



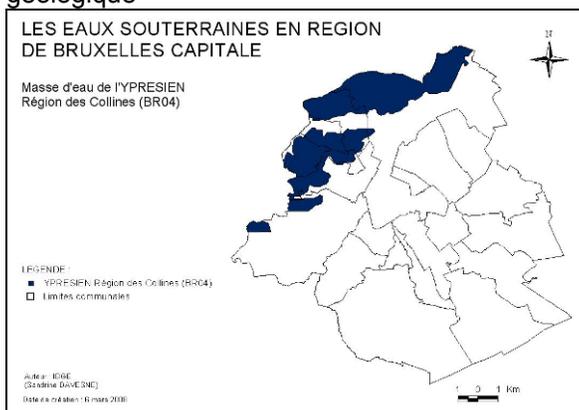
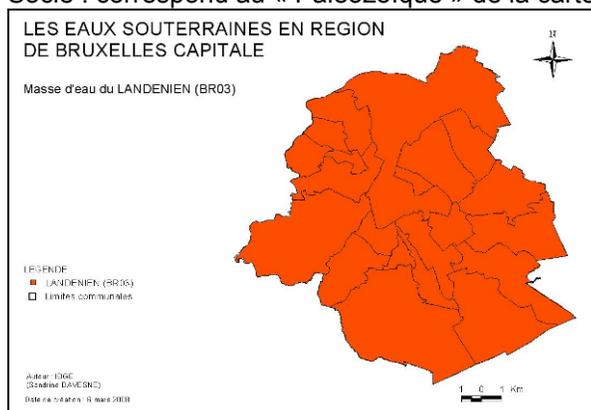
in "Brussels Urban Geology (BUG): a 2D and 3D model of the underground by means of GIS", Xavier Devleeschouwer ; Frank Pourié, IAEG2006 Paper number 420, The Geological Society of London 2006 1.

5.5 Annexe : Localisation des eaux souterraines en RBC (IBGE, 2007)

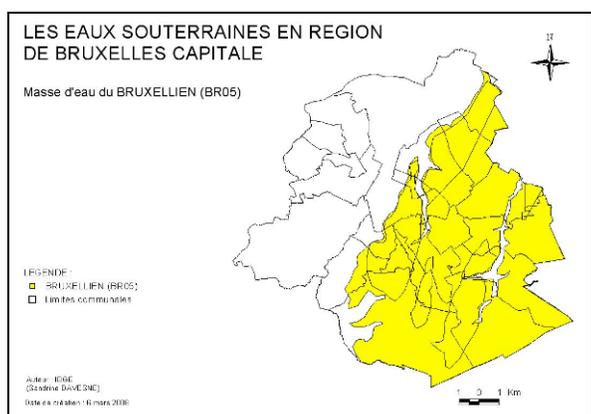
La nappe superficielle alluviale trop compartimentée par des travaux de génie civil (routes, tunnels ferroviaires, métro, parties souterraines des bâtiments) n'est plus considérée comme une masse d'eau à part entière.



Socle : correspond au « Paléozoïque » de la carte géologique



Le « Landénien » correspond à la formation « Hannut » de la carte géologique ; l'« Yprésien » à la formation « Tielt »



5.6 Annexe : Autorisations de rejets dans les eaux de surface

Définition des « eaux usées »

Il s'agit des eaux rejetées à l'issue d'un processus industriel ou d'une utilisation d'eau domestique. Elles sont de trois types : les eaux usées domestiques normales, les eaux usées autres que domestiques normales et les eaux de refroidissement.

Eaux usées domestiques normales

Il s'agit des eaux qui proviennent uniquement:

- des installations sanitaires, des cuisines
- des lessives à domicile
- du nettoyage de bâtiments tels qu'habitations, bureaux, locaux où est exercé un commerce de gros ou de détail, salles de spectacles, casernes, prisons, établissements d'enseignements, hôpitaux, cliniques et autres établissements où des malades non contagieux sont hébergés et reçoivent des soins, bassins de natation, hôtels, restaurants, débits de boissons, salons de coiffure
- des établissements de lavage de linge dont les machines sont utilisées exclusivement par des particuliers
- des usines, ateliers, dépôts, laboratoires occupant moins de sept personnes, sauf si l'autorité compétente estime que les eaux rejetées risquent d'endommager les égouts et/ou la station d'épuration.
- du lavage de moins de 10 véhicules et de leurs remorques par jour à l'exception des véhicules sur rail ainsi que les eaux de pluie.

Eaux usées autres que domestiques normales

- Les eaux usées provenant des fabriques, ateliers, dépôts ou laboratoires occupant minimum 7 personnes ou des fabriques, ateliers, dépôts et laboratoires occupant moins de 7 personnes si l'autorité compétente le juge nécessaire
- Les eaux usées provenant des hôpitaux, cliniques et autres établissements où des malades contagieux sont hébergés et reçoivent des soins
- Les eaux usées provenant d'élevage important dont les ménageries permanentes et de jardins zoologiques.

Conditions générales de rejet des eaux usées

Dans les eaux de surface ordinaires, dans les égouts publics et dans les voies artificielles d'écoulement des eaux pluviales, il est interdit :

- de jeter ou déverser des objets, des matières ou des déchets solides soumis à broyage mécanique ou des eaux contenant de telles matières ;
- d'y laisser couler des liquides pollués ou polluants ou d'y introduire des gaz sauf si une autorisation le permet.

Il est également interdit de déposer des matières solides ou liquides à un endroit tel qu'elles puissent, par un phénomène naturel, se retrouver dans ces mêmes eaux.

Rejets d'eaux usées dans les eaux de surface ordinaires

Remarque : si les eaux utilisées proviennent d'une eau de surface ordinaire ou d'une eau souterraine, les valeurs des conditions de déversement sont adaptées.

Type de pollution	Eaux domestiques usées normales	Eaux usées autres que domestiques normales	Eaux de refroidissement
Organismes pathogènes en quantité dangereuse	Désinfection	Désinfection	Désinfection
pH	6,5 à 9	6,5 à 9	6,5 à 8,5
Demande biochimique en oxygène en 5 jours à 20°C (DBO5)	≤ 15 mg/l	≤ 15 mg/l	-
Teneur en oxygène dissous (O2)	-	-	≥ 4 mg/l

Décoloration d'une solution de bleu de méthylène (sous certaines conditions)	pas avant 3 jours	-	-
Matières sédimentables (sédimentation statique de 2 heures)	≤ 0,5 ml/l	≤ 0,5 ml/l	-
Matières en suspension	≤ 60 mg/l	≤ 60 mg/l	-
Hydrocarbures non polaires extractibles au tétrachlorure de carbone	≤ 3 mg/l	≤ 5 mg/l	-
Détergents (anioniques, cationiques, non ioniques)	-	≤ 3 mg/l	-
Température	-	≤ 30 °C	≤ 30 °C

Les eaux déversées ne peuvent, sans autorisation expresse, contenir :

- certaines substances dangereuses (ex. : mercure, cadmium, ammoniacque, nitrites)
- toute autre substance en concentration pouvant être directement ou indirectement nuisible à la santé de l'homme, la flore et la faune
- toute substance susceptible de provoquer l'eutrophisation₁ des eaux réceptrices comme les phosphates ou les nitrates

Un échantillon représentatif ne peut pas contenir des huiles, des graisses ou autres matières flottantes en quantités telles qu'une couche flottante puisse être constatée.

6 SOURCES ET RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

6.1 Chapitre 2

- CEESE (ULB), UHAGx (FUSAGX), CERAA, ECOLAS, IRM, 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Rapport de synthèse*, 99 p., www.ibgebim.be
- DAUTREBANDE, S., 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Annexe 1 : Cadre conceptuel et expériences hors RBC*, FUSAGX, 78 p., www.ibgebim.be
- BROUYAUX, F. et TRICOT, C., 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Annexe 2 : Climatologie et météorologie en RBC*, IRM, 69 p., www.ibgebim.be
- THIELEMANS, B., 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Annexe 3 : Techniques compensatoires à l'imperméabilisation*, ISA St-Luc – CERAA asbl, 156 p., www.ibgebim.be
- HEUSE, B., 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Annexe 4 : Mesures réglementaires et économiques, planification, communication. Coût et modalités de financement de la gestion des eaux pluviales*, CEESE (ULB), 99 p., www.ibgebim.be
- DE SUTTER, R., 2006, *Etudes en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale / Annexe 5 : Expériences hors RBC : Gand et Londres*, ECOLAS, 103 p., www.ibgebim.be
- HEUZE, B (CEESE / ULB) et DE SUTTER, R. (ECOLAS), 2007, *Coût des mesures contre le ruissellement urbain*, 7 p., www.ibgebim.be
- HEUZE, B (CEESE / ULB) et DE SUTTER, R. (ECOLAS), 2007, *Mesures non structurelles de gestion des eaux pluviales (stratégies, plans, réglementations)*, 10 p., www.ibgebim.be
- BROUYAUX F. et TRICOT C. (IRM), 2007, *Suivi et prévision de la pluviométrie en Région bruxelloise*, 6p., www.ibgebim.be
- BROUYAUX F. et TRICOT C. (IRM), 2007, *Evolution du climat en Région bruxelloise : température et précipitations*, 9 p., www.ibgebim.be
- BESSEMOULIN, P. (ed), 2005, *The Climate of Europe. European Climate Support Network Project, Atlas climatologique européen sur support informatique*, 3 CD Roms (disponible à l'IRM).
- BROUYAUX, F. et al., 2004, *La Belgique au fil du temps. Les événements météorologiques marquants du vingtième siècle en Belgique*. IRM et le Roseau vert (eds), 223 p.
- SNEYERS, R. et VANDIEPENBEECK, M., 1995. Notice sur le climat de la Belgique. IRM, Publication scientifique et technique N° 2, 62 p.
- VANDIEPENBEECK, M., 1996. *Détection pratique de changement de climat dans le cas d'une alternative au caractère aléatoire*. Publication de l'Association Internationale de Climatologie 1995, volume 8, pp. 116-124.
- VANDIEPENBEECK, M., 1997. *Fluctuations récentes dans les séries climatiques de Bruxelles-Uccle (Belgique)*. Publication de l'Association Internationale de Climatologie 1996, volume 9, pp. 528-535.
- DELOBBE, L., 2006. *Estimation des précipitations à l'aide d'un radar météorologique*. IRM, Publication scientifique et technique N° 44, 48 p.
- HAMID K., 2002. *Overzicht van de onweersactiviteit in België in 2001*. KMI, Wetenschappelijke en technische publicatie (non numéroté), (www.meteo.be)
- HAMID K., 2003. *Overzicht van de onweersactiviteit in België in 2002*. KMI, Wetenschappelijke en technische publicatie (non numéroté), (www.meteo.be)
- MALCORPS, H. and CRABBE, M., 1995. *Lightning Localization in Belgium*. In : *Nouvelles de la science et des technologies*, vol. 13, n° 2/3/4, pp. 67-77.
- NEBDI, H., et al. 2002. *On the identification of new phenomena observed on SAFIR system measurements*. IRM, (www.meteo.be)
- IRM, 2003 etc., *Rapports annuels*, (www.meteo.be)
- VANHUYSSE S., DEPIREUX J., WOLFF E., 2006, *Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale*, ULB-IGEAT pour MRBC-AED
- DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005, *Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles". Fiche 8. Evacuation des eaux et prévention des inondations*, IBGE, 7p., www.ibgebim.be
- DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005, *Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles". Fiche 7. Cours d'eau et étangs bruxellois*, IBGE, 7p., www.ibgebim.be
- North Carolina, Department of Environment and Natural Resources, Division of Water Quality, July 2005, *Updated Draft Manual of Stormwater Best Management Practices*, 500 pages.
- DAUTREBANDE S. et DEGLIN D., 1998, *Etude préliminaire relative à la problématique des relations nappe et cours d'eau – pour la remise à ciel ouvert d'un tronçon de la Woluwe*, Etude FUSAGX pour le MRBC/ AED / B4 ; 58 pages + plans.
- IBDE, 2006, *Rapport annuel*, www.ibde.be

- LAURANT A. et BOLLINE A., 1978, *Caractérisation des pluies en Belgique du point de vue de leur intensité et de leur érosivité*, Pédologie, XXVIII, 2, p. 214-232, Gand 1978, pp 214-232.
- CERTU, 2003, *La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*
- VANHUYSSSE S., DEPIREUX J., WOLFF E., 2006, *Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale*, ULB/IGEAT pour le Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, Administration de l'Équipement et des Déplacements/Direction de l'Eau, 60 pages.
- NOVGORODSKY L., 1955, *Le détournement et le voûtement de la Senne à Bruxelles*, La Technique des Travaux, Bruxelles, mars-avril 1955, pp. 108-125.
- Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, *Primes à la rénovation de l'habitat*, <http://www.prime-renovation.irisnet.be>

6.2 Chapitre 3

- IBGE, 2007, *Rapport sur l'Etat de l'Environnement 2003-2006*, www.ibgebim.be
- YOURRASSOWSKY C., GRYSEELS M., DE VILLERS J., 2003, *Les données de l'IBGE : "La faune et la flore à Bruxelles" Fiche 2. Oiseaux*, IBGE, 5p., www.ibgebim.be
- DE VILLERS J., 2005, *Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles" Fiche 12. Le programme de maillage bleu*, IBGE, 5p., www.ibgebim.be
- FEIJT C., HERICKX C., ONCLINCX F., 2002, *Les données de l'IBGE : "L'occupation des sols et les paysages bruxellois" Fiche 2. Les paysages urbains*, IBGE, 3p., www.ibgebim.be
- IBGE, 2007, *Infos fiches éco-construction : guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petits bâtiments - recommandation pratique eau01 - gérer les eaux pluviales sur la parcelle*, 27 p., <http://130.104.235.38/ibge-guide/guide.aspx>
- Jardin Botanique National, 2006, *Cartographie floristique de la Région de Bruxelles-Capitale*, Etude réalisée pour l'IBGE
- VERBANCK, M., 1995, *Transferts de la charge particulière dans l'égout principal de la Ville de Bruxelles*, ULB, thèse de doctorat, pp. 47-50.
- TRIEST L., JOSENS G. et al., 2007, *Rapport sur la qualité écologique des étangs*, mission effectuée pour l'IBGE

6.3 Chapitre 4

- FEIJT C., HERICKX C., ONCLINCX F., 2002, *Les données de l'IBGE : "L'occupation des sols et les paysages bruxellois" Fiche 5. Zone de protection du patrimoine biologique*, IBGE, 9p.
- IBGE, 2007, *Rapport sur l'Etat de l'Environnement 2003-2006*, www.ibgebim.be
- TRIEST L., VAN TENDELOO A. (VUB - APNA) ; BREINE J., BELPAIRE C. (IBW) ; JOSENS G., GOSSET G. (ULB), 2004, *Uitwerking van een ecologische-analysemethodologie voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in toepassing van de kaderrichtlijn water 2000/60/EG*, étude réalisée pour l'IBGE – BIM.
- IBGE, 2007, *Note interne*, Département Maillage Bleu
- Projet BELSPO B-Blooms www.bblooms.ulg.ac.be
- Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale (AATL) <http://www.monument.irisnet.be/fr/index.htm>
- Transposition de la directive SEVESO <http://www.seveso.be/hp/fr/hp.asp>