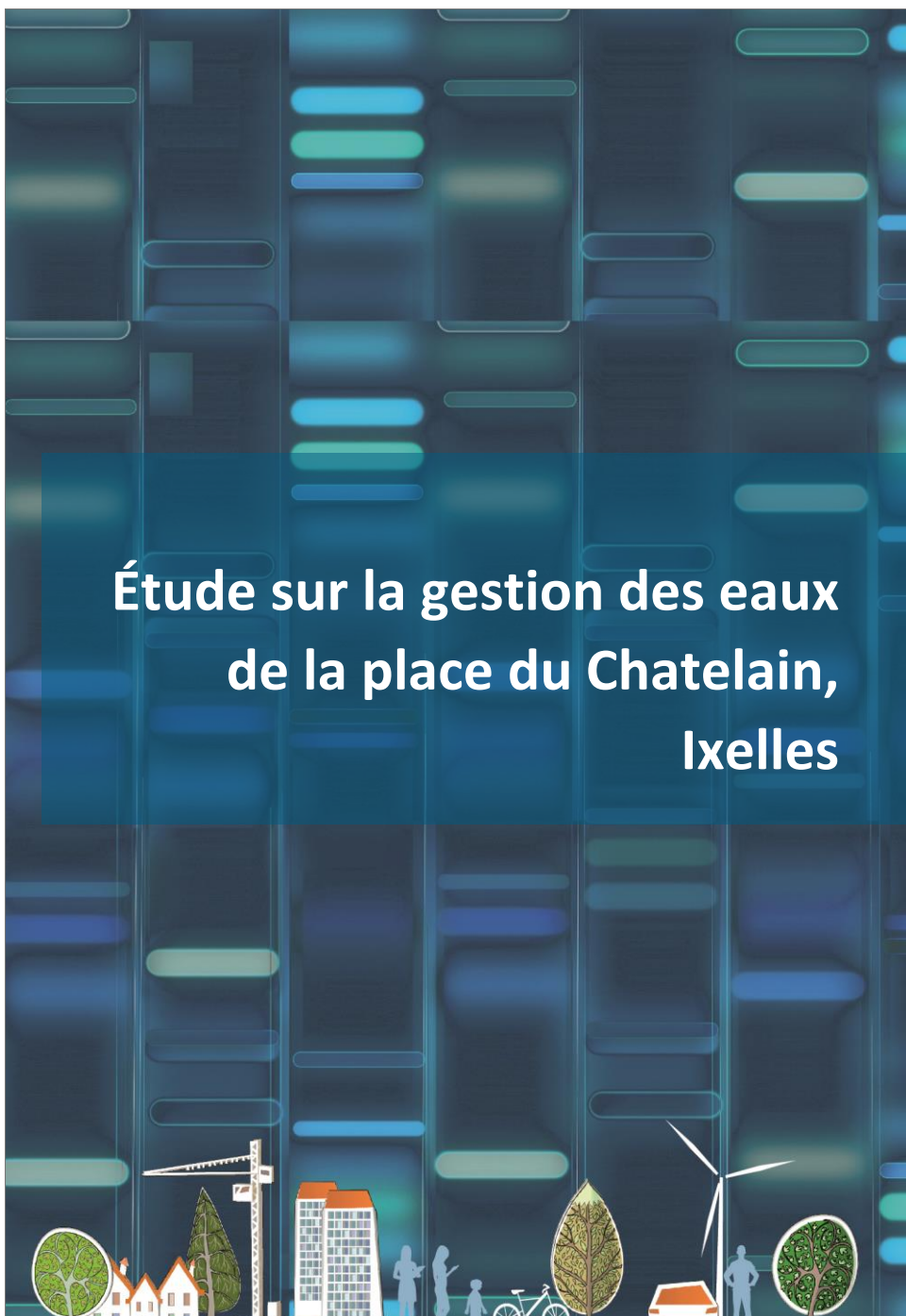


Étude sur la gestion des eaux de la place du Chatelain, Ixelles

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.



Étude de gestion de l'eau de la place du Chatelain à Ixelles

Client

Municipalité d'Ixelles

Soumissionnaire - siège social

Antea Belgium nv
Roderveldlaan 1
2600 Anvers
T : +32(0)3 221 55 00
www.anteagroup.be
Antea Group est certifié conformément à la norme ISO9001.

Contact

Antea Belgium nv
Elsen Olivier
Buchtenstraat 9
9051 Gand
T : +32(0)9 261 57 02
M : +32 498 90 27 19

Numéro d'identification

475762

Contrôle

Dirk Vandenbussche

Personnel du projet

Laura Moens, consultante
Hannes Libeer, consultant

Date	Auteur	Statut/révision	Communiqué de presse
3 mai 2022	Laura Moens	Révision 0	Olivier Elsen

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Étude-cadre	3
1.2	Infiltration et niveau des eaux souterraines	3
1.3	Cadre politique et cadre décisionnel pour les mesures à la source	4
1.3.1	Règlement régional d'urbanisme (GSV) Bruxelles	4
2	Mesures d'évaluation	5
2.1	Mesures	5
2.2	Série sur la surveillance des eaux souterraines	5
2.3	Capacité d'infiltration	5
2.4	Analyse	7
2.4.1	Régime des eaux souterraines	7
2.4.2	Infiltration - intention	9
3	Calculs du modèle de système d'eau de pluie	10
3.1	Conception du RWA	10
3.1.1	Chaussée connectée	10
3.2	Méthode d'analyse	11
3.2.1	Modélisation de l'infiltration	11
3.2.1.1	Objectif	11
3.2.1.2	Construction d'un modèle de conteneur	11
3.2.1.3	Paramètres du modèle Sirio	11
3.3	Résultats	13
3.3.1	Modélisation de SIRIO	13
3.4	Conclusion	13
4	Annexes	14
4.1	Tests d'infiltration	14
4.2	Modélisation	15

1 Introduction

1.1 Étude-cadre

Cette note a été préparée dans le cadre du projet "Reaménagement de la place du Chatelain à Ixelles".

Cette note est un document de clarification des modèles préparés pour l'évaluation du système d'eaux pluviales dans le cadre du projet et doit être lu conjointement avec ces modèles.

1.2 Infiltration et niveau des eaux souterraines

Afin de mesurer la capacité d'infiltration, 6 tests d'infiltration ont été commandés, à une profondeur de 0,5 ou 0.7 m-sous la surface .

Les emplacements des tests d'infiltration sont indiqués sur la Figure 1.

Pour déterminer la profondeur des eaux souterraines, le matériel cartographique fourni par *Bruxelles Environnement* a été utilisé.



Figure 1: Localisation des tests d'infiltration

1.3 Cadre politique et cadre décisionnel pour les mesures à la source

1.3.1 Règlement régional d'urbanisme (GSV) Bruxelles

Selon l'échelle de Lansink, intégrée dans le GSV, des efforts doivent être faits successivement sur

1. Éviter le pavage
2. Priorité à la réutilisation
3. Rejet dans les eaux de surface
4. Infiltration
5. Tampon avec décharge différée

Les trottoirs seront évités si possible en créant des zones vertes et des jardins d'eau.

La réutilisation ne sera pas prise en compte, car on ne sait pas quelles maisons disposent d'un réservoir d'eau de pluie. Cela signifie que les calculs sont effectués sur la base du cas le plus défavorable.

Il n'y a pas d'eau de surface à proximité, il n'est donc pas possible de drainer dans les eaux de surface.

L'étape suivante consiste à se concentrer sur l'infiltration. Les éléments importants sont ici :

- Capacité d'infiltration : doit être considérée par rapport aux directives de Bruxelles Environnement. A Bruxelles, le guide "Gestion des eaux pluviales"¹ de Bruxelles Environnement mentionne une limite de 20 mm/h en dessous de laquelle l'infiltration ne peut être appliquée.
- Niveau de la nappe phréatique : la profondeur de la nappe phréatique (ou des eaux en suspension) peut être limitative tout au long de l'année ou pendant une partie de l'année.
- La texture du sol : si des couches perturbatrices empêchent l'infiltration efficace de l'eau de pluie, cela peut limiter la conception de l'infiltration.

Si une infiltration à 100 % n'est pas possible, il faut envisager une orientation :

- Systèmes hybrides : combinaison de l'infiltration et du tamponnement avec un drainage différé.
- 100% de tamponnement avec décharge différée

¹ http://document.leefmilieu.brussels/doc_num.php?explnum_id=5685

2 Mesures d'évaluation

La détermination des niveaux des eaux souterraines à partir des séries d'eaux souterraines et des capacités d'infiltration est l'objet du présent chapitre.

2.1 Mesures

Les paragraphes suivants traitent des mesures des eaux souterraines et des infiltrations.

2.2 Série sur la surveillance des eaux souterraines

Aucune mesure du niveau des eaux souterraines n'a été effectuée. Pour déterminer la profondeur des eaux souterraines, le matériel cartographique fourni par *Bruxelles Environnement* a été utilisé.

2.3 Capacité d'infiltration

Dans la zone d'étude, 6 mesures K_{sat} (pour déterminer la capacité d'infiltration) ont été effectuées selon la méthode « Falling head » à 0,5 et 0,7 m de profondeur. Les résultats des mesures sont présentés dans Figure 2. Afin d'évaluer le type de mesure à concevoir, les K_{sat} sont comparés à la valeur indicative de 20 mm/h indiquée dans le guide "Gestion des eaux pluviales".

Les capacités d'infiltration mesurées sont suffisamment élevées pour utiliser pleinement l'infiltration. Les valeurs correspondent à une texture de sol sableuse.

Tableau 1 Données du test d'infiltration

Test d'infiltration ID	Type d'essai d'infiltration	Profondeur de l'essai d'infiltration m-MV	Ksat mm/h	Ksat m/s	Conclusion
I1	B	0.5	36.3	1.01E-05	100 % d'infiltration
I2	B	0.5	35.4	9.84E-06	100 % d'infiltration
I3	B	0.7	24.2	6.71E-06	100 % d'infiltration
I4	B	0.7	38.8	1.08E-05	100 % d'infiltration
I5	B	0.7	42.1	1.17E-05	100 % d'infiltration
I6	B	0.7	34.6	9.61E-06	100 % d'infiltration



Figure 2: Emplacements des mesures d'infiltration. À chaque endroit, la profondeur de la mesure d'infiltration (en bleu) et la capacité d'infiltration (en noir, mm/h) sont indiquées.

2.4 Analyse

Le niveau des eaux souterraines est une condition préalable importante pour l'élaboration du concept de tampon (d'infiltration). La nappe phréatique est une limite inférieure importante.

2.4.1 Régime des eaux souterraines

Le sous-sol peut être étudié au moyen d'un forage virtuel à l'aide du BrueGeoTool. À l'endroit où le niveau du sol atteint le niveau de 75,2 m TAW, la profondeur de la surface phréatique peut être trouvée à 14,1 m. C'est la profondeur qui a été modélisée en utilisant les données de mai 2013. Sur les Figure 4 et Figure 5 la profondeur de l'eau souterraine est donnée par rapport au niveau du sol et absolument en mTAW.

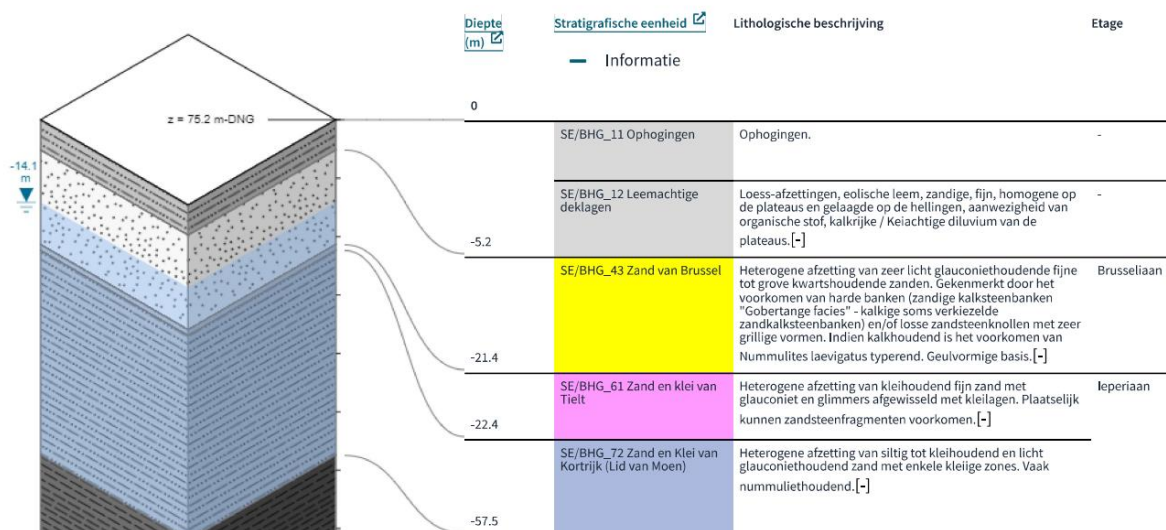


Figure 3 : Alésage virtuel (BrueGeoTool)



Figure 4 : Profondeur de la surface phrétique (m) (Bruxelles Environnement)



Figure 5 : Hauteur de la surface phréatique (mTAW) (Environnement Bruxelles)

Afin de garantir une conception sûre, le seuil du système d'infiltration doit être prévu au moins au-dessus de la surface phréatique, de telle sorte qu'aucun drainage des eaux souterraines n'ait lieu. Le fond de l'installation d'infiltration doit de préférence se trouver au-dessus de la surface phréatique. Si ce n'est pas le cas, l'impact du remplissage du système d'infiltration doit être budgétisé en utilisant une nappe phréatique variable.

2.4.2 Infiltration - intention

La nappe phréatique est suffisamment profonde pour utiliser des systèmes d'infiltration souterrains et aériens. En outre, la capacité d'infiltration est élevée, ce qui signifie que l'infiltration peut être pleinement appliquée. Il n'y a pas de couches peu perméables qui pourraient limiter l'infiltration.

3 Calculs du modèle de système d'eau de pluie

3.1 Conception du RWA

Dans le cadre de la conception, la place sera dotée d'une sous-base d'infiltration et de jardins d'eau. Les chaussées autour des jardins d'eau seront principalement drainées vers les jardins d'eau avant de s'écouler vers la sous-fondation. Le reste des eaux de ruissellement du pavage aboutira dans des canaux en U infiltrants via des gouttières et des rigoles, d'où l'eau sera distribuée sur le sous-sol.

3.1.1 Chaussée connectée

Le pavage de l'ensemble de la place sera relié à la sous-base d'infiltration et aux jardins d'eau. En outre, toutes les surfaces de toit environnantes qui peuvent déjà être déconnectées seront connectées à la fondation. À court terme, seule une petite partie des surfaces de toiture peut être déconnectée. À long terme, on suppose que la moitié avant du toit sera reliée aux fondations.

Le tableau et la figure ci-dessous donnent un aperçu des différentes surfaces.

Tableau 2 : Aperçu des différentes surfaces à l'intérieur et autour de la zone du projet.

	Surface (m ²)	Couleur
Zone du projet	7444	Rouge
Zone verte sud	809	Vert
Zone verte nord	242.5	Vert
Jardin d'eau 1	23.5	Vert
Jardin d'eau 2	12.8	Vert
Jardin d'eau 3	12.8	Vert
Jardin d'eau 4	44	Vert
Chaussée autour de la zone verte	354.8	Gris
Sous-base d'infiltration	5944.7	Rose
Maisons	5444.1	Noir



Figure 6 : Revêtement à l'intérieur et autour de la zone du projet (bordure rouge) : infiltration de la sous-couche (rose), zone verte et jardins d'eau (vert), revêtement du sol (gris) et revêtement du toit (noir).

3.2 Méthode d'analyse

Le système de drainage conçu est calculé sur la base d'une série de précipitations de 100 ans. Ceci est réalisé à l'aide de l'outil SIRIO et peut générer des bilans hydriques, des débordements, des débits à certaines périodes de retour.

3.2.1 Modélisation de l'infiltration

Le système d'infiltration est calculé à l'aide d'un modèle de casier SIRIO. Les simulations sont effectuées avec une série de mesures historiques sur 100 ans et l'analyse statistique qui en résulte est effectuée à l'aide de l'analyse POT.

Dans SIRIO, les citernes, les tuyaux, les oueds, les fossés et les tampons d'infiltration doivent être conceptualisés comme des cuves ou des réservoirs, auxquels les caractéristiques d'entrée et de sortie doivent être définies.

3.2.1.1 Objectif

pour une simulation fine de l'infiltration - établir un bilan hydrique à connaître :

- ce qui s'infiltre
- ce qui est réutilisé
- ce qui s'évapore
- quels dépôts avec quelle période de retour

3.2.1.2 Construction d'un modèle de conteneur

La figure ci-dessous montre la structure du modèle SIRIO. Un exercice de modélisation est réalisé dans lequel les logements sont entièrement connectés (à gauche) et non connectés (à droite).



Figure 7 : Modèle SIRIO montrant un débordement.

3.2.1.3 Paramètres du modèle Sirio

Les questions suivantes sont prises en compte dans la construction du modèle :

- La chaussée totale connectée est tirée de 3.1.1. 6299 m² de pavage de rues sont pris en compte. Si l'on tient compte des toitures, le total est de 5444 m².
- Coefficient de ruissellement de surface : 0,80
Ce coefficient de ruissellement est conforme au Code de bonnes pratiques pour la conception des égouts pour les simulations continues (6.3.3.2 du Code, Flamand) et est utilisé comme valeur par défaut pour les calculs dans SIRIO. Ceci est également mentionné dans le manuel de ce logiciel.
- Seule l'infiltration du sol est prise en compte.
- La capacité d'infiltration est supposée être de 35 mm/h, une capacité d'infiltration médiane basée sur les tests d'infiltration effectués. Une analyse de robustesse peut être effectuée avec un facteur de sécurité de 2.

- Aucune nappe phréatique n'est incluse. Les eaux souterraines sont suffisamment profondes pour que le fond de la sous-fondation ne se trouve pas sous le niveau des eaux souterraines.
- Aucune réutilisation n'est facturée. Cela signifie que les calculs sont basés sur le cas le plus défavorable.
- Les dimensions (volume tampon, surface d'infiltration) des installations d'infiltration sont prises en compte de la manière suivante.
 - Les jardins d'eau et les espaces verts ne sont pas pris en compte. En réalité, une partie du pavage pourra s'infiltrer dans ces installations d'infiltration. Les calculs sont donc effectués sur la base du cas le plus défavorable.
 - Le sous-base d'infiltration est considéré comme un réservoir horizontal d'une surface de 5944 m². Il a une épaisseur supposée de 20 cm, dont 20 % sont disponibles pour le tamponnement de l'eau (porosité effective). La surface d'infiltration s'élève à 5944 m².

Tableau 3 : Porosités de différentes textures de sol (source : [Gestion des eaux de pluie sur la parcelle \(leefmilieu.brussels\)](#) et <http://eduterre.ens-lyon.fr/>)

	Totale porositeit (%)	Effectieve porositeit (%)
Zand en grind	25 tot 40	15 tot 25
Fijn zand	30 tot 35	10 tot 15
Klei	40 tot 50	1 tot 2
Krijt	10 tot 40	1 tot 5
Kalksteen (gebarsten)	1 tot 10	10 tot 50

3.3 Résultats

3.3.1 Modélisation de SIRIO

Les résultats seront discutés dans Tableau 4.

L'infiltration est utilisée dans la sous-base. Toutes les eaux de pluie qui sont raccordées peuvent s'infiltrer dans le sous-sol, aussi bien lorsque les toitures ne sont pas raccordées que lorsqu'elles le sont. Dans les deux cas, il n'y a ni débordement ni écoulement.

Le degré de remplissage de la plate-forme s'élève à un maximum de 85% si les maisons environnantes sont également raccordées. Si les logements ne sont pas reliés, le taux de remplissage est de 28% maximum.

Tableau 4 : Résultats du bilan hydrique Sirio . Les totaux par point de connexion sont considérés ici.

	Précipitations nettes [m³]	Drainage	Infiltration [%]	Évaporation [%]	Débit [%]	Débordement [%]	Nombre de défections en 100 ans
<i>Sous-base avec raccordement au logement</i>	575800	0	575800	0	0	0	0
<i>Sous-base sans raccordement au logement</i>	308900	0	308900	0	0	0	0

L'impact du changement climatique (2050) a également été examiné. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous. Il montre qu'au maximum tous les 7 ans, la sous-base sera insuffisante pour infiltrer toutes les eaux de pluie, et ce dans le pire des cas. Il faut toutefois tenir compte du fait que les espaces verts et les jardins d'eau n'ont pas été inclus dans les calculs. La réalité sera donc plus positive.

Tableau 5 : Nombre de débordements en 100 ans avec changement climatique (2050) dans deux scénarios.

	Scénario climatique moyen	Scénario de climat estival élevé
<i>Sous-fondation avec raccordement au logement</i>	9	16
<i>Sous-fondation sans raccordement au logement</i>	0	1

3.4 Conclusion

Dans le climat actuel, toute l'eau de pluie peut être infiltrée en prévoyant une sous-base infiltrante. En tenant compte du changement climatique, toute l'eau de pluie peut être infiltrée si aucune maison n'est raccordée. Si toutes les habitations sont entièrement raccordées, presque toutes les eaux de pluie s'infiltreront, mais dans le scénario climatique le plus défavorable, un débordement se produira en moyenne tous les 7 ans.

Les zones qui sont utilisées pour l'infiltration doivent être protégées de la charge (par exemple pendant la phase de construction). Si ces derniers sont chargés, un compactage peut se produire, ce qui peut réduire considérablement la capacité d'infiltration et les résultats tels que discutés dans ce mémorandum ne s'appliquent plus.

4 Annexes

4.1 Tests d'infiltration

4.2 Modélisation