

Etude hydrogéologique et hydrographique du Parc Josaphat

Commune de Schaerbeek

Rapport final

Table des matières

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE	3
2. METHODOLOGIE.....	5
3. LOCALISATION ET CONTEXTE HISTORIQUE	6
3.1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	6
3.2. CONTEXTE HISTORIQUE ET PROBLEMATIQUE RENCONTREE	7
3.2.1. <i>Le parc Josaphat</i>	7
3.2.2. <i>Source Fontaine d'Amour : histoire et légende</i>	10
4. VALORISATION DES DONNEES EXISTANTES	13
5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	14
6. CARACTERISATION HYDROGEOLOGIQUE.....	18
6.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	18
6.2. ZONE D'ALIMENTATION, PIEZOMETRIE ET DIRECTIONS D'ECOULEMENT DE L'AQUIFERE DU BRUXELLIEN	21
6.3. RESEAUX DE SUIVI DE LA NAPPE DU BRUXELLIEN (IBGE).....	23
7. TRAVAUX DE TERRAIN – REALISATION DE PIEZOMETRES.....	25
7.1. GEOLOGIE LOCALE	25
7.2. SUIVI DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE.....	28
8. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES.....	29
8.1. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES REALISEES AU NIVEAU DE LA SOURCE FONTAINE D'AMOUR	29
8.2. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES REALISEES AU NIVEAU DES ETANGS DU PARC.....	37
8.3. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES REALISEES AU NIVEAU DES PIEZOMETRES DU PARC	42
9. ORIGINE DES CONTAMINATIONS : DIAGNOSTIC	45
9.1. DIAGNOSTIC SUR L'ORIGINE DE LA CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE DE LA SOURCE	45

9.2.	DIAGNOSTIC SUR L'ORIGINE DE LA CONTAMINATION PAR NITRATES DE LA SOURCE	46
9.3.	DIAGNOSTIC SUR L'ORIGINE DE LA CONTAMINATION DE L'EAU DE SURFACE DES ETANGS DU PARC JOSAPHAT	52
10.	MODELISATION DES FLUX ET DE LA PROPAGATION DE POLLUANTS DANS LA NAPPE DU BRUXELLIEN	56
10.1.	OBJECTIFS POURSUIVIS	56
10.2.	LOGICIEL UTILISE ET DESCRIPTION DE LA MODELISATION	56
10.3.	RESULTATS DE LA MODELISATION	60
11.	RECOMMANDATIONS : SOURCE ET ETANGS DU PARC JOSAPHAT	63
11.1.	SOURCE FONTAINE D'AMOUR	63
11.2.	ETANGS DU PARC JOSAPHAT	64
12.	CONCLUSIONS	67
	BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES DE DONNEES	69
	ANNEXES	70
	Annexe 1 : Résultats des analyses	
	Annexe 2 : Documents historique du parc (photos, articles)	
	Annexe 3 : Photos	
	Annexe 4 : Plan des piezomètres	
	Annexe 5 : Plans des égouttages vivaqua	

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le parc Josaphat constitue un espace vert naturel important et classé de la commune de Schaerbeek. Ses ressources hydriques, qui contribuent à la qualité écologique et biologique du parc, sont constituées d'une source (Fontaine d'Amour) et d'une série d'étangs.

Depuis plusieurs années, des analyses chimiques et bactériologiques de l'eau de la source indiquent une contamination de celle-ci, la rendant inapte à la consommation humaine (dépassement de normes de potabilité).

En effet, ces analyses chimiques et bactériologiques de l'eau de la source Fontaine d'Amour, effectuées depuis 2010, ont montré que cette eau ne répondait pas aux normes de potabilité définies par la Région de Bruxelles-Capitale, et était ainsi impropre à la consommation humaine. En particulier, une pollution chimique aux nitrates, ainsi qu'une pollution bactériologique, ont été observées.

Les analyses effectuées ultérieurement, jusqu'à ce jour, ont confirmé ces premières constatations et le caractère non-potable de l'eau de la source.

Un constat de dégradation de la qualité biologique et chimique de l'eau des étangs est également posé, se traduisant notamment par des phénomènes d'eutrophisation et par le développement non-maitrisé d'algues.

La mauvaise qualité de l'eau des étangs, à l'origine du développement des algues filamenteuses observées en période estivale, a pour conséquence de porter sérieusement atteinte d'une part au paysage et à l'esthétique de ce lieu classé, et d'autre part aux fonctions éco-biologiques du parc et en particulier de ses ressources hydriques.

Face à ce constat de dégradation de la qualité des ressources hydriques du parc, et à la volonté d'améliorer la qualité environnementale de cet espace naturel, la commune de Schaerbeek a commandé la réalisation d'une étude hydrogéologique et hydrographique.

En effet, le Collège des Bourgmestres et Echevins de la commune de Schaerbeek, en sa séance du 16 décembre 2014 (décision N°52/B/143), a décidé notamment de faire droit aux remarques et propositions du CODIR (Comité des directeurs), à savoir :

- Il estime que la qualité de l'eau de la source constitue un enjeu environnemental mais aussi un enjeu symbolique important, notamment pour l'image de la Commune ;
- Il souhaite donc que, dans le cadre du plan de gestion du parc Josaphat, une politique de suivi et d'amélioration constante de la qualité de l'eau de la source puisse être développée.

Pour développer une politique de suivi et d'amélioration constante de la qualité des eaux de la source Fontaine d'Amour, il y a lieu d'identifier avec précision la/les origine(s) des pollutions qui affectent l'eau de la source.

Dans ce contexte, les objectifs de la présente étude sont les suivants :

- Décrire le contexte hydrographique et hydrogéologique du parc Josaphat en relation avec l'alimentation de la source Fontaine d'Amour et avec les étangs du parc ;

- Réaliser un diagnostic de la qualité de la source Fontaine d'Amour, et déterminer les origines des pollutions constatées;
- Appuyer le diagnostic par la réalisation d'un modèle mathématique de la nappe alimentant la source;
- Réaliser un diagnostic de la qualité de l'eau des étangs du parc Josaphat, et déterminer les origines des pollutions constatées;
- Formuler des recommandations pour :
 - ✓ Améliorer la qualité de l'eau de la source Fontaine d'Amour
 - ✓ Améliorer la qualité de l'eau des étangs du parc Josaphat, et optimiser leur alimentation en eau

2. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie retenue pour l'étude, conformément au cahier spécial des charges, est la suivante :

1. Etude bibliographique et collecte des données existantes.
2. Valorisation des données existantes pour la description du contexte hydrologique et hydrogéologique, pour le diagnostic de la qualité de l'eau de la source et des étangs du parc Josaphat, et pour le diagnostic des origines de pollutions potentielles.
3. Réalisation de forages équipés en piézomètres pour la caractérisation hydrogéologique et le diagnostic de qualité de la nappe, et prises de niveaux d'eau.
4. Echantillonnage d'eau de surface (étangs) et d'eau souterraine (source et piézomètres).
5. Analyses physico-chimiques et bactériologiques au niveau de la source, des étangs et des piézomètres.
6. Interprétation des données physico-chimiques et bactériologiques pour la source, les étangs et les piézomètres.
7. Diagnostic sur l'origine potentielle des contaminations de la source Fontaine d'Amour.
8. Diagnostic sur l'origine potentielle des contaminations des étangs du parc Josaphat.
9. Modélisation mathématique des flux et de la propagation de polluants dans la nappe.
10. Formulation de recommandations pour l'amélioration de la qualité de l'eau de la source Fontaine d'Amour.
11. Formulation de recommandations pour l'amélioration de la qualité de l'eau des étangs du parc Josaphat.
12. Réalisation de séances de présentation des résultats (intermédiaires et finaux) de l'étude.
13. Rédaction d'un rapport final.

L'étude s'est déroulée de novembre 2016 à février 2018.

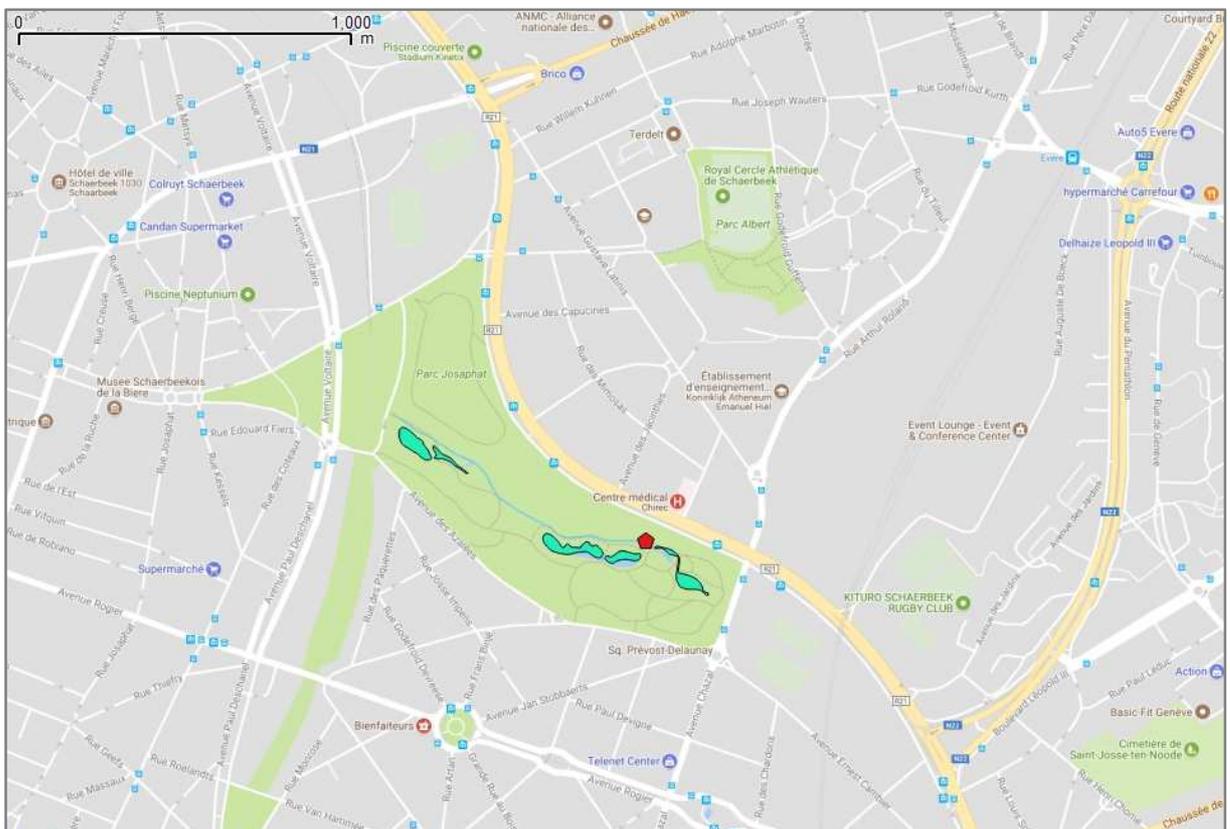
3. LOCALISATION ET CONTEXTE HISTORIQUE

3.1. Localisation de la zone d'étude

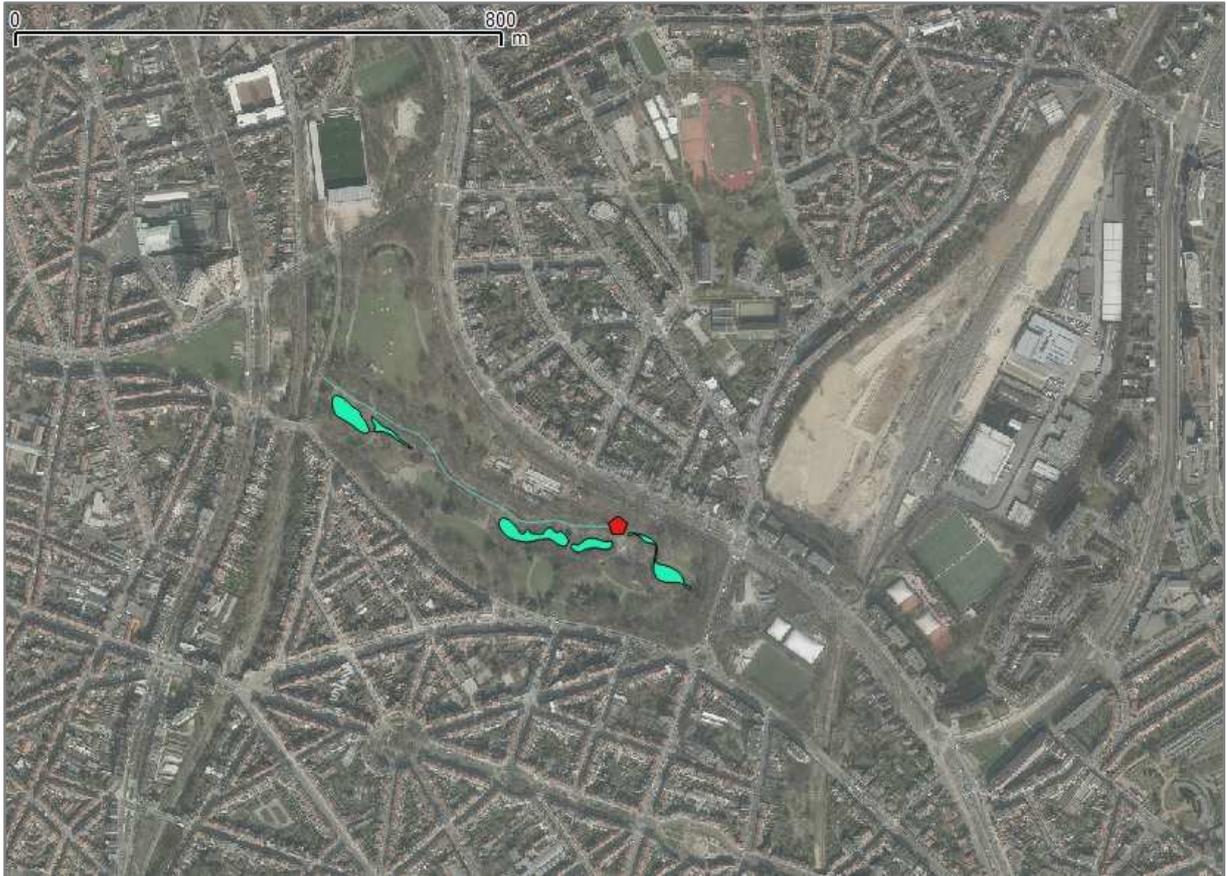
Le parc Josaphat est situé dans la commune de Schaerbeek. D'une superficie d'environ 20 ha, il est délimité par le Boulevard Lambermont, l'Avenue Chazal, l'Avenue des Azalées, et l'Avenue Louis Bertrand.

Le parc constitue une enclave naturelle préservée (zone classée) au sein d'une zone très urbanisée soumise à de fortes pressions anthropiques liées au développement croissant de l'aménagement urbain du territoire.

Les figures ci-dessous illustrent la situation du parc Josaphat, et en particulier la localisation des étangs (en bleu) ainsi que de la source Fontaine d'Amour (symbole rouge)



L'image satellite reprise ci-dessous illustre en particulier le caractère extrêmement urbanisé de la zone entourant le parc Josaphat. On observe également, dans la partie E-NE, la friche de l'ancien site SNCB.



3.2. Contexte historique et problématique rencontrée

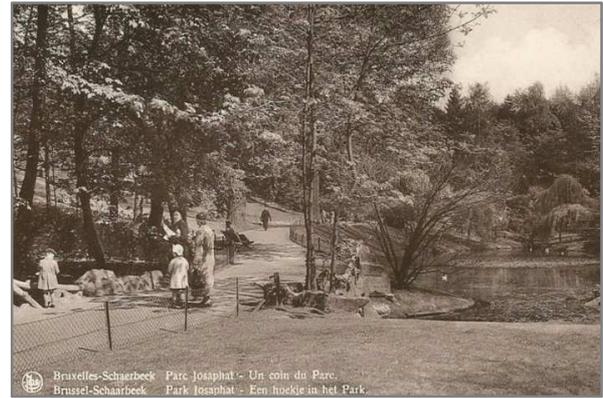
3.2.1. Le parc Josaphat

Entre le plateau de Linthout et le centre de la Commune de Schaerbeek s'étend la Vallée Josaphat, anciennement dénommée "Kattepoel" ("mare endiguée").

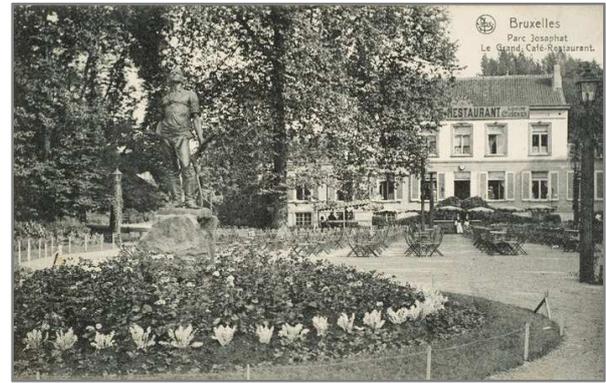
Elle est arrosée par le ruisseau "Roodebeek" qui prend sa source au plateau de Linthout, à hauteur du complexe actuel de la RTBF-VRT. Il alimente les étangs du Parc Josaphat et va se jeter dans le Maelbeek, aux environs de la rue de Jérusalem. Ce ruisseau actionnait jadis un moulin, le Roodebeekmolen.

La dénomination de cette vallée trouve son origine dans l'histoire suivante :

En 1574, un pèlerin revenant de Terre Sainte s'arrête dans la vallée du Roodebeek, là où viennent mourir les dernières ondulations du plateau de Linthout. Il prétend y déceler une ressemblance frappante avec la Vallée du Josaphat (ou du Cedron, son torrent) et le Jardin des Oliviers, situés aux portes de Jérusalem. C'est ainsi qu'il décide de baptiser cet endroit "Josaphat". Dans la partie haute de cette vallée, sur une colline surnommée " de Heylingenbergh", il fait ériger une colonne d'ordre ionique, commémorant ainsi son voyage et sa découverte. Cette colonne est d'abord restaurée en 1660 par Guillaume Timmermans (un parent du pèlerin), puis renversée en 1794 par les sans-culottes.



En bordure de la vallée s'élevait un petit domaine boisé privé doté d'une maison de campagne, dite château, construite en 1720 par le sieur Adrien Louts. A la mort de son fondateur, ce domaine est vendu à Arnould Truyts en 1773, puis à Simon Sanchez de Aguilar, conseiller d'Etat de l'empereur Joseph II d'Autriche, le 2 mai 1794. En 1874 enfin, Félix Martha, Conseiller à la Cour des Comptes, en fait l'acquisition, donnant ainsi son nom au château.



Suite à la mort de son époux en 1900, Madame Martha décide alors de déboiser l'endroit. C'est alors que le Roi Léopold II intervint auprès de l'administration communale de Schaerbeek, lui suggérant la création d'un parc public sur cette propriété.

Il souhaitait maintenir cette zone de verdure, d'autant plus qu'à ce moment-là, la création du boulevard de la grande ceinture menaçait la vallée d'une totale urbanisation.

En 1902, la Commune de Schaerbeek décide donc d'acheter le domaine (une superficie de 6 ha) par voie d'expropriation pour cause d'utilité publique et confie l'aménagement du parc à l'architecte-paysagiste Edmond Galoppin qui en fit la magnifique oasis de verdure que nous connaissons aujourd'hui. Le parc est officiellement inauguré le 26 juin 1904, en présence du roi Léopold II. Grâce à des achats de parcelles appartenant à des cultivateurs voisins, la superficie du parc est portée ultérieurement à une vingtaine d'hectares et, en 1914, le parc est doté d'une plaine de jeux. Le château, situé à l'origine sur l'esplanade actuelle de la buvette, devant le kiosque, est transformé en laiterie (restaurant) et démolit quelques années plus tard.

La cascabelle que l'on peut voir à l'arrière de l'actuelle buvette (dénommée "Laiterie du Parc") marque l'emplacement de l'ancien moulin à eau "Roodebeekmolen". Ce dernier, privé de ses meubles, était devenu " le Château Vert " que d'autres guinguettes concurrençaient, comme

le " Cavitje " ou le " Château d'Amour ", non loin de la Fontaine d'Amour rendue célèbre par la légende racontée au point "3.2.2 Histoire, légende ou description de source Fontaine d'Amour".

" Les deux "Maisons Schampaert" construites en 1732 par Jean Schampaert qui les destinait à ses filles Elisabeth et Clara et situées à l'origine le long du Minneborreweg et ont été englobées ultérieurement dans l'assise du parc. L'une d'elles fut longtemps occupée par l'inspecteur de police chargé de la surveillance du parc. L'autre sert encore de lieu de réunions pour diverses associations. Quant à la partie haute du parc actuel, elle abrite la Gilde des Archers de Saint-Sébastien, fondée en 1598, la Gilde des Archers de Monplaisir datant de 1920, et celle de la Fraternité (1929).



Ce site admirable fut vanté par de nombreux écrivains et artistes, dont Hyppolite Boulanger et surtout Emile Verhaeren, qui le parcourait fréquemment lorsqu'il se rendait chez son ami Constant Montald à Evere.

C'est aussi un véritable musée en plein air : en effet, au hasard des allées, on y découvre plusieurs effigies ou bustes d'écrivains (Emile Verhaeren, Nestor de Tière, Hubert Krains, Albert Giraud et Georges Eekhoud) et d'artistes (les peintres Léon Frédéric et Oswald Poreau et le compositeur Henri Weyts).

Les autres sculptures sont "L'élagueur" et "Eve et le serpent" (par Albert Desenfans), "Cendrillon" (par Edmond Lefever), "Tijl Uylenspiegel" et "Cariatide" (par Eugène Canneel), "Maternité" (par De Korte), le "Monument Philippe Baucq" (par Nisot), "Borée" (par Joseph Van Hamme) et, bien sûr, le "Monument Edmond Galoppin" (par Lecroart), érigé à la mémoire du créateur du parc.

La partie haute du parc, autour des quatre mâts élevés, est réservée aux passionnés de tir à l'arc. En 1952, un golf miniature de 18 trous est inauguré. Cette belle réalisation est due au paysagiste René Péchère.

Le parc Josaphat est classé par Arrêté Royal le 31 décembre 1974. Poumon vert de la commune de Schaerbeek, il est un havre de paix où se mêlent le chant des oiseaux, le rire des enfants et le parfum des fleurs et des arbres.



3.2.2. Source Fontaine d'Amour : histoire et légende

Au fond de la vallée Josaphat, jaillit une source dont le nom, Fontaine d'Amour, puise son origine dans la légende suivante :

"Il était une fois, sur la colline au pied de laquelle jaillit cette source, un manoir occupé par d'heureux châtelains. Ils avaient une fille unique, jolie, tendre et sage, prénommée Herlinde. Un soir de tournoi (de tir à l'arc), elle fit la connaissance d'un jeune chevalier nommé Théobald. Très vite, ils s'éprirent l'un de l'autre et chaque jour, au crépuscule, ils se retrouvaient près de la source. Hélas, le chevalier reçut un jour un ordre de départ et quitta sa dulcinée après mille promesses de fidélité et de retrouvailles.

Chaque soir, Herlinde venait seule à la fontaine pour rêver à celui qu'elle aimait, aux heures passées qu'elle regrettait et aux heures prochaines qu'elle espérait. Mais le temps passa et jamais le beau Théobald ne donna le moindre signe de vie. Dès lors, lassée d'attendre et épuisée de chagrin, la pauvre Herlinde se noya dans la source".

Un monument en forme de réservoir avec une inscription rappelant l'évènement tragique fut installé par des voisins compatissants. Aujourd'hui encore, la croyance existe que deux amants qui ont bu de cette eau ensemble dans le même verre se verront unis avant l'expiration de l'année.

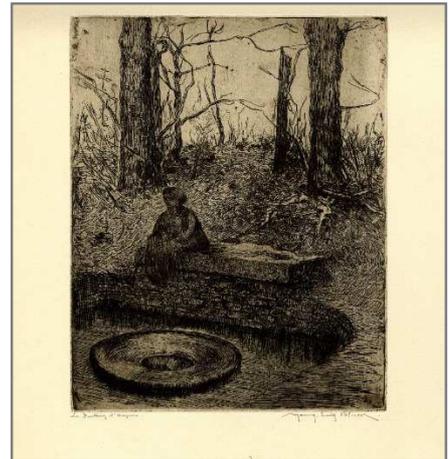
En 1943, Fr De Roy légua une somme d'argent pour l'édification d'un monument attaché à la légende mais ce n'est qu'en 1986 que le sculpteur De Rijk immortalisa, dans un bloc de marbre de Carrare, Herlinde se jetant dans la fontaine d'Amour.

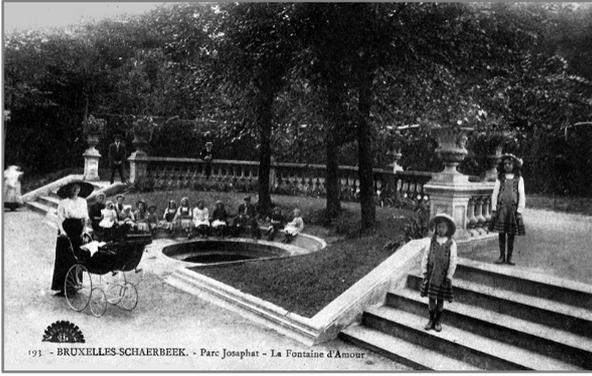
Comme on peut le lire ci-dessus, la légende prétend que deux amants qui ont bu de cette eau ensemble dans le même verre se verront unis avant l'expiration de l'année.

Au-delà de la légende, actuellement les visiteurs du parc – humains ou animaux, aussi bien jeunes qu'adultes – boivent régulièrement de cette source (voir photos ci-dessous).



L'aménagement de l'environnement de la source, tel qu'on le connaît aujourd'hui, a fortement évolué au cours du temps. Les images d'archives et historiques reprises ci-dessous illustrent la configuration de la source et de son environnement immédiat au fil des siècles.





4. VALORISATION DES DONNÉES EXISTANTES

Dans le cadre de la présente étude, des données en relation avec l'aménagement du territoire, l'environnement, le milieu physique, le sous-sol et les ressources en eau, la gestion des eaux usées et pluviales, etc, ont été collectées et mises à disposition.

Les principales institutions détentrices d'informations et données, ayant contribué à la réalisation de la présente étude, sont :

- Données, plans et rapports fournis par la Commune de Schaerbeek
- Données et rapports fournis par IBGE
- Données fournies par Vivaqua
- Portails cartographiques IBGE, URBIS, BRUGIS, Vivaqua

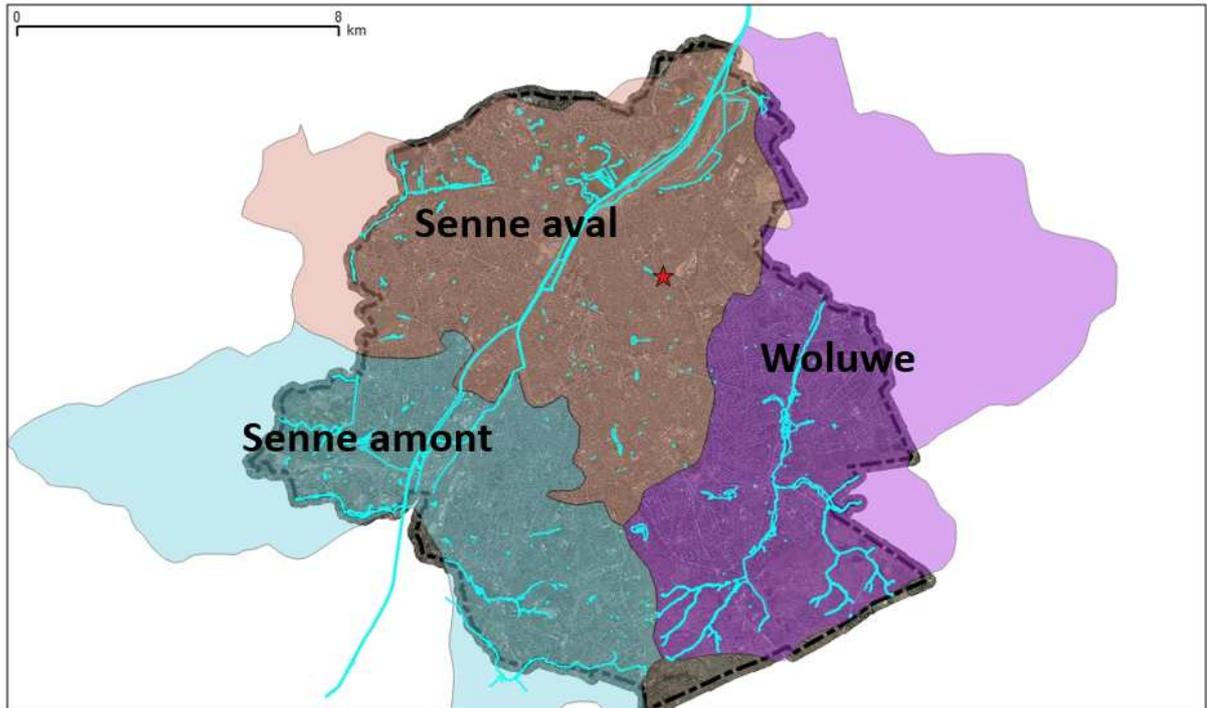
La valorisation de ces données a permis une première description et caractérisation des éléments suivants :

- Contexte physique
- Contexte hydrographique
- Contexte géologique et hydrogéologique
- Aménagement du territoire et risques de pollution
- Prélèvements d'eau (captages)
- Monitoring de la qualité des eaux de surface / souterraines
- Evaluation de la qualité des eaux
- Réseaux de collecte des eaux pluviales et usées

Ces données existantes ont été complétées par les investigations de terrain réalisées dans le cadre de la présente étude (inventaire des sources de pollution, réalisation de forages équipés en piézomètres, échantillonnages d'eau et analyses, mesures de niveaux d'eau et de paramètres in-situ, réalisation de couches cartographiques, etc.).

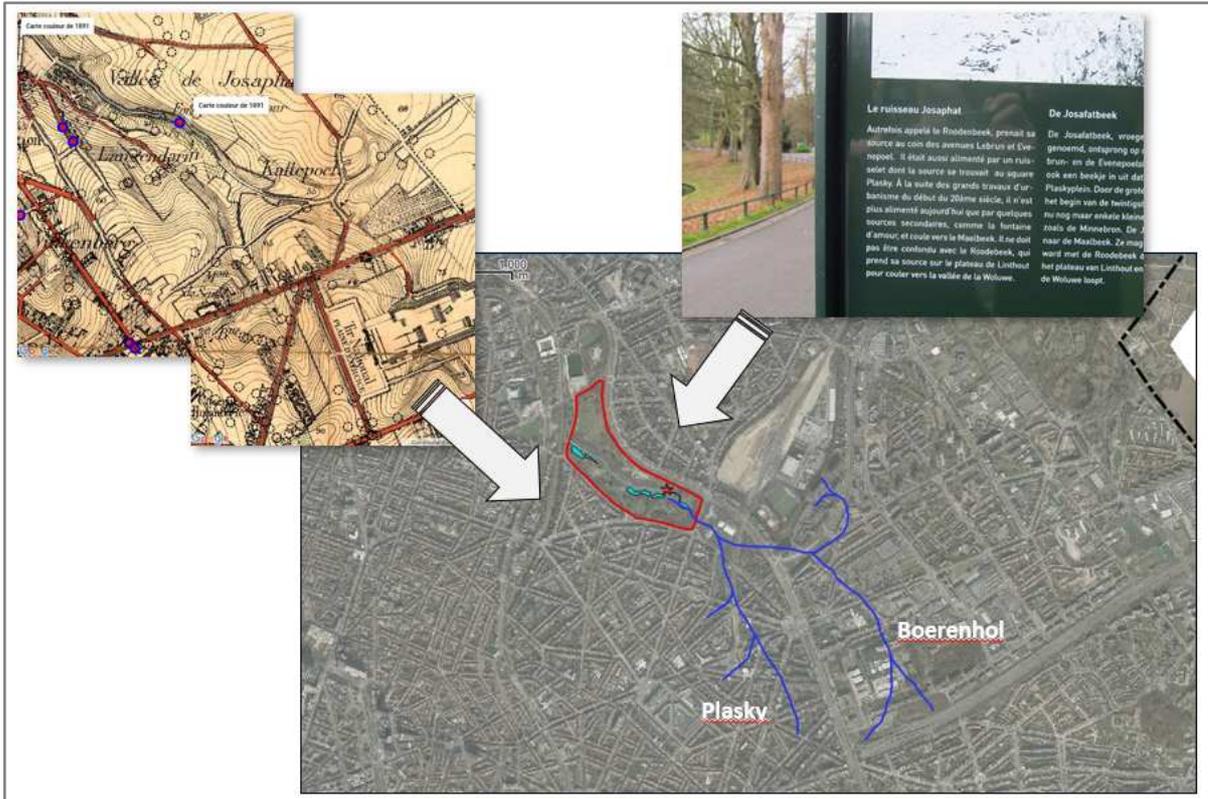
5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le parc Josaphat se situe dans le bassin hydrographique de la Senne aval (voir carte ci-dessous, illustrant les bassins hydrographiques de la Région de Bruxelles Capitale).



Le parc Josaphat était historiquement traversé par un ruisseau, dénommé ruisseau Roodenbeek, qui prenait sa source au coin des rues Jules Lebrun et Henri Evenepoel. Il était également alimenté par un ruisseau dont la source se trouvait au square Plasky.

Des cartes historiques, telles que reprises ci-dessous, permettent de reproduire le contexte topographique et hydrographique naturel, tel que rencontré dans la zone d'étude avant les grands travaux d'urbanisation du 20^{ème} siècle. On y distingue clairement le ruisseau Roodenbeek traversant le parc, et ses 2 tronçons amont appelés 'Boerenhol' et 'Plasky'.



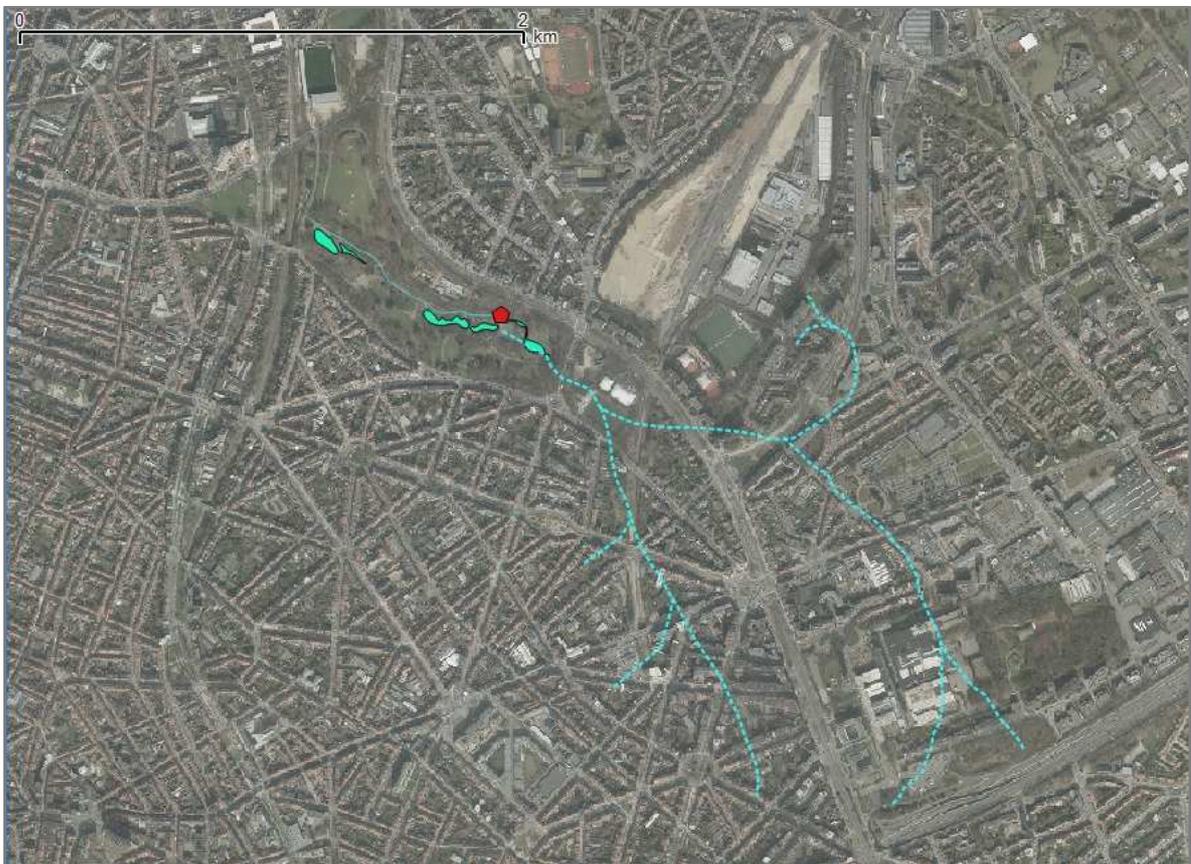
A la suite des grands travaux d'urbanisme du 20^{ème} siècle et encore à l'heure actuelle, le ruisseau Roodenbeek (que l'on dénomme à présent également « ruisseau Josaphat ») n'est plus alimenté que par quelques petites sources secondaires, dont la plus importante est la source Fontaine d'Amour. Il s'écoule vers le Maalbeek.

La source située au coin des rues Jules Lebrun et Henri Evenepoel (source « Boerenhol ») ainsi que l'ancien cours d'eau qu'elle alimentait ont été voutés et transformés en collecteur, lequel passe en profondeur sous le parc Josaphat.

La source « Plasky », quant à elle, est à présent directement collectée vers les égouts.

Les différents étangs que l'on retrouve actuellement dans l'axe de la vallée au sein du parc Josaphat, sont situés dans le lit historique du Roodenbeek. Ils ne sont à ce jour que très faiblement alimentés de manière naturelle, par le résidu (très faible et intermittent) d'écoulement de l'ancien ruisseau Roodenbeek au niveau de la « cascade » (en amont de l'étang 1), par les écoulements hypodermiques superficiels des versants du parc, par le ruissellement direct, et le cas échéant par les débits de fuite des égouts et collecteurs situés dans la zone. L'eau des étangs circule *en principe* essentiellement en circuit fermé grâce à un système de pompes permettant d'alimenter l'étang amont avec l'eau des étangs aval. A l'heure actuelle (début 2018), ce système n'est toutefois pas opérationnel et la réalimentation des étangs est par conséquent extrêmement faible.

La figure ci-dessous illustre la situation actuelle en termes de topographie et d'aménagement du territoire suite aux grands travaux d'urbanisation, à laquelle se superposent (en traits pointillés bleus) les tracés des anciens cours d'eau aujourd'hui disparus ou canalisés.



A ce jour, la source Fontaine d'Amour constitue la principale alimentation en eau du seul cours d'eau présent dans le parc, à savoir le ruisseau Josaphat. Aucun cours d'eau permanent et significatif n'est donc présent dans le parc en amont de la source Fontaine d'Amour.

La figure ci-dessous illustre la source Fontaine d'Amour, ainsi que le ruisseau Josaphat qui y prend naissance et s'écoule en aval vers le Maalbeek.



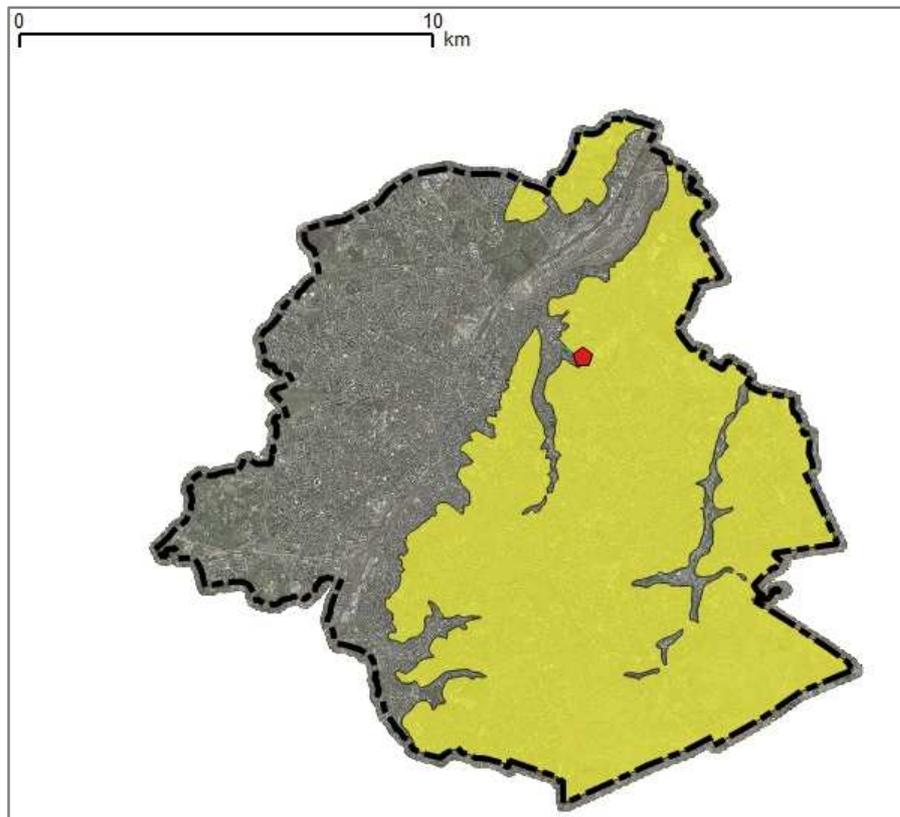
6. CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE

6.1. Contexte géologique et hydrogéologique

Le Parc Josaphat est situé au droit d'une importante nappe aquifère, d'extension régionale, appelée nappe des sables bruxelliens (masse d'eau Br05).

Cet aquifère est logé dans les horizons sableux du Tertiaire, lesquels présentent généralement une porosité élevée et une perméabilité appréciable permettant une exploitation de l'eau souterraine techniquement et économiquement intéressante, notamment pour la production d'eau potable.

L'extension de l'aquifère des sables bruxelliens, au sein de la Région de Bruxelles Capitale, est reprise sur la figure ci-dessous. On constate que plus de 60% du territoire de la Région est couvert par cet aquifère.



En ce qui concerne la typologie géologique et hydrogéologique de la masse d'eau des sables du Bruxellien (BR05), également appelée aquifère des sables bruxelliens, elle se compose stratigraphiquement des quatre formations suivantes, de la plus ancienne à la plus jeune :

- Formation de Gent (Membre de Vlierzele) qui n'est cependant pas présente dans la zone étudiée,
- Formation de Bruxelles,
- Formation de Lede,

- Formation de Maldegem (Membre de Wemmel).

Le Membre de Vlierzele de la Formation de Gent est composé de sable gris vert, très fin, glauconieux et plus argileux vers la base. Son épaisseur est restreinte à 4 m.

La Formation de Bruxelles est constituée de sable blanc à jaune, quartzueux, parfois glauconifère et elle présente souvent une stratification oblique. Ces sables renferment souvent des concrétions gréseuses particulières (« grès fistuleux ») et ils sont parfois calcaireux. Quand le sédiment est calcaire, on retrouve typiquement des nummulites *laevigatus*. A la base de la Formation de Bruxelles, les sables sont plus grossiers, parfois même graveleux et également plus chargés en glauconie. L'épaisseur totale de la formation dans la région varie de 0 à 70 m.

La Formation de Bruxelles est surmontée par la Formation de Lede, composée de sables gris, fins, carbonatés et légèrement glauconieux. Par endroit, le sable est caractérisé par la présence de bancs de calcaire sableux. Vers la base, la Formation de Lede présente des niveaux plus grossiers et tout à la base, un gravier bien marqué avec des éléments remaniés. L'épaisseur maximale atteint 12 m.

Au-dessus de la Formation de Lede se trouve la Formation de Maldegem composée de quatre membres (le Membre de Wemmel, les Membres d'Ursel et d'Asse, le Membre de Onderdale et le Membre de Zomergem). Le Membre de Wemmel fait également partie intégrante de l'aquifère Br05 étudié. Il est également sableux, composé de sables gris, fins, très glauconieux. La teneur en argile augmente vers le sommet. Ce membre est caractérisé par la présence de nummulites *wemmelensis* et d'une couche de base bien développée, riche en nummulites remaniées et roulées, ainsi qu'en fragments de grès calcaire fossilifère. L'épaisseur est très variable, atteignant en moyenne 5 m.

La base de l'aquifère du Bruxellien (BR05) repose sur le Membre de Saint-Maur (Formation de Kortrijk), constituant un aquiclude. Il s'agit de dépôts d'argile très finement silteuse avec quelques minces intercalations d'argile grossièrement silteuse ou de silt très fin argileux. L'épaisseur moyenne du membre est de 30 m.

Ce membre est surmonté par un aquitard de la Formation de Kortrijk, le Membre de Moen. Ce sont des dépôts hétérogènes de sable silteux à argileux, faiblement glauconieux, avec quelques couches d'argile et présence de nummulites. L'épaisseur moyenne est de 35 m.

Au-dessus se trouve le Membre d'Aalbeke, constituant un aquiclude d'argile grise à gris brun, très finement silteuse. L'épaisseur moyenne de ce membre est de 4 m.

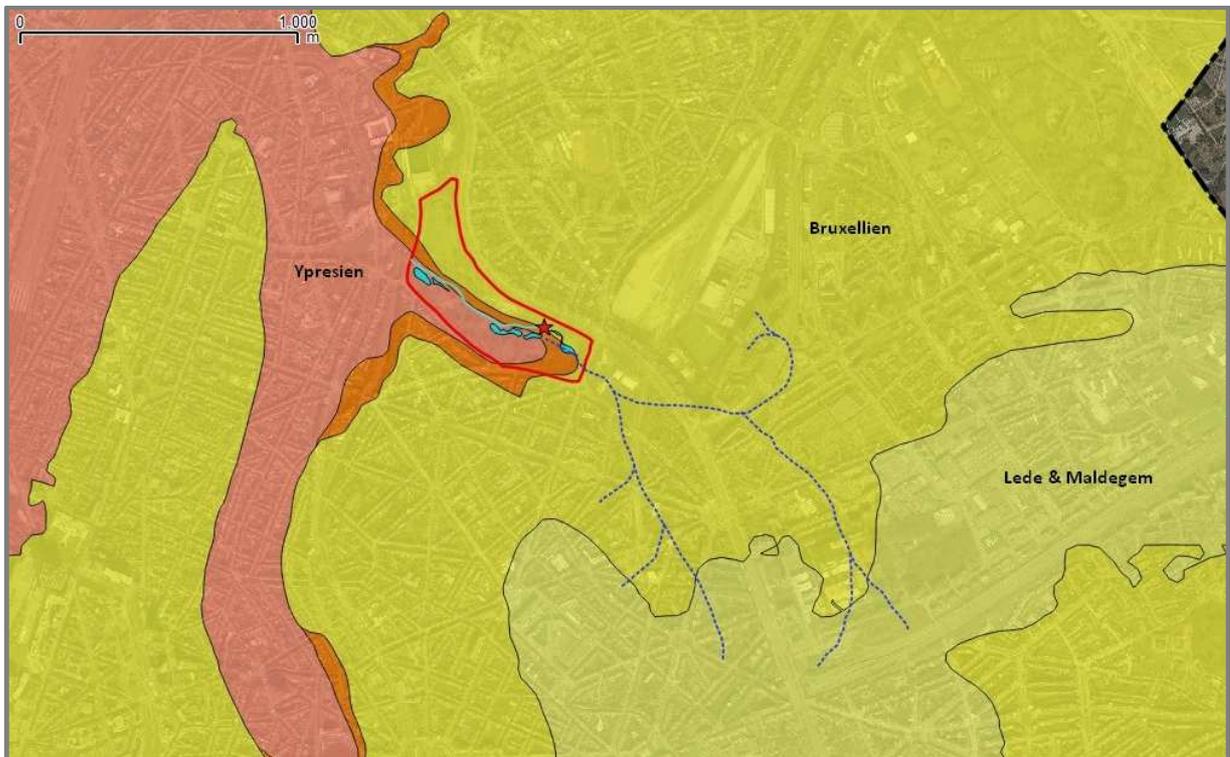
Ensuite, la Formation de Tielt constitue un aquifère / aquitard composé de dépôts hétérogènes de sable fin, glauconieux et micacé, alternant avec des couches d'argile. Localement, des fragments de grès sont présents. L'épaisseur moyenne est de 20 m.

Le tableau ci-dessous illustre le contexte géologique et hydrogéologique rencontré dans la région, et en particulier la situation de l'aquifère des sables du Bruxellien (BR05) et de la Formation de Bruxelles, que l'on retrouve au droit du parc Josaphat.

Eocène supérieur	Tongerrien	30-37	Sint-Huilbrechts	UH/RBC_2 Système aquifère sableux perché	AQUIFERE / AQUITARD	libre (localement captif)		
Eocène moyen	Complexe de Kaillo	37-42	Maldegem (Zomergem)		AQUICLUDE			
			Maldegem (Onderdaie)		AQUIFERE			
			Maldegem (Ursel et Asse)	UH/RBC_3 Aquiclude des argiles de Ursel et Asse	AQUICLUDE	-		
			Maldegem (Wommel)	UH/RBC_4 Système aquifère des sables de Wommel, Lede, Bruxelles et Vierzele	AQUIFERE	libre (localement captif)	Sables du Bruxellien et de l'Yprésien (BR05)	
			Leden		AQUIFERE			
Bruxellien	AQUIFERE							
Eocène inférieur	Panisélien	50	Gent (Vierzele)	UH/RBC_5 Aquiclude des argiles de Gent	AQUICLUDE	-		
			Gent (Merebeke)					
	Yprésien	50-56	Tielt	UH/RBC_6 Aquitard des sables et argiles de Tielt	AQUIFERE / AQUITARD	libre (localement captif)	80	Yprésien (Région des Collines) (BR04)
			Kortrijk (Aalbeke)	UH/RBC_7 Système aquitard des sables et argiles de Kortrijk	AQUICLUDE			
Kortrijk (Moen)	AQUIFERE / AQUITARD							
Kortrijk (Saint-Maur)	AQUICLUDE							

La figure ci-dessous illustre l'aquifère des sables du Bruxellien (en jaune), avec en particulier les Formations de Bruxelles et de Lede&Maldegem, dans la zone d'étude à proximité du parc Josaphat. La figure illustre également la transition avec les terrains argileux peu perméables de l'Yprésien (en rose et orange), situés sous les horizons sableux du bruxellien.

On constate que la partie basse du parc Josaphat (fonds de vallée) ainsi que les étangs sont situés au niveau de ces terrains argileux peu perméables (aquicludes et aquitards) de l'Yprésien.

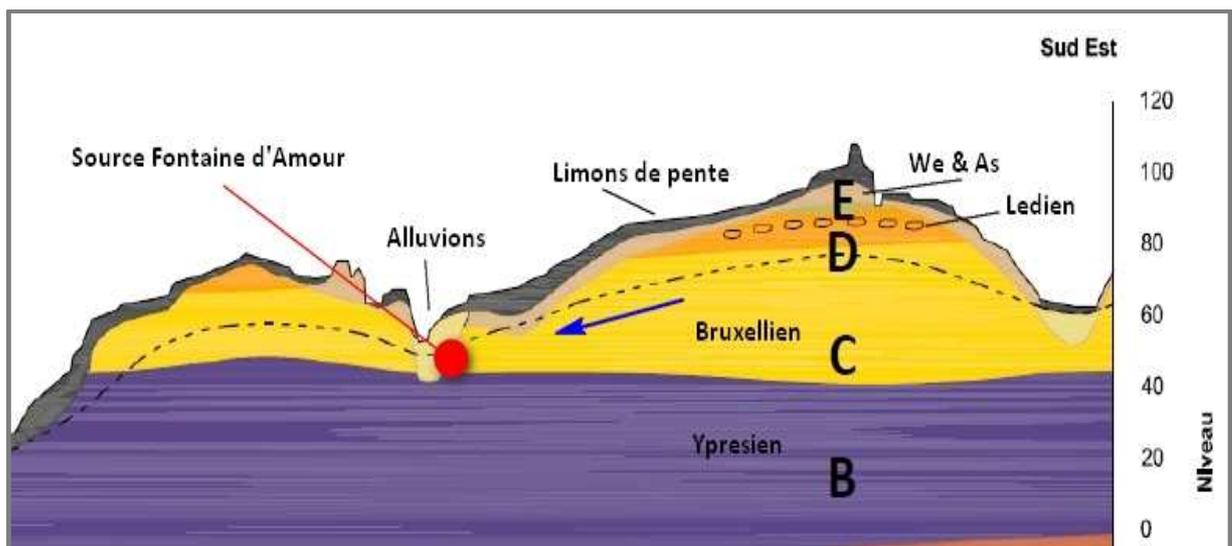


On constate également que la source Fontaine d'Amour est située à l'intersection entre la base des horizons aquifères sableux du Bruxellien et le sommet des horizons argileux peu/pas perméables de l'Yprésien présents en-dessous. Il s'agit d'une configuration hydrogéologique classique, matérialisée par des sources rencontrées au contact entre la base d'un horizon aquifère et le sommet d'un horizon peu perméable.

La source Fontaine d'Amour est donc intégralement alimentée par l'aquifère des sables du Bruxellien, dont elle constitue un des exutoires. Il s'agit donc d'une source à l'émergence de l'aquifère du Bruxellien.

Les étangs du parc Josaphat, par contre, ne sont pas en contact direct avec cet aquifère du Bruxellien. Ils sont situés à une cote inférieure à la base de cet aquifère du Bruxellien, au sein de l'horizon peu perméable de l'Yprésien.

La figure ci-dessous illustre une coupe (hydro)géologique représentant l'aquifère du Bruxellien (en jaune), les terrains peu perméables de l'Yprésien qui en constituent la base, et les terrains de couverture (limons de pente). La coupe hydrogéologique illustre également l'allure de la nappe aquifère du Bruxellien avec ses directions d'écoulement vers la vallée de Josaphat, et en particulier la situation de la source Fontaine d'Amour qui constitue un des exutoires naturels de la nappe.



On constate, par ailleurs, que les terrains sableux perméables et aquifères du Bruxellien ne sont pas protégés par des horizons superficiels (proches de la surface du sol) imperméables. L'aquifère du Bruxellien est donc particulièrement vulnérable face aux pressions anthropiques que l'on retrouve en surface et sub-surface (rejets d'eaux usées, intrants agricoles, pollutions domestiques et industrielles, stockages de déchets, etc.).

6.2. Zone d'alimentation, piézométrie et directions d'écoulement de l'aquifère du Bruxellien

Les différents points d'observation (piézomètres, ouvrages de captage, sources à l'émergence) de la nappe du Bruxellien présents dans la région permettent de dresser la carte piézométrique de la nappe du Bruxellien dans la zone d'étude. Rappelons qu'il s'agit de la

nappe qui alimente la source Fontaine d'Amour, et que dès lors la qualité de l'eau de la source est en relation directe avec la qualité de la nappe qui l'alimente.

La carte piézométrique permet de définir les directions d'écoulement de l'eau souterraine, et dès lors les directions de propagation des flux de polluants présents dans la nappe.

La carte piézométrique permet également de délimiter la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour, c'est à dire la zone enveloppe à l'intérieur de laquelle les écoulements d'eau souterraine convergent vers la source et sont susceptibles d'entraîner vers celle-ci toute pollution présente dans la nappe.

Il s'agit donc, en pratique, de la zone-enveloppe à l'intérieur de laquelle toute pollution en surface ou sub-surface est susceptible d'atteindre la source par processus de propagation (advection-dispersion) de polluant au sein de l'aquifère.

La figure ci-dessous illustre la piézométrie de l'aquifère du Bruxellien dans la zone d'étude (courbes de niveaux en traits blancs), ainsi que la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour au sein de cet aquifère (zone enveloppe en trait rouge).



On observe que les écoulements d'eau souterraine sont orientés du Sud-Est (amont) vers le Nord-Ouest (aval).

L'analyse du contexte hydrogéologique permet également de considérer que les anciens lits des cours d'eau disparus ou canalisés (Boerenhol et Plasky) constituent probablement des axes préférentiels d'écoulement de l'eau souterraine dans la nappe du Bruxellien.

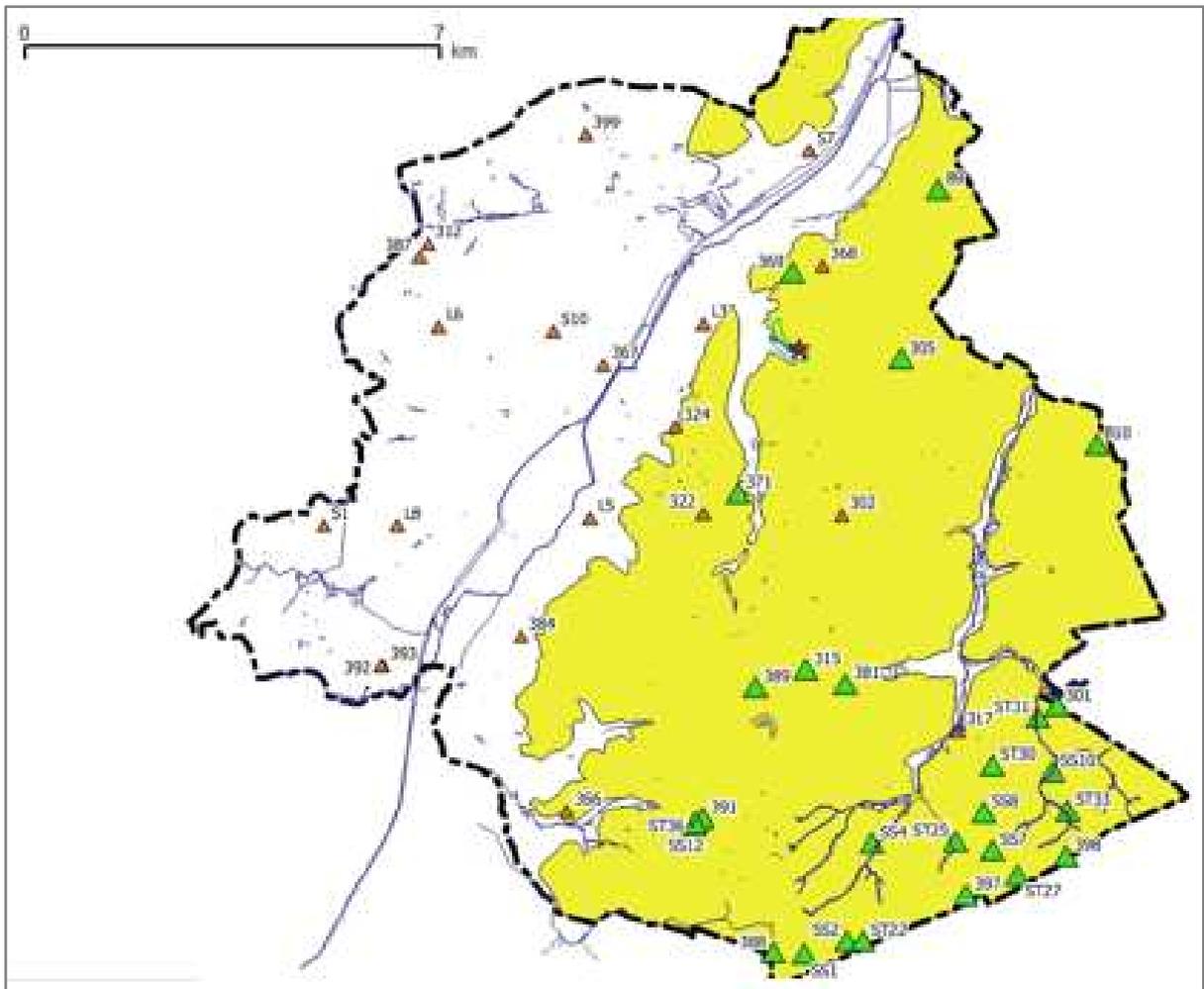
La comparaison de la carte piézométrique avec la topographie du sol permet d'établir la carte des profondeurs de la nappe par rapport au niveau du sol. Cette analyse a été réalisée dans le

cadre des travaux de modélisation de la présente étude, et est reprise au chapitre 10 de ce rapport.

6.3. Réseaux de suivi de la nappe du Bruxellien (IBGE)

La nappe du Bruxellien fait l'objet, à l'échelle de la Région de Bruxelles Capitale, d'un réseau de monitoring périodique des niveaux d'eau de la nappe, ainsi que d'un réseau de monitoring périodique de la qualité de la nappe.

Les points d'observation de ces deux réseaux de suivi sont repris aux figures ci-dessous (piézométrie et qualité).



Réseau de suivi piézométrique - IBGE

7. TRAVAUX DE TERRAIN – RÉALISATION DE PIÉZOMÈTRES

7.1. Géologie locale

Généralement les horizons géologiques superficiels sont constitués des couches limono-argileuses du Quaternaire, surmontant les horizons sableux du Tertiaire. Le chapitre 6 détaille les différentes couches géologiques et hydrogéologiques du site et à l'échelle régionale.

Afin de suivre les variations du niveau d'eau dans la nappe superficielle au niveau du parc, nous avons réalisé 9 piézomètres en février 2017. La profondeur de tous les piézomètres est de 5 m avec un diamètre de 5 cm.

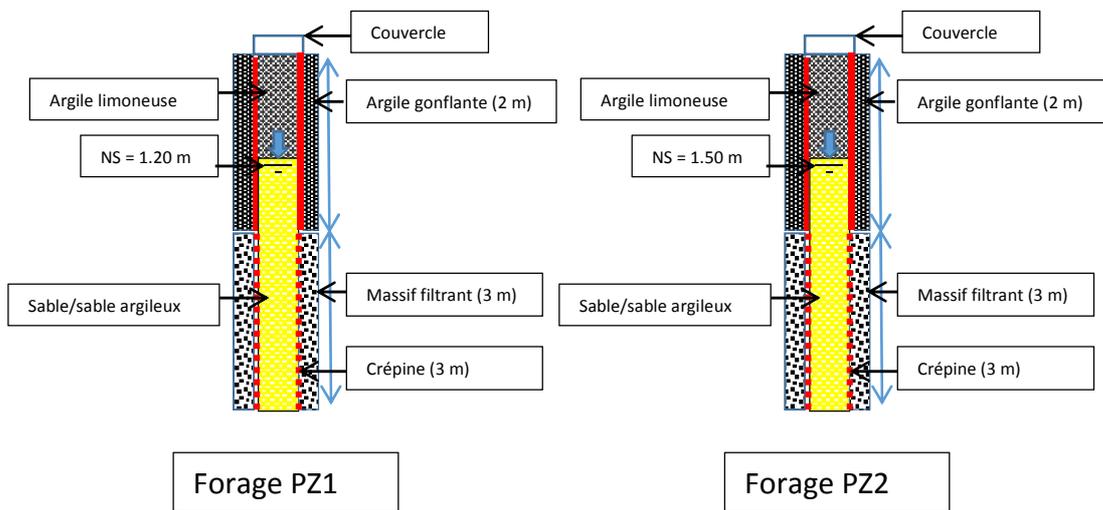
Le tableau suivant donne les caractéristiques de chaque piézomètre, la lithologie et le niveau statique de l'eau après forage:

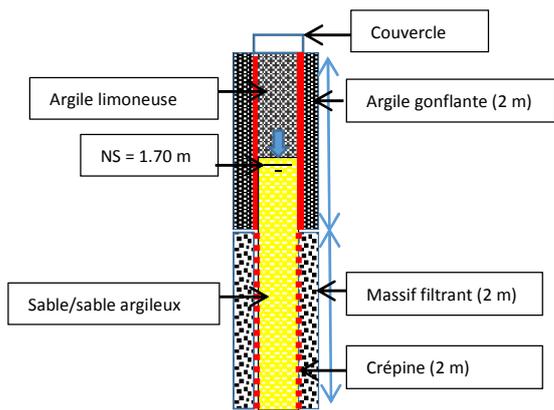
Piézomètre (forage)	Profondeur (m)	Diamètre (cm)	Niveau statique (m) Février 2017	Description lithologique
PZ1	5	5	1.2	0-0.5m : Remblais 0.5-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ2	5	5	1.5	0-0.7m : Remblais 0.7-1,5 m : limon 1,5-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ3	5	5	1.7	0-0.5m : Remblais 0.5-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ4	5	5	2	0-0.6m : Remblais 0.6-1,2 m : limon 1,2-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ5	5	5	1.2	0-0.5m : Remblais 0.5-1,2 m : limon 1,2-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ6	5	5	1.5	0-0.5m : Remblais 0.5-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ7	5	5	2.2	0-0.5m : Remblais 0.5-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ8	5	5	1	0-0.6m : Remblais 0.6-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-5 : argil-sableuse
PZ9	6	10		0-0.5m : Remblais 0.5-1 m : limon 1-2.5 limon arg 2.5-6 : argil-sableuse

En concertation avec le Maître d’Ouvrage, nous avons réalisé en septembre 2017, un dernier piezomètre (PZ9) en amont de la source d’Amour à une profondeur de 6 m et un diamètre de 10 cm. Le but est d’avoir une grande quantité d’eau pour l’analyse. L’ensemble des forages sont répartis sur le site à proximité de la source d’Amour (voir figure suivante).

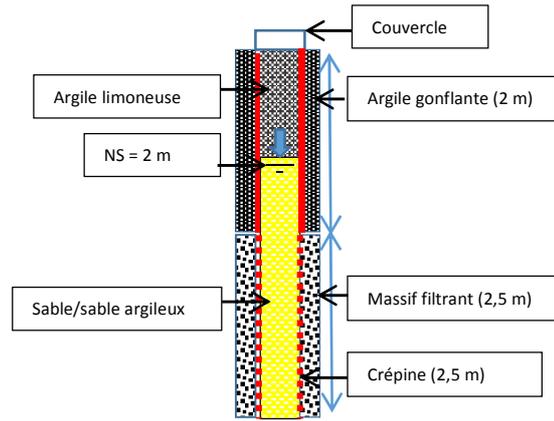


La description lithologique est donnée dans les coupes géologiques de chaque piezomètre.

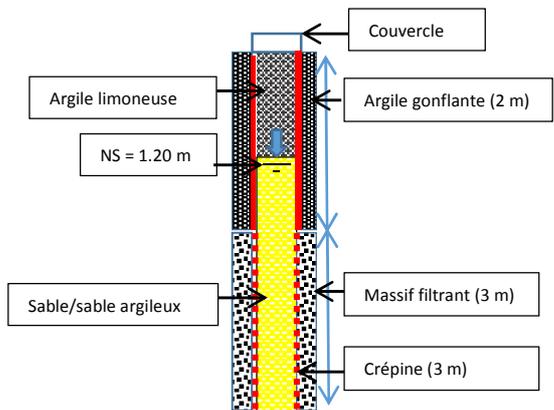




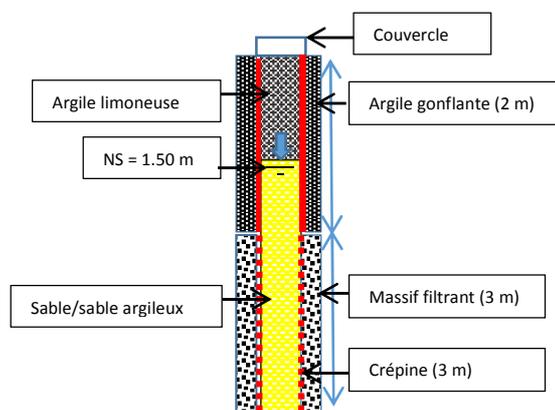
Forage PZ3



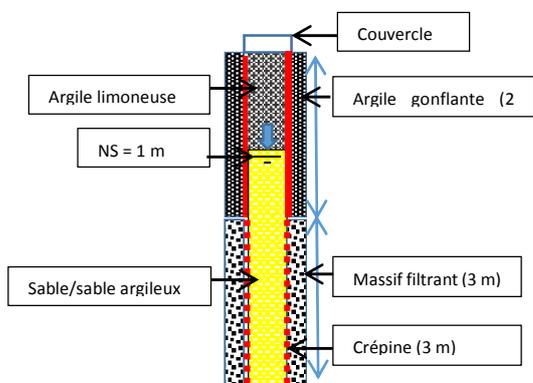
Forage PZ4



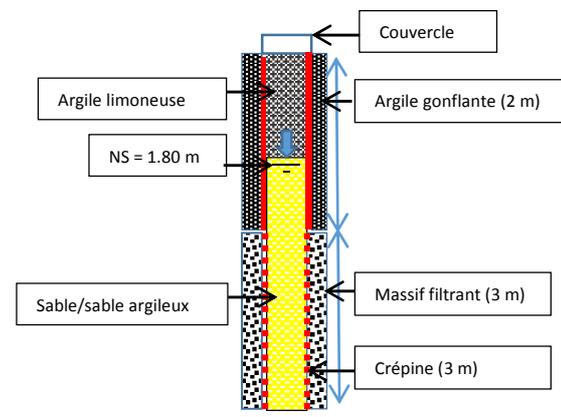
Forage PZ5



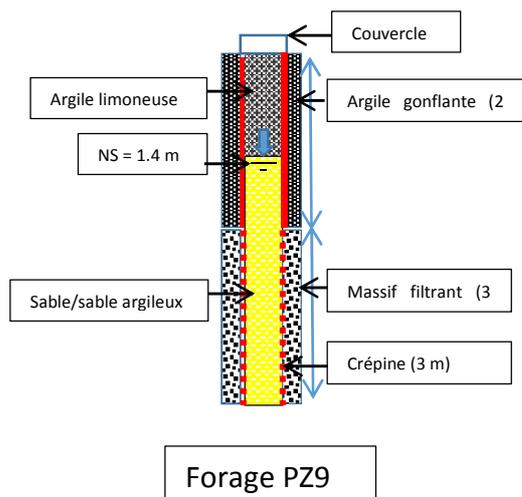
Forage PZ6



Forage PZ7



Forage PZ8



7.2. Suivi du niveau piézométrique

Le tableau suivant montre la variation en mètre des niveaux statiques au niveau des 8 piézomètres.

Piezomètres	févr-17	juin-17	sept-17
PZ1	1.2	1.2	1.15
PZ2	1.5	1.4	1.32
PZ3	1.7	1.5	1.42
PZ4	2	1.9	1.8
PZ5	1.2	1.2	1.76
PZ6	1.5	1.45	1.4
PZ7	1	1	0.95
PZ8	1.8	1.75	1.68
PZ9			1.4

On note que la variation du niveau statique parfois significative est liée directement aux précipitations.

8. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES

L'évaluation de la qualité de l'eau des ressources hydriques du parc est réalisée à partir des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Il s'agit d'analyses réalisées dans le cadre de la présente étude, ainsi que d'analyses périodiques réalisées pour le compte de la Commune de Schaerbeek, et enfin de résultats d'analyses du réseau de suivi de la qualité de la nappe du Bruxellien transmis par l'IBGE.

Les éléments suivants ont fait l'objet d'analyses de la qualité de l'eau :

1. Source Fontaine d'Amour
2. Nappe du Bruxellien (points d'observation du réseau de suivi IBGE)
3. Etangs du Parc
4. Piézomètres du Parc

Les figures ci-dessous illustrent les échantillonnages de la source et des piézomètres du parc.



8.1. Résultats et interprétation des analyses réalisées au niveau de la source Fontaine d'Amour

Des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont disponibles pour la source Fontaine d'Amour depuis 2010. A ce jour, 18 campagnes d'échantillonnage ont été réalisées depuis 2010.

Les résultats de ces analyses sont repris au tableau de synthèse ci-après. Les résultats complets et détaillés, transmis par les laboratoires d'analyse, sont repris en annexe du rapport.

Les codes couleurs repris dans le tableau de synthèse permettent d'apprécier le niveau de qualité de l'eau (vert-jaune-orange-rouge), la couleur rouge signifiant un dépassement de norme de potabilité et une eau inapte à la consommation.

Source Fontaine d'Amour			Mesures																	Bruit de fond naturel BXL	
Paramètre	Unité	Norme (VG)	14-05-2018	5-02-2018	27-12-2017	13-11-2017	7-08-2017	14-07-2017	8-05-2017	6-02-2017	12-01-2017	17-11-2016	1-08-2016	1-05-2016	1-02-2016	1-11-2015	1-08-2015	1-05-2015	1-11-2014		1-08-2010
Nitrates	mg/l	50	70	72	63	72	73	71	73	70	67	71	69	71	71	71	73	68	72		<5
Nitrites	mg/l	0.1	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	0.08	<0.01	<0.01	0.47	<0.01	<0.01								
Ammonium	mg/l	0.5	<0.04	<0.04	<0.02	0.04	<0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02								
Chlorures	mg/l	250			100			111			105										40-50
Sulfates	mg/l	250			199			219			221										70-80
Phosphates (P_PO4)	mg/l							0.15													
Entérocoques	UFC/100ml	0	<1	<1	<1	<1	3		<1	<1	9	<1	3								
Escheria Coli	UFC/100ml	0	<1	<1		<1	2		<1	<1		<1	38	1	2	1	1	1	2	1	
Coliformes totaux	UFC/100ml	0 (10)	>100	1	<1	9	>100		21	9	15	22	62	7	66	17	31	28	55	37	
Clostridium perf.	UFC/100ml	0	<1	1	28	<1	<1		<1	<1	<1	<1	2								
Germes totaux	UFC/ml	/	31	25	72	25	65		13												
2,6 dichlorobenzamide	µg/l	0.1																		0.085	
Pack pesticides	µg/l/unité							<0.025													
DCO	mg O2/l							<5													
DBO5	mg O2/l							<5													
COT	mg C/l							1.2													
Oxygene dissous	mg O2/l							3.34													
pH			6.9	6.9	7.3	6.9		6.95													
Conductivité	µS/cm		1471	1457	1325	1472		1314													
MES	mg/l							<10													
Dureté totale	°F	(40)	76	75.6		76.6		73.9													

Tableau : résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques de la source Fontaine d'Amour

Les principaux éléments d'interprétation des résultats d'analyses de la source sont repris ci-après.

Contamination par Nitrates :

On observe une contamination généralisée de la source par les Nitrates, avec des concentrations de l'ordre de 70 mg/l en NO₃ relativement constantes depuis 2010.

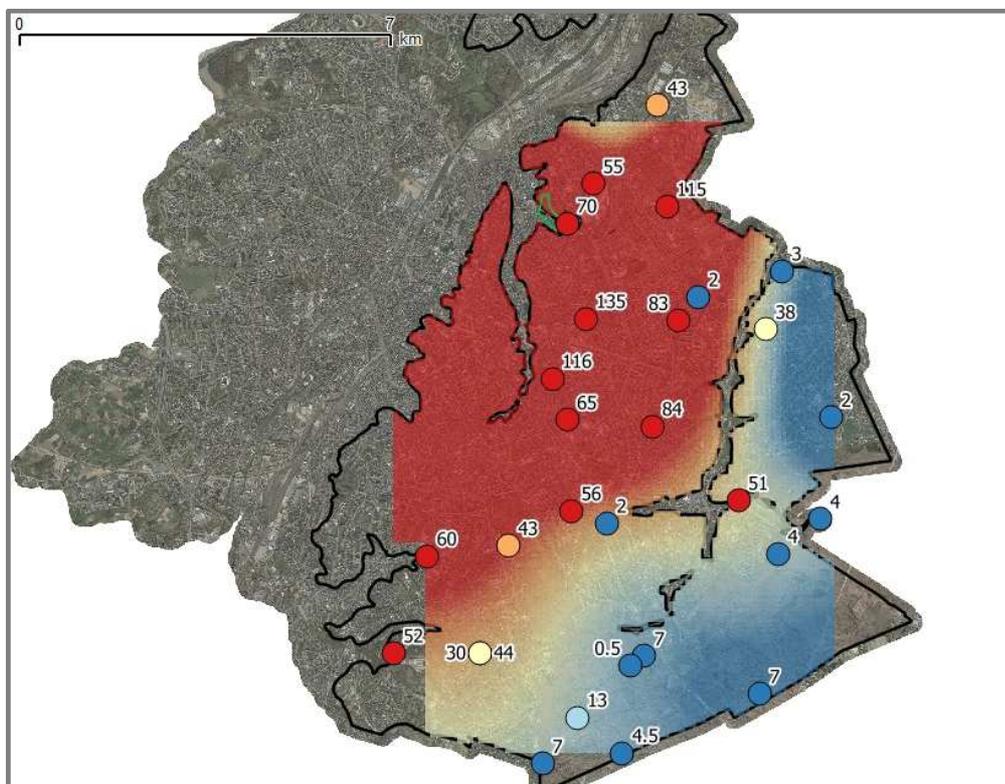
Ces valeurs sont supérieures à la norme de potabilité (50 mg/l), et ont pour conséquence de rendre l'eau de la source inapte à la consommation humaine.

La source Fontaine d'Amour constitue l'exutoire naturel de la nappe du Bruxellien, d'extension régionale. On constate, sur base des résultats du réseau IBGE de suivi régional de la qualité de la nappe du Bruxellien, que cette nappe présente une contamination par Nitrate quasi-généralisée sur le territoire de la Région de Bruxelles Capitale.

La quasi-totalité de la nappe du Bruxellien est ainsi impactée par les Nitrates, à des concentrations dépassant régulièrement la norme de potabilité (50 mg/l) et pouvant dépasser les 100 à 130 mg/l.

Il ne s'agit donc pas d'une pollution ponctuelle dont l'origine serait unique et à identifier à proximité de la source, mais plutôt d'une pollution généralisée et à caractère régional de la nappe.

La figure ci-dessous illustre l'étendue de la contamination de la nappe du Bruxellien par les Nitrates. Les valeurs (exprimées en mg NO₃/litre) reprises en symbole rouge illustrent un dépassement de norme (>50 mg/l), et la couleur de fonds de plan illustre l'interpolation des concentrations sur la zone d'extension de la nappe du Bruxellien (la couleur rouge signifiant également un dépassement de norme de potabilité).



On constate que l'entièreté de la partie de nappe du Bruxellien située dans le bassin hydrographique de la Senne (où se situe le parc Josaphat) présente des dépassements de norme de potabilité, et qu'il en va de même pour la partie de nappe du Bruxellien située sur le versant Ouest du bassin hydrographique de la Woluwe. En pratique, la zone couverte par un impact en NO₃ significatif engendrant un dépassement de norme correspond à la partie la plus urbanisée du territoire, c'est-à-dire la partie la plus centrale de la région de Bruxelles Capitale.

La nappe du Bruxellien est connue pour présenter une très forte vulnérabilité par rapport aux activités polluantes de surface, en raison de l'absence de terrains de couverture imperméables, de la bonne conductivité hydraulique favorisant le lessivage des polluants depuis la surface vers la nappe, et de la profondeur souvent faible de la nappe.

En l'absence d'activités agricoles sur la zone d'alimentation de la nappe dans sa partie impactée par les Nitrates, l'origine de ceux-ci est plutôt à rechercher au niveau des eaux résiduaires domestiques et industrielles.

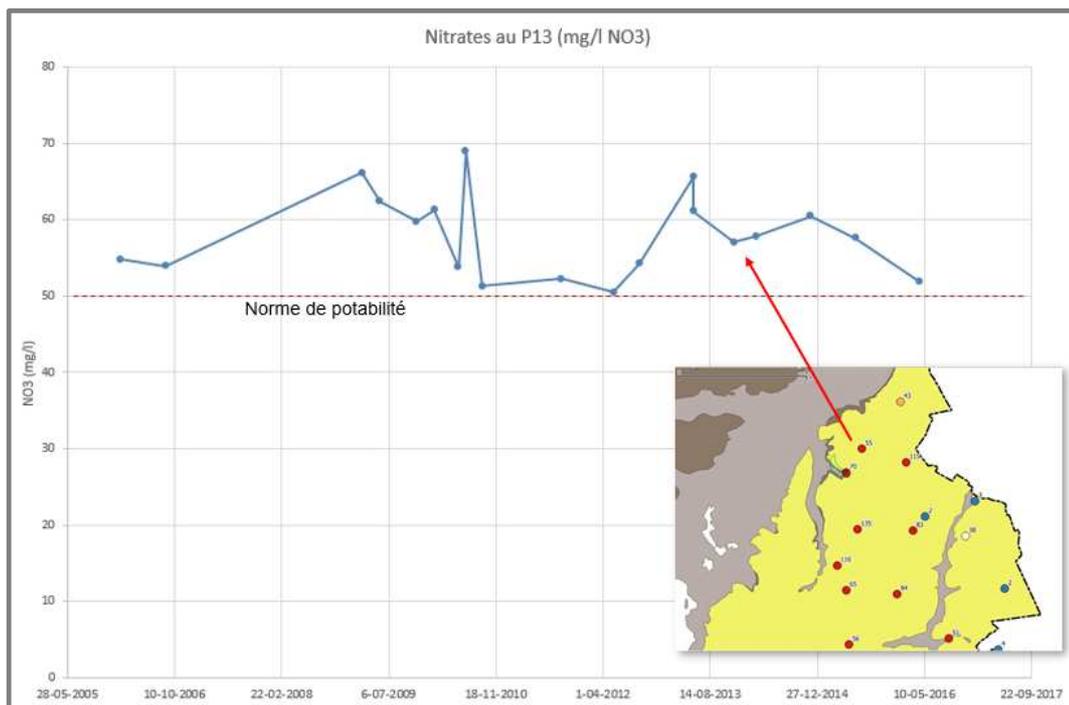
En effet, le Nitrate observé dans la nappe résulte d'un processus de nitrification complète à partir de l'azote contenu dans les eaux résiduaires (rejets d'eaux usées), dont les causes les plus fréquentes et probables des transferts vers la nappe sont les suivantes :

- Fuites multiples dans les réseaux d'égouttage et dans les collecteurs
- Présence de puits perdants et drains dispersants (rejets directs d'eaux usées dans la nappe)
- Rejets de STEPs, fosses septiques et autres systèmes d'épuration.
- Habitations et bâtiments non raccordés aux égouts et non équipés de dispositifs d'épuration individuelle.

Ces rejets ponctuels mais multiples présents sur toute l'étendue de l'agglomération bruxelloise constituent autant de sources de pollutions ponctuelles multiples, lesquelles engendrent au final une pollution diffuse à caractère « régional ».

D'un point de vue temporel, on ne constate globalement pas d'évolution à la hausse ni à la baisse ces 13 dernières années concernant les teneurs en Nitrates.

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des concentrations en Nitrates au point d'observation P13 (piézomètre localisé dans la nappe du Bruxellien), situé à proximité du parc Josaphat, et disposant d'un historique de mesures plus important (depuis 2005) que celui de la source Fontaine d'Amour (2010). Il illustre la relative stabilité des concentrations (aucune tendance significative), et le dépassement généralisé de la norme de potabilité.



Il résulte de la situation observée, concernant les Nitrates, que la contamination de la nappe du Bruxellien est quasi-généralisée. En ce sens, même si certaines sources de pollution sont situées à proximité du parc Josaphat, la recherche de celles-ci et la maîtrise locale des risques qui pourrait être envisagée (réparation des égouts, régularisation des rejets par épuration individuelle, abandon des puits perdants, etc, dans la zone proche du parc) ne permettront pas d'avoir un impact favorable significatif sur la qualité de l'eau de la source Fontaine d'Amour étant donné la multitude d'autres sources de pollution (eaux résiduaires) présentes à l'échelle régionale sur l'étendue de la zone d'agglomération.

La diminution des concentrations en Nitrates dans la nappe du Bruxellien demande une action globale à l'échelle de l'entière de la Région, visant à la réduction globale des infiltrations d'eaux résiduaires non-traitées vers la nappe à cette échelle.

En aucun cas un retour à la normale (potabilité) de la source Fontaine d'Amour ne semble donc pouvoir être espéré dans les 5 à 10 années à venir, concernant la problématique des Nitrates.

On notera également que l'eau de la source Fontaine d'Amour présente des concentrations élevées en chlorures et en sulfates. Ces valeurs, bien qu'inférieures aux normes de potabilité, sont 2 à 3 fois supérieures au bruit de fond naturel de la nappe, et témoignent également de la contamination des eaux souterraines par les eaux résiduaires. Ces paramètres permettent donc de confirmer le diagnostic d'impact de la nappe à partir des rejets non-maîtrisés et non-traités d'eaux usées.

En conclusion, les infiltrations d'eaux usées constituent la source principale de pollution de la nappe et de la source Fontaine d'Amour, et leurs origines doivent donc être davantage investiguées. Parmi les hypothèses envisagées figurent les pertes du réseau d'égouttage (jugé vétuste à certains endroits), la porosité des collecteurs conçus dans le passé pour drainer l'eau des nappes superficielles, l'absence de réseau d'égouttage dans certaines zones, l'infiltration

d'eaux usées non traitées (réseau non connecté à une station d'épuration, rejets des surverses de collecteurs), l'existence de puits perdus, et plus localement la présence de cimetières et d'anciennes décharges.

Contamination par pesticides :

Une analyse de pack pesticides a été réalisée en juillet 2017 au niveau de la source. Les concentrations mesurées sont inférieures à la limite de détection, aucun problème n'est donc identifié en relation avec ce paramètre.

Il en va de même pour les différentes analyses de pesticides réalisées pour le compte de l'IBGE au niveau de la source. Pour tous les pesticides analysés, les concentrations mesurées sont inférieures à la limite de détection, à l'exception d'une analyse ponctuelle (2013) :

- 2,6 dichlorobenzamide (BAM) observé en 2013 à la source : 0.085 µg/l, soit une valeur proche de la norme de potabilité (0.1 µg/l). Il s'agit d'un produit de dégradation du Dichlobénil, herbicide total utilisé principalement pour le désherbage de voiries, d'allées de cimetières, de parcs et de jardins...

De manière générale, la nappe du Bruxellien est impactée dans son ensemble par les pesticides (Atrazine et ses dérivés, BAM) sur le territoire de Bruxelles, bien que les concentrations mesurées ne dépassent que rarement la norme de potabilité.

Contamination bactériologique :

Au niveau de la qualité bactériologique de la source, les principaux éléments d'interprétation des analyses sont les suivants :

- *Coliformes totaux quasi-systématiquement observés :*
 - Indicateurs de vulnérabilité naturelle de la nappe par rapport à la surface (infiltration directe, influence significative d'eau de surface/superficielle).
 - Pas nécessairement indicateurs de pollution fécale ou liée à des rejets d'eau résiduaire : il s'agit généralement de bactéries présentes dans l'environnement naturel (sol, végétation, eau).
 - Origine :

Deux hypothèses peuvent être formulées concernant l'origine de ces bactéries observées au niveau de la source :

 - transfert de bactéries présentes naturellement dans le sol (composition du sol, décomposition de végétaux et insectes, etc.) vers la source via la nappe (par infiltration),
 - et/ou contamination directe et naturelle de la source en surface (plan d'eau de la source) à partir de son environnement immédiat (peu protégé) en raison de la présence de feuilles mortes et de la décomposition de végétaux, de l'apport de matières organiques par ruissellement depuis les versants vers le plan d'eau de la source, etc.
- Norme de potabilité = absence.

- Ce paramètre n'est pas un indicateur objectif de pollution de la nappe d'origine anthropique ; il ne peut être mis en relation directe avec les infiltrations d'eaux résiduaires ni avec les éventuelles contaminations fécales (humaines ou animales). Il illustre la vulnérabilité de la nappe par rapport à la surface du sol en son environnement direct, en raison de la faible profondeur de la nappe dans l'environnement immédiat de la source.
- *Escheria Coli et Entérocoques* :
 - Indicateurs objectifs d'une contamination fécale (humaine et/ou animale)
 - Observés (>1 UFC/100ml) à peu de reprises, parmi l'ensemble des 16 phases d'échantillonnage réalisées depuis 2010 (voir tableau de synthèse).
 - Sur les 12 derniers mois (de février 2017 à février 2018), 6 campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, et une seule d'entre-elles a indiqué une valeur supérieure ou égale à 1 UFC/100 ml : en l'occurrence 2 à 3 UFC/100 ml, ce qui reste très faible.
 - Norme de potabilité = absence
 - Origine :

Deux hypothèses peuvent être formulées concernant l'origine des contaminations fécales observées au niveau de la source :

- Transfert vers la source via la nappe du Bruxellien, à partir des infiltrations d'eaux résiduaires non-épurées (égouts, collecteurs, puits perdants et drains dispersants, etc.),
- et/ou : Contamination directe de la source en surface à partir de son environnement immédiat, lequel est très peu protégé. Des animaux ont aisément accès au plan d'eau de la source, et les écoulements d'eau de pluie depuis le versant vers le plan d'eau de la source par ruissellement sont très fréquents. Il y a donc un apport direct de bactéries, dont certaines sont fécales, à partir de la surface du sol et non via la nappe.

Nonobstant ces 2 voies identifiées de transfert de pollution bactériologique anthropique (dont fécale) vers le plan d'eau de la source, rappelons que les valeurs observées sont très faibles, voire nulles sur la quasi-totalité des analyses réalisées ces 12 derniers mois.

Sur base des résultats d'analyses bactériologiques, et de nos constats sur le terrain, il apparaît que l'origine la plus probable et la plus significative de contamination bactériologique de l'eau de la source est liée à l'aménagement immédiat actuel de la source (configuration du terrain) qui n'est pas optimal et qui donc impacte directement la surface du plan d'eau de la source, et non pas à un transfert via la nappe de pollution bactériologique trouvant son origine dans les infiltrations d'eaux résiduaires en amont hydrogéologique.

En effet, on constate :

- que la cuvette de plan d'eau de la source n'est absolument pas protégée en surface contre les apports solides et liquides dûs au ruissellement depuis le versant (notamment en période fortes précipitations, amenant un flux d'eau chargée depuis le versant du parc vers la cuvette) ;
- que de nombreux éléments atteignent ainsi le plan d'eau de la source, dont en particulier des feuilles mortes et des débris végétaux dont la dégradation engendre une contamination bactériologique naturelle, des matières en suspension, des insectes, de la matière organique décomposée, etc ;
- que des animaux peuvent librement accéder à la cuvette de la source, ou à proximité, ce qui génère un risque de contamination fécale directe du plan d'eau ;

Les photos reprises ci-dessous illustrent ces éléments.



Face à ces constats et aux résultats d'analyses bactériologiques, il nous paraît fortement recommandé d'améliorer l'aménagement de la source et de ses environs immédiats, de manière à limiter la contamination bactériologique directe du plan d'eau (cuvette) de la source lors de précipitations (par ruissellement engendrant des apports de matières solides et liquides), lors de la chute des feuilles, et lors du passage d'animaux.

Nous estimons en effet que la non-conformité bactériologique actuelle de l'eau de la source (non-potabilité) résulte très majoritairement du caractère actuellement non-adapté de l'aménagement de la source et de ses environs immédiats, et non pas (ou très peu) de la problématique d'infiltration des eaux usées domestiques vers la nappe.

Enfin, rappelons que même si la non-potabilité de la source est avérée d'un point de vue normatif (dépassement de la norme de potabilité pour la bactériologie), les risques pour la santé humaine semblent généralement peu alarmants au vu des analyses dans la mesure où les contaminations bactériologiques fécales à caractère potentiellement pathogènes sont peu importantes. Il convient toutefois de rester prudent et de mettre en évidence le caractère non-potable de l'eau, face aux risques non-maitrisés de contamination directe du plan d'eau de la source.

Pour terminer ce volet consacré à la bactériologie, signalons enfin que le mode de prélèvement des échantillons d'eau dans la cuvette de la source peut présenter un impact considérable sur les résultats d'analyse. En effet, les prélèvements effectués en fond de cuvette au droit du jaillissement de l'eau souterraine, tels que réalisés ces 12 derniers mois, mènent à des concentrations en bactéries significativement inférieures à celles mesurées lors des prélèvements antérieurs (2010 à 2016) effectués à la surface libre du plan d'eau de la cuvette.

8.2. Résultats et interprétation des analyses réalisées au niveau des étangs du parc

Des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont disponibles pour les eaux de surface des 5 étangs du parc Josaphat depuis 2012. A ce jour, 4 campagnes d'échantillonnage ont été réalisées depuis 2012.

Les résultats de ces analyses sont repris au tableau de synthèse ci-après. Les résultats complets et détaillés, transmis par les laboratoires d'analyse, sont repris en annexe du rapport.

Les codes couleurs repris dans le tableau de synthèse permettent d'apprécier le niveau de qualité de l'eau (vert-jaune-orange-rouge), la couleur rouge signifiant un dépassement de norme ou de valeur guide, principalement en relation avec la fonction biologique des eaux de surface.

L'étang 1 est le plus en amont (à l'Est, au niveau de la cascade), tandis que l'étang 5 est le plus en aval (au niveau du mini-golf).

Etangs Parc Josaphat			Etang 1 (cascade)				Etang 2			Etang 3			Etang 4			Etang 5 (minigolf)		
Paramètre	Unité	Norme (VG)	dec 2017		juil 2017	janv 2017	nov 2012	dec 2017	juil 2017	Nov 2012	dec 2017	juil 2017	Nov 2012	dec 2017	juil 2017	Nov 2012	juil 2017	Nov 2012
MES	mg/l				15				<10					<10			<10	
Dureté totale	°F				64				92					78			58	
Conductivité	µS/cm		601	1339	1120	1549	1295	1370	1421	1354	1369	1139	1208	1126	1303	1175	1050	1150
pH			7.8	8.3	8.15			8.2	7.3		8.35	7.95		8.1	7.55		8.1	
DBO5	mg O2/l		<5	<5	20	28		<5	14		<5	19		<5	<5		8	
DCO	mg O2/l				43	43			22			53			18		13	
COT	mg C/l				<0.5				7			4.5			4.9		9.4	
Oxygène dissous	mg/l				19		4.6		7.5	6.4		10.35	6.3		7.3	8.3	24.7	6.3
Saturation en Oxygène	%	>50			200		38			53			51			69	270	53
Oxydabilité	mg O2/l	5	1.5	3.6				2.1			2			1.9				
Nitrates	mg/l	50	6.8	4	<1	<1	3.1	28	17	37	20	4.2	23	24	13	22	8.4	23
Nitrites	mg/l		0.25	0.11	<0.05	<0.05	0.1	0.19	1.1	0.88	0.14	0.36	0.51	0.14	0.43	0.32	0.79	0.09
Ammonium	mg/l	1.5	0.24	0.09	<0.02	6.2	4.36	0.03	0.69	0.59	0.07	0.17	0.44	0.02	0.39	0.25	0.24	0.06
Chlorures	mg/l	250	27	94	89	100	79	59	109	52	60	60	53	77	69	55	76	62
Sulfates	mg/l	250	45	201	218	265	220	240	245	345	212	240	270	175	318	257	210	244
OrthoPhosphates	µg/l	700					4127			439			370			965		590
PO4-P (Phosphore)	mg/l				0.17				0.46			0.31			0.25		0.33	
Fer	µg/l	2000			276	278	1116		48	165		63	97		64	98	15	39
Manganèse	µg/l	100			64	270	929		270	159		55	108		212	95	55	23
Entérocoques	UFC/100ml		11	68		15		7			32			19				
Coliformes totaux	UFC/100ml		80	2000		40		50			1000			1800				
Clostridium perf.	UFC/100ml		4	<1		<1		24			62			36				
Germes totaux	UFC/100ml		72	260				140			530			120				
Pack pesticides	µg/l/unité				<0.025				<0.025			<0.025			<0.025		<0.025	

Tableau : résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des étangs du parc Josaphat.

Les principaux éléments d'interprétation des résultats d'analyses de l'eau de surface des étangs sont repris ci-après.

- Concentrations élevées en composés azotés (Nitrites et Ammonium, moins significativement Nitrates), en Chlorures, en Sulfates, et en Phosphates. Les concentrations mesurées pour ces paramètres indiquent la présence d'une contamination avérée et significative de type eaux résiduaires / eaux usées : eaux résiduaires domestiques et industrielles, avec résidus de lessives, résidus d'eaux peu ou pas épurées, résidus de salage des routes, etc. Au niveau de l'étang 1 en particulier, on retrouve l'Azote sous forme NH_4 , une faible saturation en oxygène, une forte demande biologique en oxygène, et une forte concentration en phosphates et sulfates.
- Les valeurs observées en DBO5, DCO et saturation en oxygène indiquent également une contamination avérée et significative de type eaux résiduaires / eaux usées. Les valeurs observées indiquent à nouveau une influence majeure de rejets d'eaux résiduaires, et confirment les conclusions avancées ci-avant sur base des concentrations en Azote, Chlorures, Sulfates et Phosphates.
- L'étang 1 (amont donc, coté cascade) est le plus impacté des 5 étangs. Il est probable que la contamination de type eaux résiduaires impacte directement et prioritairement cet étang, et se propage aux 4 autres étangs via la circulation d'eau de surface d'amont vers l'aval entre les étangs du parc. Il y a une éventuelle relation (à établir) avec le collecteur Vivaqua traversant le parc, dans la mesure où ce collecteur passe à proximité immédiate de l'étang n°1.
- Les valeurs mesurées concernant les paramètres repris ci-avant (composés azotés, Chlorures, Sulfates, Phosphates, DBO5, DCO, saturation en oxygène) sont représentatifs de plans d'eau de surface dont l'aptitude à la biologie peut être qualifiée de médiocre.
- Les conditions rencontrées sont favorables à l'eutrophisation et au développement d'algues : présence massive d'Azote et de Phosphore, taux d'oxygène très bas, peu de renouvellement et peu de circulation de l'eau, présence massive de débris organiques (dont feuilles mortes décomposées). En période estivale, la conjonction de ces éléments avec l'augmentation de la température de l'eau de surface des étangs engendre inévitablement le développement d'algues au niveau des plans d'eau, et une eutrophisation significative, plus particulièrement marquée au niveau de l'étang n°1 (qui est le plus impacté au niveau de sa qualité).

Les figures ci-après illustrent le diagnostic de qualité des étangs, et les impacts observés notamment en termes de développements d'algues filamenteuses.

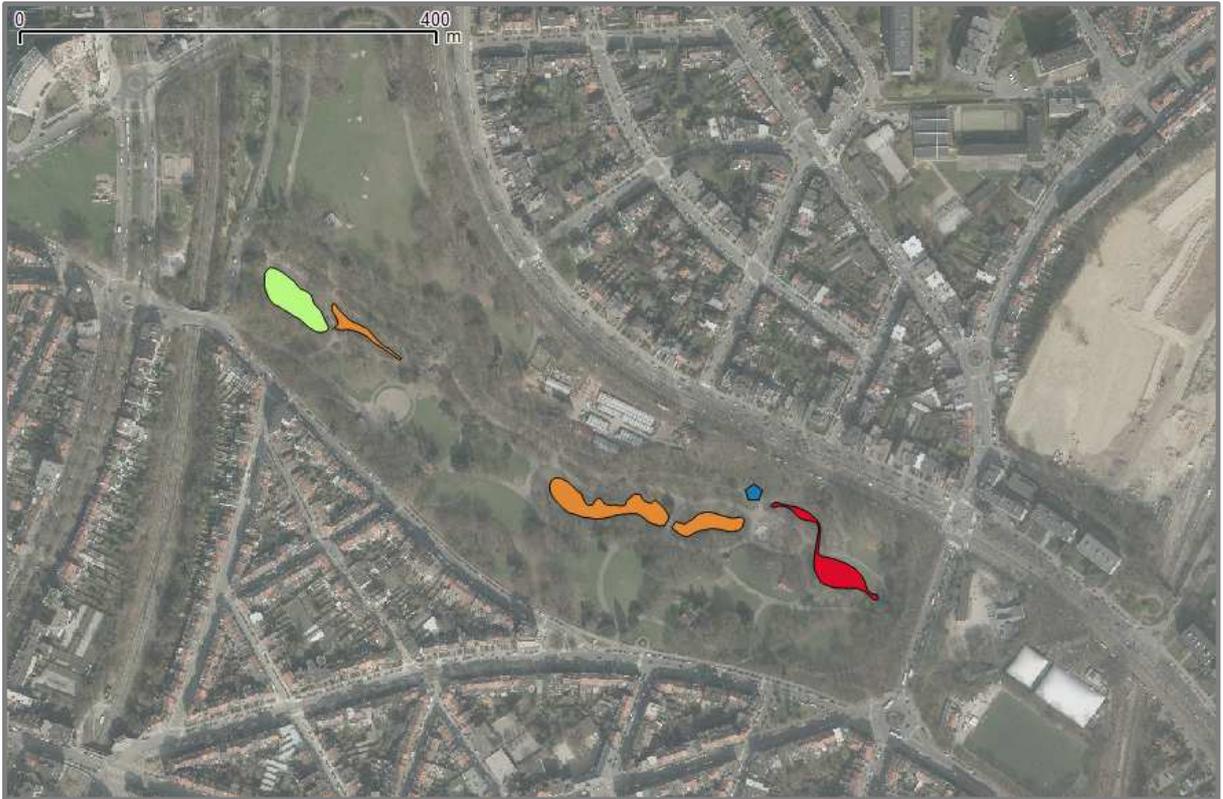


Figure : Evaluation de la qualité de l'eau de surface des étangs



Figures : pollution observée au niveau de l'étang n°1



Figures : apports en matières organiques par dégradation de feuilles mortes et débris végétaux



Figures : eutrophisation et développement d'algues en surface

Sur base de ce qui précède, un diagnostic de la relation collecteur-étangs est à considérer. En effet, les indicateurs de présence d'eaux résiduaires non-épurées dans les plans d'eau sont évidents, surtout au niveau de l'étang n°1. Notons à ce sujet qu'une rénovation d'un tronçon de collecteur, correspondant au passage de collecteur à proximité de l'étang n°1, a été réalisée en 2017. Une amélioration de la qualité de l'eau de surface des étangs pourra donc éventuellement être observée dans les mois à venir, au cas où le mauvais état initial de ce tronçon contribuait significativement à l'afflux d'eaux résiduaires vers l'étang n°1.

Il convient également, sur base de ces constats, d'envisager l'amélioration des conditions d'aération (oxygénation) de l'eau des étangs, des conditions de circulation de l'eau des étangs, et des conditions de renouvellement de l'eau des étangs. Il convient également de

limiter l'apport en débris végétaux au niveau des plans d'eau des étangs (par évacuation des feuilles mortes notamment).

8.3. Résultats et interprétation des analyses réalisées au niveau des piézomètres du parc

Des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont disponibles pour les piézomètres du parc Josaphat, réalisés dans le cadre de la présente étude.

A ce jour, 3 campagnes d'échantillonnage ont été réalisées depuis février 2017.

Les résultats de ces analyses sont repris au tableau de synthèse ci-après. Les résultats complets et détaillés, transmis par les laboratoires d'analyse, sont repris en annexe du rapport.

Les codes couleurs repris dans le tableau de synthèse permettent d'apprécier le niveau de qualité de l'eau (vert-jaune-orange-rouge), la couleur rouge signifiant un dépassement de norme ou de valeur guide.

Piézomètres du parc Josaphat			PZ1		Nouv PZ2	PZ2	PZ3	PZ4		PZ5	PZ6	PZ7
Paramètre	Unité	Norme (VG)	17-02-2017	14-07-2017	27-12-2017	17-02-2017	14-07-2017	17-02-2017	14-07-2017	14-07-2017	17-02-2017	17-02-2017
DBO5	mg O2/l			64			1063		1280			
DCO	mg O2/l			140			2170		2760	4400		
COT	mg C/l			409			19		48	4.4		
Oxygène dissous	mg/l			2.21			5.97		1.52	6.94		
MES	mg/l			1070			194000		118000			
Dureté totale	°F			138			202		86	66		
Conductivité	µS/cm		1984	2071	2967	2198	1477	1804	1864	1253	1348	1536
pH				6.55	6.95		6.7		7.3	6.94		
Nitrates	mg/l	50	23	1.9	25	43	<1	<1	<1	<1	58	<1
Nitrites	mg/l	0.1		3.2	0.38		0.2		0.26	<0.05		
Ammonium	mg/l	0.5		1.4	<0.02		3.6		8.5	7.9		
Chlorures	mg/l	250		512	644		218		96	99		
Sulfates	mg/l	250		167	146		110		211	203		
OrthoPhosphates	µg/l	700										
PO4-P (Phosphore)	mg/l			0.21			1.7		2.3	0.68		
Fer	µg/l	2000		6	23300		2080		9800	6.2		
Manganèse	µg/l	100		43	1320		3550		820	378		
Entérocoques	UFC/100ml	0	<10	<1	31	70	1800	<10	40	1200	<10	<10
Escheria Coli	UFC/100ml	0	<10			<10		<10			1000	<10
Coliformes totaux	UFC/100ml	0 (10)	<10	440	38000	<10	3600	<10	2000	4800	1000	<10
Clostridium perf.	UFC/100ml	0	70	<1	1200	50	580	300	320	750	200	400
Germes totaux	UFC/ml			10000	2500		20000		10000	10000		
Pack pesticides	µg/l/unité			<0.025			<0.025		<0.025	<0.025		

Tableau : résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des piézomètres du parc Josaphat.

Les principaux éléments d'interprétation des résultats d'analyses de l'eau souterraine des piézomètres sont les suivants :

- Concentrations élevées en composés azotés (Nitrites et Ammonium, moins significativement Nitrates), en Chlorures, en Sulfates, et en Phosphates. Les concentrations mesurées pour ces paramètres indiquent la présence d'une contamination avérée et significative de type eaux résiduaires / eaux usées.
- Concernant les composés azotés, le fait de les retrouver sous forme de Nitrite et d'Ammonium, et non pas sous forme de Nitrate, indique un processus de nitrification peu avancé dans l'eau souterraine. Cette situation peut notamment s'expliquer par un temps de séjour relativement court de l'eau souterraine, ce qui tend à démontrer que les piézomètres captent un aquifère très superficiel de type colluvial/alluvial, avec une fonction de transit élevée et une faible capacité. Les piézomètres n'interceptent donc pas la nappe des sables du Bruxellien, mais plutôt une nappe superficielle logée dans les colluvions et alluvions. Compte tenu de la profondeur très limitée de l'eau souterraine de cette nappe (moins d'un mètre), sa vulnérabilité p/r aux pressions de surface est extrêmement élevée.
- Les valeurs élevées en matières en suspension, et la médiocre qualité bactériologique de l'eau prélevée dans les piézomètres, confirment le caractère superficiel de l'aquifère intercepté par ces ouvrages et sa très forte vulnérabilité.

On peut conclure de cette interprétation, que la problématique des eaux résiduaires qui affectent la qualité de l'eau des étangs du parc, impacte également l'eau souterraine superficielle aux abords des étangs. Ceci tend à appuyer l'hypothèse de transferts d'eaux résiduaires vers les étangs, notamment par écoulements hypodermiques dans la frange superficielle du sol.

9. ORIGINE DES CONTAMINATIONS : DIAGNOSTIC

Les ressources hydriques concernées par la problématique de pollution et par l'établissement du diagnostic de leur origine sont d'une part la source Fontaine d'Amour, et d'autre part les étangs du parc.

La source Fontaine d'Amour présente, comme développé au chapitre précédent, une contamination par Nitrates et une contamination bactériologique, avec pour conséquence une inaptitude à la consommation humaine (dépassement de norme de potabilité).

Les étangs du parc présentent, pour rappel, une contamination en composés azotés (NH₄ essentiellement), sulfates, chlorures, et phosphates, ainsi que des paramètres médiocres d'aptitude à la biologie (DBO₅, DCO, saturation en oxygène), avec pour conséquence une eutrophisation et le développement d'algues.

L'interprétation des résultats présentée au chapitre précédent contribue déjà significativement à l'établissement du diagnostic sur l'origine des pollutions, tant pour la source que pour les étangs du parc.

Le point commun entre la contamination de la source et celle des étangs du parc est l'impact des eaux usées non-traitées sur la qualité de l'eau de ces deux éléments.

9.1. Diagnostic sur l'origine de la contamination bactériologique de la source

L'analyse contextuelle permet de conclure que l'origine la plus probable et la plus significative de contamination bactériologique de l'eau de la source est liée à l'aménagement actuel des environs immédiats de la source (configuration du terrain) qui n'est pas optimal et qui donc présente un risque avéré de contamination directe de la surface du plan d'eau de la source.

En effet, on constate :

- que la cuvette de plan d'eau de la source n'est absolument pas protégée en surface contre les apports solides et liquides dûs au ruissellement depuis le versant (notamment en période de fortes précipitations, amenant un flux d'eau chargée depuis le versant du parc vers la cuvette) ;
- que de nombreux éléments atteignent ainsi le plan d'eau de la source, dont en particulier des feuilles mortes et des débris végétaux dont la dégradation engendre une contamination bactériologique naturelle, des matières en suspension, des insectes, de la matière organique décomposée, etc ;
- que des animaux peuvent librement accéder à la cuvette de la source, ou à proximité, ce qui génère un risque de contamination fécale directe du plan d'eau ;

L'aménagement actuel des environs immédiats de la source, et de sa cuvette de plan d'eau, constitue donc le principal facteur de risque avéré de contamination bactériologique de la source.

Un transfert de pollution bactériologique depuis la surface ou sub-surface, vers la source, via la nappe du Bruxellien (par propagation de polluant dans l'aquifère depuis l'amont hydrogéologique) constitue également un vecteur probable qui peut être partiellement à l'origine de la contamination observée, mais nous estimons que cette option n'est pas la plus probable en comparaison avec la contamination directe de surface depuis l'environnement immédiat de la source. En effet, les indicateurs de pollution bactériologique fécale sont relativement faibles, en comparaison aux germes et coliformes totaux observés.

L'éventuelle fraction de pollution bactériologique de la source issue d'un transfert depuis la surface et sub-surface par lessivage dans le sol et propagation dans la nappe, trouverait son origine au niveau des infiltrations d'eaux résiduaires. Les causes les plus probables de ces transferts d'eaux usées vers la nappe sont les suivantes :

- Vétusté des égouts et fuites multiples dans les réseaux d'égouttage et dans les collecteurs
- Porosité des collecteurs conçus dans le passé pour drainer l'eau des nappes superficielles
- Présence de puits perdants et drains dispersants (rejets directs d'eaux usées dans la nappe)
- Rejets de STEPs, fosses sseptiques et autres systèmes d'épuration.
- Habitations et bâtiments non raccordés aux égouts et non équipés de dispositifs d'épuration individuelle.
- Infiltration d'eaux usées non traitées (réseau non connecté à une station d'épuration, rejets des surverses de collecteurs)
- Localement présence de cimetières et d'anciennes décharges.

Ces éléments seront considérés plus loin dans le rapport en relation avec l'étude de l'aménagement du territoire et des risques liés à la gestion des eaux usées dans la zone d'alimentation de la source.

9.2. Diagnostic sur l'origine de la contamination par Nitrates de la source

Pour rappel (voir chapitre précédent), on observe une contamination généralisée de la source par les Nitrates, avec des concentrations de l'ordre de 70 mg/l en NO₃ relativement constantes depuis 2010. Ces valeurs sont supérieures à la norme de potabilité (50 mg/l), et ont pour conséquence de rendre l'eau de la source inapte à la consommation humaine.

La source Fontaine d'Amour constitue l'exutoire naturel de la nappe du Bruxellien, d'extension régionale. On constate, sur base des résultats du réseau IBGE de suivi régional de la qualité de la nappe du Bruxellien, que cette nappe présente une contamination par Nitrate quasi-

généralisée sur le territoire de la Région de Bruxelles Capitale. La quasi-totalité de la nappe du Bruxellien est ainsi impactée par les Nitrates, à des concentrations dépassant régulièrement la norme de potabilité (50 mg/l) et pouvant dépasser les 100 à 130 mg/l.

Il ne s'agit donc pas d'une pollution ponctuelle dont l'origine serait unique et à identifier à proximité de la source, mais plutôt d'une pollution généralisée et à caractère régional de la nappe. En pratique, la zone couverte par un impact en NO₃ significatif engendrant un dépassement de norme correspond à la partie la plus urbanisée du territoire de Bruxelles.

En l'absence d'activités agricoles sur la zone d'alimentation de la nappe dans sa partie impactée par les Nitrates, l'origine de ceux-ci est plutôt à rechercher au niveau des eaux résiduaires domestiques et industrielles.

En effet, le Nitrate observé dans la nappe et en particulier au niveau de la source résulte d'un processus de nitrification complète à partir de l'azote contenu dans les eaux résiduaires (rejets d'eaux usées), dont les causes les plus probables des transferts vers la nappe sont les suivantes :

- Vétusté des égouts et fuites multiples dans les réseaux d'égouttage et dans les collecteurs
- Porosité des collecteurs conçus dans le passé pour drainer l'eau des nappes superficielles
- Présence de puits perdants et drains dispersants (rejets directs d'eaux usées dans la nappe)
- Rejets de STEPs, fosses septiques et autres systèmes d'épuration.
- Habitations et bâtiments non raccordés aux égouts et non équipés de dispositifs d'épuration individuelle.
- Infiltration d'eaux usées non traitées (réseau non connecté à une station d'épuration, rejets des surverses de collecteurs)
- Localement présence de cimetières et d'anciennes décharges.

Ces rejets ponctuels mais multiples présents sur toute l'étendue de l'agglomération bruxelloise constituent autant de sources de pollutions ponctuelles multiples, lesquelles engendrent au final une pollution diffuse à caractère « régional ».

Il résulte de la situation observée, concernant les Nitrates, que la contamination de la nappe du Bruxellien est quasi-généralisée. En ce sens, même si certaines sources de pollution sont situées à proximité du parc Josaphat, la recherche de celles-ci et la maîtrise locale des risques qui pourrait être envisagée (réparation des égouts, régularisation des rejets par épuration individuelle, abandon des puits perdants, etc, dans la zone proche du parc) ne permettront pas d'avoir un impact favorable significatif sur la qualité de l'eau de la source Fontaine d'Amour étant donné la multitude d'autres sources de pollution (eaux résiduaires) présentes à l'échelle régionale sur l'étendue de la zone d'agglomération.

La diminution des concentrations en Nitrates dans la nappe du Bruxellien demande une action globale à l'échelle de l'entière de la Région, visant à la réduction globale des infiltrations d'eaux résiduaires non-traitées vers la nappe à cette échelle.

On notera également que l'eau de la source Fontaine d'Amour présente des concentrations élevées en chlorures et en sulfates. Ces valeurs, bien qu'inférieures aux normes de potabilité, sont 2 à 3 fois supérieures au bruit de fond naturel de la nappe, et témoignent également de la contamination des eaux souterraines par les eaux résiduaires. Ces paramètres permettent donc de confirmer le diagnostic d'impact de la nappe à partir des rejets non-maitrisés et non-traités d'eaux usées.

En conclusion, les infiltrations d'eaux usées constituent la source principale de pollution par Nitrates de la nappe du bruxellien et de la source Fontaine d'Amour.

L'analyse des sources potentielles de contamination de la nappe en relation avec la problématique des eaux usées (Nitrates essentiellement, et dans une moindre mesure bactériologie avec germes pathogènes) permet d'identifier notamment les éléments suivants, pour ce qui concerne la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour :

Vétusté des égouts et fuites potentielles dans le réseau d'égouttage :

La gestion du réseau d'égouttage de Bruxelles est assurée par Vivaqua, laquelle a développé un outil cartographique informatisé performant.

Cet outil (accessible via l'application SIGASS) permettant de visualiser (notamment) le réseau d'égouttage et de lui associer, par tronçons d'égouts, des informations qualitatives utiles telles que (entre-autres) la profondeur du radier, la direction d'écoulement, la localisation des chambres de visite et un indice de qualité du tronçon basé sur un état des lieux. Cet indice de qualité présente 5 classes, allant de très bon (symbologie de couleur verte) à très mauvaise (couleur mauve). Une relation d'équivalence peut être établie entre ces 5 classes de qualité du réseau et une classification, qui en découle à l'identique, de risque de fuite et d'infiltration d'eaux usées vers la nappe.

Dans le cadre de la présente étude, l'entièreté des données cartographiques concernant le réseau d'égouttage et ses caractéristiques (dont l'état des lieux de sa qualité et la profondeur) ont été récupérées pour la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour et pour la zone d'impact potentiel lié à l'alimentation des étangs du parc. Ces données cartographiques ont pu être valorisées au sein d'un SIG établissant les risques de contamination de la nappe à partir des eaux usées.

La figure ci-après illustre, à titre d'exemple, un extrait du SIG élaboré. Il reprend notamment le réseau d'égouttage et la symbolisation de ses classes de qualité (et donc de risque pour la nappe) par tronçons. Une représentation similaire peut être effectuée à partir du SIG pour les classes de profondeur du réseau d'égouttage, ce qui permet d'établir une analyse de risque basée sur la distance verticale entre le radier du tronçon d'égout et la nappe aquifère.



Figure : Extrait du SIG de l'étude, basé sur les données de l'application SIGASS (Vivaqua) : représentation par tronçons du réseau d'égouttage, et des classes de qualité

La figure ci-dessous illustre la zone de valorisation par SIG des données cartographiques relatives au réseau d'égouttage. Elle englobe la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour, et la zone d'impact potentiel des eaux usées sur l'alimentation en eau des étangs.



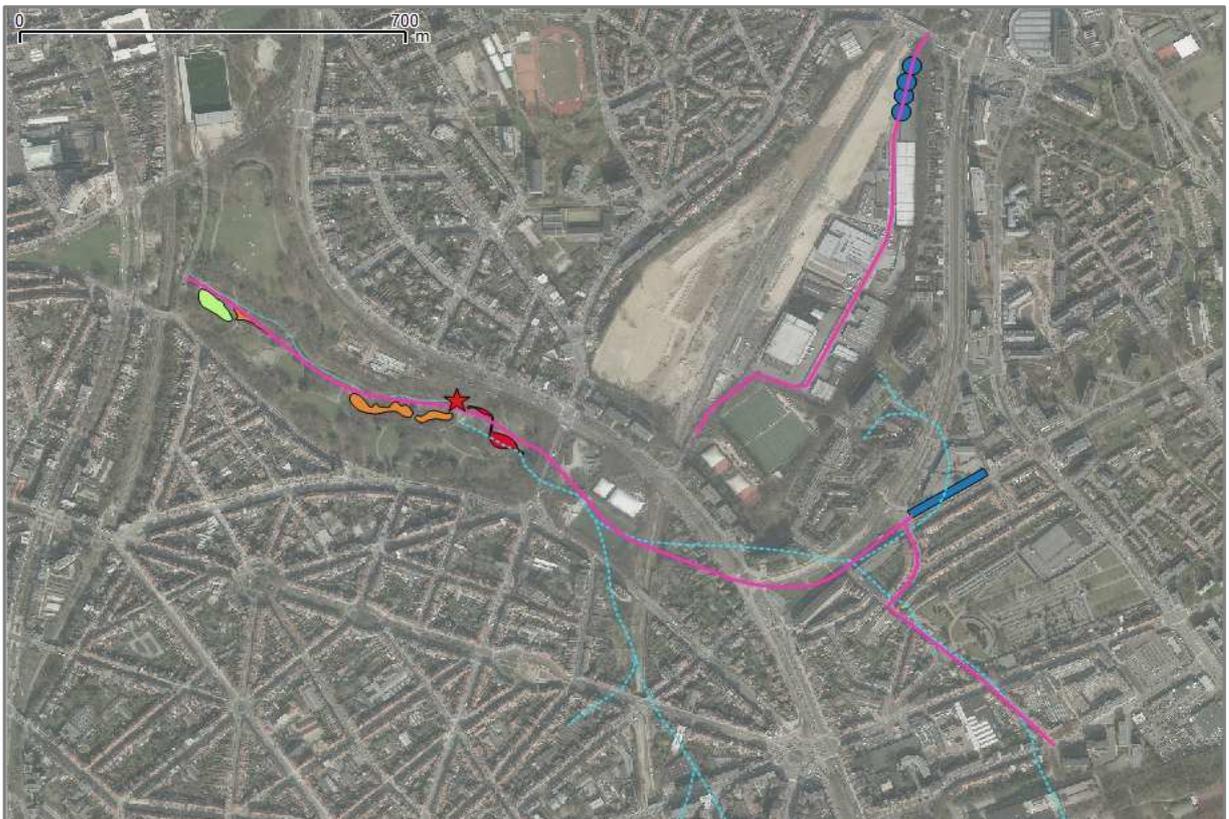
Figure : Extrait du SIG de l'étude, basé sur les données de l'application SIGASS (Vivaqua) : représentation de la zone de valorisation des données relatives à l'égouttage.

L'outil cartographique développé sur base des données de l'application SIGASS (Vivaqua) permet d'identifier les tronçons d'égouts de faible qualité (risque élevé de fuites) et les tronçons dont la profondeur présente un risque accru de contamination de la nappe sous-jacente. Ces tronçons à risques, identifiés au sein de la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour, devraient faire l'objet de mesures prioritaires de rénovation dans le cadre du programme général de rénovation des réseaux d'égouttage.

Impact potentiel des collecteurs :

La localisation et les caractéristiques (profondeur, vétusté, porosité) des collecteurs permettent d'évaluer le risque induit de contamination de la nappe par infiltration d'eaux usées. On notera en particulier, à ce titre, que les collecteurs ont été conçus dans le passé pour drainer l'eau des nappes superficielles, et que certains d'entre-eux présentent donc une porosité significative volontaire. Ils peuvent constituer autant de vecteurs potentiels de diffusion d'eaux usées vers la nappe.

L'outil SIGASS (Vivaqua) présenté plus haut permet également de visualiser le tracé et les caractéristiques des collecteurs. Les données cartographiques utiles à l'étude ont donc également été valorisées à ce niveau, au sein du SIG du projet. On notera en particulier le collecteur « Boerenhol », qui reprend notamment les écoulements de l'ancien cours d'eau du même nom, et dont le tracé passe vers le bassin d'orage Courtens puis traverse ensuite le parc Josaphat d'Est en Ouest dans l'axe de la vallée (voir figure ci-dessous).



Friche de l'ancien site SNCB

Le réseau « Infrabel / SNCB », schématisé sur la figure ci-dessous, collecte les eaux le long de la voirie pour les envoyer vers 4 puits perdus (infiltrants). Selon les informations obtenues, ces puits perdus favorisent l'infiltration des eaux usées dans le sol (et par conséquent vers la nappe par lessivage), et seul leur trop-plein est connecté au fossé existant le long des voies de chemin de fer vers le Nord. Ce fossé, selon les informations dont dispose Bruxelles-Environnement, serait connecté au réseau d'égouttage Hydrobru de la chaussée d'Haecht au niveau de la gare de Bordet (Sources de données et d'informations : étude ARIES).



Figure : réseau Infrabel/SNCB et puits perdants

Le plan Infrabel/SNCB ne précise pas la manière dont les bâtiments existants sont ou non raccordés au réseau Infrabel/SNCB. Deux hypothèses sont envisageables : soit tout ou partie des bâtiments sont effectivement raccordés au réseau Infrabel/SNCB, soit tout ou partie des bâtiments sont équipés d'un dispositif propre d'égouttage et de puits perdant (infiltrant).

En conclusion, d'une part la conformité de la situation actuelle du site au regard de la législation relative aux rejets d'eau usées doit être évaluée, et d'autre part les puits perdus (infiltrants) présents sur le site peuvent constituer des risques de contamination de la nappe des sables du Bruxellien par eaux résiduaires.

Le réaménagement de cette zone (friche de l'ancien site SNCB) devra intégrer cette problématique au regard des risques identifiés de contamination de la nappe sous-jacente.

Habitations et bâtiments non raccordés aux égouts et non équipés de dispositifs d'épuration individuelle, présence de puits perdants et drains dispersants (rejets directs d'eaux usées dans le sol)

Les bâtiments, dont les habitations, qui ne sont ni raccordés aux égouts ni équipés d'un dispositif d'épuration individuelle ou groupée, sont des éléments de risques de contamination de la nappe du Bruxellien par infiltration (lessivage) des eaux usées dans le sol jusqu'à la nappe, laquelle peut être rencontrée à des profondeurs inférieures à 10 mètres dans la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour.

Les puits perdants et drains dispersants, permettant l'évacuation des eaux usées dans cette configuration constituent autant de risque de contamination de la nappe.

Rejets non-maitrisés de STEPs, fosses sceptiques et autres systèmes d'épuration, et infiltration d'eaux usées non-traitées

Des disfonctionnements, ou mauvais dimensionnements, de systèmes d'épuration individuelle ou groupée, peuvent engendrer des rejets d'eaux résiduares dont la qualité peut présenter un risque pour la nappe.

Il en va de même pour l'infiltration non-maitrisée d'eaux usées non traitées, notamment dans le cas de réseaux non connectés à une station d'épuration, et de rejets des surverses de collecteurs.

Présence de cimetières et d'anciennes décharges

Bien que ces éléments constituent des risques potentiels de contamination de la nappe, l'inventaire des infrastructures présentes (ou ayant existé) dans la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour n'identifie pas d'ancienne décharge significative.

Le cimetière de Saint Josse Ten Noode est par contre identifié en amont hydrogéologique de la source, mais sa distance relativement élevée (1 km) par rapport à la source limite significativement les risques de contamination pouvant impacter significativement la source.

9.3. Diagnostic sur l'origine de la contamination de l'eau de surface des étangs du parc Josaphat

Pour rappel (voir chapitre précédent), les étangs du parc Josaphat présentent des concentrations élevées en composés azotés (Nitrites et Ammonium, moins significativement Nitrates), en Chlorures, en Sulfates, et en Phosphates. Les concentrations mesurées pour ces paramètres indiquent la présence d'une contamination avérée et significative de type eaux résiduares / eaux usées.

Les valeurs observées en DBO5, DCO et saturation en oxygène indiquent également une contamination avérée et significative de type eaux résiduares / eaux usées. Les valeurs observées indiquent à nouveau une influence majeure de rejets d'eaux résiduares.

Les valeurs mesurées concernant les paramètres repris ci-avant (composés azotés, Chlorures, Sulfates, Phosphates, DBO5, DCO, saturation en oxygène) sont représentatifs de plans d'eau de surface dont l'aptitude à la biologie peut être qualifiée de médiocre.

L'étang 1 (amont donc, coté cascade) est le plus impacté des 5 étangs. Il est probable que la contamination de type eaux résiduaires impacte directement et prioritairement cet étang, et se propage aux 4 autres étangs via la circulation d'eau de surface d'amont vers l'aval entre les étangs du parc.

De manière générale, on peut considérer que la mauvaise qualité de l'eau de surface des étangs résulte d'infiltration et de transfert d'eaux résiduaires à partir des collecteurs et égouts situés à proximité.

On peut par contre à priori exclure les origines de contamination des étangs liées aux puits perdants et drains dispersants, aux habitations non-raccordées, aux cimetières et aux anciennes décharges. Ces éléments ne concernent en effet que la contamination de la nappe.

Relation avec le collecteur traversant le parc Josaphat

Il existe une probable relation avec le collecteur Vivaqua traversant le parc, dans la mesure où ce collecteur passe à proximité immédiate de (et localement sous) l'étang n°1 (voir figure ci-dessous).



Figure : tracé du collecteur traversant le parc Josaphat

Il est possible que des infiltrations dans le sol d'eaux résiduaires issues du collecteur affectent, ou aient affecté, la qualité de l'eau des étangs (en particulier l'étang n°1).

On notera toutefois que des travaux de rénovation d'un tronçon de ce collecteur (tronçon allant de l'avenue Chazal jusqu'à la paline de jeux jouxtant la partie aval de l'étang n°1) ont été entrepris début 2017. Ces travaux de rénovation devraient permettre de limiter les pertes d'eaux résiduaires par infiltration dans le sol sur ce tronçon, et d'améliorer la qualité de l'eau des étangs dans le court terme. Les prochaines analyses périodiques d'eau de surface des étangs (surtout l'étang 1), ces prochains mois (et années), devraient permettre d'évaluer l'évolution de la situation et d'éventuellement faire le lien avec les travaux de rénovation du réseau.

Vétusté des égouts et fuites potentielles dans le réseau d'égouttage

L'analyse diagnostique réalisée plus haut concernant l'impact sur la qualité de la nappe (et de la source) des égouts en relation avec la vétusté du réseau et avec les fuites potentielles de celui-ci, concerne au même plan la qualité de l'eau de surface des étangs du parc.

En effet, certains tronçons du réseau d'égouttage passent à proximité des plans d'eau (dont en particulier l'étang 1), et un transfert d'eaux résiduaires vers les étangs par écoulements hypodermiques superficiels (dans les 2-3 premiers mètres du sol), ou par voies artificielles d'écoulements préférentiels (le long de canalisations et autres impétrants linéaires par exemple). La qualité des tronçons d'égouts situés à proximité immédiate des étangs, en léger amont topographique, peut donc impacter la qualité de l'eau des étangs. Les classes de qualité définies (reprises dans l'application SIGASS) permettent d'identifier les tronçons présentant les risques les plus élevés d'infiltrations d'eaux résiduaires et de fuites ; ces tronçons devraient en conséquence faire l'objet de travaux prioritaires de rénovation dans le cadre du programme de rénovation du réseau d'égouttage de Bruxelles.

La figure ci-dessous illustre, à titre d'exemple, le réseau d'égouttage (avec ses classes de qualité) dans la zone proche de l'étang n°1.



10. MODÉLISATION DES FLUX ET DE LA PROPAGATION DE POLLUANTS DANS LA NAPPE DU BRUXELLIEN

10.1. Objectifs poursuivis

Une modélisation des flux d'eau souterraine et de la propagation de polluants dans la nappe des sables du Bruxellien a été réalisée dans le cadre de la présente étude.

Les objectifs de la modélisation sont les suivants :

- Simuler les flux d'eau souterraine dans la nappe du Bruxellien vers la source Fontaine d'Amour, et établir les directions d'écoulements de l'eau souterraine depuis l'amont hydrogéologique jusqu'à la source.
- Simuler les processus de propagation de polluant dans la nappe du Bruxellien, depuis l'amont hydrogéologique, vers la source.
- Appuyer, sur base de ces simulations, le diagnostic sur l'origine des contaminations de la source et l'évaluation des zones présentant des risques significatifs de contamination de la nappe en cas d'incident ou de non-maitrise des rejets.

10.2. Logiciel utilisé et description de la modélisation

Le logiciel utilisé pour la modélisation est Freewat pour Q-GIS. Il s'agit d'un programme opensource qui intègre les outils cartographiques de la plate-forme opensource Q-GIS, et qui y associe les modules de modélisation relatifs aux aquifères dont :

- Modflow pour la simulation des écoulements dans la nappe du Bruxellien
- MT3D pour la simulation de la propagation de polluants dans la nappe du Bruxellien

Le principal avantage de cette configuration est le couplage complet et intégré entre un outil cartographique (Q-GIS) et un outil de modélisation (Freewat).

Le modèle réalisé est un modèle maillé en 2 dimensions (monocouche), représentant l'aquifère des sables du Bruxellien.

La zone modélisée est illustrée sur la figure ci-dessous. Elle correspond à la zone d'alimentation potentielle de la source Fontaine d'Amour, au sein de l'aquifère des sables Bruxelliens. La superficie de la zone modélisée est de 2.7 km².

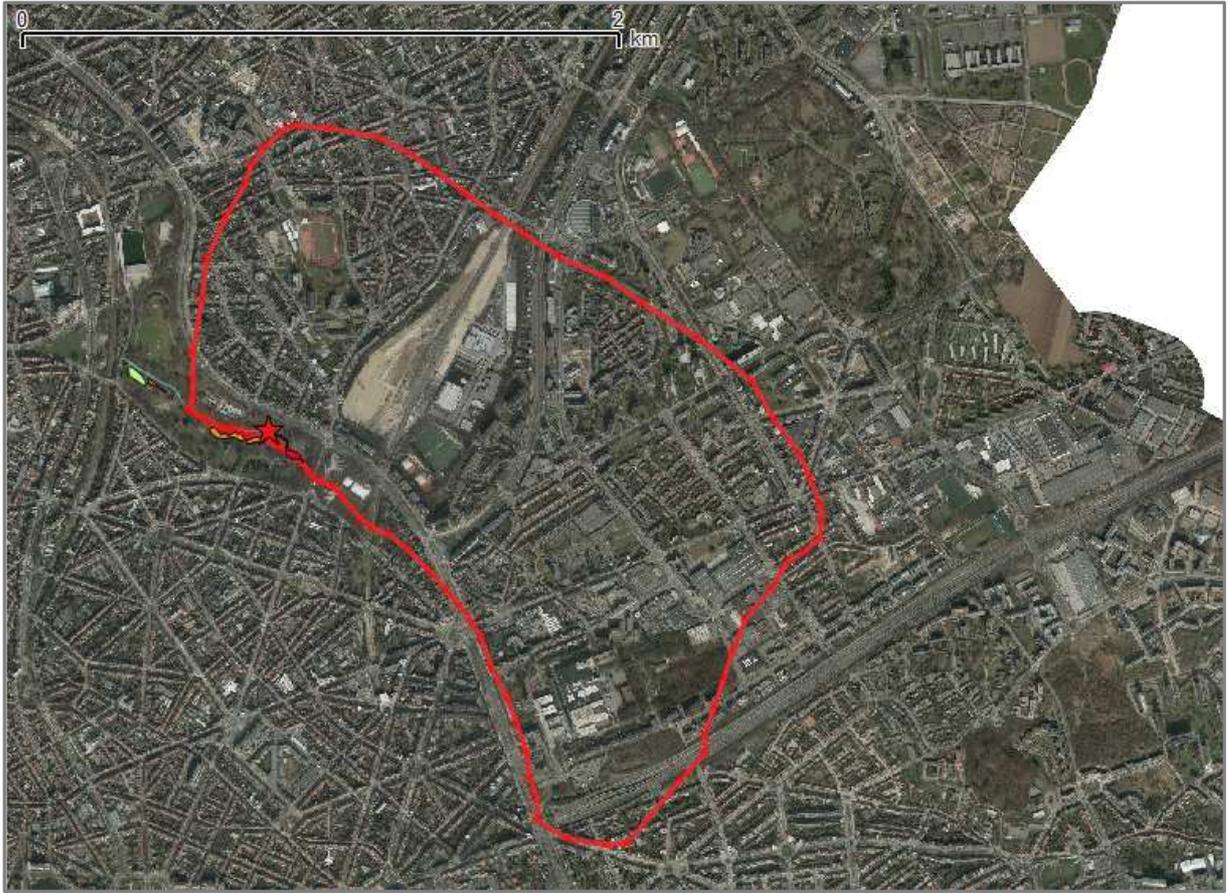


Figure : zone modélisée (trait rouge)

La base de la zone modélisée correspond à la limite inférieure de la nappe des sables du Bruxellien, c'est-à-dire le sommet de la couche aquiclude/aquitard des argiles de l'Yprésien. La géométrie de l'interface entre ces 2 horizons, constituant la base du maillage, a été générée sur base des données hydrogéologiques (modèle géométrique des horizons géologiques de la Région de Bruxelles Capitale) fournies par l'IBGE.

Le sommet de la zone modélisée correspond au sommet des horizons aquifères dans lesquels est logée la nappe du Bruxellien, c'est-à-dire la topographie du sol en surface. Le sommet du maillage a donc été généré à partir du MNT de Bruxelles (voir figure ci-dessous).

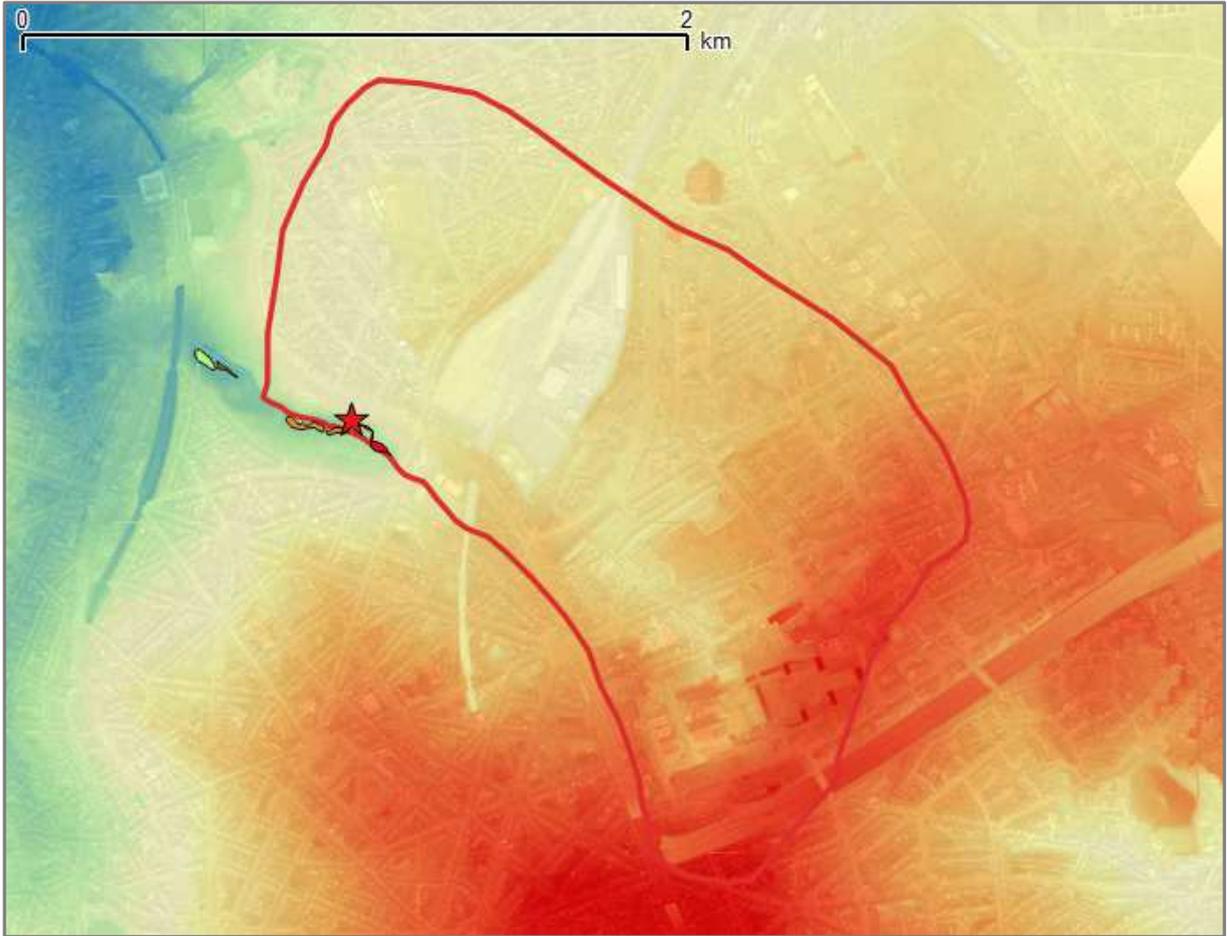


Figure : Modèle Numérique de Terrain (MNT) utilisé pour la modélisation

Le maillage réalisé est composé de 27.000 cellules carrées de 10 mètres de coté (voir figure ci-dessous), et dont la base et le sommet de chaque cellule ont respectivement été générées par le fichier de géométrie géologique (interface Bruxellien-Yprésien : toit du Membre de Saint-Maur, Formation de Kortrijk) fourni par l'IBGE et par le MNT topographique.

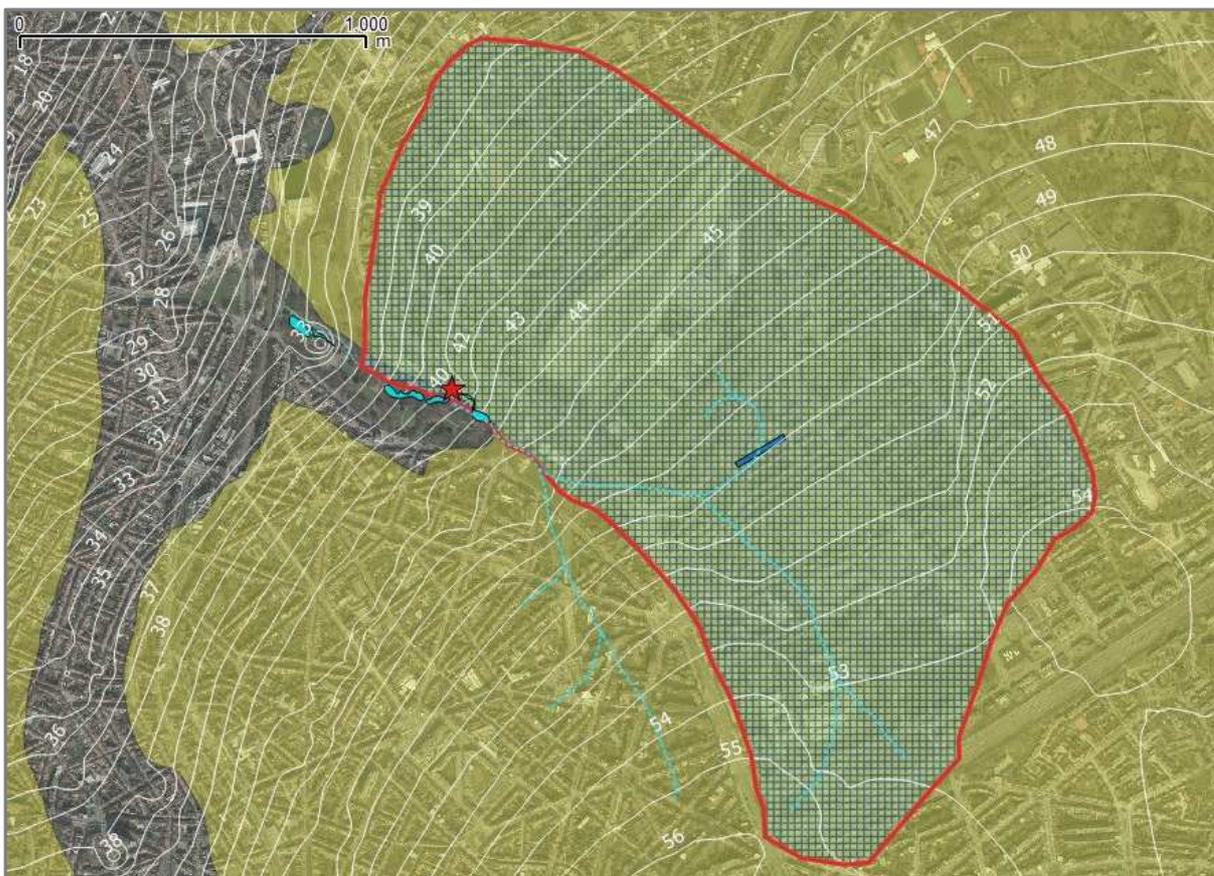


Figure : maillage du modèle, et piézométrie observée

Les paramètres hydrodynamiques utilisés dans le modèle sont ceux repris dans la modélisation mathématique régionale réalisée en 2015 par Aquale pour le compte de l'IBGE (« Réalisation d'une étude hydrogéologique de la masse d'eau souterraine du Bruxellien, rapport final phase II »).

Ces paramètres et conditions aux limites sont :

- Flux en limite supérieure : infiltration (valeurs reprises à partir du modèle Aquale en régime permanent : zonation spatiale de 50 à 180 mm/an).
- Flux en limite inférieure : flux nul, base de l'aquifère supposée imperméable.
- Conditions aux frontières (limites extérieures du modèle, cours d'eau et sources) : conditions de Dirichlet (hauteurs imposées).
- Conductivité hydraulique : valeurs reprises à partir du modèle Aquale 2015 : $6.6 \cdot 10^{-5}$ m/s pour Bruxellien uniquement, $2.6 \cdot 10^{-5}$ m/s pour Bruxellien-Lede, $1.3 \cdot 10^{-5}$ m/s pour Bruxellien-Lede-Wemmel.
- Paramètres de transport : valeurs représentatives issues de l'interprétation d'essais de traçage réalisés dans les sables du Bruxellien (études de zones de protection de captages d'eau potabilisable en Région Wallonne, notamment).

La calibration et les simulations d'écoulement ont été réalisées en régime permanent.

10.3. Résultats de la modélisation

Les résultats de la modélisation sont présentés ci-après. La piézométrie calculée est conforme aux observations piézométriques et à la carte piézométrique réalisée par interpolation des mesures effectuées aux points d'observation du réseau IBGE.

La figure ci-dessous illustre les isopièzes calculés, et l'allure de la piézométrie de la zone modélisée. Les valeurs (cotes altimétriques) de piézométrie calculées vont de 55m dans la partie amont de la zone d'alimentation de la source Fontaine d'Amour, à 37m dans la partie aval de la zone modélisée.

Le gradient général de la nappe est orienté SE-NO.

La carte piézométrique calculée permet de représenter les axes d'écoulement (flux) depuis l'amont hydrogéologique (au Sud-Est) vers la source Fontaine d'Amour.

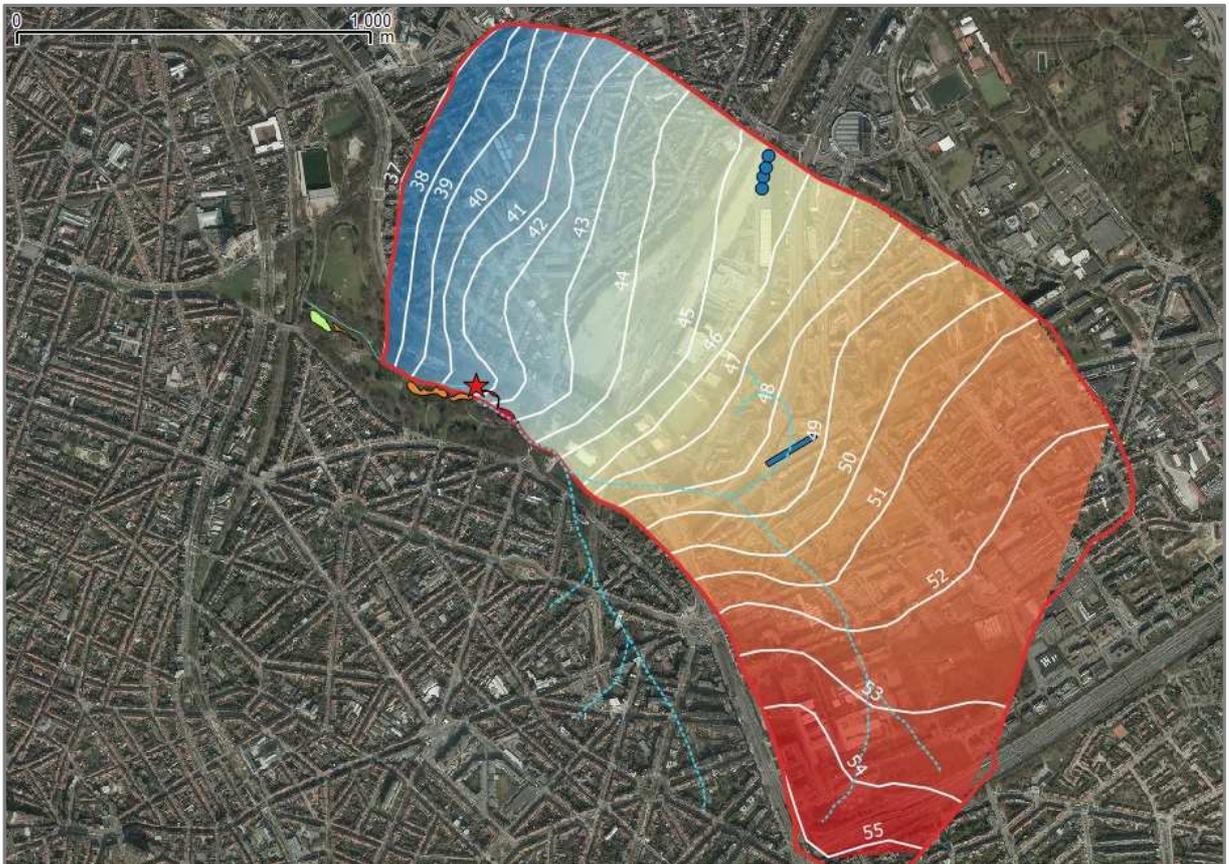


Figure : piézométrie calculée par modélisation

La modélisation, couplée au SIG, permet également de calculer en tout point de la zone modélisée la profondeur de la nappe des sables du Bruxellien.

Les 2 figures ci-après illustrent la carte des profondeurs de nappe.

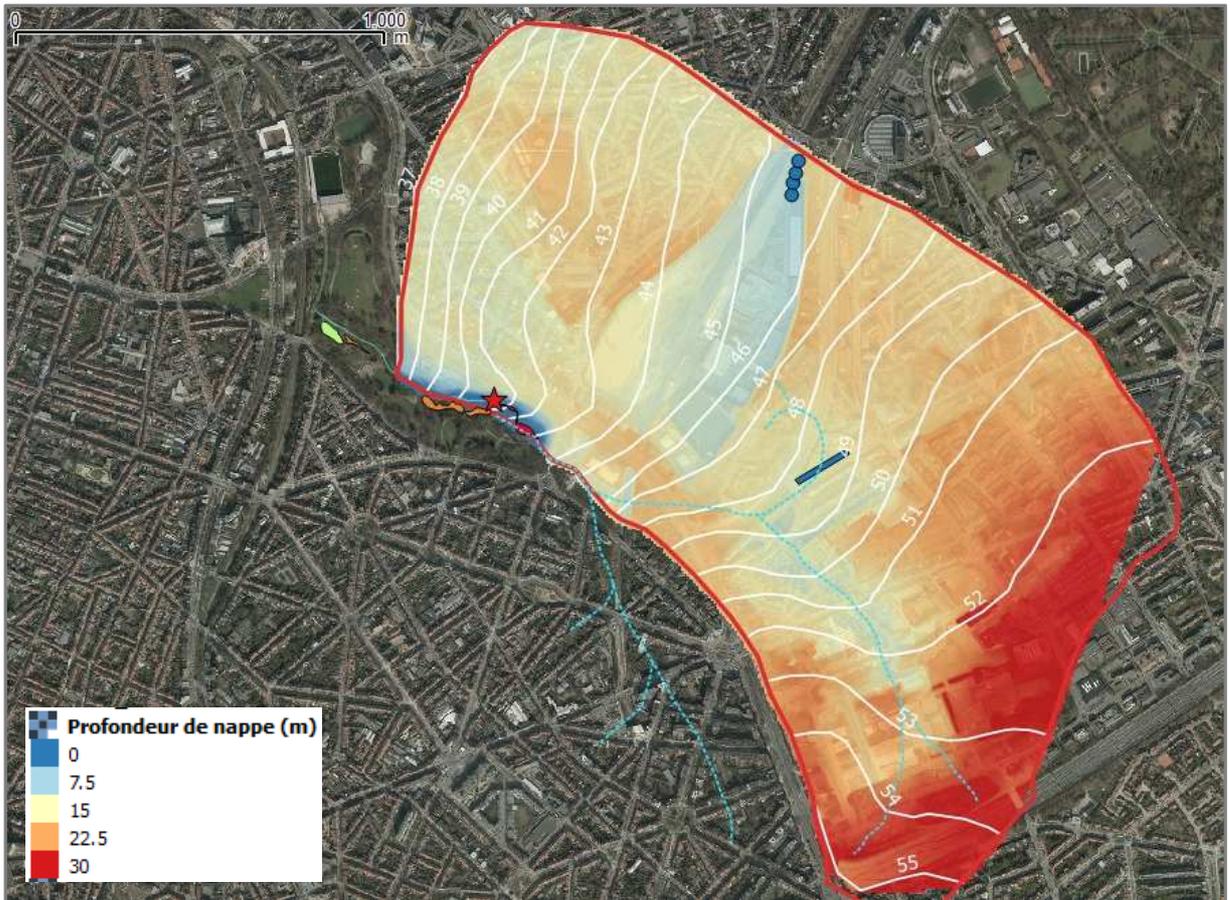


Figure : carte des profondeurs de nappe calculées par le modèle et le SIG

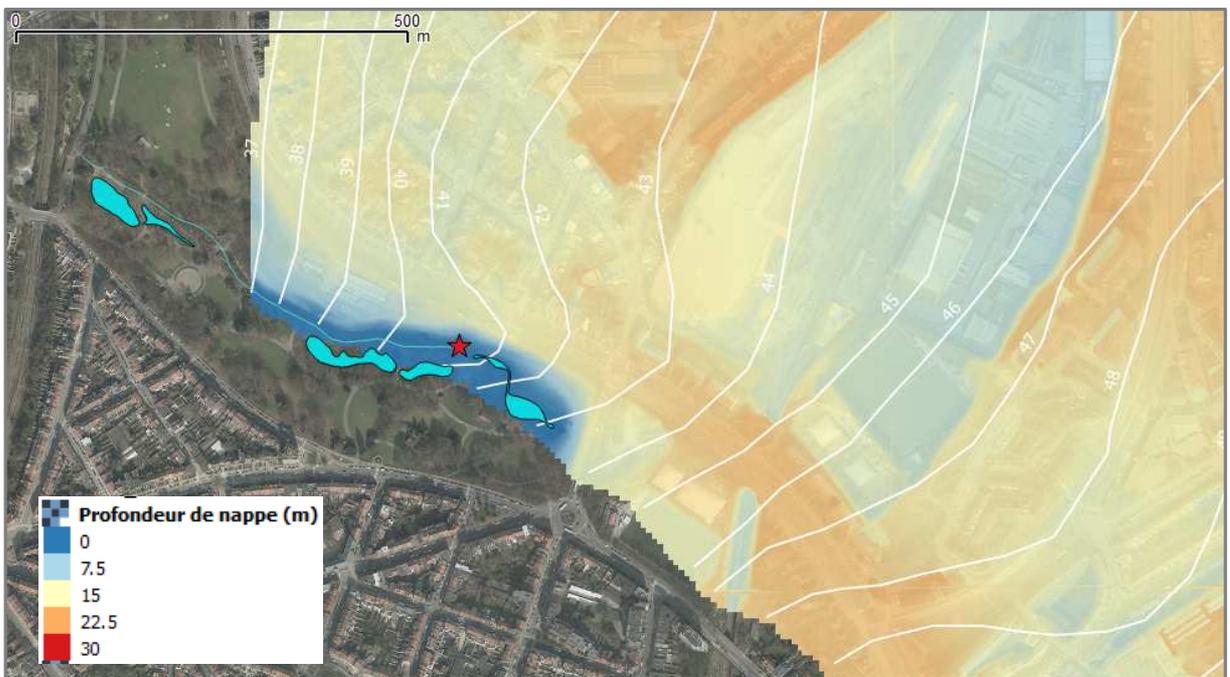


Figure : carte des profondeurs de nappe calculées par le modèle et le SIG (zoom)

Les profondeurs calculées de nappe vont de 30 mètres (depuis la surface du sol) en partie amont de la zone modélisée (zone de la RTBF), à 10 mètres dans la zone de l'ancien site SNCB, et à moins de 5 mètres dans la zone du parc Josaphat. En fonds de vallée du parc, la nappe est sub-affleurante (profondeur inférieure à 1 m), notamment à proximité de la source.

La carte des profondeurs de nappe permet d'évaluer la vulnérabilité de l'aquifère par rapport aux activités et infrastructures polluantes en surface et sub-surface, dont notamment les égouts et/ou collecteurs non-étanches, les puits perdants et drains dispersants, etc.

En particulier, un croisement des données géographiques de profondeur de la nappe avec les données géographiques de profondeurs de tronçons du réseau d'égouts et de collecteurs, ainsi qu'avec les données géographiques de qualité (classes de qualité) du réseau, permet une analyse plus fine des risques de contamination de la nappe à partir des égouts en cas de fuite.

La modélisation de la propagation de polluant dans la nappe permet de simuler l'évolution de toute pollution au sein de la nappe. Le modèle a été paramétré (paramètres hydrodispersifs) pour pouvoir réaliser des simulations de pollution en tout point de la zone modélisée, permettant ainsi d'évaluer les directions de propagation des flux de polluants, l'évolution spatio-temporelle des concentrations, et les vitesses de déplacement du panache de polluant.

A titre d'exemple (fictif), la figure ci-dessous illustre la simulation d'une fuite au niveau d'un tronçon du réseau d'égouttage le long de l'avenue Chazal, et en particulier la propagation du flux de polluant qui en résulte dans la nappe des sables du Bruxellien en direction de la source Fontaine d'Amour.

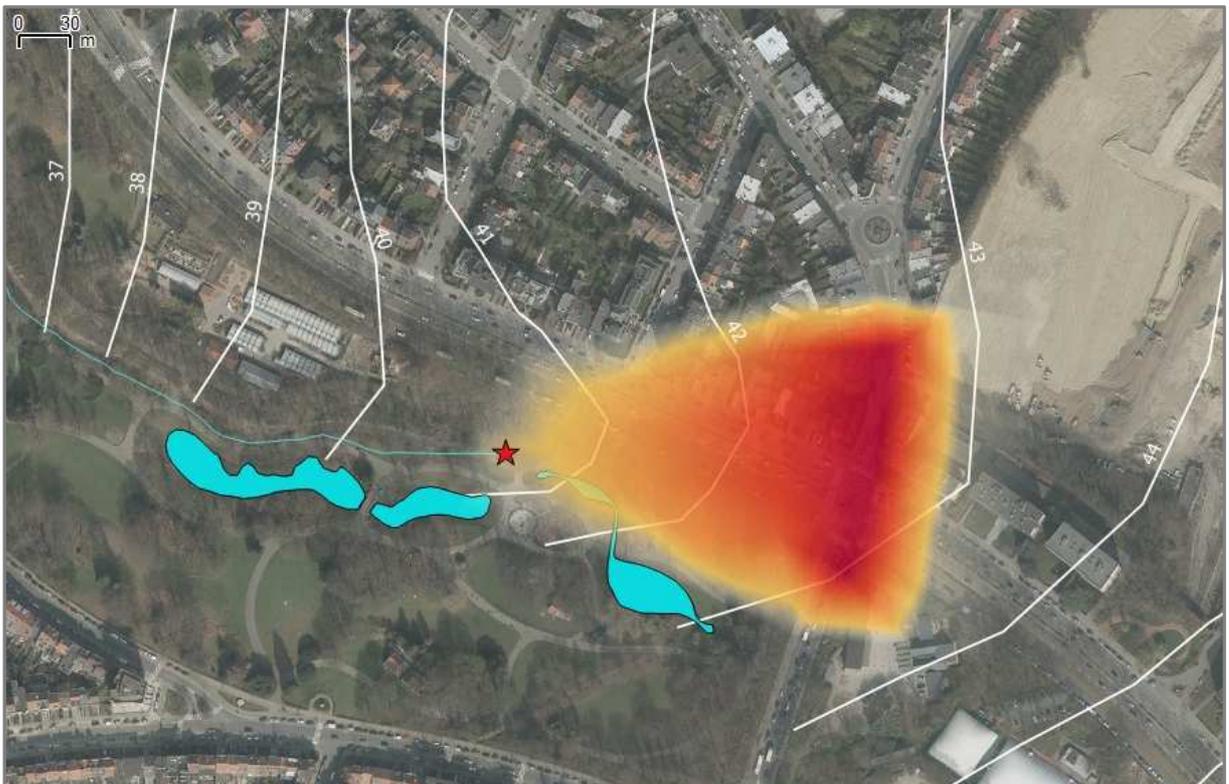


Figure : simulation de la propagation de polluant dans la nappe du Bruxellien

11. RECOMMANDATIONS :

SOURCE ET ÉTANGS DU PARC JOSAPHAT

Sur base du diagnostic de la qualité des ressources hydriques du parc Josaphat (source et étangs), et du diagnostic des origines qui ont pu être identifiées des contaminations observées, des recommandations peuvent être formulées pour tendre vers une amélioration environnementale de ces ressources hydriques actuellement impactées.

11.1. Source Fontaine d'Amour

En ce qui concerne la source Fontaine d'Amour, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- Aménagement de la source et de son environnement immédiat, afin de limiter les apports de matières en suspension, de débris organiques, et autres matériaux tant solides que liquides, qui peuvent actuellement atteindre le plan d'eau de la cuvette de la source par ruissellement depuis le versant du parc et induire une contamination bactériologique de l'eau présente dans la cuvette. L'aménagement devrait à tout le moins inclure une margelle surélevée par rapport au niveau du sol, afin de protéger la cuvette des venues d'eau chargées et des débris solides lors des périodes de précipitations et de ruissellement. Une modification du relief, ainsi qu'une revégétation des alentours, devraient également permettre de limiter le ruissellement direct vers la cuvette.
- Aménagement de la source et de son environnement immédiat afin de limiter, voire de rendre impossible, la présence d'animaux au droit de la cuvette. Cette mesure devrait permettre de maîtriser les risques de contamination bactériologique par germes pathogènes (pollution fécale).

A titre d'illustration, les photos ci-après illustrent l'aménagement actuel de la source (à gauche), et la situation historique (à droite). Il nous semblerait intéressant d'envisager la faisabilité d'un réaménagement du site qui viserait à lui redonner une configuration similaire à celle d'antan.



- Poursuite de la rénovation du réseau d'égouttage, en donnant la priorité aux tronçons de mauvaise qualité et aux tronçons profonds, situés dans la zone d'alimentation de la source. Si nécessaire, consolider le diagnostic de la qualité du réseau dans cette zone d'alimentation.
- Consolidation de l'inventaire des points de rejets d'eaux usées non-traitées (puits perdants, drains dispersants, habitations et bâtiments non-raccordés, surverses de collecteurs, etc.).
- Consolidation du diagnostic des collecteurs, et évaluation des risques d'infiltration d'eaux usées notamment en relation avec la porosité des collecteurs et avec leur vétusté.
- Poursuite des analyses physico-chimiques et bactériologiques périodiques de la source.
- Intégration des résultats de l'étude Imhotep, afin de déterminer la présence de résidus de médicaments (indicateurs de contamination à partir d'eaux usées domestiques via les égouts notamment) au niveau de la source.

Rappelons toutefois que la diminution des concentrations en Nitrates dans la nappe du Bruxellien, et donc au niveau de la source, demande une action globale à l'échelle de l'entièreté de la Région, visant à la réduction globale des infiltrations d'eaux résiduelles non-traitées vers la nappe à cette échelle régionale. Un retour à la normale (potabilité) de la source Fontaine d'Amour semble dès lors peu probable dans les 5 à 10 années à venir, concernant la problématique des Nitrates.

11.2. Etangs du parc Josaphat

En ce qui concerne les étangs du parc, les recommandations suivantes peuvent être formulées pour lutter contre l'eutrophisation et le développement d'algues, et pour améliorer l'aptitude biologique des eaux de surface des étangs :

- Enlèvement des feuilles mortes et autres débris organiques qui s'accumulent sur les plans d'eau, surtout en fin d'automne.
- Améliorer l'aération de l'eau des étangs par le placement d'émulseurs (*note : action réalisée en cours d'étude, fin 2017*).
- Améliorer le débit de circulation d'eau entre les étangs, par la remise en service d'un dispositif de re-circulation d'eau par pompage depuis l'exutoire de l'étang 5 vers l'étang 1 (circuit fermé, à défaut de possibilité de circuit ouvert par alimentation externe).
- Améliorer le renouvellement d'eau des étangs, par l'apport d'eau externe (circuit ouvert, avec évacuation vers le Maalbeek en aval de l'étang 5). Parmi les possibilités d'apports externes en eau envisageables, on peut citer :
 - La valorisation des eaux pluviales du (futur) projet de réaménagement de la friche SNCB, avec un dimensionnement à réaliser et des mesures de protection à prendre contre les pollutions. Les eaux pluviales collectées pourraient en effet alimenter l'étang amont et induire une circulation d'eau ouverte (renouvellement) vers l'aval

(étang 5). L'étude d'incidences d'Aries (2015) consacrée au projet de réaménagement du site SNCB envisage et détaille cette option, que nous jugeons opportune et recommandée (voir illustration ci-après).

- La valorisation des eaux pluviales du parc, selon des modalités à évaluer en fonction de la configuration des collecteurs d'eaux pluviales présents dans le parc.
 - La valorisation de tout autre apport en eau pour augmenter le débit de circulation et le renouvellement d'eau des étangs. On notera toutefois que la valorisation de l'eau qui s'écoule depuis la source Fontaine d'Amour, vers le ruisseau Josaphat, n'est pas recommandée en raison des concentrations élevées en Nitrates.
- Diagnostic approfondi du collecteur « Boerenhol » passant dans l'axe de la vallée du parc et de son influence sur la qualité de l'eau de l'étang 1 (et des autres étangs). On notera qu'un tronçon de ce collecteur a fait l'objet de travaux de rénovation en cours d'étude (entre l'avenue Chazal et l'aval de l'étang 1).
 - Diagnostic approfondi des égouts situés en amont immédiat des étangs (au pourtour du parc donc, le long des voiries bordant celui-ci) et rénovation prioritaire des tronçons d'égouts dont le diagnostic indique des risques de fuites.
 - Poursuite du monitoring des étangs, au niveau des paramètres indicateurs de contamination par eaux usées (pH, conductivité, DBO5, DCO, Oxygene dissous, Nitrates, Nitrites, Ammonium, Chlorures, Phosphates, Sulfates).
 - Réintroduction de populations aquatiques dans les étangs, pour améliorer l'équilibre des écosystèmes et l'aptitude biologique des étangs. En outre, certaines espèces aquatiques peuvent constituer (en fonction de leur adaptation et évolution) des indicateurs de la qualité biologique du milieu.
 - Eventuellement : réalisation d'essais de traçage depuis les égouts (tronçons à risques à identifier) vers les étangs, afin d'aider à consolider la causalité supposée entre l'égouttage et la contamination des étangs.



Figure : placement et mise en service des émulseurs au niveau de chaque étang du parc

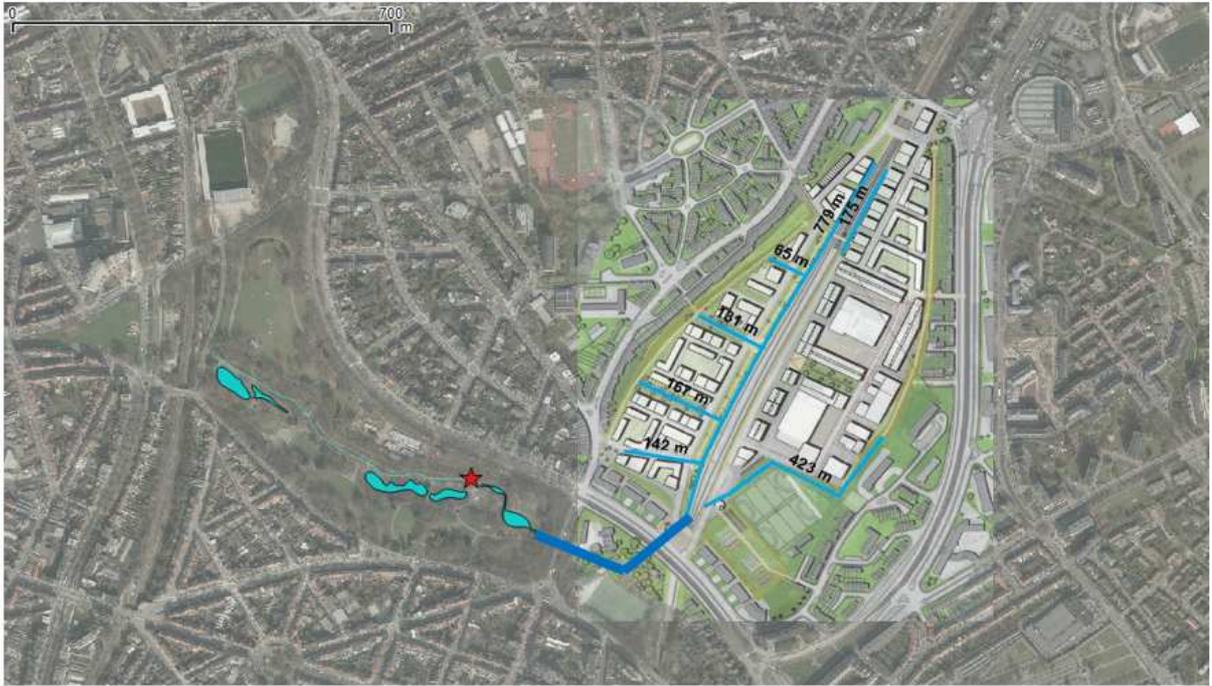


Figure : option de valorisation des eaux pluviales du projet de réaménagement de la friche SNCB. Débit de fuite dimensionné à 90 l/s au niveau de l'étang supérieur (Aries, 2015)

12. CONCLUSIONS

L'étude réalisée a permis de poser un diagnostic sur la qualité des ressources hydriques du parc Josaphat, à savoir la source Fontaine d'Amour et l'eau de surface des étangs du parc.

Il ressort de ce diagnostic que la source Fontaine d'Amour est affectée d'une part par une contamination aux Nitrates, et d'autre part par une contamination bactériologique. Ces éléments rendent l'eau de la source inapte à la consommation humaine, les normes de potabilité étant dépassées.

L'origine de la contamination de la source par Nitrates est liée aux infiltrations d'eaux résiduaires (eaux usées non-épurées) atteignant la nappe aquifère par lessivage, et se propageant vers la source au sein de la nappe selon les directions d'écoulement de celle-ci. La vétusté du réseau d'égouttage, et la présence de rejets directs d'eau usées non-épurées (puits perdants, drains dispersants, habitations et bâtiments non-raccordés, etc.) sont les principaux éléments à l'origine de la contamination de la nappe des sables du Bruxellien qui alimente la source Fontaine d'Amour. Cette nappe présente en effet une très grande vulnérabilité par rapport à toute pollution observée en surface ou sub-surface.

La contamination bactériologique de la source trouve par contre principalement son origine dans l'aménagement actuel des environs immédiats de la source, lequel protège très peu le plan d'eau de la source des afflux extérieurs.

Il ressort également du diagnostic réalisé que l'eau de surface des étangs du parc présente une qualité globalement médiocre, à l'origine de phénomènes d'eutrophisation et de développements d'algues. Les contaminants observés sont représentatifs d'une pollution des plans d'eau par eaux usées résiduaires, dont les origines sont liées à la vétusté des tronçons d'égouttage et de collecteurs passant à proximité des étangs en bordure du parc ou au travers de celui-ci.

Le diagnostic des étangs du parc permet également de mettre en évidence l'influence des faiblesses actuelles des dispositifs hydrauliques, en relation avec l'absence d'aération/oxygénation de l'eau, l'absence de renouvellement de l'eau par apports externes, et l'absence de recirculation de l'eau en circuit interne (on notera toutefois que certaines mesures d'amélioration en ce sens ont été prises en cours d'étude).

Sur base des diagnostics posés et du contexte physique rencontré, l'étude formule enfin une série de recommandations visant à améliorer significativement la qualité environnementale des ressources hydriques du parc.

La mise en œuvre de ces recommandations devrait permettre une amélioration significative, et à court-terme, de la qualité des eaux de surface des étangs du parc et de leur aptitude biologique.

Par contre, un retour à la normale (normes de potabilité respectées) concernant la source Fontaine d'Amour ne pourra être espérée sans la mise en œuvre d'un plan d'action à l'échelle régionale concernant la problématique des eaux résiduaires non-maitrisées, lesquelles affectent en effet l'ensemble de la nappe du Bruxellien dans la zone d'agglomération. Bien qu'une tendance à la baisse des concentrations en Nitrates dans la nappe puisse être espérée

dans le meilleur des cas ces prochaines années, en cas de mise en œuvre d'actions efficaces de maîtrise des risques d'infiltration des eaux résiduaires, il nous paraît peu probable que l'amélioration espérée permette un respect des normes de potabilité au niveau de la source Fontaine d'Amour dans le court terme.

BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES DE DONNÉES

- Rapport d'incidences sur schéma directeur – zone stratégique Josaphat. Projet de rapport final, Aries Consultants, 2015.
- Projet Hydrobrux : « Etude hydrogéologique de la masse d'eau souterraine du Bruxellien », Projet eau n°2011.410 – CSC 2011-03-ALI, Rapport final de la phase 1, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (D.O. Terre et Histoire de la Vie) et d'Aquale sprl ECOFOX Développement : Modélisation géologique en 3D des formations géologiques composant la masse d'eau souterraine des sables du Bruxellien (Br05), 2011.
- Réalisation d'une étude hydrogéologique de la masse d'eau souterraine du Bruxellien. Aquale, 2015.
- Plan de gestion de l'eau de la Région de Bruxelles-Capitale 2016-2021. Bruxelles Environnement, 2017
- Données cartographiques : portails web IBGE, URBIS, BRUGIS (topographie, hydrographie, hydrogéologie, fonds de plan, occupation du sol, forages, zones vertes, etc.).
- Données cartographiques extraites de l'application Sigass VIVAQUA (réseau égouttage)
- Données du réseau de suivi de la nappe du Bruxellien – IBGE : localisation des points de mesures, et données du réseau qualité (Nitrates).
- Données, plans et rapports fournis par la Commune de Schaerbeek : réseau d'égouttage, plans du Parc Josaphat, analyses physico-chimiques et bactériologiques du Parc Josaphat (source Fontaine d'Amour et étangs).

ANNEXES
