

PARC MAXIMILIEN

ÉTUDE DE FAISABILITÉ
D'INTÉGRATION PAYSAGÈRE
DE LA SENNE DANS LE PARC MAXIMILIEN



PHASE III
ÉLABORATION DES SCÉNARIOS

novembre 2018

Auteur: SWECO Belgium, Urban.Habitat sous la direction de Johan Huybrechts

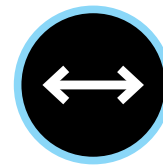
Michal Bucko
Annie Vanslambrouck
Troy Vanderlinden
Eric Djitrinou
Paul Durinck
Daan Van Berkel
Xavier Duyck
Abel Belkacemi Adjiri
Gael Gauthier
Sylvia Govaerts

Nota: la mise en page de ce document est conçue pour une vis-à-vis des pages

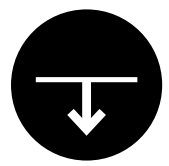
INTRODUCTION



DÉBIT



LARGEUR



PROFONDEUR



PROFIL



NIVEAU
D'EAU



ACTIVITÉS

Le présent document développe différents scénarios de remise à ciel ouvert de la Senne au sein du parc Maximilien. Une analyse préalable des informations disponibles a permis de déterminer deux principaux types d'enjeux, lesquels seront à la base de la définition de ces scénarios. Les premiers sont les enjeux de nature hydrauliques ; ils sont liés aux contraintes amenées non seulement par le débit variable de la Senne, mais également la largeur du double-pertuis existant ainsi que du nouveau lit et son profil.

Les seconds sont les enjeux paysagers ; ils prennent en compte la notion de perception du cours d'eau par un observateur. Celle-ci dépend principalement de la surface visible du miroir d'eau, laquelle est déclinée d'une part par la largeur du lit et d'autre part, par la profondeur de la lame d'eau, tout en restant évidemment fonction de la distance séparant l'observateur de la surface de l'eau ; cette distance est influencée par la profondeur des berges et/ou par le niveau de l'eau.

Au-delà de la simple prise en compte de ces deux principaux types d'enjeux, les scénarios envisagent également différentes possibilités de réaménagement du parc Maximilien, notamment le développement et l'intégration d'activités diverses.



SITUATION EXISTANTE

L'analyse de la situation existante au sein du parc Maximilien permet de mettre en évidence des sections différentes de la Senne. Ainsi, selon la largeur du parc et les différents usages actuels (bâtiments et terrains), les dix sections suivantes peuvent être distinguées :

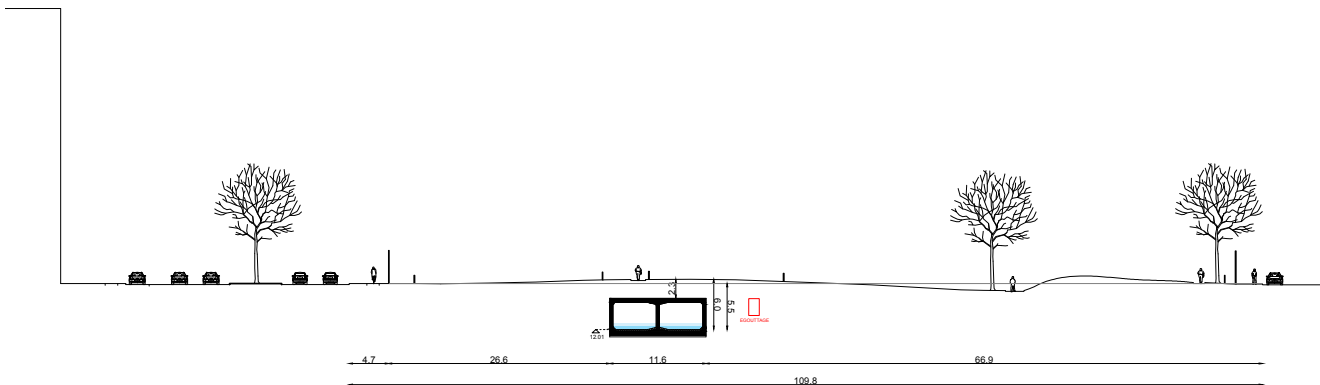
- S1: du Boulevard Baudoin - à l'arrière de la ferme Maximilien
- S2: de l'arrière de la ferme Maximilien - à la dalle du Héliport
- S3: de la dalle du Héliport - aux Ecoles libres de Saint-Roch
- S4: Ecoles libres de Saint-Roch
- S5: Boulevard Simon Bolivar
- S6: du Boulevard S. Bolivar - au Local jardinier
- S7: Local jardinier
- S8: du Local jardinier - à la Place des Armateurs
- S9: Place des Armateurs
- S10: Quai des Armateurs

Les parties du parc Maximilien où se situe le double-pertuis de la Senne ont une forme allongée, large de 48 m. Les trois sections suivantes dérogent cependant à cette valeur de référence:

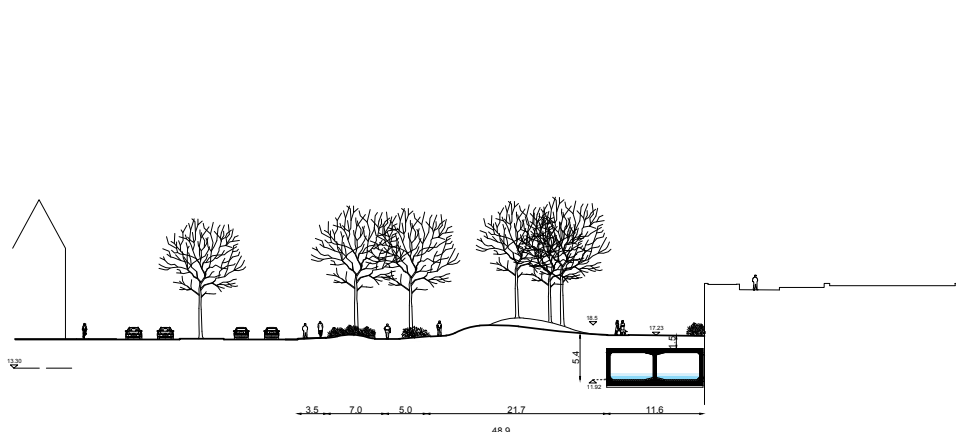
- S1: Ferme Maximilien, L= 115 m
- S3 : de L=70 m à L= 87 m
- S6: L= 115 m

La largeur de 48 m comprend, outre le trottoir de 2 m et une piste cyclable unidirectionnelle de 1,5 m, deux alignements d'arbres qui occupent respectivement des emprises de 7 m et 5 m de sorte que l'espace disponible pour l'aménagement du nouveau lit à ciel ouvert est déjà réduit à 32,5 m ; cet espace peut ensuite encore être réduit par la position en sous-sol du double-pertuis. Les dimensions précises (largeur et profondeur) seront précisées pour chaque scénario dans les chapitres suivants.

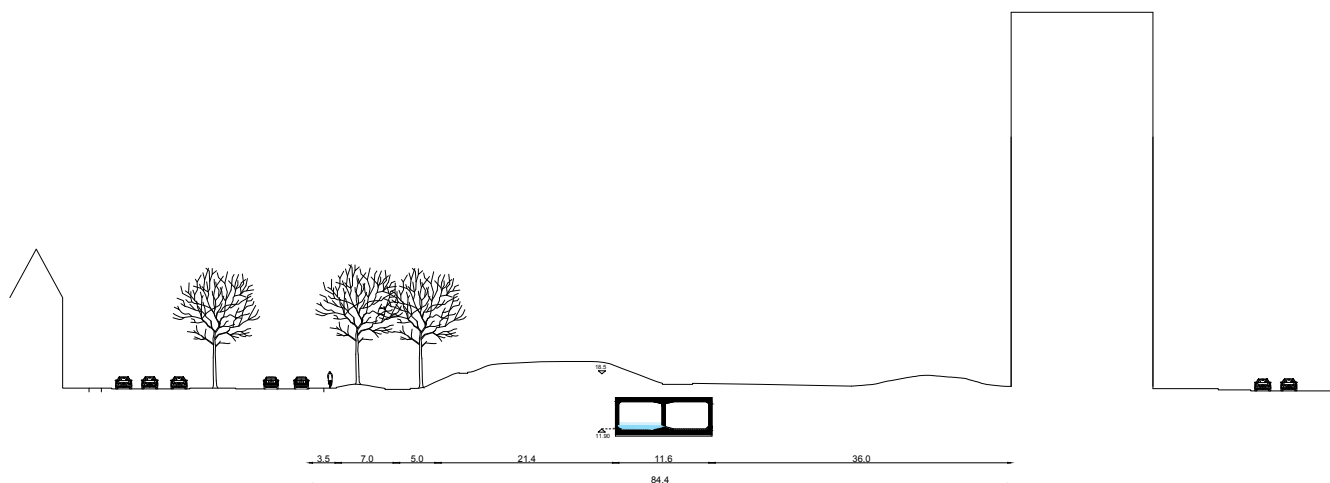
Coupe A



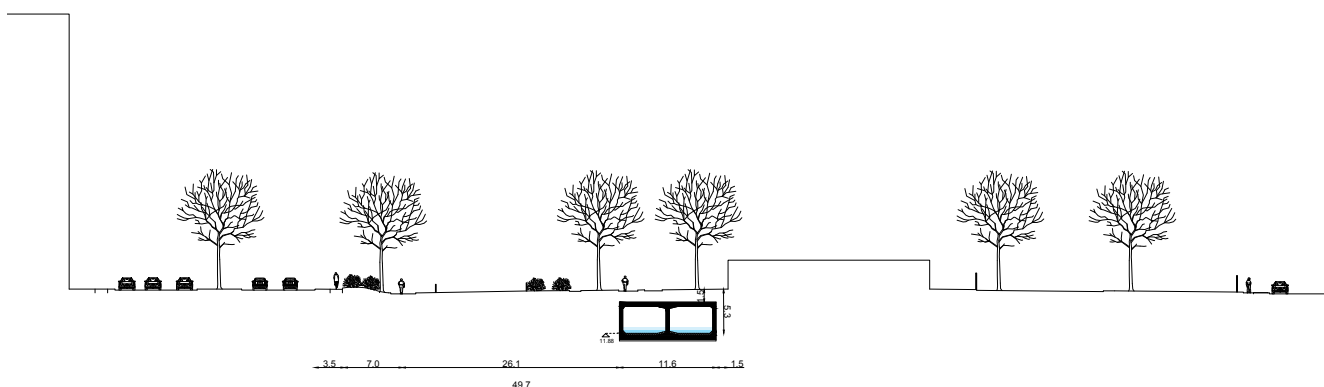
Coupe B



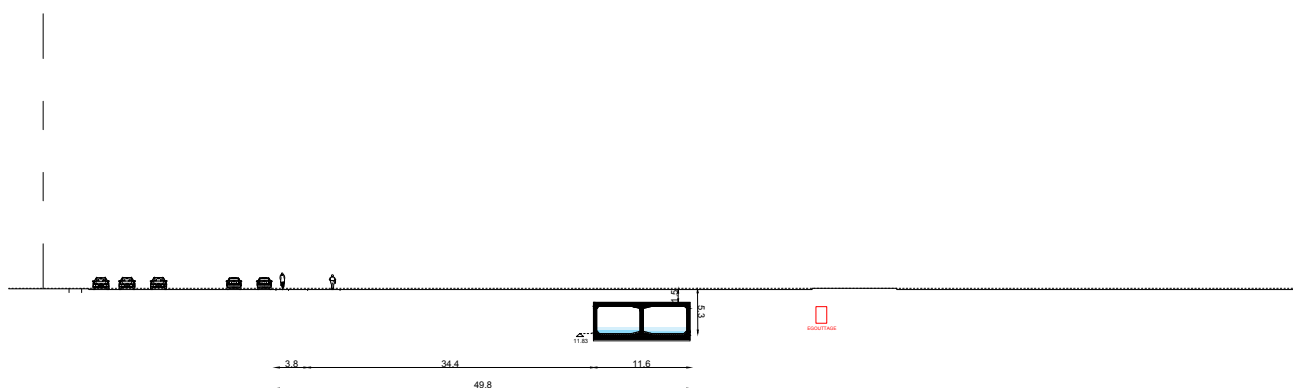
Coupe C



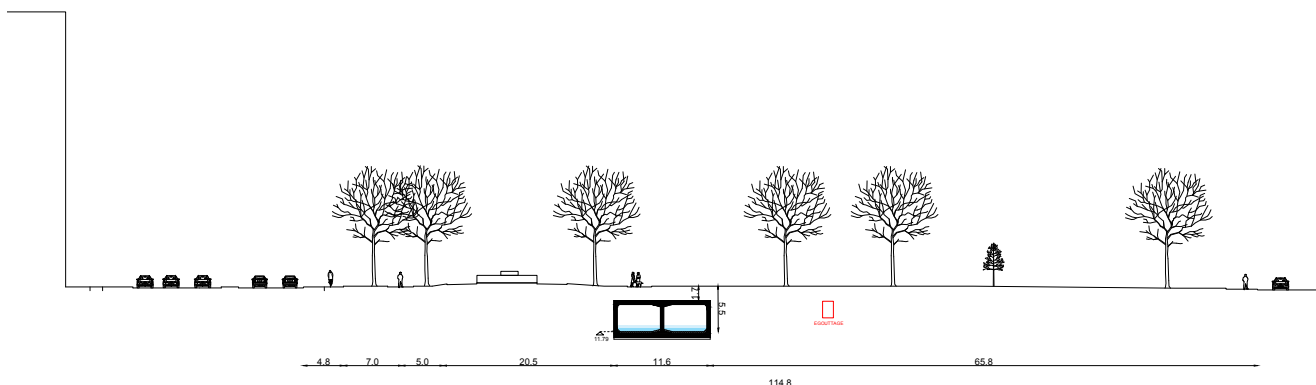
Coupe D



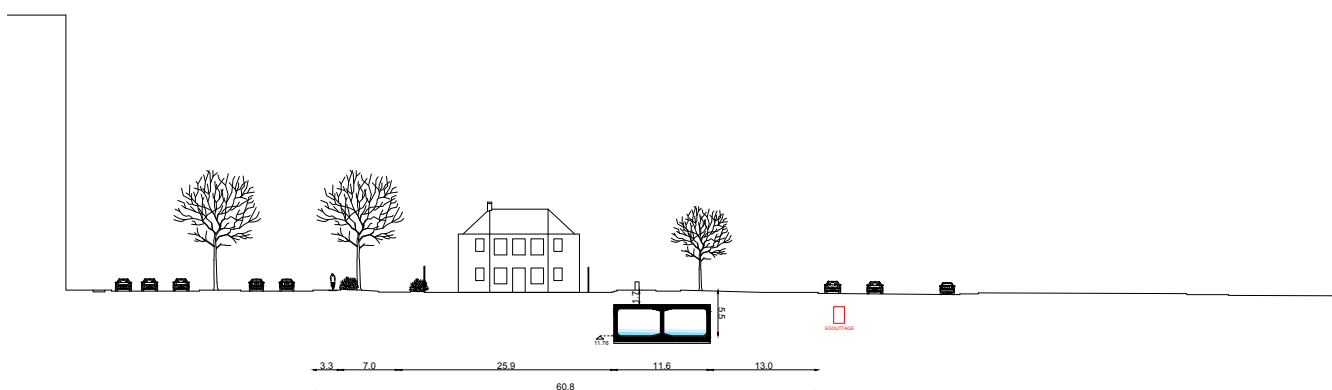
Coupe E



Coupe F

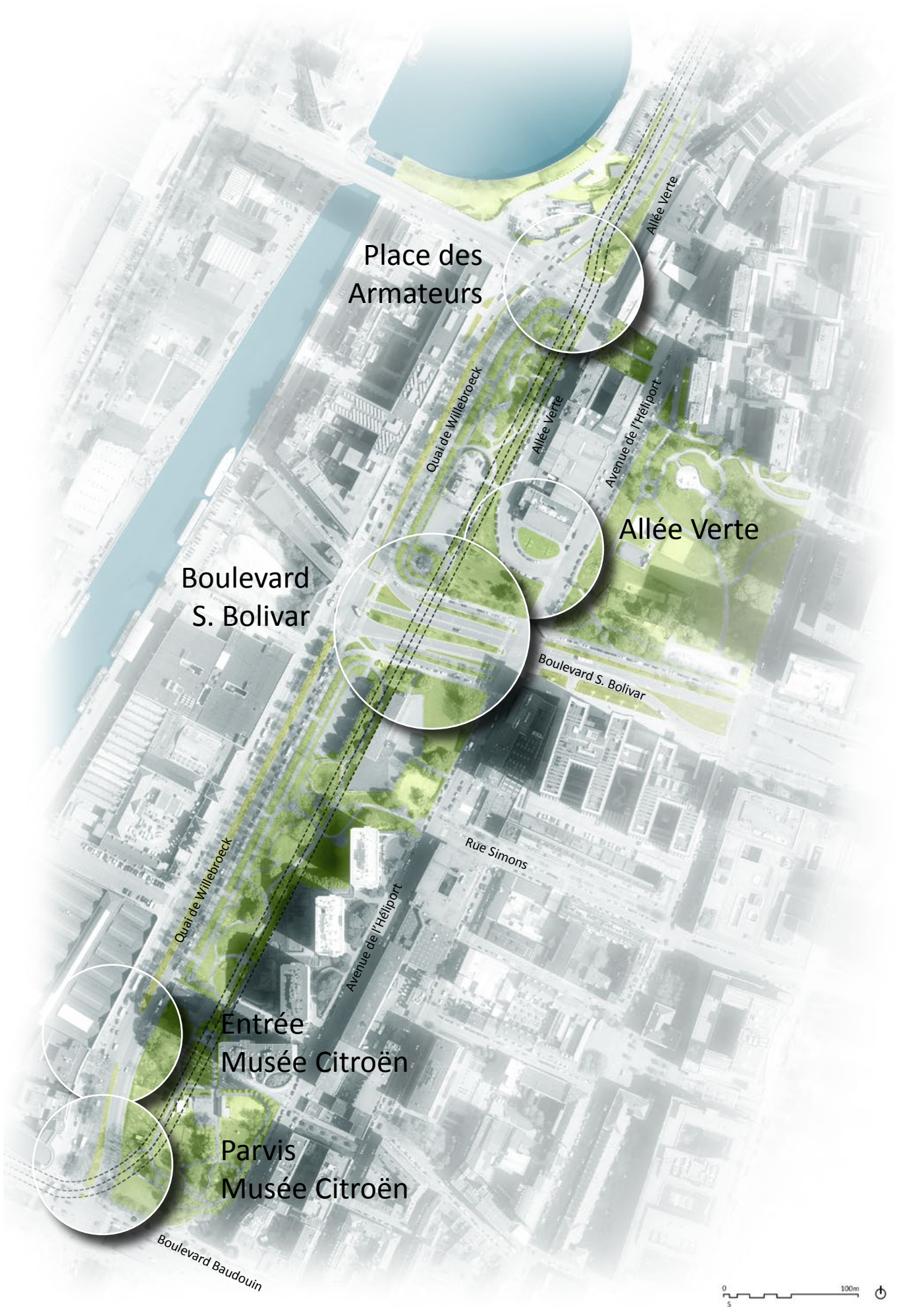


Coupe G



Coupe I





Place des Armateurs

Boulevard S. Bolivar

Entrée Musée Citroën

Parvis Musée Citroën

Allée Verte



REDIMENSIONNEMENT POTENTIEL

L'espace disponible représente une contrainte majeure pour la remise à ciel ouvert de la Senne et le réaménagement du parc. Les zones suivantes ont fait l'objet d'une réflexion urbanistique de reconfiguration spatiale avec l'objectif de leur conserver une emprise suffisante à leur fonctionnalité.

Place des Armateurs

Actuellement écrasée par l'omniprésence de la circulation routière, cet espace public scinde différents espaces verts et interrompt les cheminements cyclo-piétons. Le carrefour actuel pourrait être réduit dans son emprise. La connexion entre le quai de Willebroeck et l'Allée Verte pourrait être reportée, voire supprimée tandis que la piste cyclable bidirectionnelle serait connectée avec les pistes cyclables longeant le quai de Willebroeck.

Allée Verte

D'une largeur de 14 m, cette voie à circulation locale (collecteur de quartier) est actuellement sur-dimensionnée. Sa largeur pourrait être réduite selon les besoins de la circulation et le futur aménagement du parc.

Boulevard S. Bolivar

De nombreuses allées et contre-allées occupent une largeur de presque 60 m. La continuité des cheminements ainsi que la perception des espaces verts sont remises en question. La largeur du boulevard pourrait être réduite à 30 m.

Entrée du musée Citroën

L'état du trottoir devant l'entrée n'est pas digne de sa future notoriété. Les aménagements envisageables prévoient l'élargissement du trottoir en supprimant quelques emplacements de stationnement ainsi que la création d'une berme centrale pour les piétons entre les bandes de circulation du quai de Willebroeck.

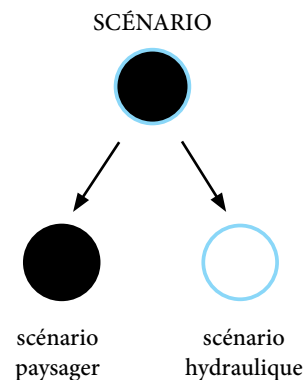
Parvis du musée Citroën

Le trottoir actuel, avec sa largeur de 6 mètres, ne procure pas suffisamment d'espace pour y organiser des activités liées au musée Citroën, futur pôle régional d'attractivité. Les chaussées du Quai de Willebroeck, la berme centrale près de la place de l'Yser ainsi que cette dernière devront dès lors être revisités dans leurs dimensions.

PRINCIPE DES SCÉNARIOS

La présente étude d'intégration paysagère de la Senne dans le parc Maximilien propose 6 SCÉNARIOS de remise à ciel ouvert du cours d'eau. Cette opération répond à deux types d'enjeux majeurs : hydrauliques et paysagers.

Chaque SCÉNARIO considère donc une dimension paysagère et une dimension hydraulique. La première traite des questions de perception visuelle de la rivière et de la répartition spatiale des activités tandis que la seconde envisage les problématiques liées au débit. Deux SCÉNARIOS peuvent être basés sur un même scénario hydraulique mais différer l'un de l'autre du point de vue paysager.



SCÉNARIOS PAYSAGERS

Un scénario paysager résulte de l'interrelation des différents éléments qui influencent la perception de la rivière par l'observateur. Il s'agit bien de la sensation découlant de l'appropriation de l'espace observé, laquelle est influencée par les six caractéristiques suivantes des lieux :

- les largeurs des lits mineur (1) et majeur (2)
- la hauteur des berges par rapport au niveau du parc (3)
- le niveau de la lame d'eau (4)
- le profil transversal des lits mineur (5) et majeur (6), définis principalement par la typologie des berges

scénario hydraulique scénario paysagers



SCÉNARIO 01 (2) (1)

SCÉNARIO 02 (2) (2)

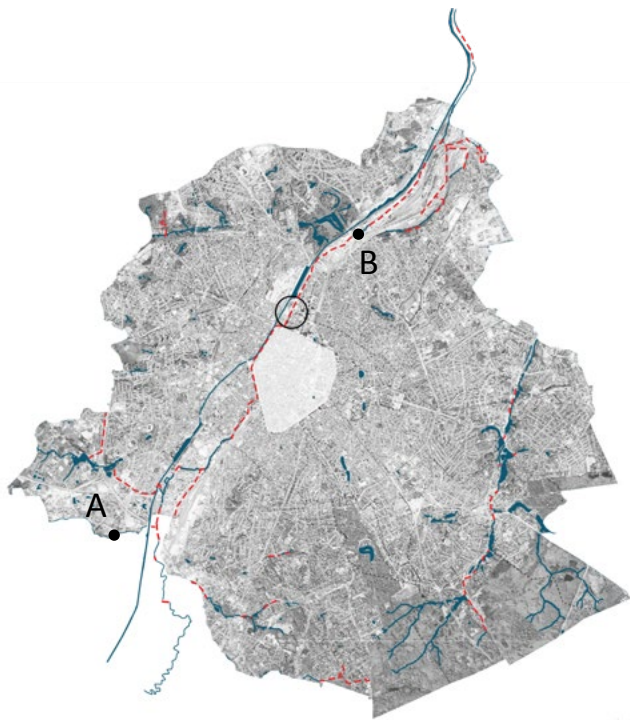
SCÉNARIO 03 (3) (1)

SCÉNARIO 04 (1) (1)

SCÉNARIO 05 (4) (4)

Ces six caractéristiques, combinées entre elles, peuvent générer en finale une multitude de solutions. En fonction des ambitions du maître d'ouvrage, les SCÉNARIOS peuvent également varier complémentaires prenant en compte des éléments socio-éducatifs et récréatifs (la ferme du parc Maximilien, les activités sportives, etc ...) ainsi que des aspects écologiques au sein du parc.

L'emprise du nouveau lit de la Senne à ciel ouvert dépend de la recherche d'un équilibre entre les espaces bleus, verts et minéralisés. La taille du nouveau lit influencera en effet la somme des surfaces disponibles aux autres activités mentionnées ci-dessus.



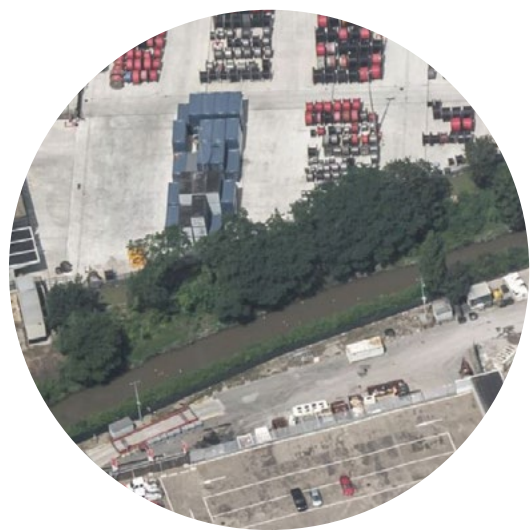
LARGEUR DU LIT MINEUR

La largeur du profil transversal, influence directement la capacité hydraulique de la Senne et constitue un des facteurs limitant du système d'écoulement. L'analyse des profils existants révèle que le lit mineur dans la Région de Bruxelles-Capitale ne dépasse pas une largeur de 10 m. Dans le présent document, l'expression «lit mineur» est utilisée pour désigner la zone où l'écoulement s'effectue la majeure partie de l'année. Le terme «lit majeur» désigne la partie qui est inondée en cas de crue et avant débordement.



A

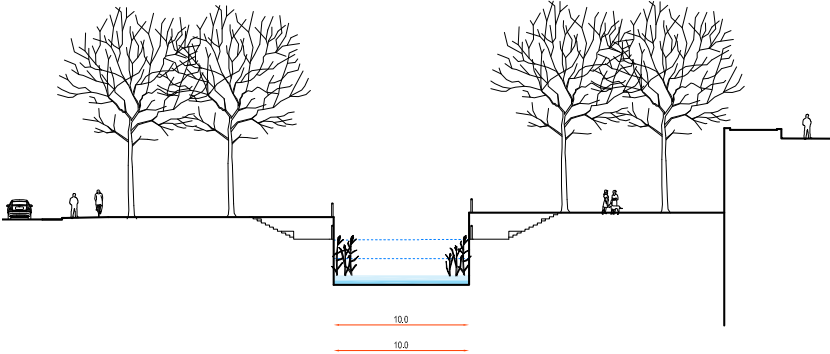
Leeuw
lit mineur: 5 m



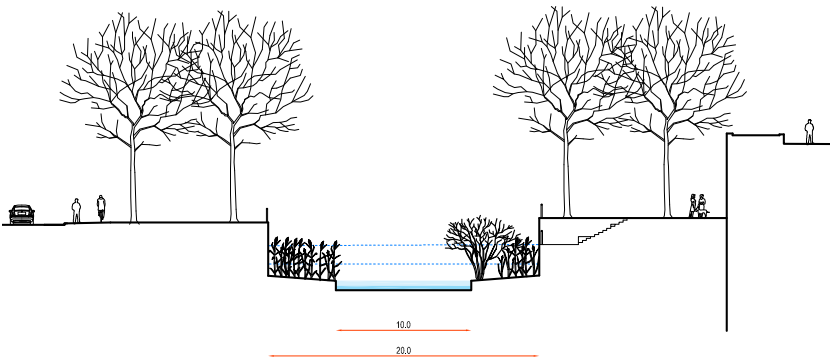
B Senne à ciel ouvert
lit mineur: 10 m

LARGEUR DU LIT MAJEUR

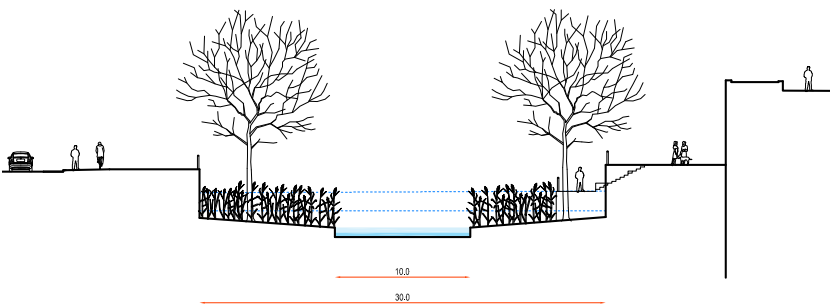
Lit majeur de 10 m



Lit majeur de 20 m

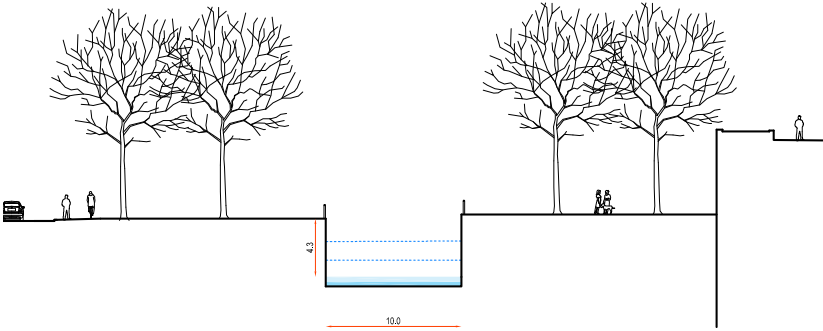


Lit majeur de 30 m

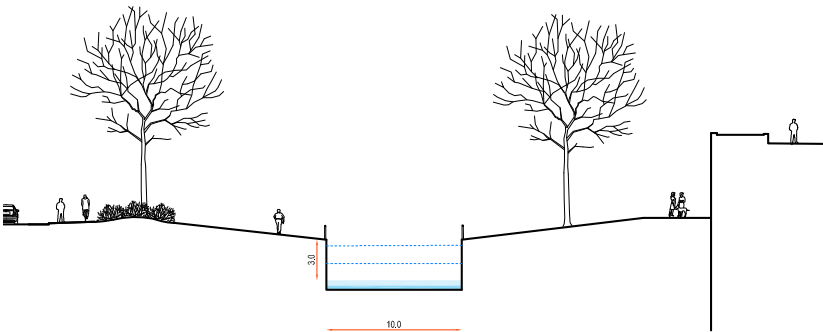


HAUTEUR DES BERGES

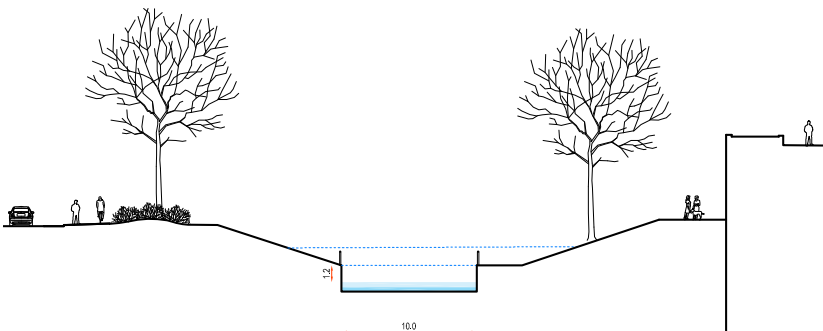
Berge non-abaisée



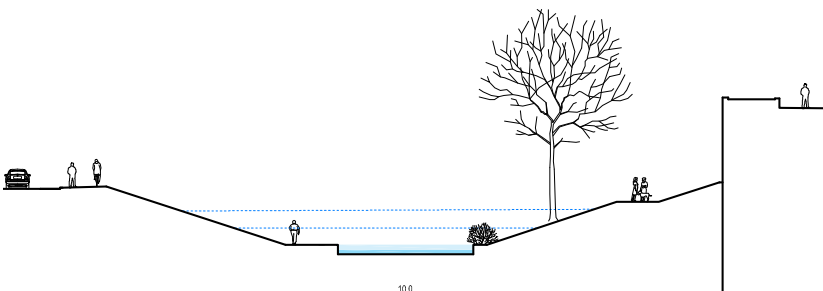
Berge abaissée de 1,5 m



Berge abaissée de 3,0 m

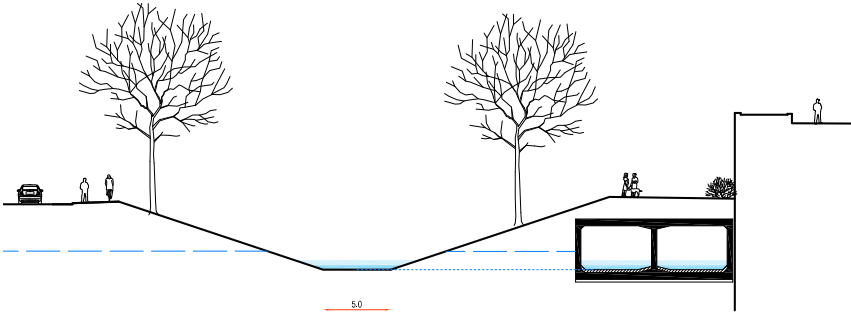


Berge abaissée de 4,5 m

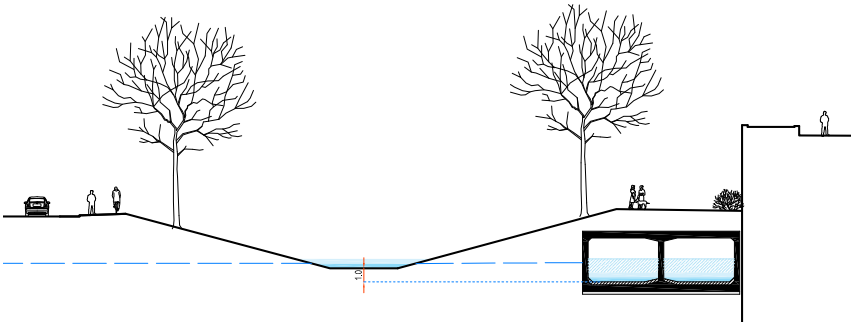


NIVEAU D'EAU

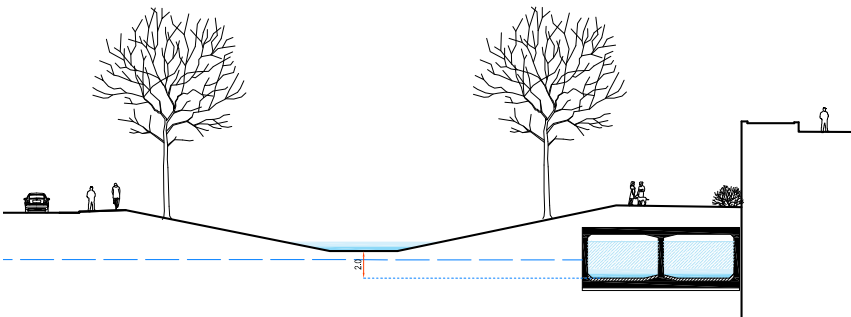
Senne à -5m



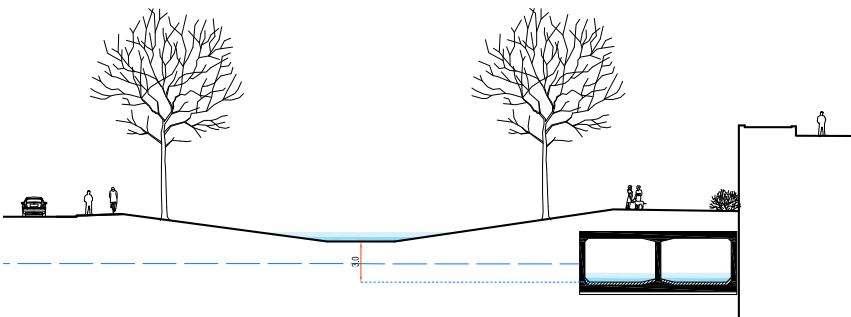
Senne à -4 m
(avec vanne)



Senne à -3 m
(avec vanne ou vis d'Archimède)



Senne à -2 m
(dispositif electromécanique de
remonter des eaux,
p.ex. vis d'Archimède)



PROFILS

LIT MAJEUR
talus en V 8/4



talus vertical



talus asymétrique



LIT MINEUR
talus en V 12/4



talus en V 8/4



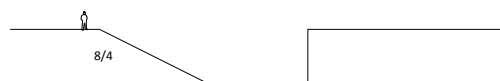
talus en V 6/4



talus vertical

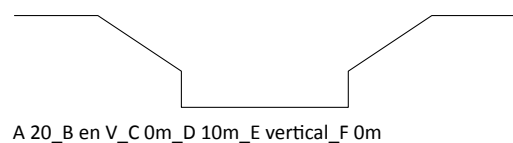
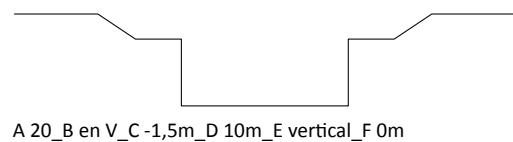
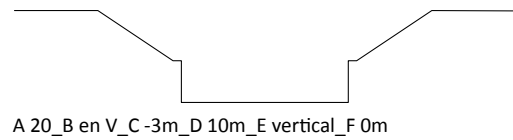
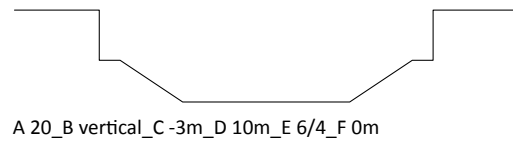
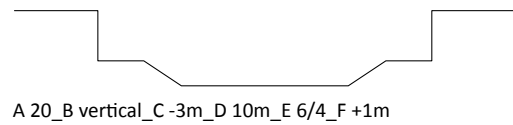
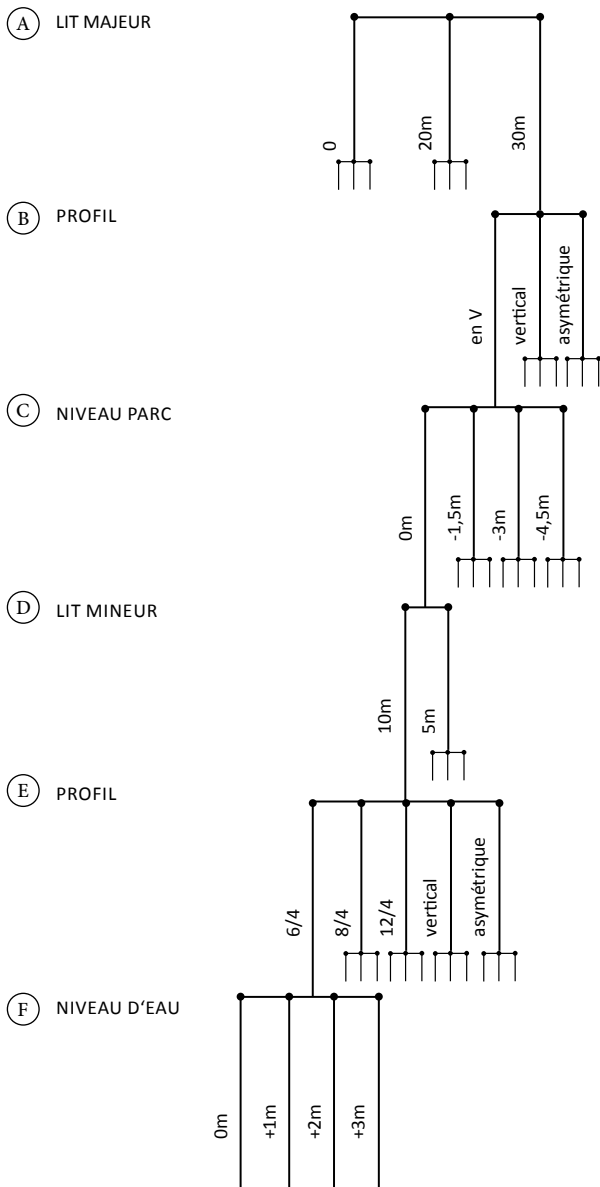


talus asymétrique

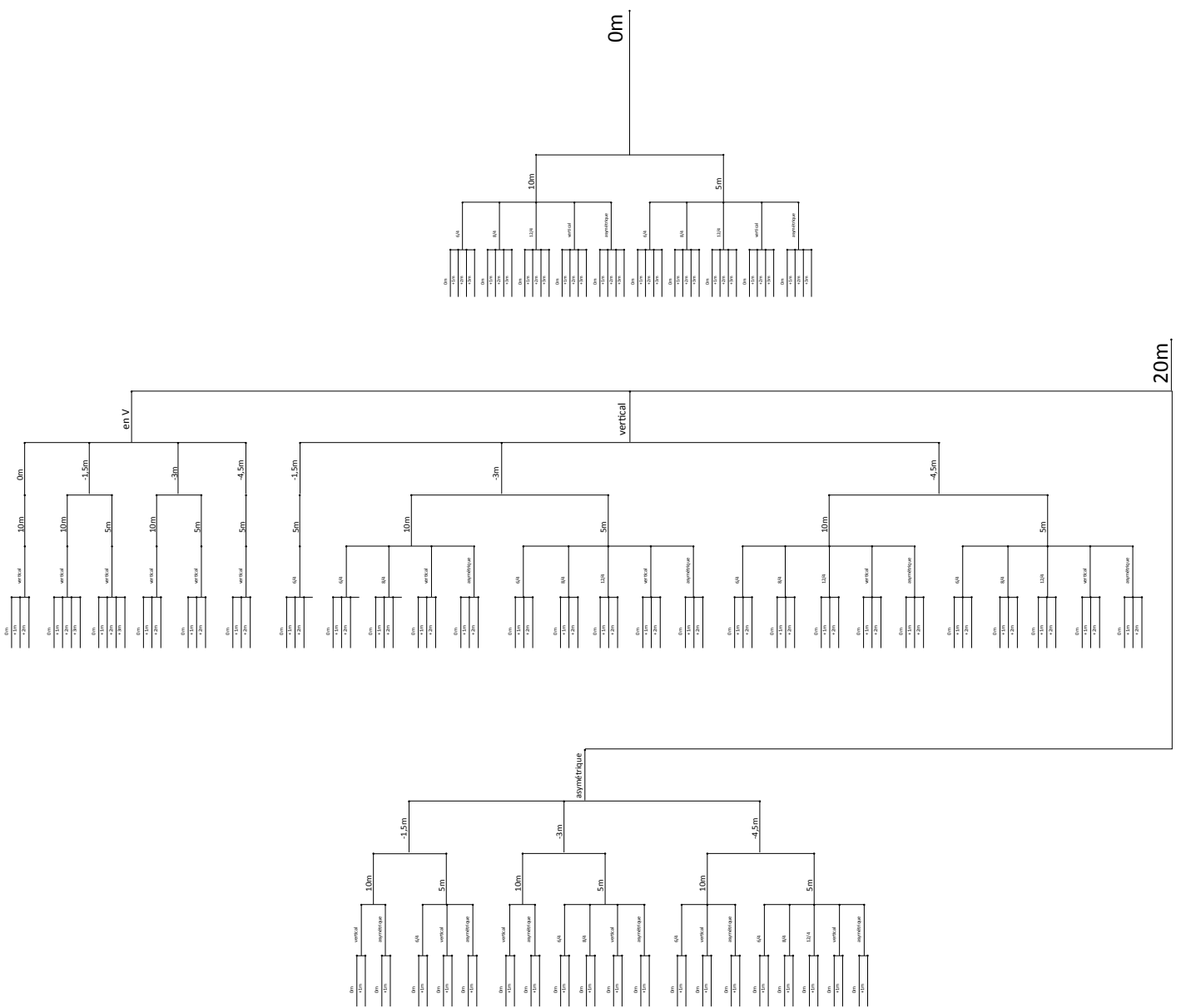


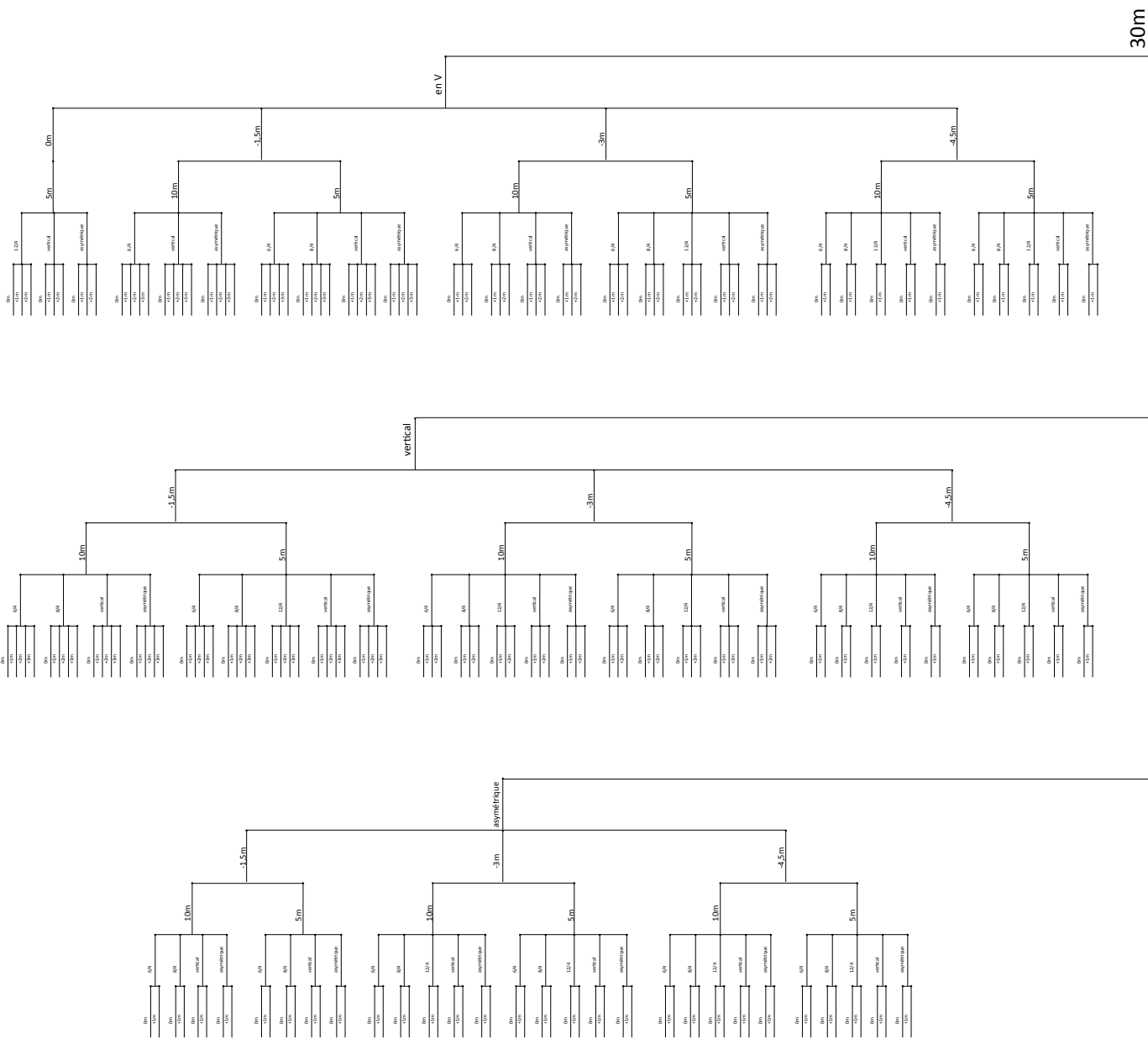
COMBINAISONS

Les six éléments envisagées illustrent la complexité de l'intégration paysagère du nouveau lit. La contrainte majeure résulte de l'importante différence de niveau entre le fond du lit et celui du haut de la berge. La multitude des combinaisons montre également la variabilité des profils finaux (voir exemple ci-dessous).



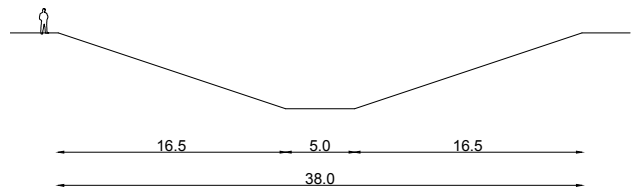
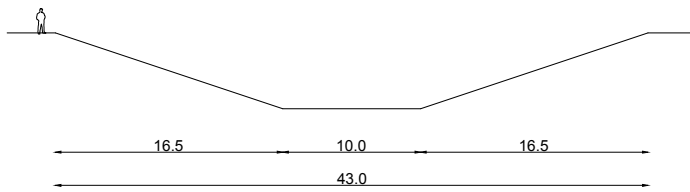
Les diagrammes suivants illustrent les combinaisons des six éléments. Toutes les combinaisons ne sont toutefois pas envisageables. Par exemple, un lit majeur de 30 m ne permet pas de réaliser un talus de 8/4 pour un lit mineur de 10 m de large et d'une profondeur de 5,5 m. De manière générale, le nombre de combinaisons augmente avec la largeur du lit majeur.



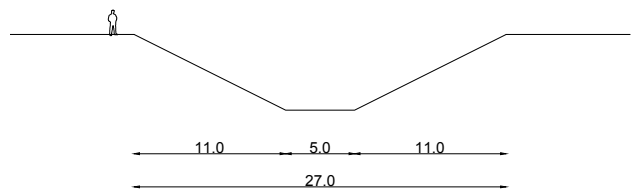
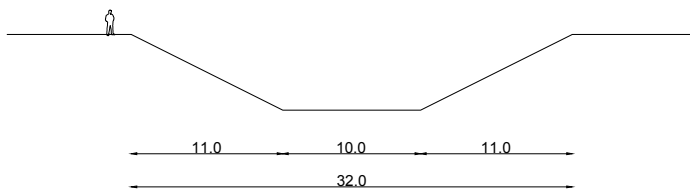


30m

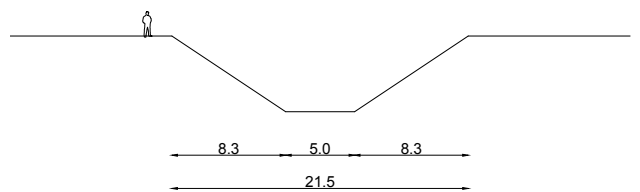
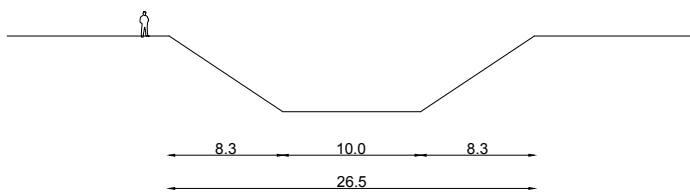
Talus de 12/4



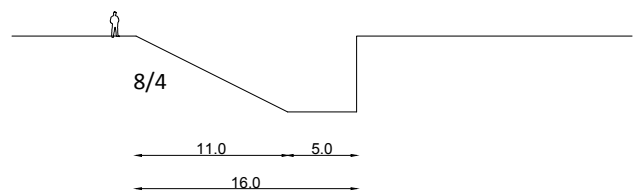
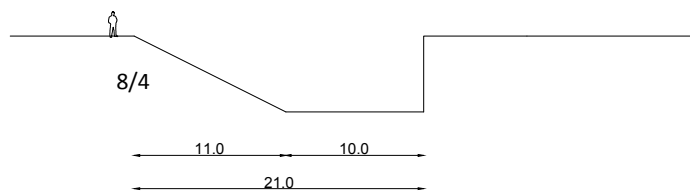
Talus de 8/4



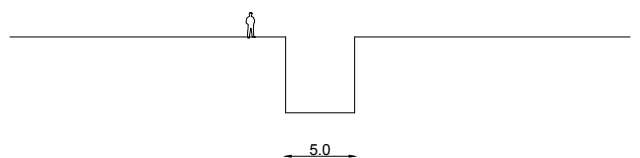
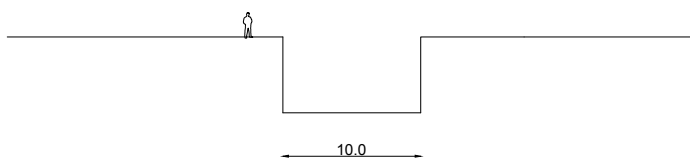
Talus de 6/4



Talus asymétrique



Talus vertical



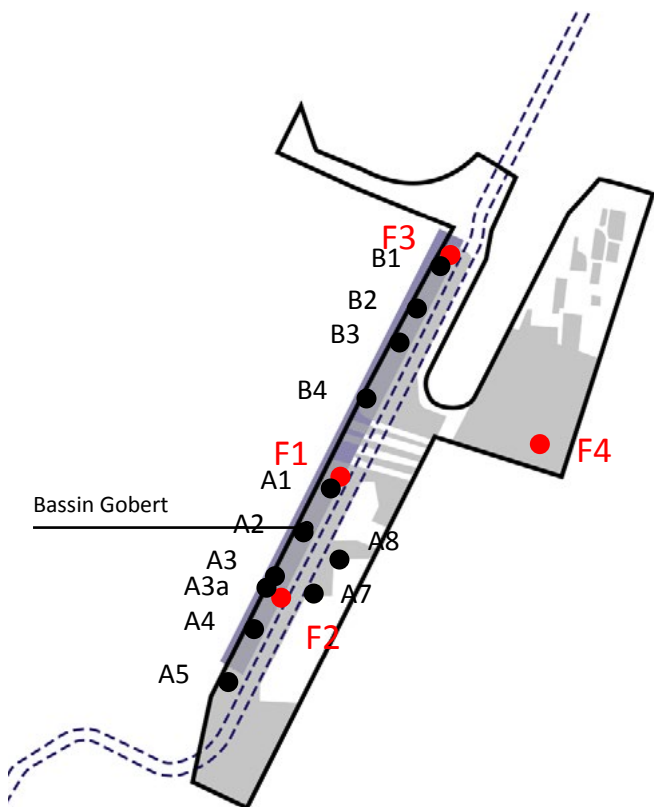
PROFILS TYPE (5,5 m)

Pour évaluer leur emprise spatiale, 10 profils types ont été retenus. Il s'agit tout d'abord de profils en V dont les talus ont des pentes symétriques de 12/4, 8/4 et 6/4. Ensuite, de profils avec des berges asymétriques (la berge inclinée présente alors un talus de 8/4) et enfin, un profil avec des berges verticales.

Le tableau ci-dessous récapitule les largeurs en mètres des profils type en fonction de la profondeur du lit, laquelle varie par différence de 0,5 m. Les profils sont par ailleurs groupés en deux catégories selon la largeur du fond du lit : 5 et 10 m. En situation existante, les différences de niveaux entre le lit de la Senne voûtée et le terrain environnant varient de 6 à 4,5 m.

Les schémas ci-contre illustrent l'emprise spatiale des différents profils d'une profondeur de 5,5 m - valeur la plus fréquente). Les valeurs inférieures à 4,5 m indiquent alors l'emprise du lit dans des cas de figure de surbaissement du niveau du parc ou de rehaussement du fond du lit à ciel ouvert.

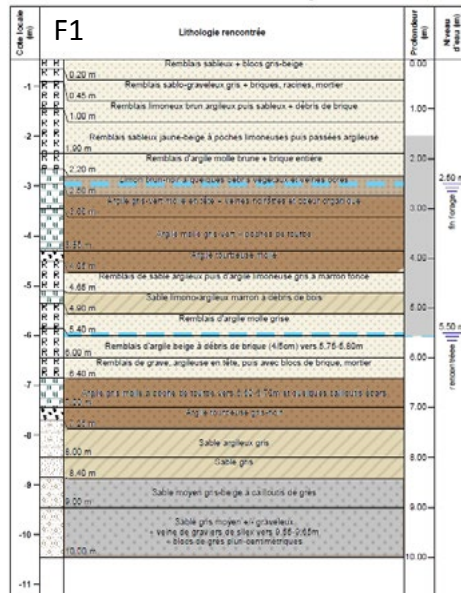
ROFONDEUR DU LIT	largeur de 10 m					largeur de 5 m				
	12/4	8/4	6/4	Asym.	Vertical	12/4	8/4	6/4	Asym.	Vertical
6 m	46	34	28	22	10	41	29	23	17	5
5,5 m	43	32	26,5	21	10	38	27	21,5	16	5
5 m	40	30	25	20	10	35	25	20	15	5
4,5 m	37	28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5
4 m	34	26	22	18	10	29	21	17	13	5
3,5 m	31	24	20,5	17	10	26	19	15,5	12	5
3 m	28	22	19	16	10	23	17	14	11	5
2,5 m	25	20	17,5	15	10	20	15	12,5	10	5
2 m	22	18	16	14	10	17	13	11	9	5
1,5 m	19	16	14,5	13	10	14	11	9,5	8	5
1 m	16	14	13	12	10	11	9	8	7	5



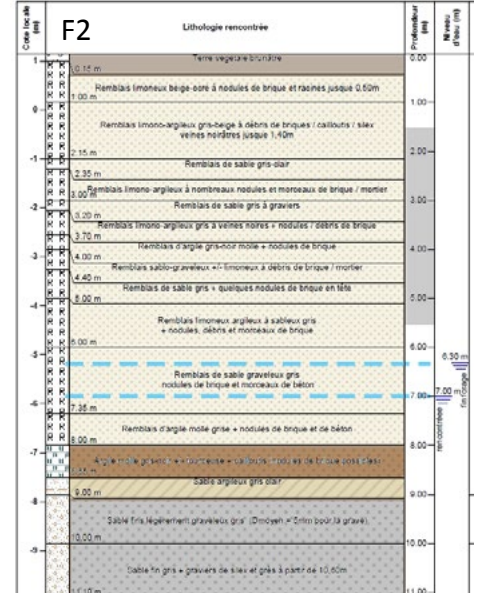
DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

Un programme d'investigation a été réalisé en 2018 sur le site du Parc Maximilien. Le rapport de la société Fondasol (BE.17.0033) permet d'analyser la nature du sol en étudiant les résultats des forages carottés de F1 à F4 :

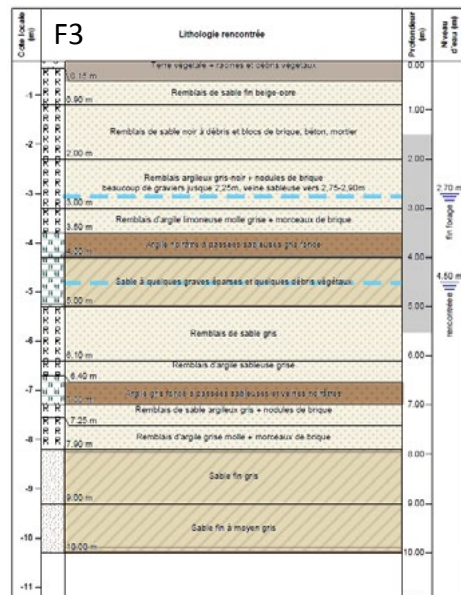
- une alternance de remblais limono-argileux à sablo-graveleux comportant des débris de briques, cailloux, mortier, béton... ainsi que des débris organiques (bois, tourbe, odeur organique ...) reconnus sur une épaisseur variant entre 3,7 m et 8,0 m
- des argiles gris-noir tourbeuses molles à passées limoneuses renfermant quelques cailloutis reconnus jusqu'à une profondeur variant entre 6,15 m et 8,65 m au droit des forages F1, F2 et F4 uniquement.
- des sables fins à moyens gris argileux à graveleux (grès, silex) reconnus jusqu'à la base des forages F1, F3 et F4 soit 10 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel ainsi que F2, soit 12 m de profondeur.



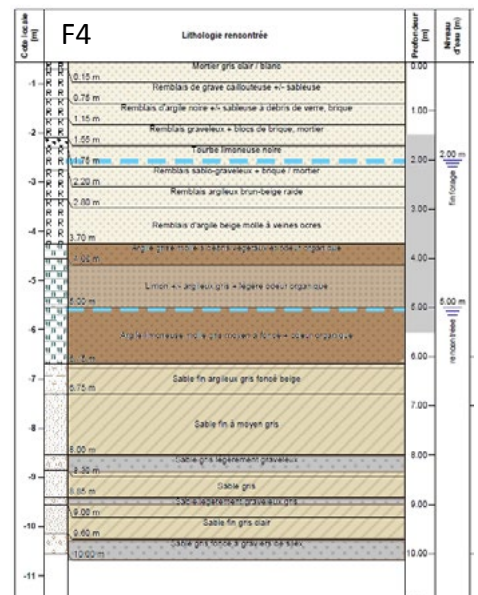
(Source : Fondasol et propre adaptation)



(Source : Fondasol et propre adaptation)



(Source : Fondasol et propre adaptation)



(Source : Fondasol et propre adaptation)

DESCRIPTION GÉOMÉCANIQUE

Les schémas ci-contre montrent la position des couches des tourbes par rapport au fond du lit de la Senne à ciel ouvert. L'excavation de ces couches de tourbe s'avère nécessaire pour assurer une bonne résistance mécanique des assises des éléments préfabriqués en L.

Les essais de pénétration statique réalisés par la société SGS Geotechnics permettent de mettre en évidence également les anomalies associées aux sols lâches et très lâches ($q_c < 2$ MPa). Ces couches se trouvent en profondeur de nouveau lit à ciel ouvert. Elles ne sont donc pas appropriées pour les installations des murs de soutènement «simples». Il est favorable de préconiser l'usage de pieux sécants d'une profondeur minimale de 12 m.

Pour confirmer cette hypothèse, il sera quand même nécessaire de compléter les essais de pénétration avec les données sur les couches supérieures à 10 m.

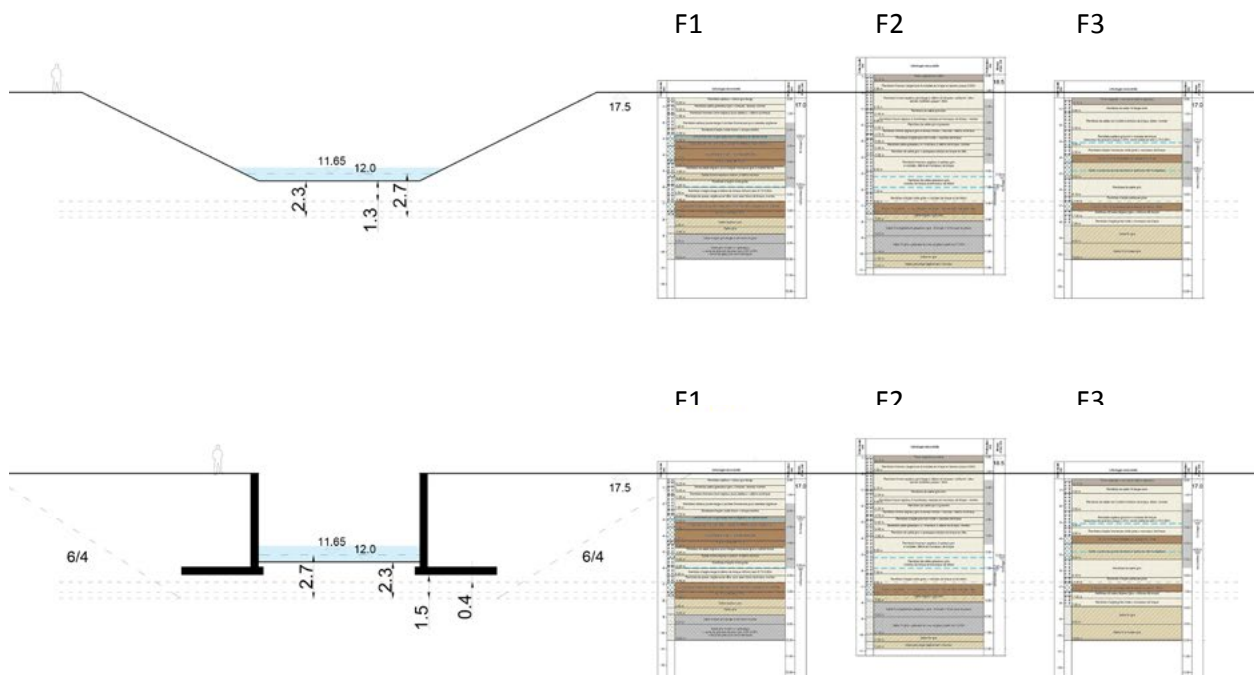
Essai	A1	A2	A3	A3a	A4	A5	A6
Préforage	1.00	1.20	/	/	/	/	/
Profondeur refus	6.40	5.96	/	1.20	8.50	9.70	/
Anomalie $q_c < 2$ MPa	1 à 6.40	1 à 5.70	2.20 à 5.50 & 7 à 9.50	/	2.30 à 7.00	3 à 6.80	3.50 à 8.20

Essai	A7	A8	B1	B2	B3	B4
Préforage	/	/	1.00	/	1.00	0.70
Profondeur refus	/	/	/	9.52	/	9.30
Anomalie $q_c < 2$ MPa	3.20 à 7	~1.50 & 2.40 à 8	1.40 à 7.30	2.50 à 6.40	1.60 à 7	1.60 à 7

Le rapport de la société Fondasol fournit également le tableau de synthèse d'un forage ainsi que d'un CPT issu de la DOV (Databank Ondergrond Vlaanderen).

Essai CPT	q_c (MPa)	Type de sol	Cpt
Geo-75/246-SXXIII	2 à 6 MPa → 3 m	Remblais → 3m Alluvions modernes puis anciennes → 19m	Au centre du site Exécuté en 1976 Altitude +17,60 DNG
	<1 MPa → 6 m		
	4 à 8 MPa → 14 m		
	10 à 15 MPa → 19 m		
	4 à 8 MPa → 24,50 m		
	2 à 2,5 MPa → 31 m		

Forage	Position	Lithologie	Cpt
Kb31d88w-B1019	Sud du site	Argile tourbeuse → 6,60m Sable / Limon / cailloux → 13,65m Argile sableuse → 17,00m Sable → 22m Quaternaire jusque 13,65m	Altitude +19 DNG



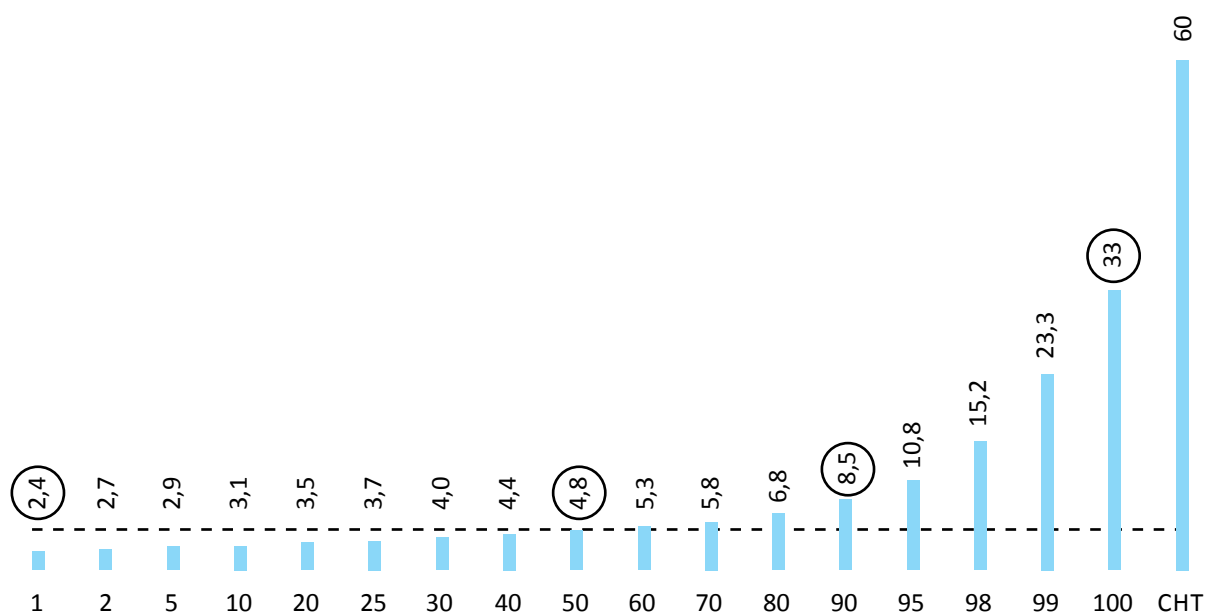
RELEVÉS DES NIVEAUX D'EAU

Des arrivées d'eau en cours de forage ont été décelées entre 4,50 m et 7,00 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel. Des niveaux d'eau en fin de forage (niveaux non stabilisés) ont quand à eux été relevés entre 2,00 m et 6,30 m sous le niveau du terrain actuel.

Au droit des essais CPT (exécutés durant la 2^e quinzaine de janvier 2018), des niveaux en fin d'essais (non stabilisés) ont été relevés entre 0,00 et 5,98 m de profondeur au droit de la moitié des essais (10 points sur 19).

Les niveaux d'eau constatés ci-avant correspondent à des niveaux d'eau non stabilisés relevés en fin de forage. **Les résultats ne permettent pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour définir les niveaux d'eau caractéristiques EE, EH et EB.**

Diagramme des percentiles des débits



Les 10 plus grandes crues de la Senne observées ces 10 dernières années (depuis l'installation de Flowbru)

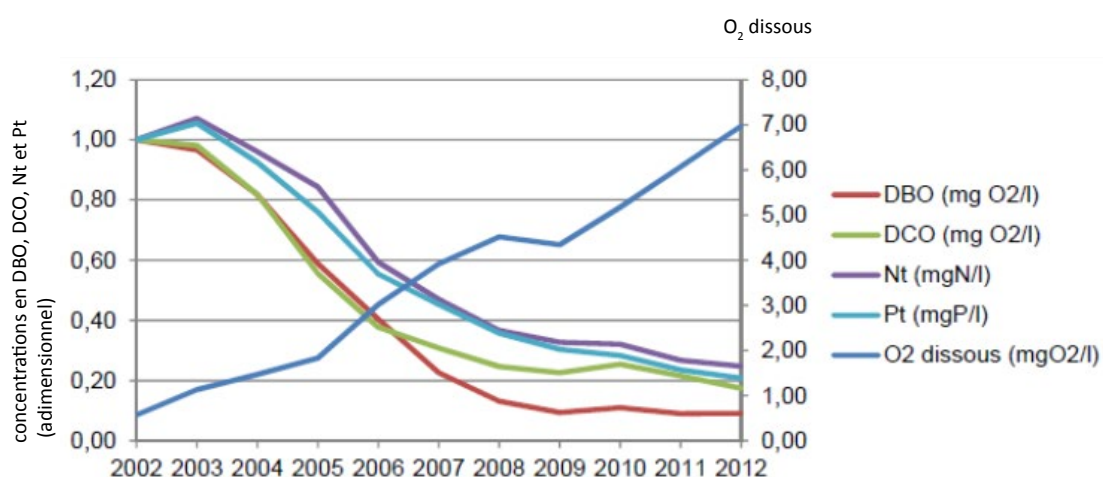
Date	Période de retour de la crue à la sortie de la Région (N02 Senne - Sortie Région) [an]	Débit max à N17 [m3/s] (Senne-Elia)
23.08.2011	17,9	33,03
11.07.2014	6,4	30,33
26.08.2014	3,9	29,39
07.10.2009	2,8	29,43
03.09.2011	2,2	28,27
23.08.2011	1,8	31,93
18.08.2011	1,5	26,50
27.05.2016	1,3	26,85
11.01.2016	1,2	27,66
13.11.2010	1,0	26,63

SCÉNARIOS HYDRAULIQUES

Le diagramme ci-contre illustre les percentiles des débits de la Senne voûtée. La variation des débits semble moins importants pour les percentiles entre les valeurs 1 et 90. Une augmentation marquante est visible pour les valeurs plus grandes que 90.

Le double-pertuis à été construit sur base d'une capacité hydraulique théorique (CHT) de $60 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette capacité représente néanmoins presque 12,5 fois la valeur du débit «normal» (percentile de 50). Il faut également mentionner que la plus grande crue observée de la Senne durant ces 10 dernières années dépasse légèrement la valeur de $33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les valeurs de référence (dans les cercles noirs) seront pris en considération pour étudier les niveaux d'eau de la Senne. Il s'agit des seuils d'acceptabilité et de dimensionnement des profiles.



Diminution relative des concentrations en DBO, DCO, Nt et Pt (axe gauche, adimensionnel) et augmentation en oxygène dissous (axe droite, mgO₂/l) présentée par l'évolution relative entre 2002 et 2012 des moyennes annuelles calculées sur 3 ans (Source: Bruxelles Environnement, 2014)

Les analyses menées par Bruxelles Environnement mettent en évidence une amélioration globale très importante de la qualité physico-chimique générale de l'eau de la Senne à la sortie du territoire régional. Cette tendance est illustrée par le graphique ci-dessus.

Cette évolution positive découle de la mise en fonctionnement des stations d'épuration régionales sud et nord (seule cette dernière est équipée d'un traitement performant en matière d'élimination de l'azote et du phosphore), des raccordements progressifs des égouts existants à ces stations (ce qui explique la tendance plutôt graduelle et non par paliers) ainsi que de l'amélioration de la qualité de la Senne à son entrée dans la Région (qui tend elle aussi à s'améliorer depuis 2003-2005, en lien avec l'épuration accrue des eaux en amont de la Région).

La baisse spectaculaire de la charge organique (DBO, DCO), des matières en suspension (MES) mais aussi des nutriments (azote et phosphore total) entre 2001 et 2014 s'est accompagnée logiquement d'une augmentation des concentrations en oxygène dissous. La tendance positive au niveau des paramètres autres que l'oxygène dissous a surtout été marquée jusqu'en 2009 ; depuis lors, elle semble s'être stabilisée. Actuellement (données pour l'année 2017), elle atteint en moyenne 8 mg O₂/L, ce qui équivaut à un très bon état (à partir de 6 mg O₂/l, le taux est positif).

D'autres facteurs explicatifs peuvent être invoqués, tels que la réduction progressive de l'utilisation de phosphates dans les produits lessiviels, la diminution des dépôts atmosphériques d'azote ou encore, la réduction de l'apport d'azote par l'agriculture et l'élevage.

L'amélioration récente de la qualité de l'eau de la Senne se répercute déjà de façon bénéfique au niveau de la vie aquatique présente dans ce cours d'eau en amont et en aval de la Région. En Région bruxelloise, une légère tendance positive semble s'amorcer mais devra encore être confirmée dans le futur.

Depuis 2007-2009 (le temps de raccorder à la nouvelle STEP Nord différents égouts et collecteurs), grâce à l'épuration de la charge organique, l'oxygène dissous est de nouveau abondamment présent dans la rivière, et cela se traduit par un retour de la vie : en 2016, pour la première fois depuis le début du monitoring de la qualité biologique de la rivière, des poissons en grand nombre ont été trouvés dans la rivière Senne à plusieurs endroits de son parcours sur le territoire bruxellois.

Entre 2016 et 2018, un curage des boues polluées dans la Senne a eu lieu. Ceci a un impact positif très significatif car toutes les pollutions accumulées lors de la période avant la mise en route des 2 stations d'épuration bruxelloises ont pu être retirées de la rivière.

Une des conséquences de cette évolution positive au niveau de la Senne est que, progressivement, la qualité à la sortie de la Région se rapproche de celle à l'entrée de la Région. Une autre conséquence est un respect accru des normes, tant à l'entrée qu'à la sortie de la Région, en particulier pour :

- les teneurs moyennes en oxygène dissous : depuis 2007 à l'entrée de la Région et depuis 2011 à la sortie de la Région ; les concentrations sont près de 2,5 à 3 fois supérieures en 2014 par rapport à 2006. Il convient néanmoins de nuancer ces résultats positifs par l'existence de chutes d'oxygène dissous (lors de périodes caniculaires ou lors de surverses par temps de pluie) sous le seuil des 3 mg/l, lequel est jugé comme critique pour la vie piscicole, même si ces épisodes ne durent que quelques heures ou jours.
- La DCO : à l'entrée depuis 2005 (sauf en 2010) et à la sortie depuis 2012 ;
- Les nutriments : les normes pour l'azote total et pour le phosphore total sont respectées respectivement depuis 2008 et 2010 aux deux points de mesure. Les mesures de phosphore total connaissent parfois des pics de concentration ponctuels. Ceux-ci requièrent la plus grande vigilance vis-à-vis de ce paramètre. ¹

Malgré cette amélioration très importante, la Senne reste en «mauvais état» selon la sévère approche méthodologique de la Directive européenne Cadre sur l'Eau.

On constate le dépassement fréquent des paramètres suivants: la conductivité, MES, HAP (fluoranthène et benzo(a)pyrene, acénaphthène et pyrène), PCB, les métaux lourds, le chlore, les substances tensioactives non ioniques, les concentrations en cyanures, les diphenyléthers bromés présents dans les boues.

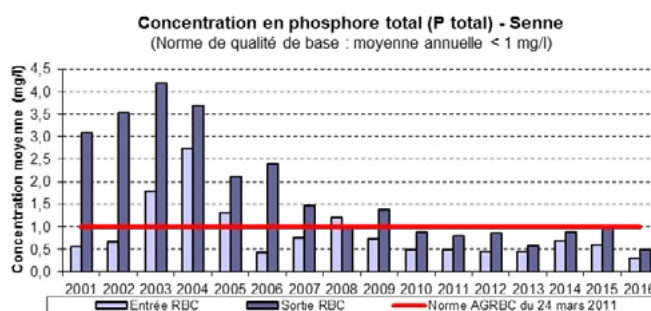
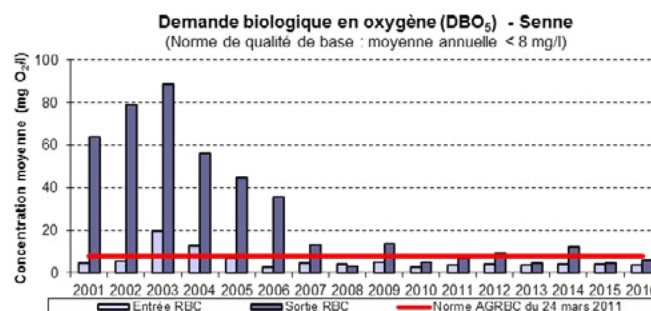
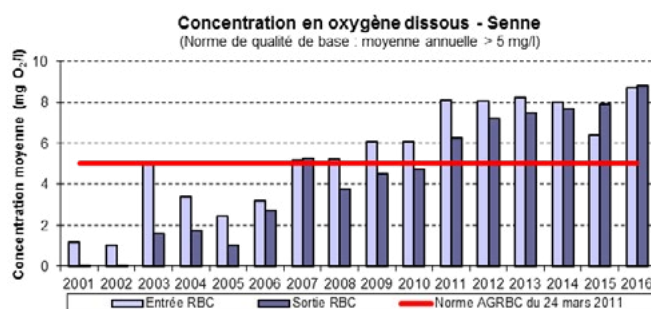
La Senne est actuellement encore très impactée de deux manières différentes:

D'une part, dès qu'il pleut, les déversoirs d'orages déversent le trop plein des égouts vers la Senne causant des chutes – pendant quelques heures – de l'oxygène dans la rivière. Ceci freine sa restauration écologique. En cause, l'urbanisation et l'imperméabilisation importante des sols et l'envoi de (presque) toutes les eaux de pluies vers les égouts au lieu de les gérer là où la pluie tombe en les tamponnant/infiltrant localement dans des espaces verdurisés.

D'autre part, la rivière est voûtée sur deux tiers de son parcours en région bruxelloise et réduite à un «tuyau en béton». Ceci la rend non seulement peu attractive à la vie, mais également vulnérable aux pollutions qu'elle ne sait pas 'digérer' à l'aide de la vie aquatique et des plantes qui sont en mesure de «consommer» cette pollution. ²

1 <https://environnement.brussels/etat-de-lenvironnement/rapport-2011-2014/eau-et-environnement-aquatique/qualite-physico-chimique-des>

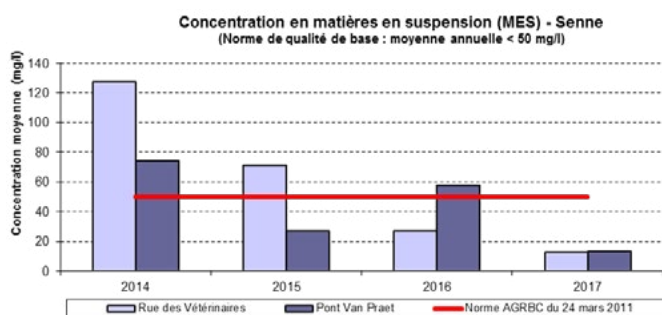
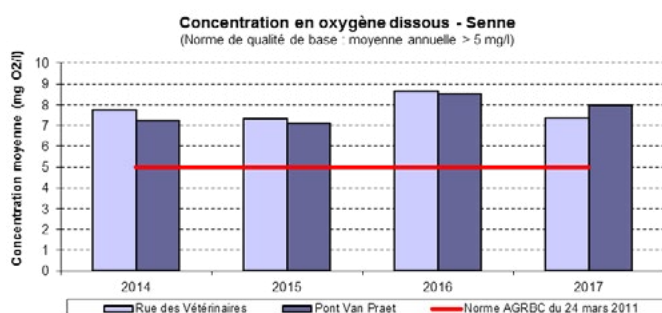
2 <https://environnement.brussels/thematiques/eau/leau-bruxelles/etangs-et-cours-deau/notre-riviere-la-senne-comment-se-porte-t-elle>



Reporting et incidences environnementales
(Source: Bruxelles Environnement, dpt. Eau, 2016)

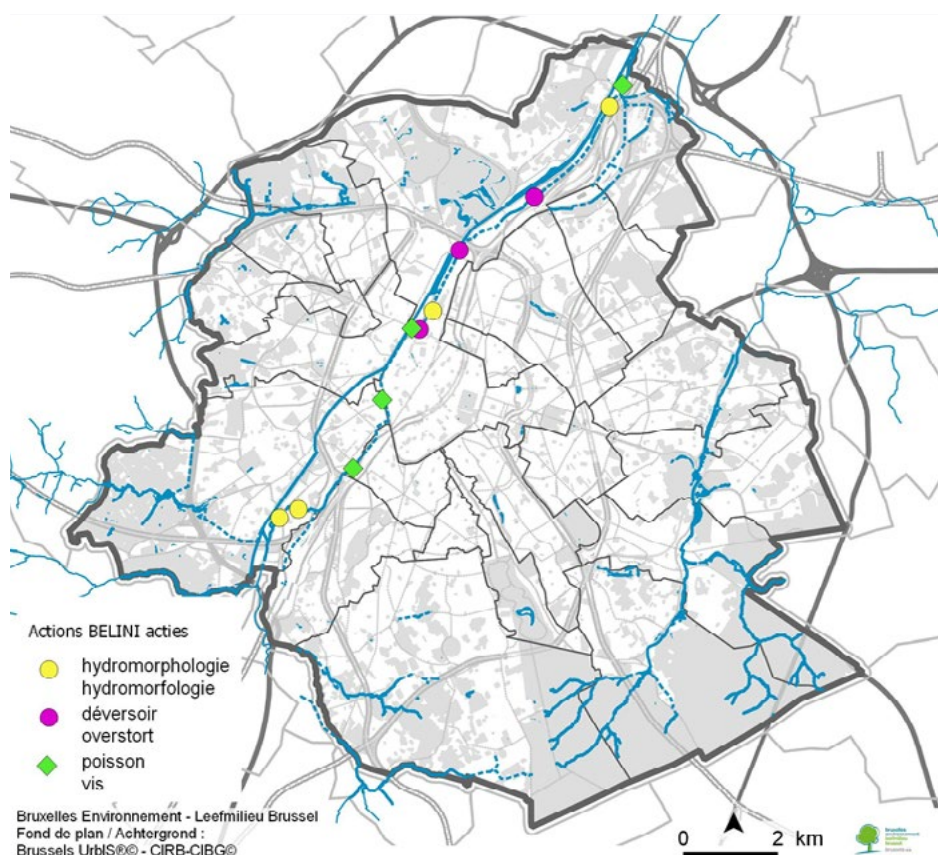
En analysant l'évolution récente de la Senne au plus proche du Parc Maximilien (à la Rue des Vétérinaires, en amont du Parc, et au Pont Van Praet, en aval), on constate que l'amélioration de la qualité physico-chimique s'est maintenue ou poursuivie. Depuis 2014, l'oxygène dissous s'est ainsi stabilisé entre 7 et 9 mg O₂/L en moyenne, ce qui a permis le retour de la vie dans la Senne. Dans le même temps, les matières en suspension ont continué à décroître de part et d'autre du Parc Maximilien, pour maintenant respecter la norme de ces deux stations de mesure. Les matières en suspension sont à mettre en relation avec les déversoirs d'orage. Lorsqu'il pleut, les égouts récoltent les eaux pluviales et, telle une soupape de sécurité, peuvent déborder vers les rivières. Dans ce cas, durant un court laps de temps, des eaux non assainies et chargées en matières en suspension sont déversées vers la rivière, ce qui dégrade fortement l'oxygène dissous dans l'eau qui n'est plus disponible pour les organismes vivants. L'observation d'une diminution des matières en suspension est donc une bonne nouvelle pour la qualité physico-chimique et biologique de la Senne. Remarquons que la très faible valeur de matières en suspension en 2017 peut également être mise en relation avec le fait que cette année a été particulièrement sèche.

L'amélioration globale très importante de la qualité de l'eau de la Senne de ces dernières années s'inscrit dans l'objectif environnemental fixé pour les années à venir. Le dépassement des paramètres cités ne devrait pas représenter un obstacle à la remise à ciel ouvert de la Senne. Le projet de remise en valeur du patrimoine lié à l'eau dans le parc Maximilien devrait au contraire inciter les activités liées à la restauration de son bon état écologique.



(Source: Bruxelles Environnement, 2018)

QUALITÉ DE L'EAU_ÉVOLUTIONS ATTENDUES DANS LES 4-5 ANS À VENIR



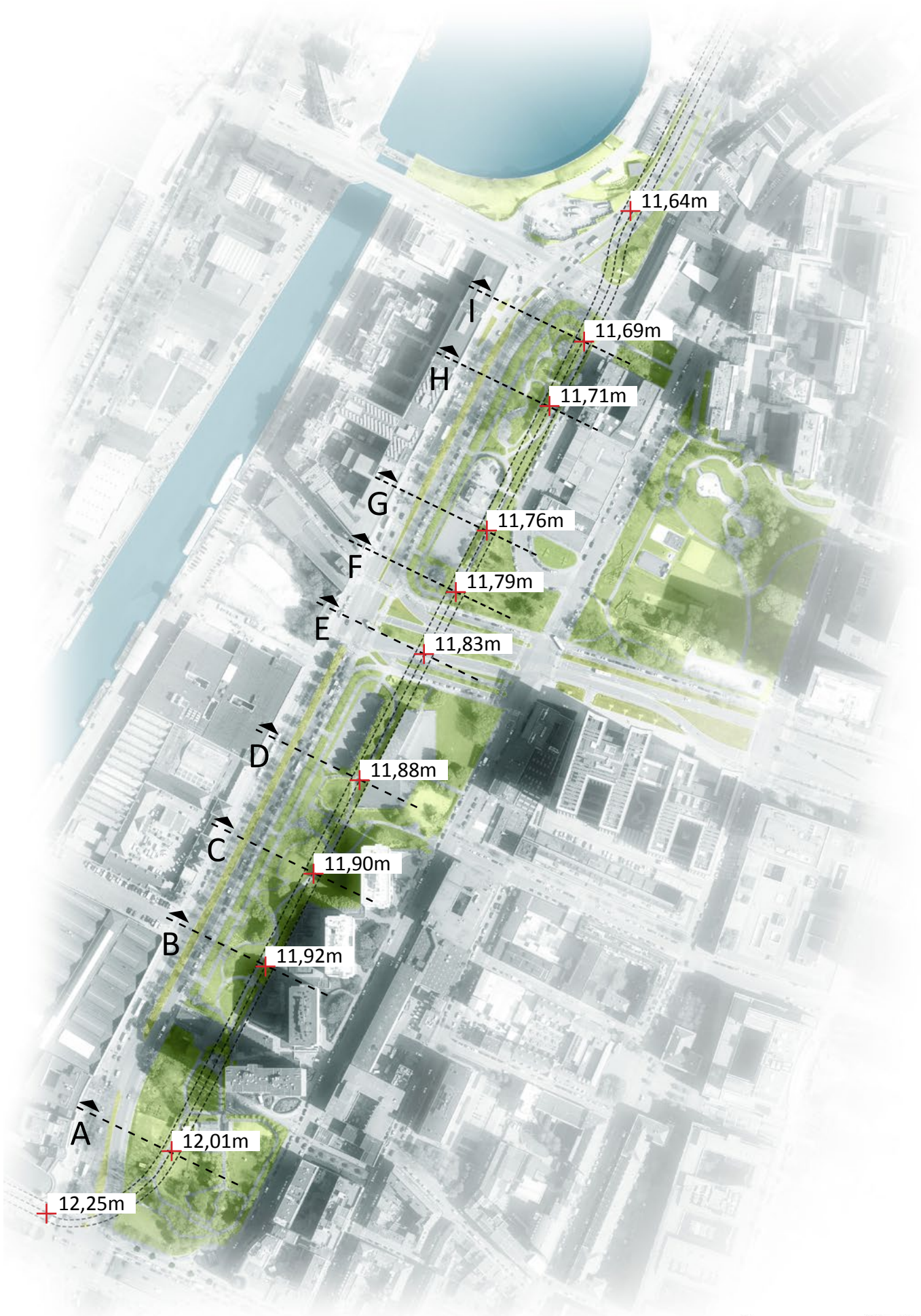
Carte de série de projets de restauration de la Senne
(Source: Bruxelles Environnement, 2018)

Actuellement, la station d'épuration sud est en train d'être mise à niveau avec l'installation d'une épuration tertiaire et la mise en place de la technologie membranaire pour l'épuration. La nouvelle station d'épuration sera opérationnelle dès mars 2019. Est attendu un effet positif significatif sur les paramètres oxygène dissous, demandes biologique et chimique en oxygène et les nutriments azote et phosphore qui devraient s'améliorer de manière importante (amélioration de la qualité de la rivière par temps sec et par temps de pluie). Ceci va donc permettre à la rivière de connaître un nouveau bond en avant vers le bon état à atteindre selon la directive européenne Cadre sur l'eau (projet SBGE).

Actuellement, un projet d'envergure est également en cours pour curer l'émissaire principal rive droite vers la station d'épuration Nord, en combinaison avec le projet de rehausse du seuil du déversoir d'orage Nouveau Maelbeek (travaux début 2019). Les 2 projets combinés auront comme effet une

diminution très importante du volume d'eau déversé vers la rivière Senne. Une amélioration importante de la qualité de la rivière est attendue par temps de pluie.

Toute une série de projets de restauration de la Senne sont prévus d'être mis en œuvre ans les prochaines années. Les actions BELINI (projet européen Life) sont prévues d'être mises en œuvre dans la période 2016-2026, mais certaines actions sur la Senne (zone d'immersion à Anderlecht, renaturation des berges le long du boulevard Paepsem, mise à ciel ouvert du tronçon dans le nord) sont prévus d'être mises en œuvre dès 2018-2019. Ces projets contribueront eux-aussi à améliorer fortement la qualité écologique de la rivière. Un effet bénéfique sur les indices de qualité biologique (macro-invertébrés et poissons) est attendu car la rivière aura une meilleure diversité d'habitats bénéfiques à l'écologie aquatique après finalisation de ces 3 projets.



La Senne au niveau du parc Maximilien est un cours d'eau classé en 1^{ère} catégorie et est gérée par Bruxelles Environnement. Le double-pertuis, quant-à-lui, construit par l'ancienne intercommunale de la Senne est désormais sous la responsabilité des intercommunales Vivaqua.

Le voûtement est constitué de deux canaux parallèles. Environ tout les 100 m, des orifices de liaison sont aménagés entre eux. Dans notre zone d'étude, chaque pertuis a une largeur de 5,20 m et une hauteur de 3,25 m. La profondeur estimée du radier de l'ouvrage varie de 6 m à 4,8 m sous le surface du sol. La pente estimée de l'ouvrage est de 0,00058 m/m.

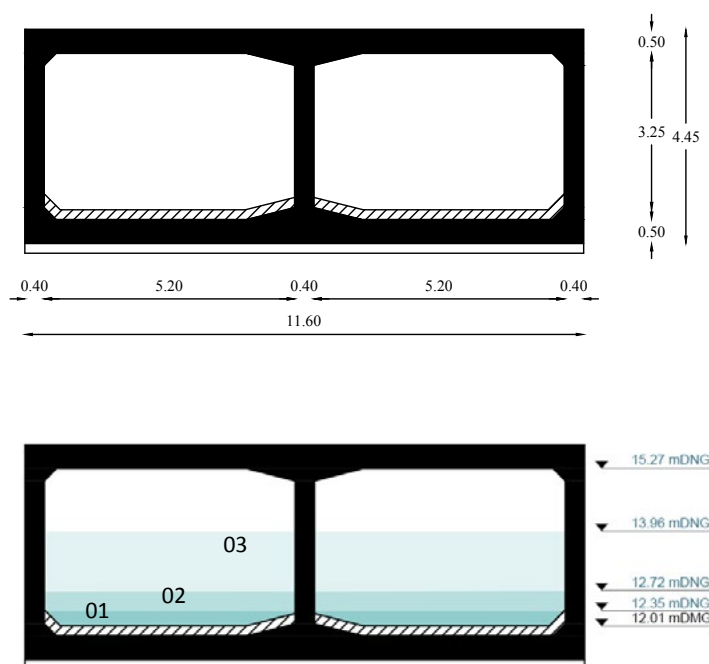
Le niveau d'étiage (1) de la Senne se situe à +/- 12,40 mDNG (30 cm d'eau pour 2,7 m³/s lorsque les deux pertuis sont exploités).

Les niveaux d'eau les plus fréquents (02) représentent des niveaux de 50 à 80 cm au-dessus du fond du pertuis actuel.

Le débit le plus intense (3) observé de la Senne ces 10 dernières années est égal à 33,03 m³/s. Cela représente le niveau de 195 cm au-dessus du fond du pertuis actuel.

Les pertuis centraux ont été construits sur base d'une capacité hydraulique théorique de 60 m³/s. Le niveau piézométrique de la rivière ne dépassera à priori pas le toit du pertuis, soit +/- 12,1 mDNG. Le niveau maximum de débordement dans le parc est donc égal à 15,35 mDNG.

Actuellement, la Senne voûtée est totalement isolée du système phréatique au niveau du parc Maximilien. L'analyse du double-pertuis montre une faible variation du fond actuel du pertuis. De l'entrée du site à la fin supposée du tracé de la remise à ciel ouvert de la Senne, le niveau varie de 12,01 mDNG à 11,09 mDNG. Cela représente une différence de 92 cm sur presque 680 m.



La variation de niveau du terrain (chaussée) n'est pas importante non plus. Elle varie entre 18,0 mDNG et 16,5 mDNG. La différence est donc égale à 1,5 m.

Les six profils ci-dessus montrent que le pertuis est couvert dans la majorité des cas d'une couche de terre de 1,5 m. Ce n'est que dans la partie sud (Ferme Maximilien) et la partie Nord que son épaisseur varie.

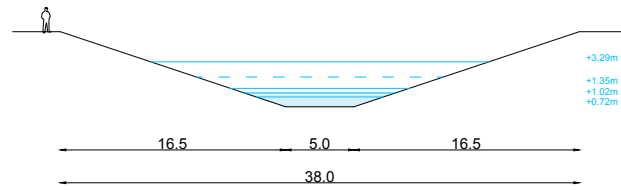
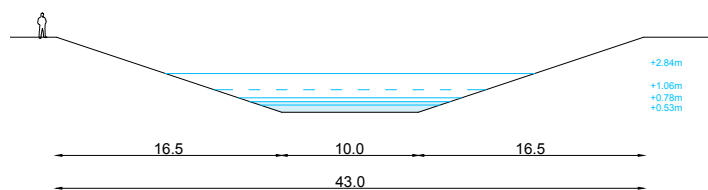
Le fond du lit de la Senne se trouve donc de 6,0 à 4,5 m plus bas que le terrain environnant (la chaussée). Le niveau d'eau le plus fréquent (+65 cm) se situe entre 5,35 m et 4,15 m.

LARGEUR 10 M

LARGEUR 5 M

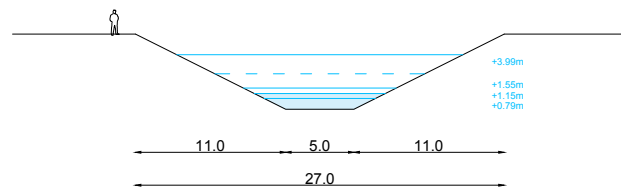
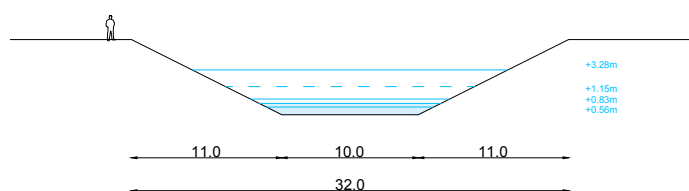
Talus de 12/4

n=0.04



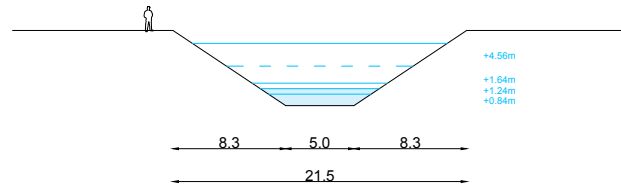
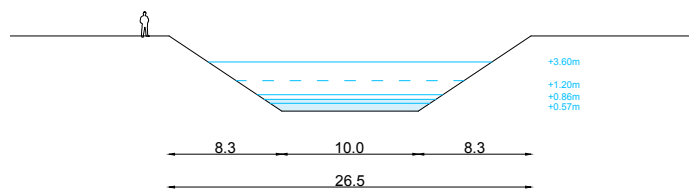
Talus de 8/4

n=0.04



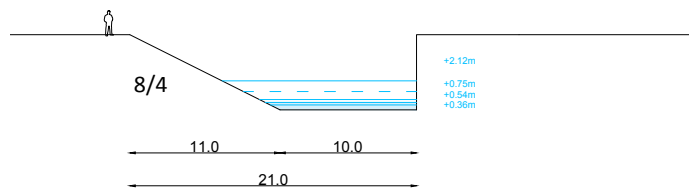
Talus de 6/4

n=0.04



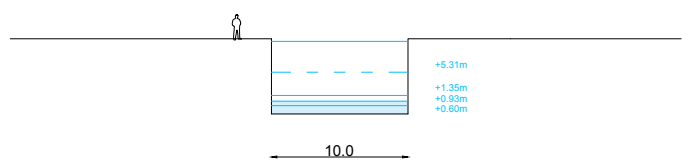
Talus asymétrique

n=0.02



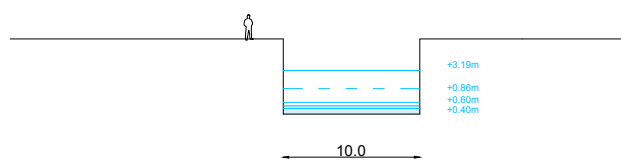
Talus vertical

n=0.04



Talus vertical

n=0.02



PROFILES TYPE (5,5 m)

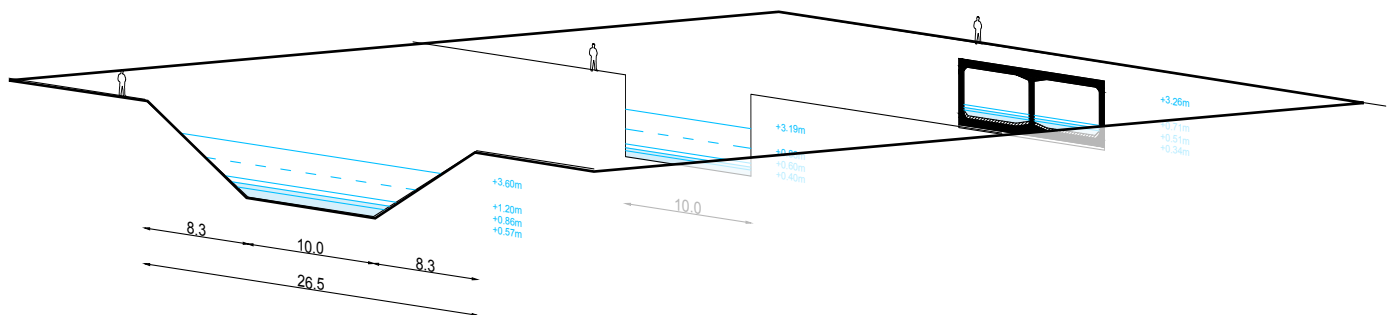
Les quatre débits ont été sélectionnés pour illustrer les variations du niveau d'eau. Les différents niveaux de l'eau, selon les débits, sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Le tableau indique le niveau d'eau pour les profils avec 5 inclinaisons des berges différentes, de la largeur du lit mineur de 10 m et de 5 m ainsi que les niveaux d'eau dans le double-pertuis existant.

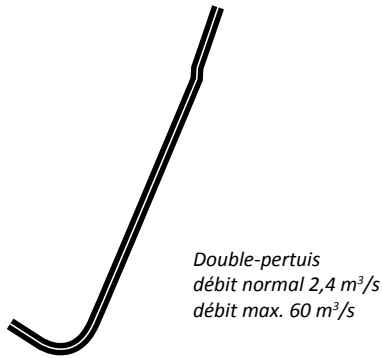
On distingue également entre deux valeurs de frictions $n=0,02$ et $n=0,04$. La valeur de 0,02 correspond au béton lisse du pertuis et la valeur 0,04 prend en considération une rugosité plus importante, typique pour les berges plantées.

Dans le cas de successions des profils non identiques, comme illustré ci-dessous, le niveau de la ligne d'eau sera fortement influencé par le profil le plus contraignant en aval. Une étude attentive est donc nécessaire lorsque la Senne à ciel ouvert entre de nouveau dans le double-pertuis (à la sortie de parc Maximilien). Le hauteur de la ligne d'eau est de manière plus basse dans le double-pertuis que dans les profils étudiés. Une exception présente le CHT de 60 m³/s pour les talus de 12/4, berges verticales et asymétriques. Le niveau de la ligne d'eau sera dans ce cas proche de +3,26 m.

Schéma de la succession des profils identiques



Q (débit)	10 m						5 m			Double-pertuis
	12/4 n=0.04	8/4 n=0.04	6/4 n=0.04	Vertical n=0.04	Vertical n=0.02	Asym. n=0.02	12/4 n=0.04	8/4 n=0.04	6/4 n=0.04	
2,4 m ³ /s	0,53	0,56	0,57	0,60	0,40	0,36	0,72	0,79	0,84	0,34
4,8 m ³ /s	0,78	0,83	0,86	0,93	0,60	0,54	1,02	1,15	1,24	0,51
8,5 m ³ /s	1,06	1,15	1,20	1,35	0,86	0,75	1,35	1,55	1,64	0,71
60 m ³ /s	2,84	3,28	3,60	5,31	3,19	2,12	3,29	3,99	4,56	3,26



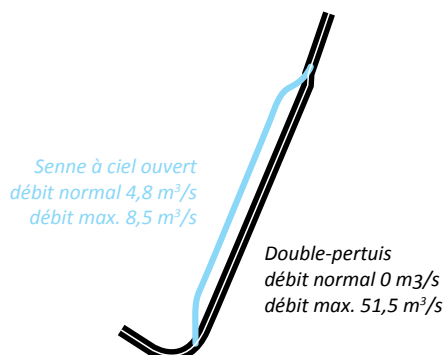
PERTUIS GARDÉ

Le double-pertuis est gardé, mais le «toit» du voûtement est enlevé. La Senne est remis à ciel ouvert dans le double-pertuis existant. Si nécessaire, selon l'aménagement paysager, les murs du pertuis peuvent être baissés. Ce scénario hydraulique n'est pas étudié plus en détail par aucun des 6 SCÉNARIOS.



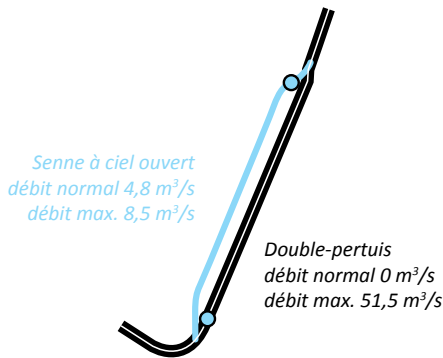
NOUVEAU LIT

La Senne coule dans le nouveau lit à ciel ouvert. Le double-pertuis n'est plus exploité. Les aménagements doivent prendre en considération une grande variation du débit qui peut monter jusqu'au 60 m³/s ainsi que des variations de la ligne d'eau.



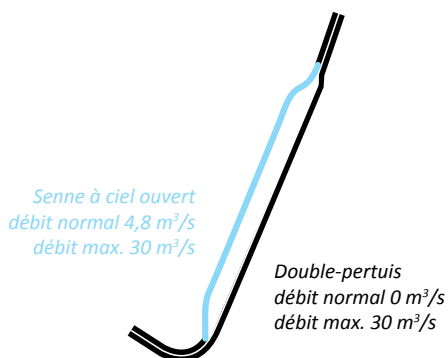
DÉBIT CONTRÔLÉ

Le double-pertuis est préservé. Le nouveau lit de la Senne à ciel ouvert prend une partie du débit qui est limité à Q50 (4,8 m³/s). Le reste du débit (max 55,2 m³/s) continue de couler dans le double-pertuis. Cette solution permet de garder un niveau stable de la Senne à ciel ouvert entre 60 et 85 cm. Les variations ne devraient donc pas dépasser 30 cm.



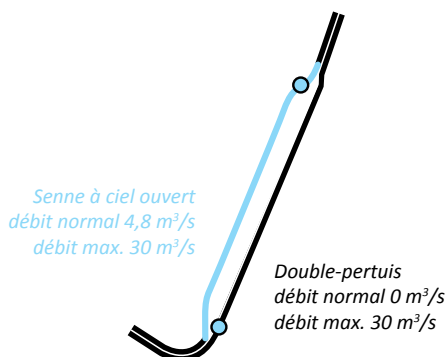
DÉBIT CONTRÔLÉ AVEC NIVEAU REMONTÉE

Une adaptation du scénario précédent prévoit l'installation d'un dispositif qui permet de remonter le niveau de l'eau dans le lit à ciel ouvert. Cela peut être réalisé à l'aide d'une vanne ou d'une vis d'Archimède.



DÉBIT PARTAGÉ

Cette solution préconise également un débit contrôlé. Contrairement à la solution précédente, une seule partie du double-pertuis est préservée. Le débit le plus fréquent de la Senne ne dépasse pas 5 m³/s, une valeur facilement gérable par le lit à ciel ouvert. Les débits plus importants sont partagés entre le pertuis et le nouveau lit à ciel ouvert. Dans le cas le plus extrême, les deux structures devraient être capables d'accueillir chacune le débit de 30 m³/s, une valeur proche du débit le plus intense observé de la Senne ces 10 dernières années (33,03 m³/s).



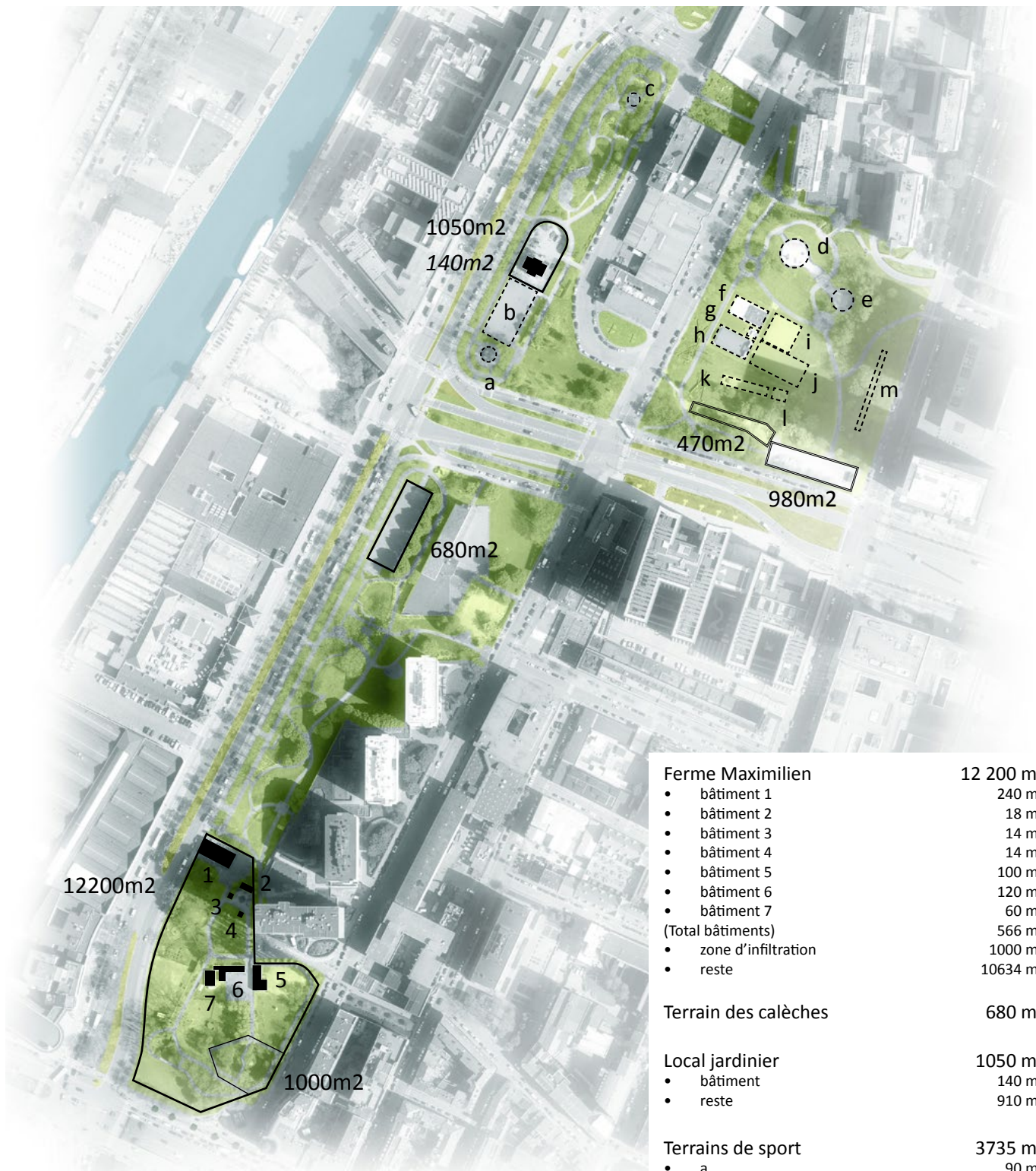
DÉBIT PARTAGÉ AVEC NIVEAU REMONTÉE

Une adaptation du scénario précédent prévoit l'installation d'un dispositif qui permet de remonter le niveau de l'eau dans le lit à ciel ouvert. Cela eut être réalisé à l'aide d'une vanne ou d'une vis d'Archimède.

Le rehaussement du niveau du lit à ciel ouvert par un dispositif de rétention d'eau influence le niveau d'eau dans le double-pertuis en amont. Un rehaussement de 1 m aura un effet sur la lame d'eau dans presque 1725 m de double-pertuis. Pour garantir la capacité hydraulique théorique de 60 m³/s, le régulateur de niveau d'eau doit être soit adaptable automatiquement (vanne basculante) ou sans impact sur la capacité hydraulique théorique (vis d'Archimède).

6 SCÉNARIOS

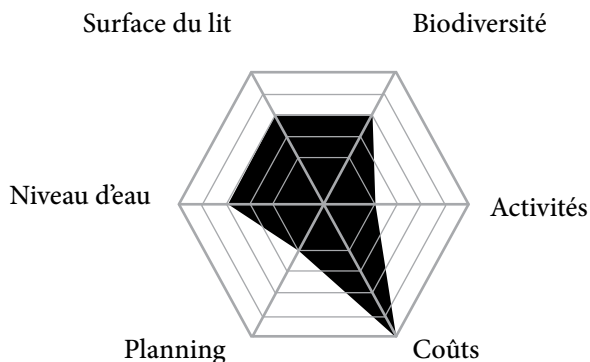
Le présent chapitre propose 6 SCÉNARIOS d'intégration paysagère de la Senne. L'emprise du lit à ciel ouvert ainsi que les contraintes techniques et spatiales sont illustrées à l'aide d'une vue en plan et des coupes. Une évaluation schématique ainsi qu'un tableau des emprises des «activités» sont présents à la fin de chaque SCENARIO.



Le tableau ci-contre résume les surfaces des différentes «activités» présentes actuellement dans le parc Maximilien.

La surface des terrains de stockage sont indiqués à titre indicatif. Elles donnent la superficie des espaces actuellement disponibles et pas la superficie d'espace réellement nécessaire pour stocker du matériel.

Ferme Maximilien	12 200 m²
• bâtiment 1	240 m ²
• bâtiment 2	18 m ²
• bâtiment 3	14 m ²
• bâtiment 4	14 m ²
• bâtiment 5	100 m ²
• bâtiment 6	120 m ²
• bâtiment 7	60 m ²
(Total bâtiments)	566 m ²
• zone d'infiltration	1000 m ²
• reste	10634 m ²
Terrain des calèches	680 m²
Local jardinier	1050 m²
• bâtiment	140 m ²
• reste	910 m ²
Terrains de sport	3735 m²
• a	90 m ²
• b	800 m ²
• c	90 m ²
• d	300 m ²
• e	180 m ²
• f	280 m ²
• g	35 m ²
• h	300 m ²
• i	380 m ²
• j	700 m ²
• k	210 m ²
• l	90 m ²
• m	280 m ²
Terrains de stockage	1450 (730) m²
• i	470 (380) m ²
• ii	980 (350) m ²



Une méthode d'évaluation est mise en place pour produire un outil adapté assurant une comparaison entre les différents SCENARIOS. L'évaluation fait référence à des éléments qui apparaissent les plus pertinents :

- niveau d'eau
- surface du lit
- biodiversité
- activités
- coûts
- planning.

Une valeur de 1 à 5 est attribuée à chaque élément. L'ouverture de l'étoile noire, sur le schéma ci-dessus, indique les relations entre les éléments étudiés. Plus elle est élevée, meilleure sera la qualité de l'élément étudié.

NIVEAU D'EAU

La distance entre le niveau d'eau et le terrain entourant est représenté par cette valeur. Plus l'observateur est proche de niveau d'eau, plus l'étoile est ouverte.

SURFACE DU LIT

Ce critère prend en considération la surface du miroir d'eau. La largeur du lit mineur ainsi que du lit majeur est traduit par cette valeur. La perception de la Senne par le visiteur est donc également évalué à l'aide de ce critère.

BIODIVERSITE

La somme des surfaces des zones inondables et des zones d'infiltration est prise en considération par ce critère.

ACTIVITES

La superficie des terrains de sport, de la ferme,...etc est représentée par cette valeur.

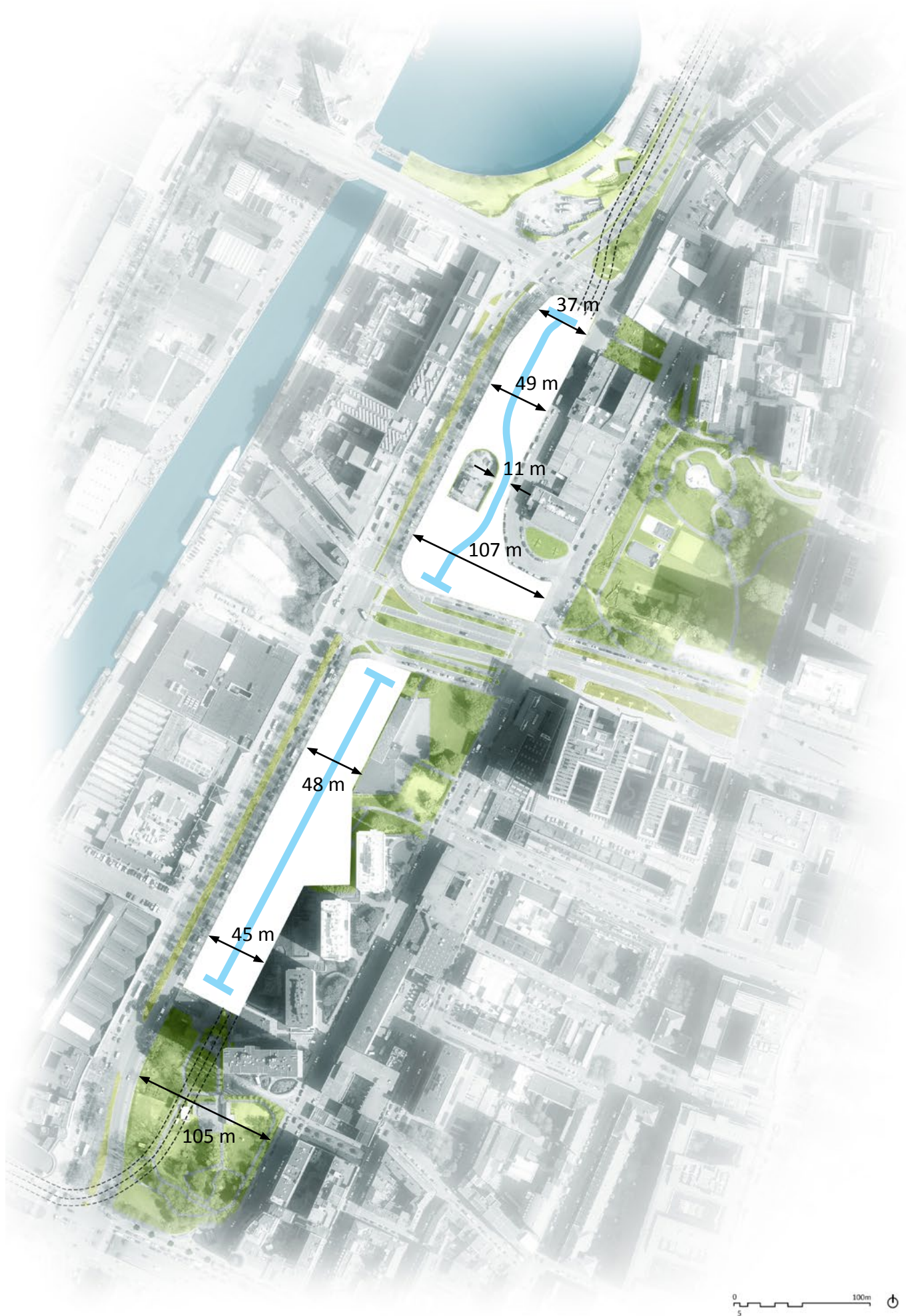
COUTS

Chaque profil type du SCENARIO étudié est lié au tableau des coûts estimés. Il s'agit d'un moyen de comparaison objectif des différentes alternatives de la mise à ciel ouvert de la Senne. A noter que ce coût des travaux reste indicatif à ce stade, dans la mesure où il pourra varier en fonction des éléments actuellement inconnus et vérifiables au stade de l'exécution.

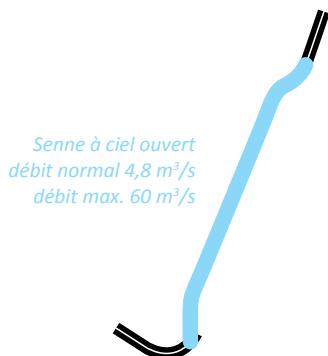
PLANNING

Le planning évalue la complexité des travaux de réalisation. Plus ils sont complexes et exigeant au niveau de temps, moins l'étoile sera ouverte.

L'étoile ci-dessus illustre le cas où les coûts du scénario sont parmi les plus bas, mais la réalisation des travaux (planning) nécessitera plusieurs phases et prendra plus de temps.



Scénario 01



Senne à ciel ouvert
débit normal 4,8 m³/s
débit max. 60 m³/s

Le présent scénario développe le deuxième scénario hydraulique, NOUVEAU LIT. L'espace disponible varie de 37 m à 107 m et permet une réalisation de tous les types de profils. Le scénario paysager prévoit la préservation du premier alignement d'arbres. Le talus des berges inclinés est égal à 8/4.

Situation existante
Coupe B

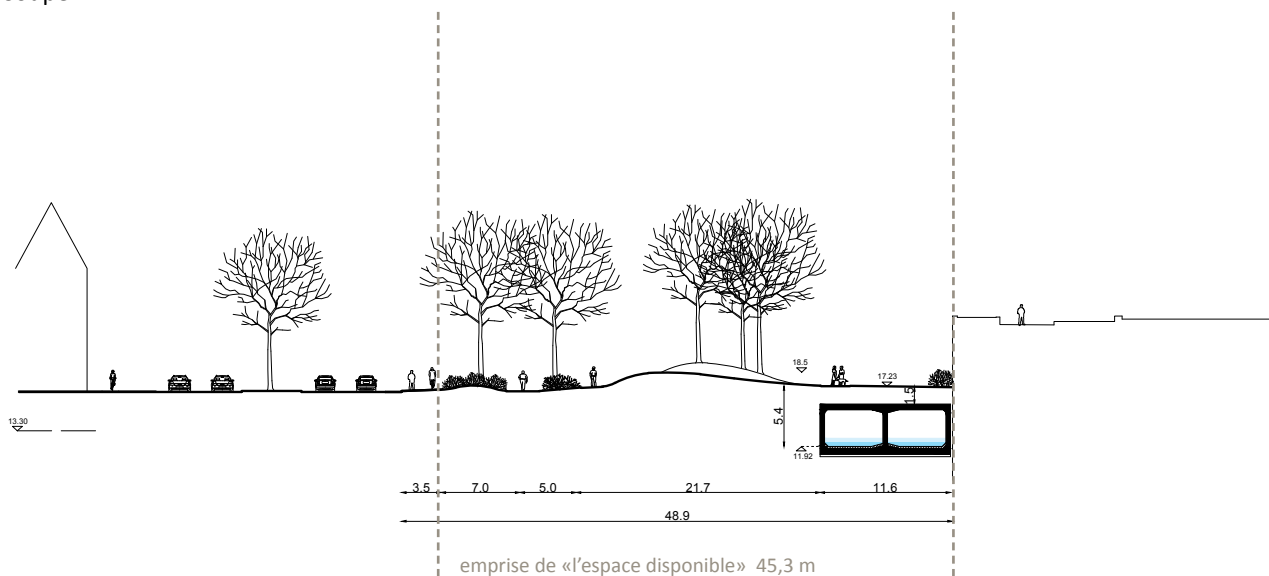
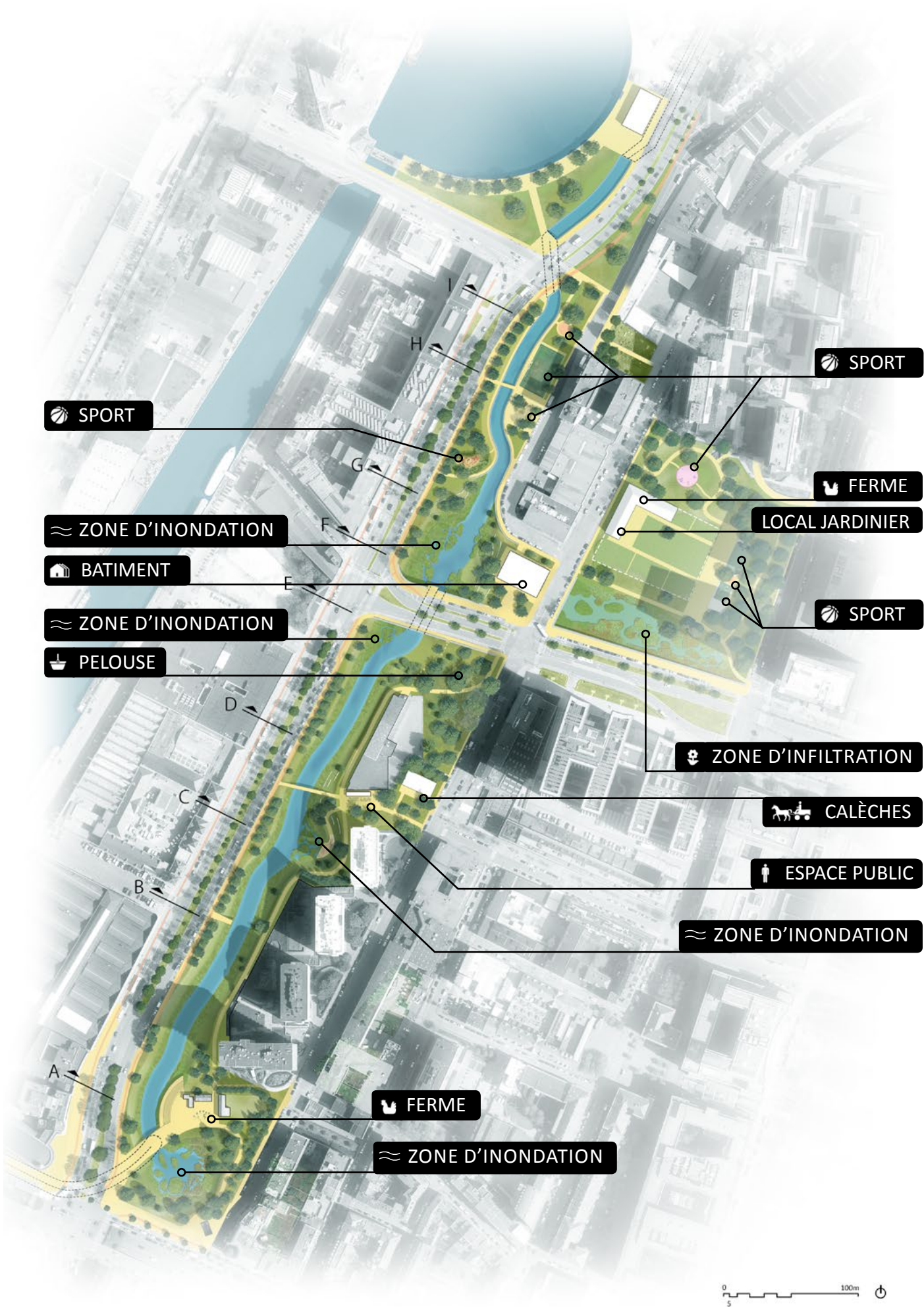


Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
6 m	46	34	28	22	10	41	29	23	17	5
5,5m	43	32	26,5	21	10	38	27	21,5	16	5
5 m	40	30	25	20	10	35	25	20	15	5
4,5 m	37	28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5



DESCRIPTION

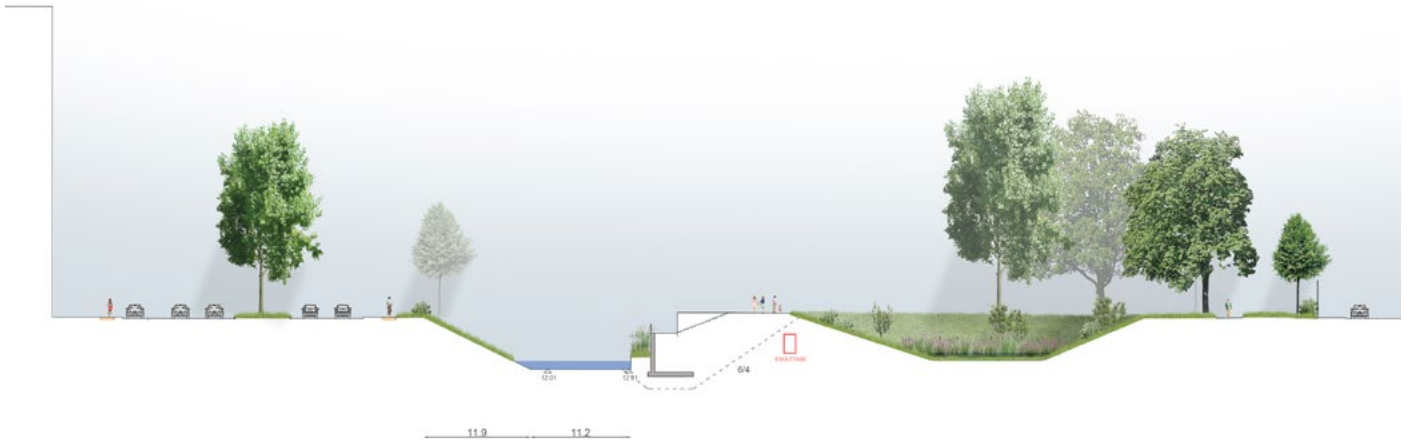
Le premier scénario vise à maximaliser la surface d'eau dans le parc. Le scénario hydraulique prévoit la création d'un nouveau lit de la Senne à ciel ouvert et une démolition ponctuelle du double-pertuis. L'enlèvement du voûtement souterrain de la Senne libère l'espace et permet l'exploitation des zones de largeur plus importante, supérieure à 45 m. Ces zones-là accueillent les habitats humides qui se développent dans les zones inondables.

Au sud, la taille de la ferme est réduite; seulement quelques activités sont maintenues. Les trois bâtiments placés près de l'entrée existante de la ferme sont préservés et dotés d'un espace d'assemblage minéral. Celui-là sera accessible depuis plusieurs directions: la station métro Yser, l'avenue de l'Héliport, le parc Maximilien et le quai de Willebroeck. Pour améliorer la connexion avec le dernier, une passerelle est installée au sud-ouest de l'espace minéralisé. Cette ouvrage permet à la fois d'améliorer la liaison entre la place de l'Yser et le parc ainsi que de cacher le débouché du double-pertuis dans le nouveau lit de la Senne. L'activité de la ferme est focalisée sur l'aspect didactique ainsi que la flore et faune aquatique. Un nouvel ensemble de bâtiments est créé dans la partie C du parc et accueille les animaux nécessitant des pâturages.

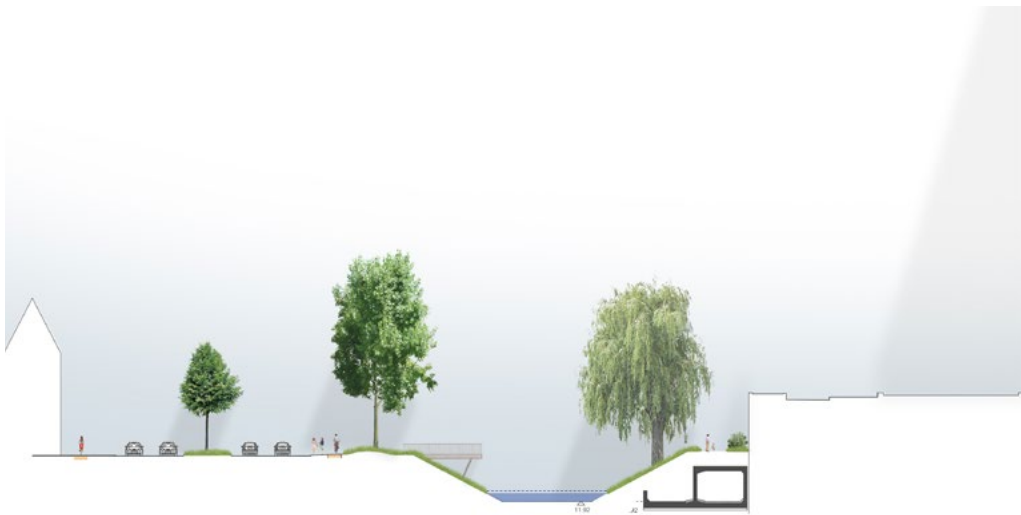
A proximité des Ecoles libres de Saint-Roch, une surface minéralisée est aménagée pour proposer un espace convenable, à la fois, au croisement des flux venant de l'avenue de l'Héliport / rue Simons, la passerelle vers la Ferme des boues, ainsi que l'accès à la plateforme flottante. Cette placette peut également accueillir des initiatives locales de riverains et d'organisations du quartier afin de proposer un programme d'activités varié pour les riverains (guinguettes éphémères au vert).

Pour agrandir les espaces verts et bleus du parc, le scénario propose de réaménager le Boulevard S. Bolivar. La réduction de la largeur du boulevard facilite les connexions entre les deux parties du parc. Un espace vert à pente douce peut être aménagé dans la partie sud du boulevard. Le tracé du cheminement du parc est orienté vers les traversées piétons existantes. De l'autre côté du boulevard, une grande zone d'infiltration est installée. Cette zone collecte les eaux de pluie provenant du boulevard ainsi que des toitures des bâtiments environnants.

En traversant la zone inondable au nord du boulevard, la Senne continue son parcours dans un lit doté de berges verticales et sera prolongé jusqu'au bassin Vergote. Le tracé 'courbé' du lit fait rappel aux méandres du lit naturel de la Senne. La réduction de l'emprise de la Senne permet d'installer dans la partie nord du parc des terrains de jeux et de sport.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

Un lit provisoire est réalisé avec une pente de 8/4 à l'ouest et une pente temporaire à l'est. Les eaux sont ensuite déviées dans le nouveau lit. Par la suite, le terrassement est réalisé de façon à mettre à nu le pertuis et le détruire. Le mur de soutènement est installé et le remblai est ensuite réalisé.

Solution :

- *Excavation pour la construction du cours d'eau,*
- *Déviation du cours d'eau,*
- *Excavation,*
- *Extraction du pertuis,*
- *Terrassement final.*

COUPE B

Le talus démarre à environ 6 m du bâtiment. Le pertuis est présent à 1,5 m sur le sol. En regard de la proximité de la dalle de Héliport (manque d'information sur les fondations de la dalle), l'enlèvement de la totalité du double-pertuis est déconseillé sous risque de déstabilisation du bâtiment existant.

Il est préférable d'excaver le sol couvrant la partie du carneau gauche du pertuis, de démolir partiellement le carneau gauche et de compléter le talus.

Solution :

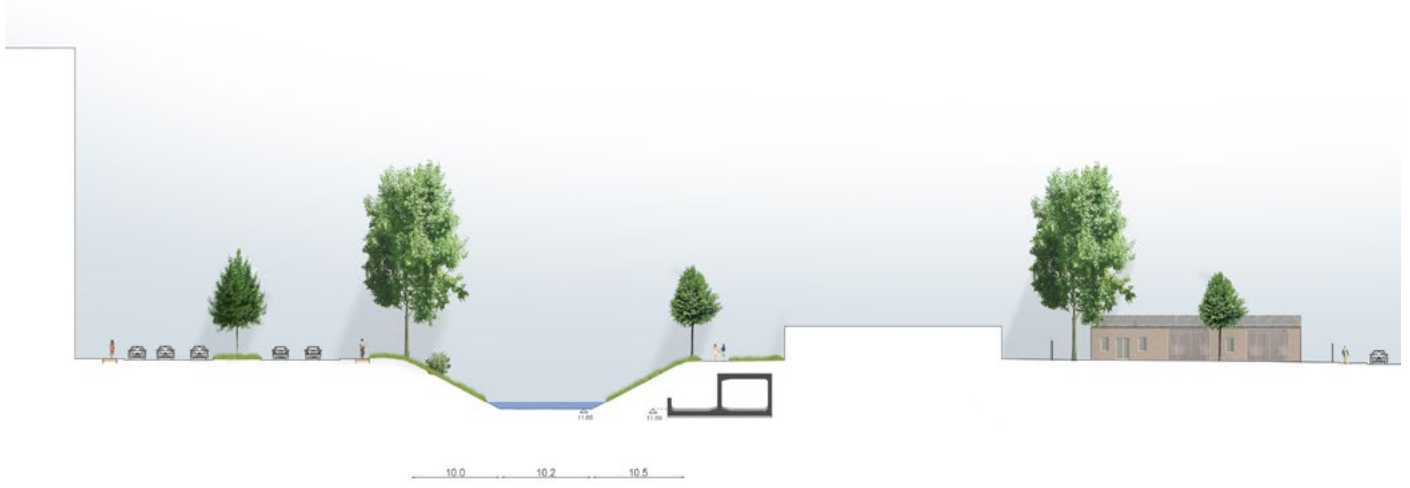
- *Excavation pour la construction du cours d'eau,*
- *Déviation du cours d'eau,*
- *Démolition partielle du pertuis,*
- *Terrassement final.*

COUPE C

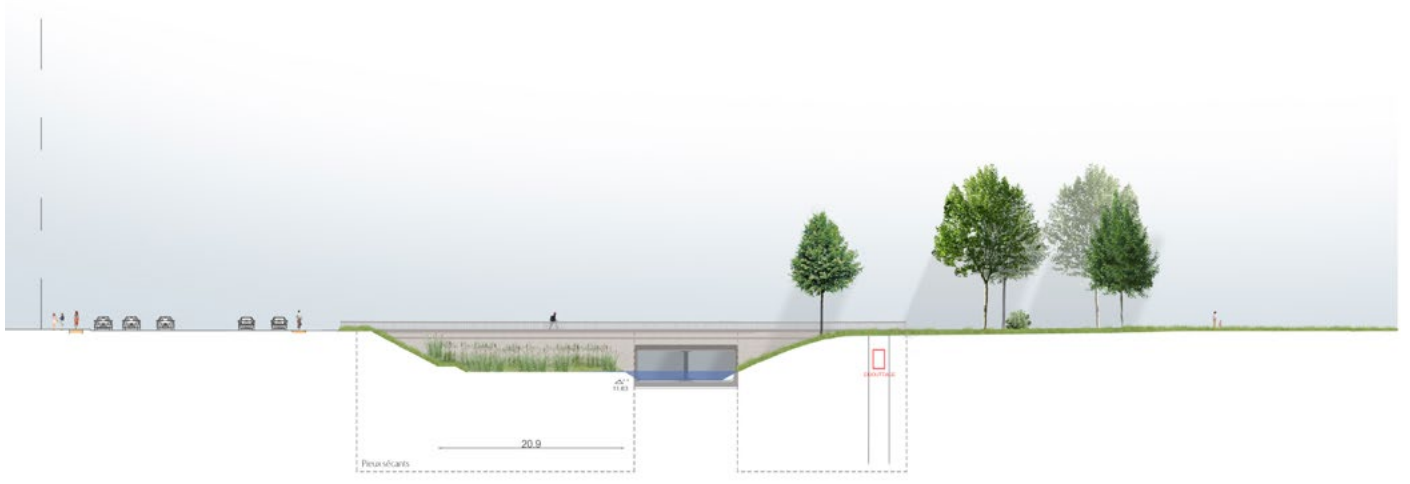
Dans la partie étroite du futur lit à ciel ouvert, le pertuis se trouve dans le futur talus. Dans la partie large, le pertuis sera mis à nu par le terrassement. Il est donc nécessaire de terrasser totalement de façon à mettre le pertuis à nu. Ensuite, réaliser la déviation du cours d'eau puis détruire le pertuis et compléter le remblais.

Solution :

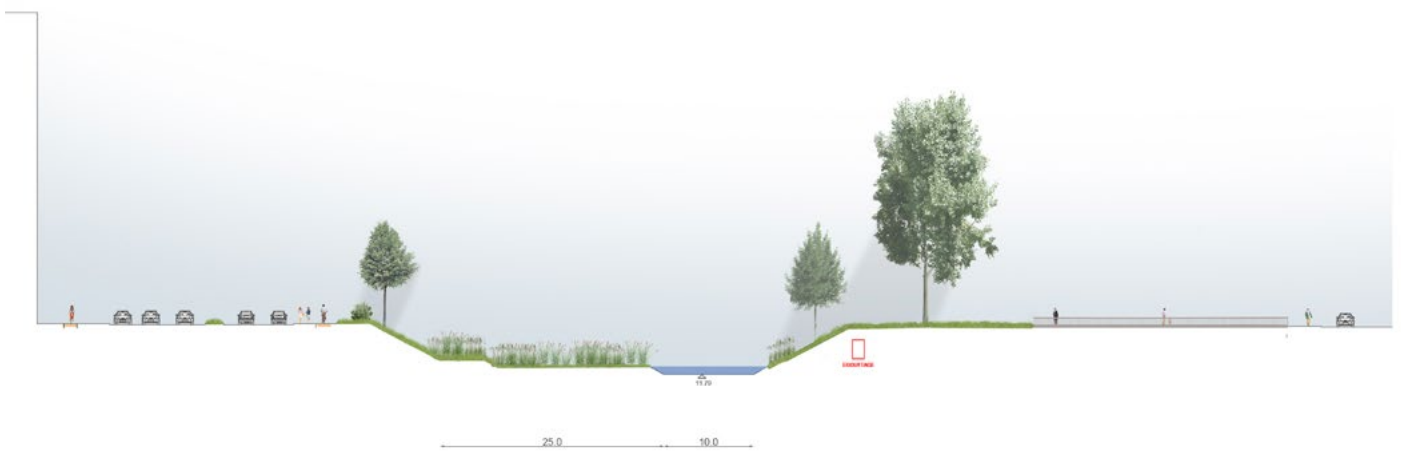
- *Excavation totale pour la construction du cours d'eau,*
- *Déviation du cours d'eau,*
- *Extraction du pertuis.*



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Vue la proximité du double-pertuis existant et du bâtiment, il est recommandé de pas toucher au double-pertuis. Le pertuis sera rebouché dans cette zone. Un voile de béton d'épaisseur 40 cm est suffisant. Le talus démarre à plus de 11 m du bâtiment existant. Il n'y a donc aucun risque pour réaliser le lit à ciel ouvert.

Solution :

- *Excavation pour construction du cours d'eau,*
- *Dévoisement du cours d'eau,*
- *Démolition partielle du pertuis,*
- *Terrassement final.*

COUPE E

Cette coupe est située au niveau de la traversée du boulevard S. Bolivar. Dans cette partie, le pertuis est préservé. Le terrassement met le pertuis à nu hors du «pont». L'assise du double-pertuis existant se trouve à 80 cm sous le niveau du lit; aucune contrainte ou difficulté pour la réalisation.

Concernant la limite entre le futur «pont» et le lit à ciel ouvert, une solution de pieux sécants s'impose avant le terrassement. Les terres entre le pertuis et la voirie sont retenues par un dispositif de soutènement en maçonnerie. Une attention particulière doit être portée sur la position de l'égout qui se trouve du côté droit du pertuis.

Solution :

- *Pieux sécants délimitant les zones d'excavation futures,*
- *Excavation pour la réalisation du lit peut être effectuée,*
- *Maçonnerie au-dessus du pertuis.*

COUPE F

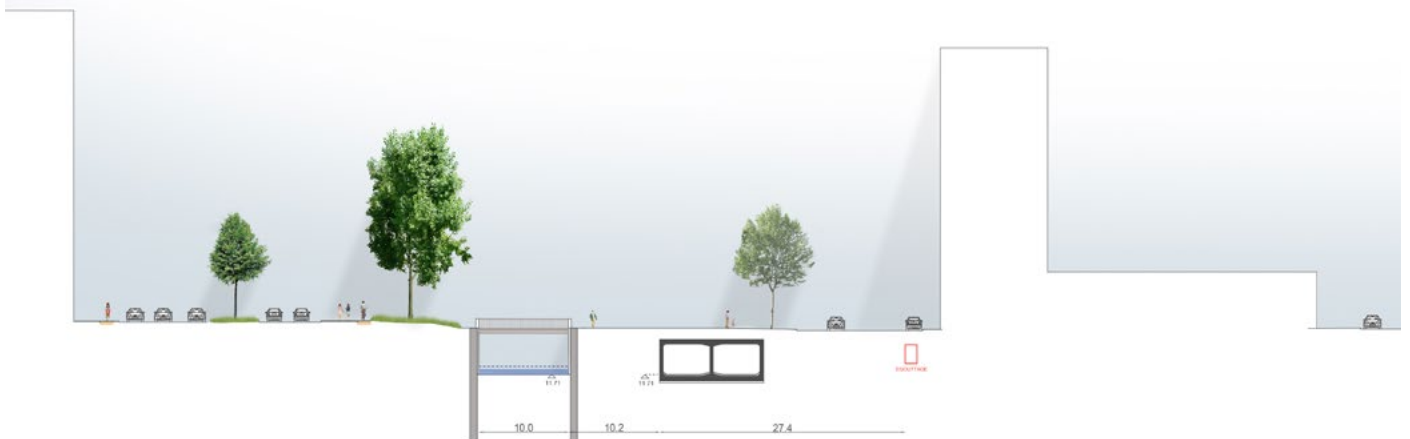
Le pertuis existant se trouve dans le futur talus du lit à ciel ouvert. Il est donc nécessaire de terrasser totalement de façon à mettre le pertuis à nu. Ensuite, réaliser la déviation du cours d'eau, puis détruire le pertuis et compléter le remblais.

Solution :

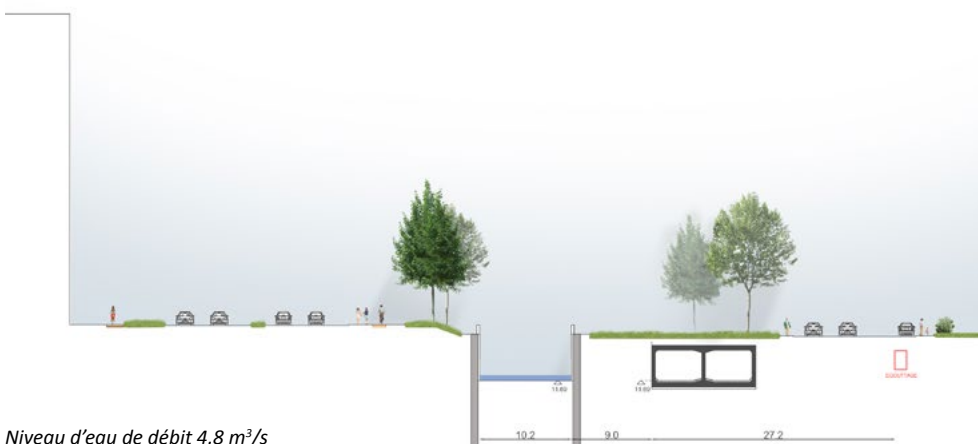
- *Excavation totale pour construction du cours d'eau,*
- *Déviaton du cours d'eau,*
- *Extraction du pertuis.*



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Selon la coupe, le lit à ciel ouvert projeté se trouve à 11,76 m au-dessus du lit du pertuis existant. Des pieux sécants paraissent une solution adéquate. La construction des pieux sécants n'aura aucune influence sur le pertuis.

COUPE H

Selon les coupes, le lit projeté d'eau est à 11,71 contre 11,71 pour l'existant. Le lit à construire est à la même profondeur que le lit d'eau dans le pertuis existant. Il est à plus de 10 m du pertuis existant et 35 m de l'égout existant. Des pieux sécants paraissent une solution adéquate. La construction de pieux sécants n'aura aucune influence sur le pertuis.

COUPE I

Selon les coupes, le lit projeté d'eau est à 11,69 contre 11,69 pour l'existant. Le lit à construire est à la même profondeur que le lit d'eau dans le pertuis existant. Il est à 10 m du pertuis existant et 35 m de l'égout existant. Des pieux sécants paraissent une solution plus adéquate. La construction de pieux sécants n'aura aucune influence sur le pertuis.

CONCLUSION

Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne. L'ancien pertuis n'est plus fonctionnel. Le nouveau lit doit donc gérer toutes les variations du débit allant de 2,4 m³/s à 60 m³/s. Même si le double-pertuis n'est plus utilisé, son enlèvement est nécessaire uniquement pour «gagner de l'espace». La destruction partielle du pertuis gauche s'avère suffisante dans la majorité des cas. Néanmoins, l'enlèvement total du double-pertuis dans les parties plus larges du parc permettrait d'agrandir le lit à ciel ouvert et la surface d'eau de la Senne. La démolition du double-pertuis permet également de diminuer la pente des talus des berges ou la création de surfaces importantes des habitats humides.

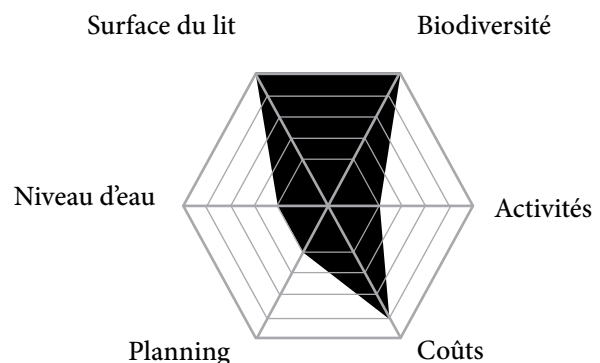
Le profil en V du nouveau lit développé par ce SCÉNARIO est égal à 8/4. Cela permet de garder le premier alignement d'arbres le long du quai de Willebroeck, mais ne laisse pas beaucoup de place libre pour l'installation des activités de séjour (p.ex. terrains de sport). Les berges verticales (voire coupe G, H et I) permettent d'équilibrer la demande des surfaces exploitables, mais devraient être installées en prenant en compte la proximité des infrastructures existantes. Les pieux sécants ne peuvent pas être installés trop proches du double-pertuis ou du conduit de l'égouttage existant.

Une attention doit être également portée sur le revêtement des murs des berges verticales. Un matériel avec le coefficient de friction supérieur ou égal à 0,04 pourrait causer le débordement de la Senne au moment de l'atteinte de la capacité hydraulique de 60 m³/s. Un rehaussement des berges ou l'élargissement du lit (plus que 10 m) seraient nécessaires.

La surface occupée par le nouveau lit à ciel ouvert nécessite la réorganisation des activités. La surface disponible aux activités de la ferme Maximilien sera réduit de 2000 m². De même pour le terrain des calèches, terrains de sport et le terrain du local jardinier. Les terrains de stockage sont entièrement supprimés. Au contraire, les zones d'infiltration occupent presque quatre fois plus d'espace qu'actuellement. Cela permet un développement important de la biodiversité au sein du parc Maximilien. Le présent SCÉNARIO déplace le local jardinier dans la partie C du parc et le regroupe avec le bâtiment de la ferme. Il existe néanmoins la possibilité de garder le local jardinier à sa position actuelle en appliquant les berges verticales. L'espace restant ne serait cependant pas très généreux (3,5 m) et une réduction de l'Allée Verte pourrait être envisagée.

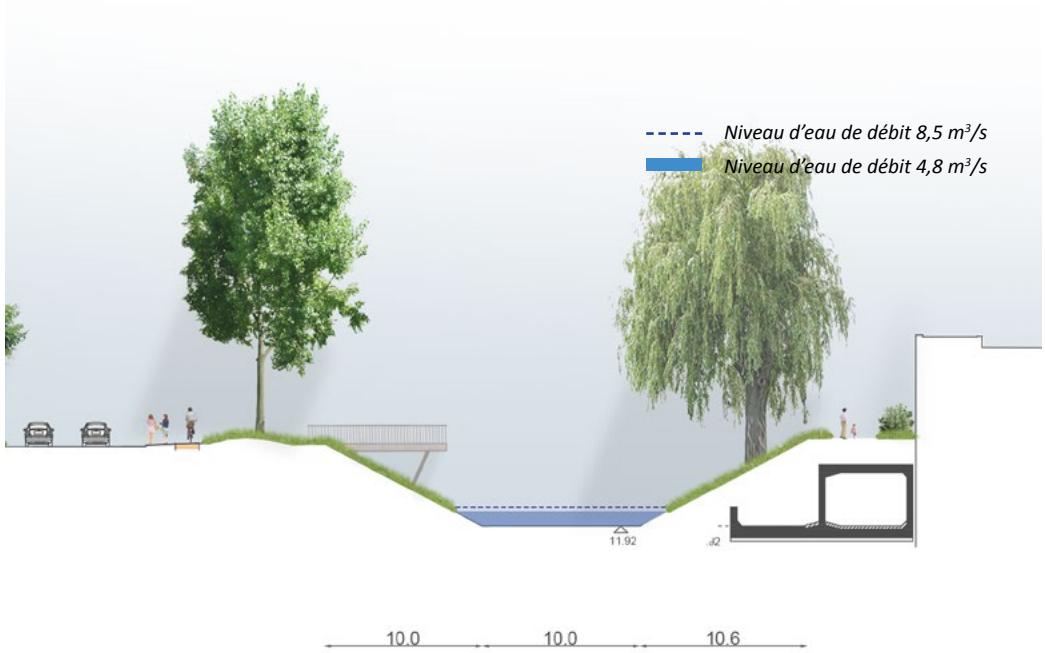
PHASAGE

La création du nouveau lit nécessite le creusement d'un lit «préalable» à ciel ouvert, la déviation des eaux et ensuite la destruction totale ou partielle du pertuis. Le terrassement final est réalisé en dernier. Ce SCÉNARIO prévoit donc des travaux complexes exigeants au niveau de temps et de coordination.

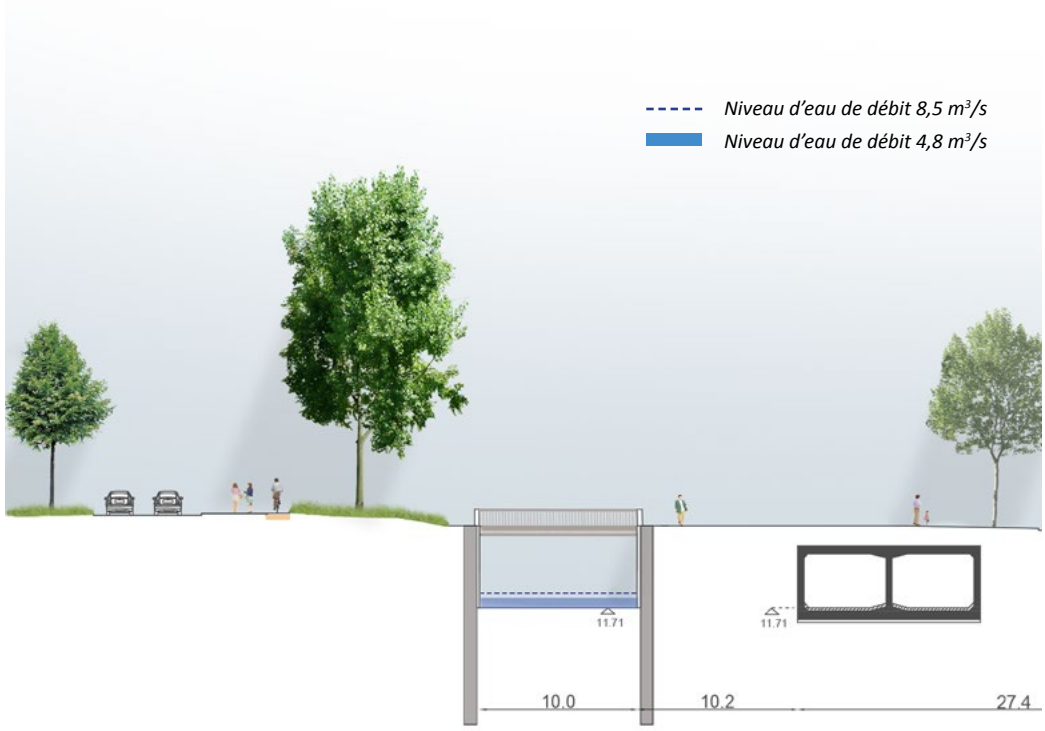


	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m ²	10 180 m ²	↓ -2 020 m ²
• bâtiment 1	240 m ²	0 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	100 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	120 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	60 m ²	
• NEW		300 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	580 m²	↑ +14 m ²
• zone d'infiltration	1000 m ²	3800 m ²	↑ +2800 m ²
• reste	10634 m ²	7100 m ²	↓ -3534 m ²
Terrain des calèches	680 m²	400 m²	↓ -280 m ²
Local jardinier	1050 m²	235 m²	↓ -815 m ²
• bâtiment	140 m ²	235 m ²	↑ +95 m ²
• reste	910 m ²	0 m ²	0 m ²
Terrains de sport	3735 m²	2570 m²	↓ -1165 m ²
• a	90 m ²	0 m ²	
• b	800 m ²	0 m ²	
• c	90 m ²	90 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	180 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	0 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
• NEW		1135 m ²	
Terrains de stockage	1450 m²	0 m²	↓ -1450 m ²
• i	470 m ²	0 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Zone d'inondation	0 m²	4200 m²	↑ 4200 m ²

COUPE B

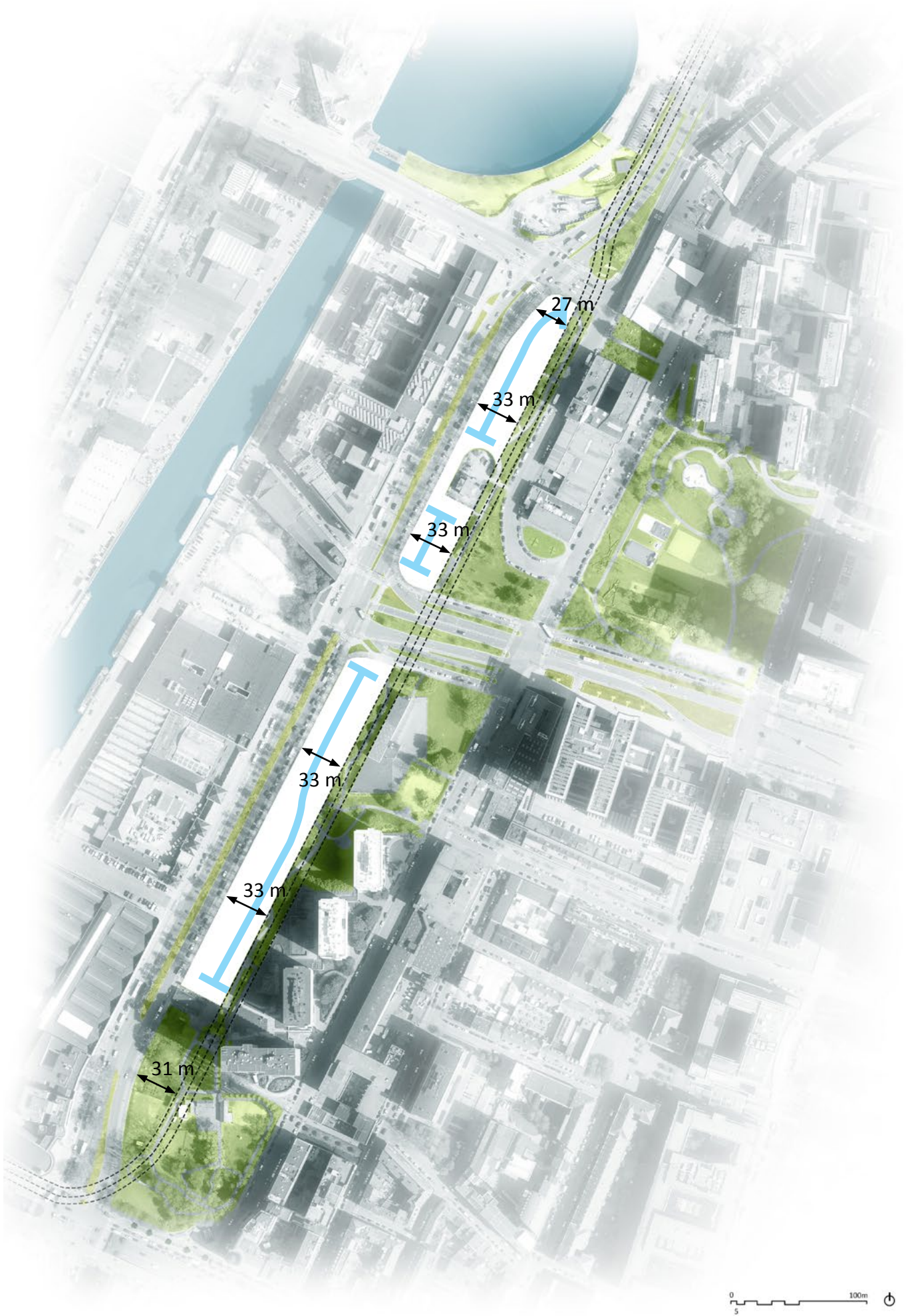


COUPE H

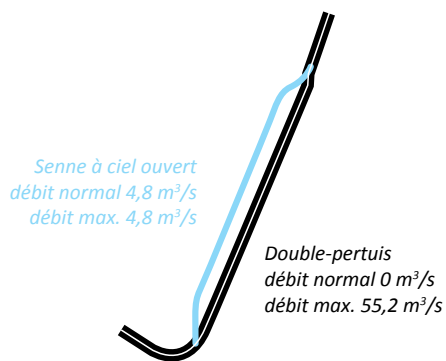








Scénario 02



DÉBIT CONTRÔLÉ

Le double-pertuis est préservé. Le nouveau lit de la Senne à ciel ouvert prend une partie du débit qui est limité à Q50 (4,8 m³/s). Le reste du débit (max 55,2 m³/s) continue de couler dans le double-pertuis.

L'espace disponible varie de 27 m à 33 m. Les berges avec le talus de 8/4 sont donc à préconiser.

Situation existante
Coupe B

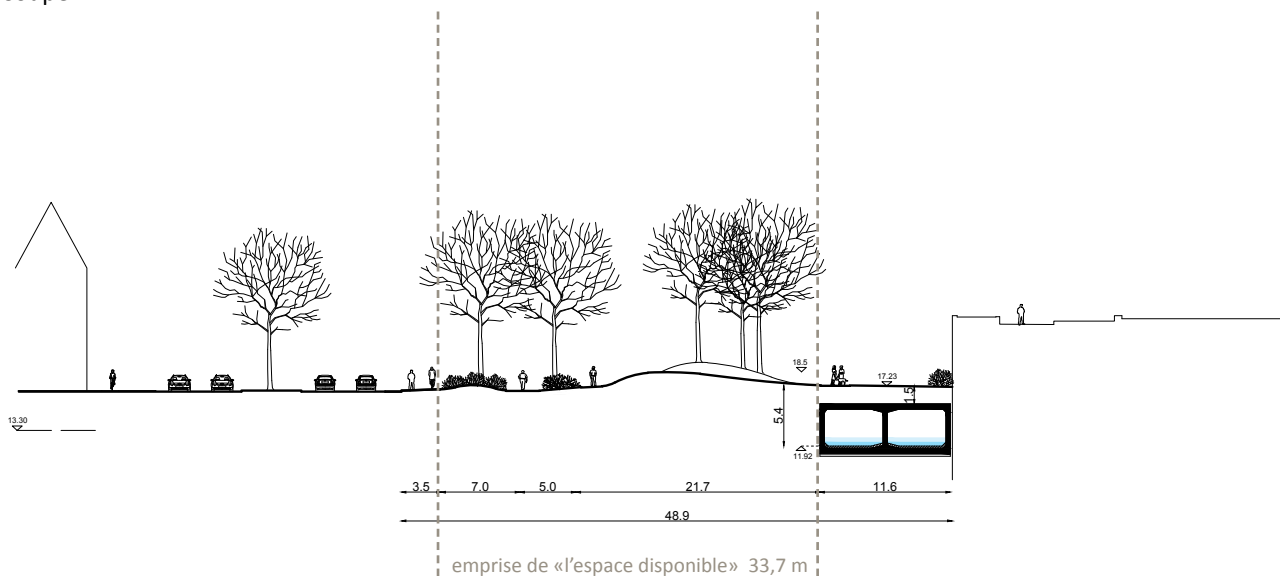
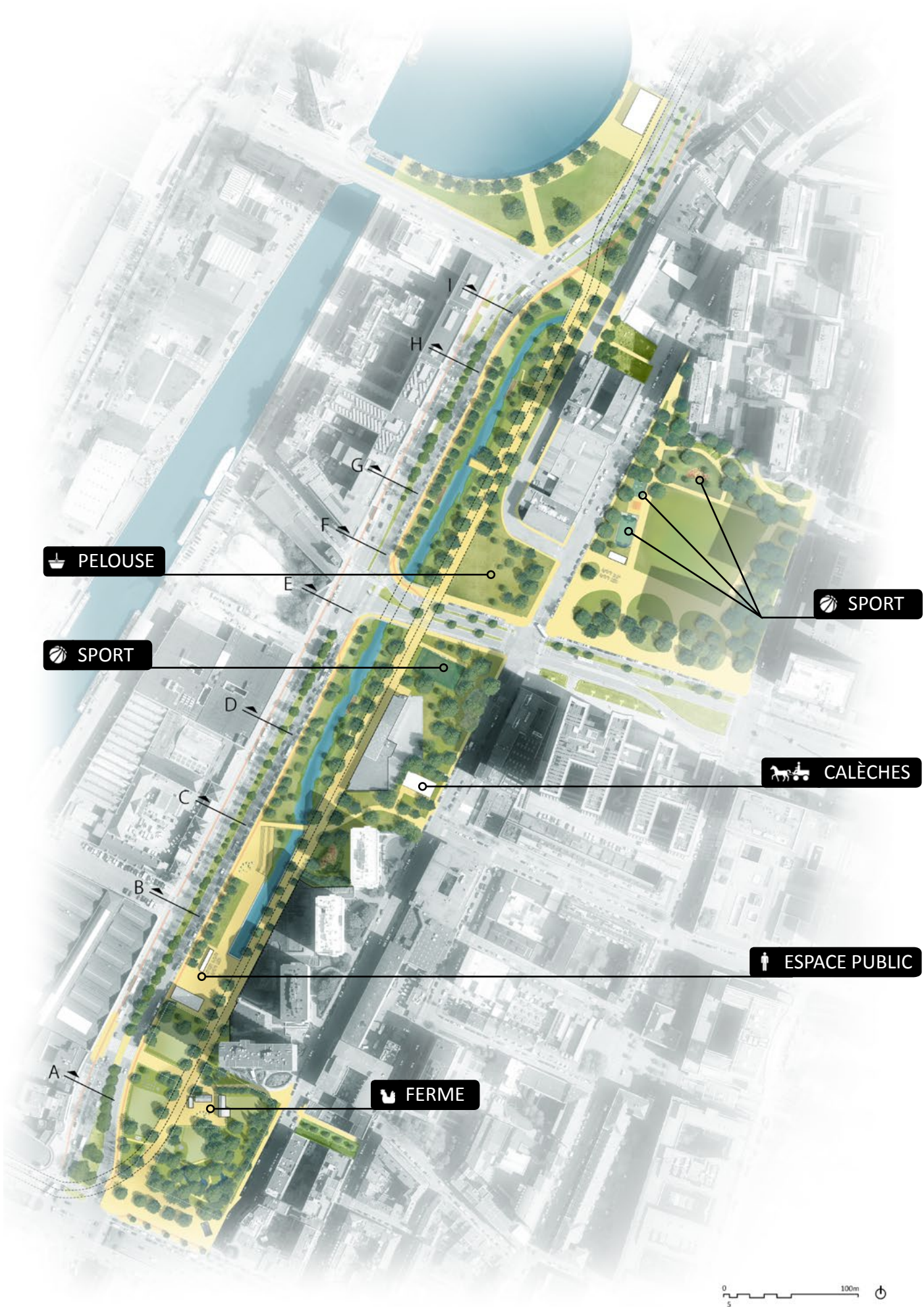




Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
6 m			28	22	10		29	23	17	5
5,5 m		32	26,5	21	10		27	21,5	16	5
5 m		30	25	20	10		25	20	15	5
4,5 m		28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5




 PELOUSE

 SPORT

 SPORT

 CALÈCHES

 ESPACE PUBLIC

 FERME



DESCRIPTION

Contrairement au scénario précédent, l'emprise du nouveau lit de la Senne à ciel ouvert est limité par la position du double-pertuis toujours utilisé. Un débit contrôlé alimente la Senne à ciel ouvert et les variations du débit sont retenues par le double-pertuis.

La ferme du parc Maximilien garde sa position actuelle, néanmoins son fonctionnement est adapté. Un grand passage est aménagé à travers la ferme et connecte le parc avec le Boulevard Baudouin. Cette traversée passe par la totalité du parc et constitue une promenade conviviale bordée d'alignement d'arbres qui rappelle la promenade historique de l'Allée Verte. Au niveau de la ferme, une seconde grande traversée est percée pour assurer une bonne accessibilité au musée Citroën. Les espaces découpés par les deux passages sont clôturés pour assurer la sécurité des animaux et des visiteurs. Au niveau de la gestion de la circulation dans la ferme, deux solutions sont possibles. La première prévoit que les grands passages soient libres d'accès sans limitation et que les enclos des animaux soient clôturés. La deuxième propose de clôturer la totalité de la ferme, d'installer des portiques et de ne permettre le libre passage que pendant l'ouverture de la ferme.

La promenade principale de 12 m de large continue le long de la dalle de l'Héliport jusqu'à la passerelle. Ce tronçon représente la traversée fluide entre la ferme et le parc Maximilien. Il s'agit d'une partie du parc à caractère plus urbain, avec des espaces minéralisés, les berges verticales de la Senne et des gradins permettant de s'approcher d'eau. Une fois la passerelle passée, le lit de la Senne devient plus naturel avec un profil en V.

A cause de l'espace disponible entre le quai de Willebroeck et le double-pertuis, le tracé de la Senne reste assez linéaire. Un peu de variété peut être amenée par le changement de la largeur du lit (de 10 m à 5 m). Pour rapprocher le visiteur de l'eau, de nombreuses plateformes flottantes ainsi que des points d'observation sont installés le long des berges.

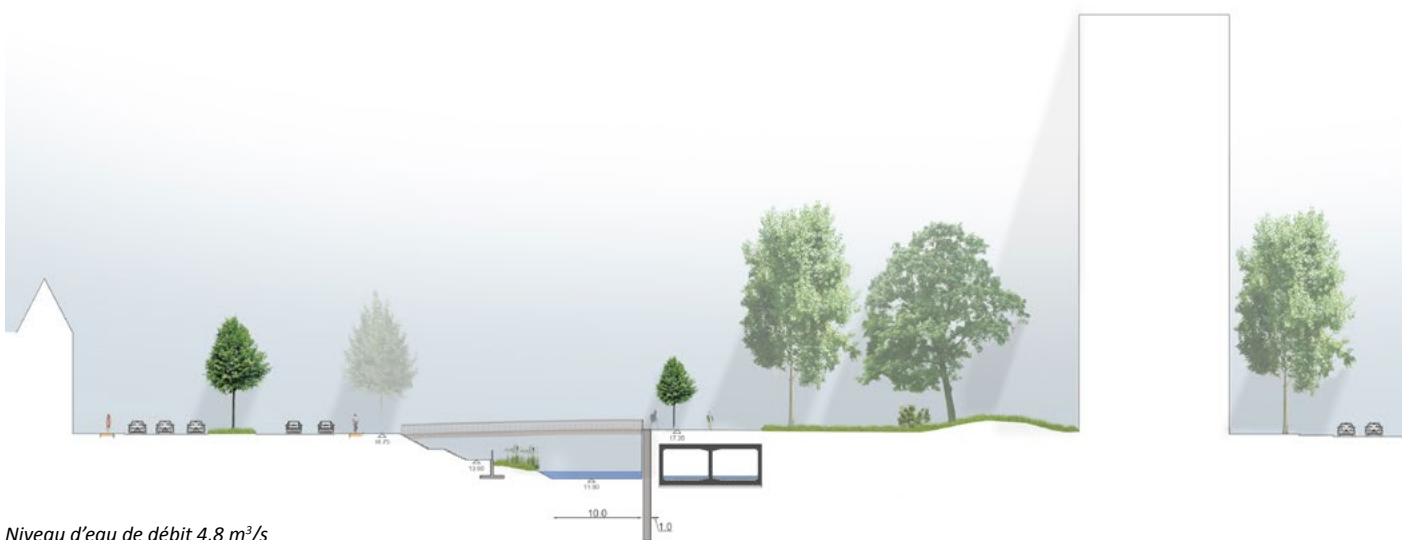
Le manque d'espace ne permet pas d'aménager des terrains de jeux et de sports dans les parties A et B du parc. Ce type d'activité retrouve donc sa place dans la partie C.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

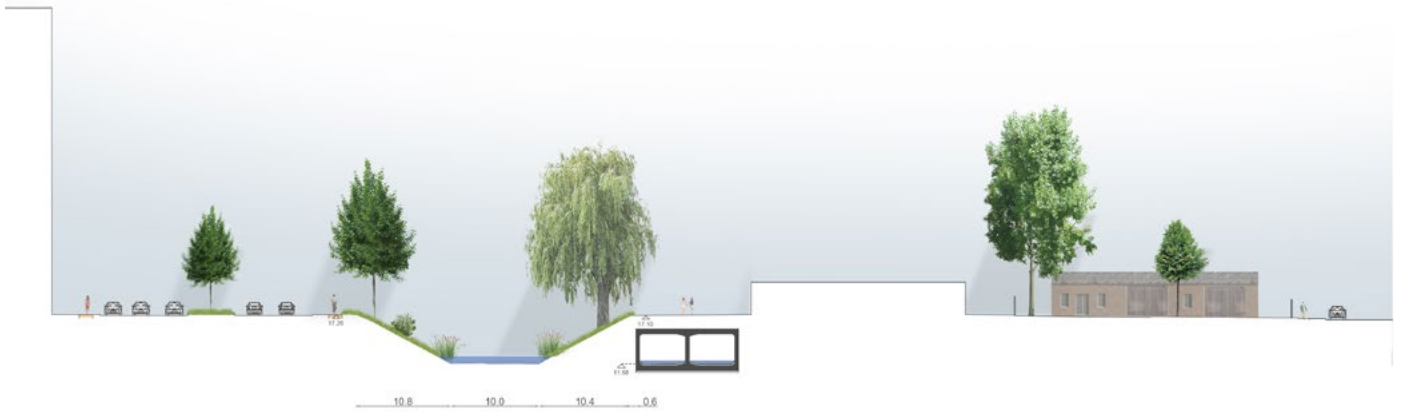
COUPE B

Les analyses du sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser des pieux sécants de 12 m pour réaliser les berges verticales. La construction des pieux sécants n'aura aucune influence sur le pertuis qui se trouve à proximité (1 m).

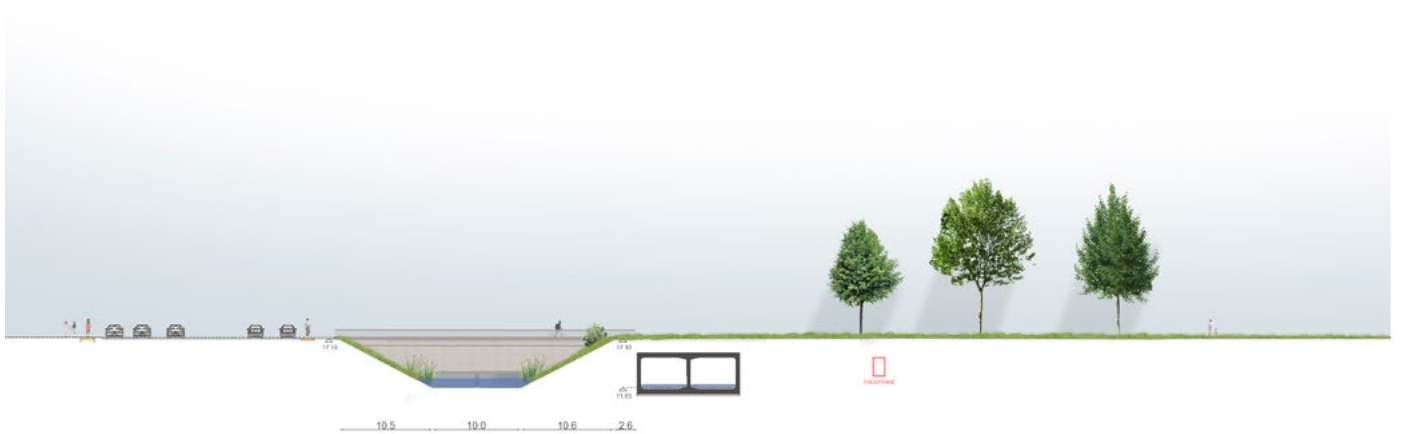
COUPE C

Les analyses du sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser des pieux sécants de 12 m pour réaliser les berges verticales. La construction des pieux sécants EST n'aura aucune influence sur le pertuis qui se trouve à proximité (1 m).

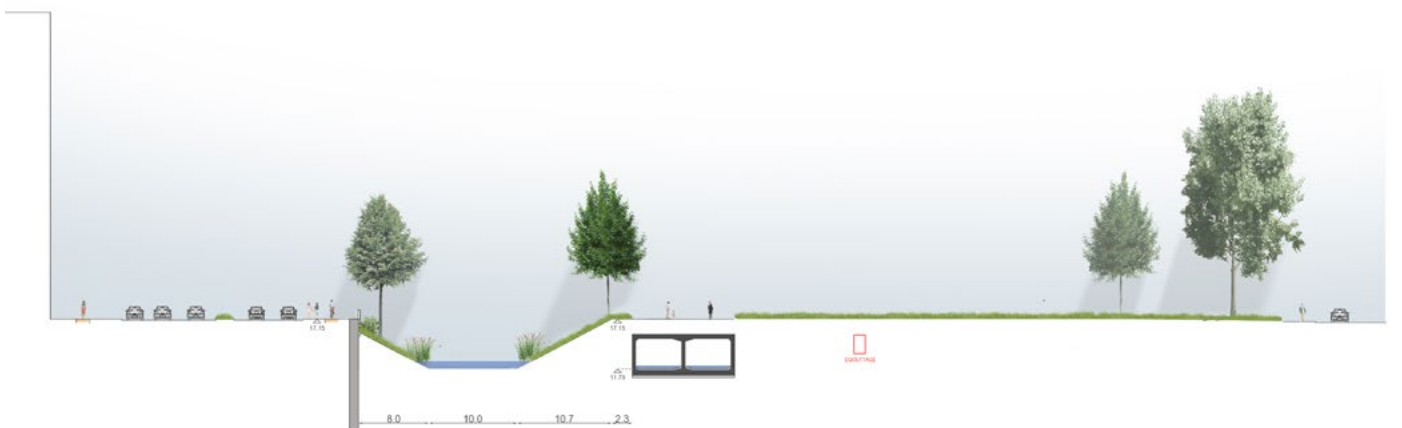
Après la réalisation du mur, un terrassement est nécessaire pour réaliser le mur de soutènement OUEST. Après la réalisation de ce mur, le profilage du cour d'eau peut être réalisé.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 0,8 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

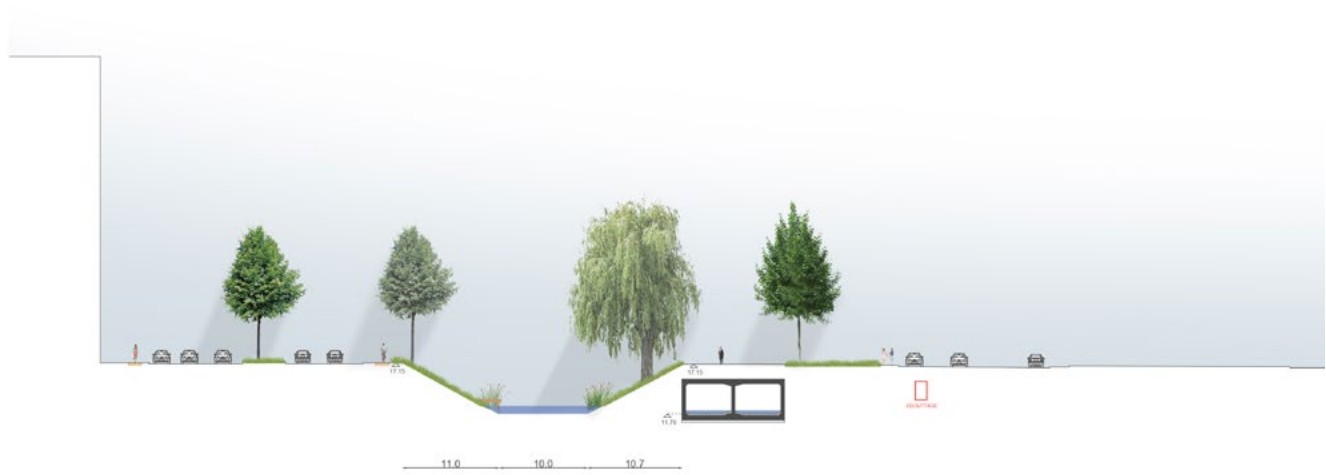
COUPE E

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 2,6 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

Le scénario propose de réaménager le boulevard S. Bolivar et de créer une deuxième connexion hydraulique de la Senne. Ces travaux de soutènement seront réalisés avec des pieux sécants. Les terres entre le pertuis et la voirie sont retenues par un dispositif de soutènement en maçonnerie. Le nouveau pertuis (deuxième connexion hydraulique) est dimensionné pour une capacité hydraulique de 10 m³/s.

COUPE F

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 2,3 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence au niveau de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4.
La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

COUPE H

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 2,9 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4.
La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

COUPE I

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence au niveau de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4.
La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

CONCLUSION

Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne en gardant l'ancien pertuis fonctionnel. Un débit contrôlé est dirigé vers le nouveau lit. Les variations du débit sont au moment de la crue «transférées» vers le double-pertuis. Le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert reste donc relativement stable.

Le profil en V du nouveau lit développé par ce SCÉNARIO est égal à 8/4. Cela permet de garder le premier alignement d'arbres le long du quai de Willebroeck, mais ne laisse pas beaucoup de place libre pour l'installation des activités de séjour (p.ex. terrains de sport). Les berges verticales (voir coupe B) permettent d'équilibrer la demande des surfaces exploitables. Une attention doit être portée sur le revêtement des murs des berges verticales.

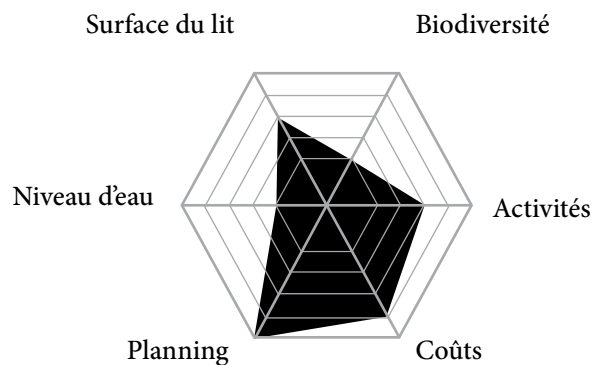
L'aménagement d'un passage à travers la ferme Maximilien prévu dans le présent SCÉNARIO a pour conséquence une réorganisation de la disposition spatiale et du fonctionnement de celle-ci. La surface disponible aux activités de la ferme Maximilien est réduit de presque 2500 m².

La création de nouveaux espaces publics (gradins, espaces minéraux,...) permet de renforcer l'attractivité du parc, d'augmenter le contrôle social et d'améliorer son image publique.

La surface occupée par le nouveau lit à ciel ouvert diminue l'emprise de la surface disponible pour l'espace prévu pour les calèches ainsi que les terrains de sport. Les terrains de stockage avec le local jardinier sont entièrement supprimés.

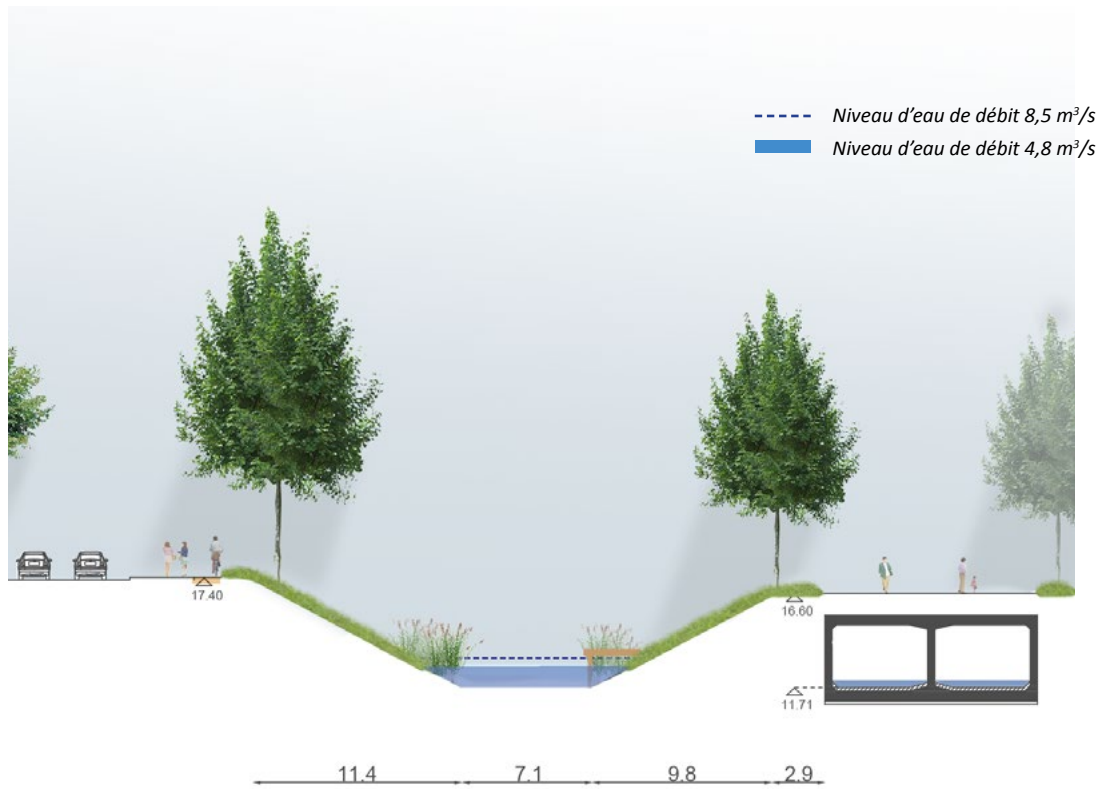
PHASAGE

Le nouveau lit à ciel ouvert peut être réalisé sans perturbation du fonctionnement du double-pertuis. La destruction du double-pertuis nest par prévue. Ces deux éléments facilitent de manière importante la réalisation des travaux.

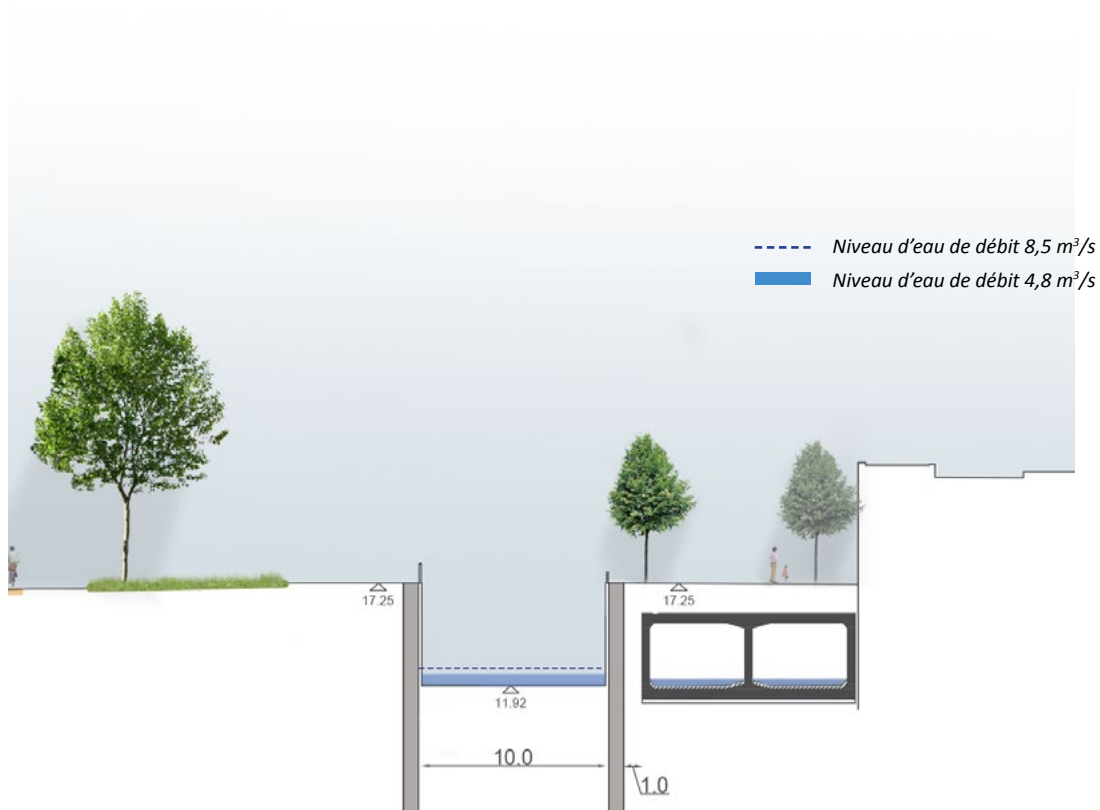


	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m²	9665 m²	↓ -2 535 m²
• bâtiment 1	240 m ²	240 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	100 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	120 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	60 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	520 m²	↓ -46 m²
• zone d'infiltration	1000 m ²	1000 m ²	
• reste	10634 m ²	8145 m ²	↓ -2489 m²
Terrain des calèches	680 m²	400 m²	↓ -280 m²
Local jardinier	1050 m²	0 m²	↓ -1050 m²
• bâtiment	140 m ²	0 m ²	↓ -140 m²
• reste	910 m ²	0 m ²	↓ -910 m²
Terrains de sport	3735 m²	2295 m²	↓ -1440 m²
• a	90 m ²	0 m ²	
• b	800 m ²	800 m ²	
• c	90 m ²	0 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	0 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	0 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
• NEW		300 m ²	
Terrains de stockage	1450 m²	0 m²	↓ -1450 m²
• i	470 m ²	0 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Zone d'inondation	0 m²	0 m²	

COUPE H



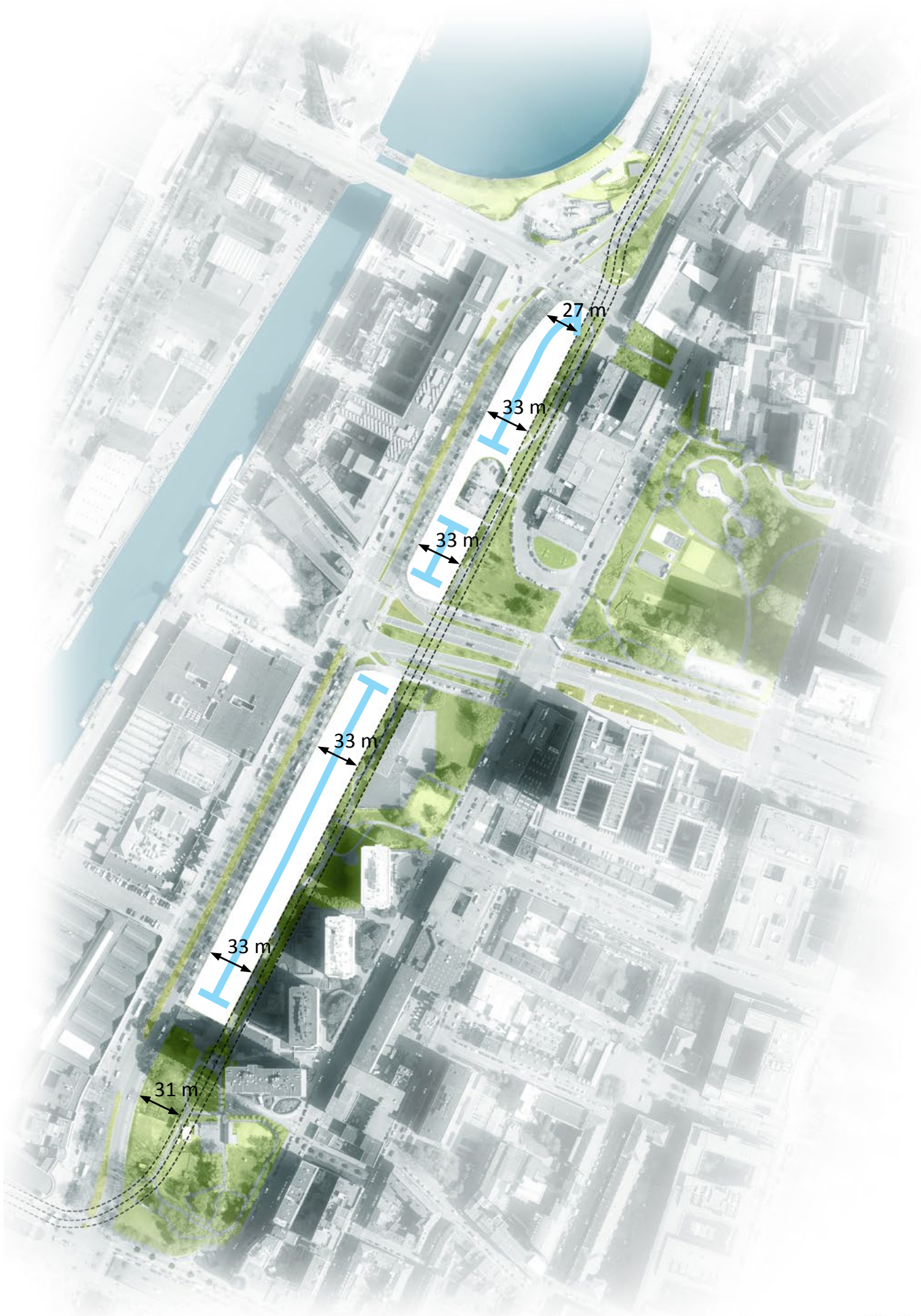
COUPE B



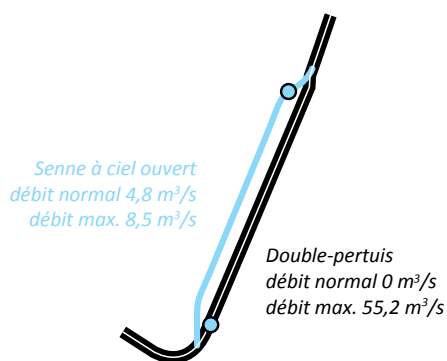




LE SORROCH



Scénario 03



DÉBIT CONTRÔLÉ AVEC NIVEAU REMONTÉE

Une adaptation du scénario précédent prévoit l'installation d'un dispositif qui permet de rahuquer le niveau du lit à ciel ouvert. Cela peut être réalisé à l'aide d'une vanne. L'espace disponible varie de 27 à 33 m. L'augmentation du niveau du fond du lit à ciel ouvert de 1m ainsi que la largeur de 5 m du lit permettent de réaliser des talus de 12/4.

Situation existante
Coupe B

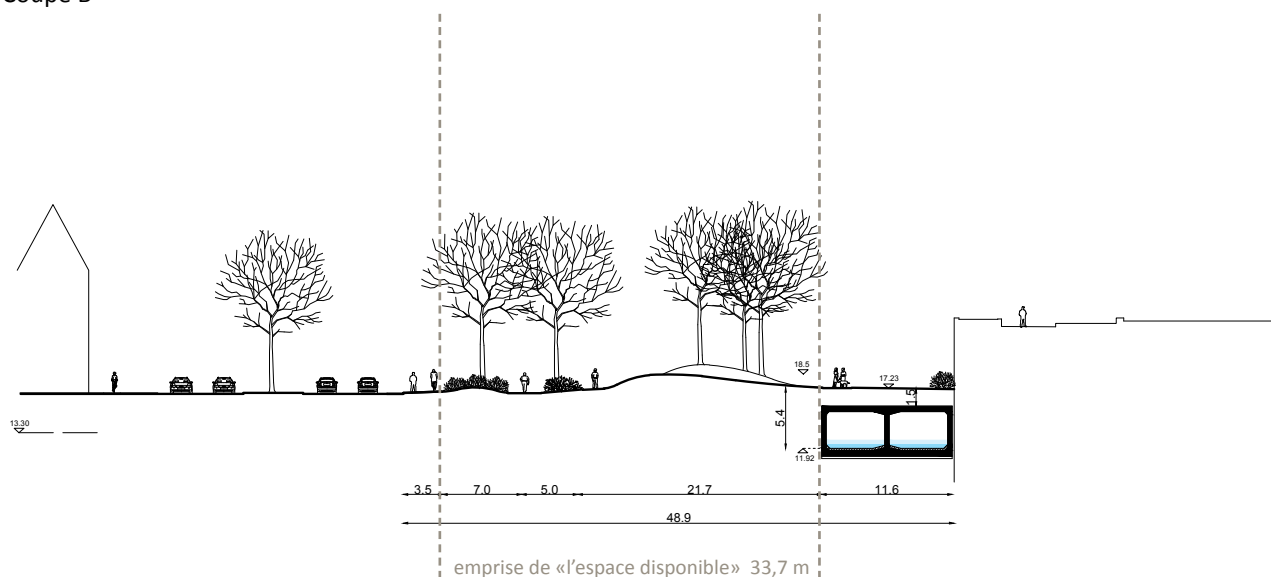
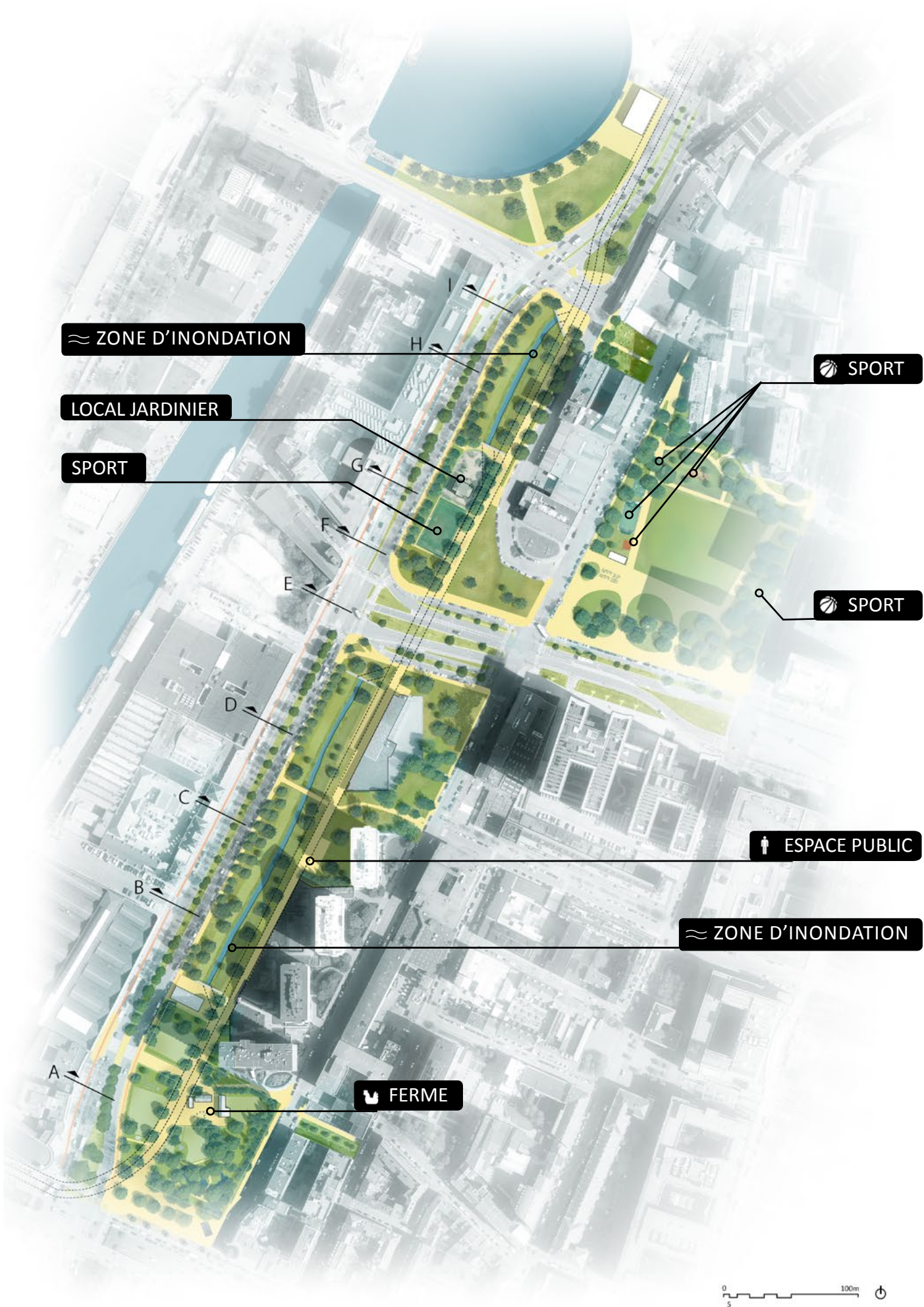


Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
5 m		30	25	20	10		25	20	15	5
4,5 m		28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5
4 m	34	26	22	18	10	29	21	17	13	5



≈ ZONE D'INONDATION

LOCAL JARDINIER

SPORT

SPORT

SPORT

ESPACE PUBLIC

≈ ZONE D'INONDATION

FERME



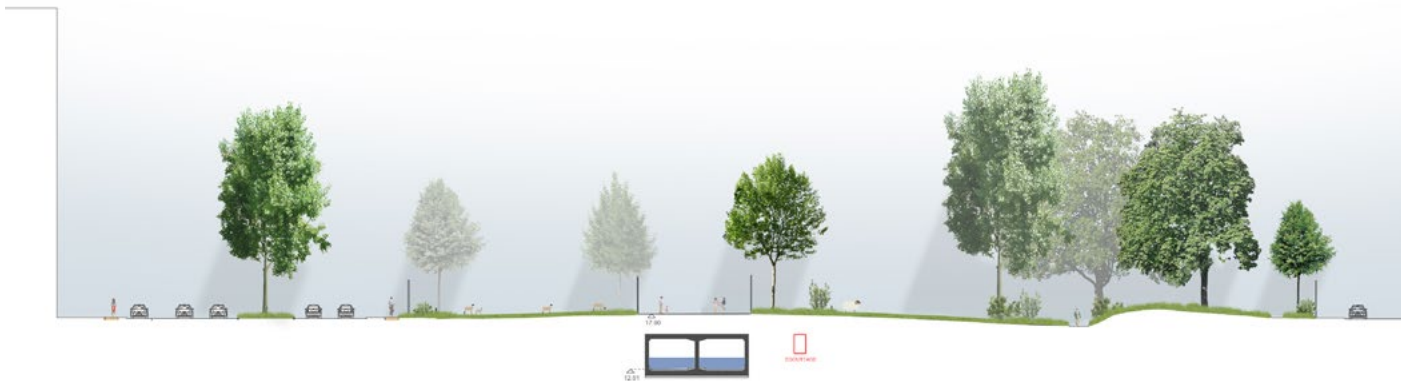
DESCRIPTION

Le présent scénario illustre l'application du 4e scénario hydraulique. Un débit contrôlé alimente la Senne à ciel ouvert et les variations du débit sont transférées vers le double-pertuis. Le niveau du fond du lit est remontée de 1 m. L'emprise de nouveau lit de la Senne à ciel ouvert est néanmoins limité par la position du double-pertuis toujours utilisé.

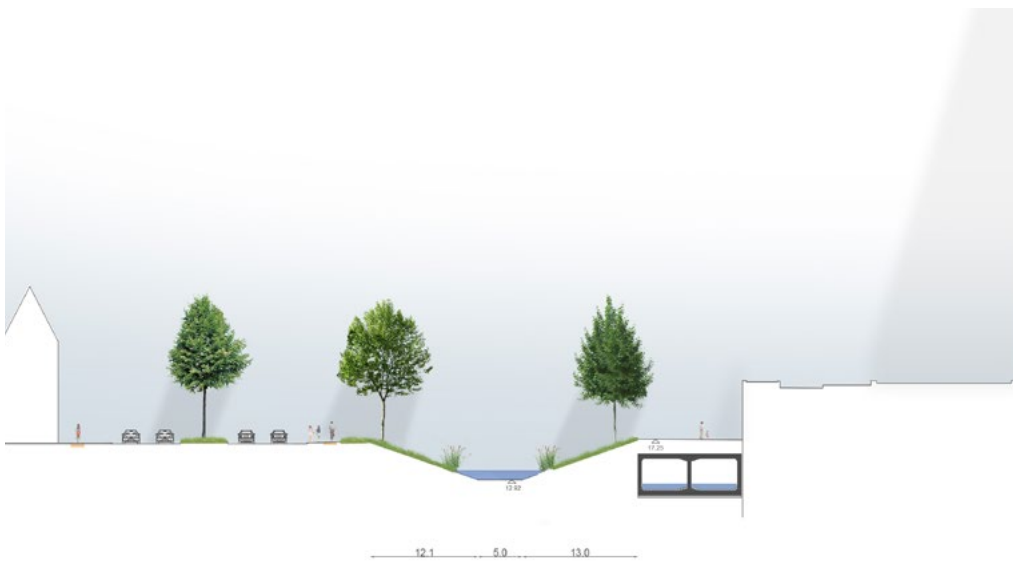
La Senne traverse le parc dans un lit à ciel ouvert de 5m de largeur. Grâce à cette réduction de la largeur du lit, le tracé de la Senne permet plus de morphologie / variété. La vitesse d'écoulement de la Senne à ciel ouvert peut augmenter et ainsi accentuer le caractère d'une rivière. Les talus des berges peuvent également être plus raides, néanmoins, cela limite la morphologie du tracé de la Senne. L'augmentation du fond du lit ainsi que les talus moins raides permettent aux visiteurs de s'approcher plus près de la Senne.

La ferme du parc Maximilien garde sa position actuelle, néanmoins son fonctionnement est adapté. Un grand passage est aménagé à travers la ferme et connecte le parc avec le Boulevard Baudouin. Cette traversée passe par la totalité du parc et constitue une promenade conviviale bordée d'alignement d'arbres qui rappelle la promenade historique de l'Allée Verte. Au niveau de la ferme, une seconde grande traversée est percée pour assurer une bonne accessibilité au musée Citroën. Les espaces découpés par les deux passages sont clôturés pour assurer la sécurité des animaux et des visiteurs. En ce qui concerne la gestion de la circulation dans la ferme, deux solutions sont possibles. La première prévoit que les grands passages soient libres d'accès sans limitation et que les enclos des animaux soient clôturés. La deuxième propose de clôturer la totalité de la ferme, d'installer des portiques et de ne permettre le libre passage que pendant l'ouverture de la ferme.

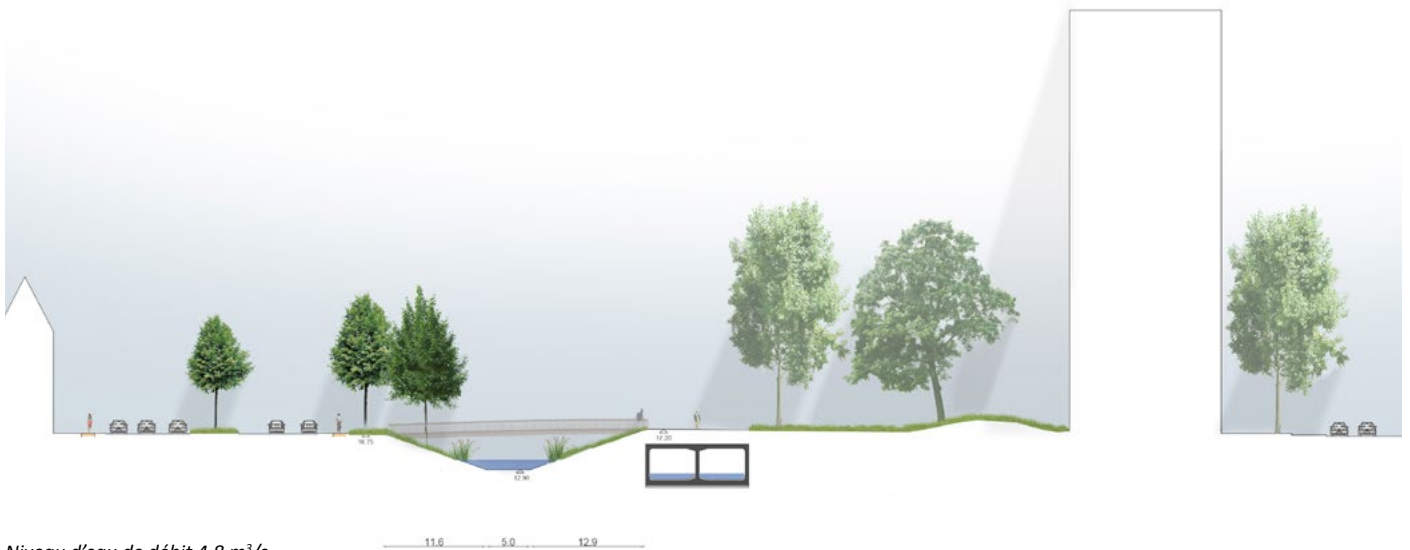
La promenade principale de 6 m de large continue le long de la dalle de l'Héliport jusqu'au bassin Vergote. Le local jardinier et le terrain de sport sont conservés.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

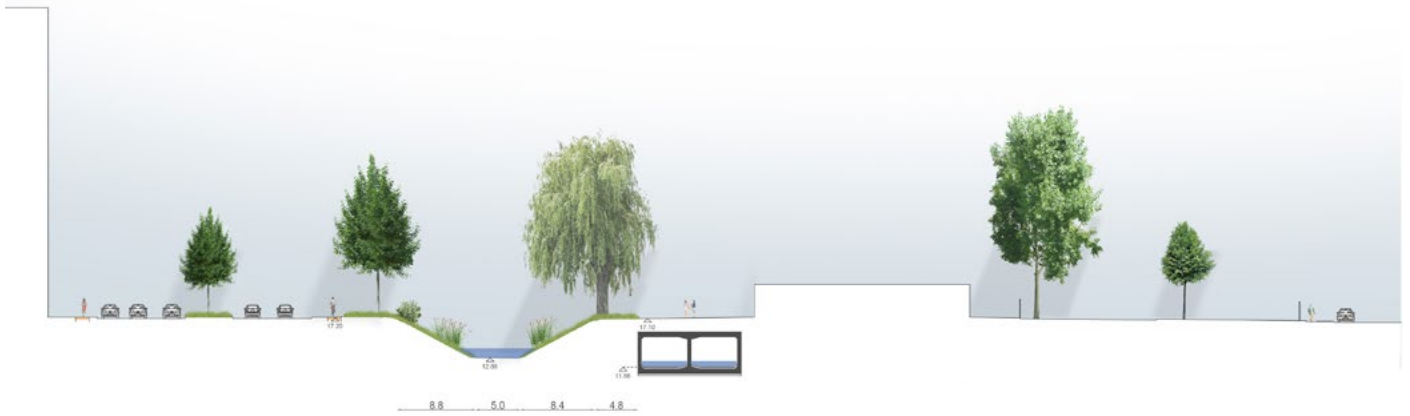
Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE B

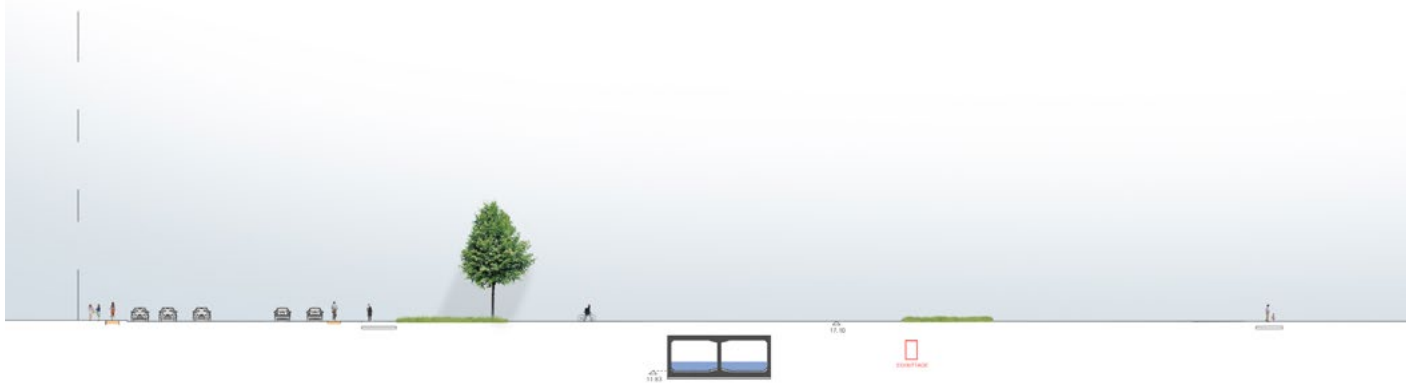
Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence au niveau de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 12/4.
La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

COUPE C

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence au niveau de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 12/4.
La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 4,8 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

COUPE E

Pour traverser le boulevard S. Bolivar, la Senne rejoint le double-pertuis existant. Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Ce passage fait à nouveau descendre le niveau du fond de lit de 1 m. Cette chute permettra néanmoins d'oxygéner l'eau. Un nouveau dispositif de remontée de l'eau doit être installé à l'entrée de la partie nord du parc.

COUPE F

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE H

Le lit ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence à 3,1 m de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

COUPE I

Le lit à ciel ouvert est au même niveau que le lit existant dans le pertuis. Le talus commence au niveau de l'arête du pertuis. La pente du talus est égale à 8/4. La réalisation du futur cours d'eau ne présente aucun risque.

A la sortie du parc, la Senne rejoint le double-pertuis de capacité hydraulique de 60 m³/s. Pour ce débit, le niveau d'eau est estimé à +3,56 m. Le débit de la Senne à ciel ouvert est limité à 8,5 m³/s, traduit à + 1,15 m. Le niveau du fond du lit à ciel ouvert est remontée de 1m. Une remontée d'eau du pertuis de +1,41 m (3,56 - 1 - 1,15) peut prendre lieu. Il est donc recommandé d'installer un troisième vanne dans le sortie du parc.

CONCLUSION

Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne en gardant l'ancien pertuis fonctionnel. Un débit contrôlé est dirigé vers le nouveau lit. Les variations du débits sont, au moment de la crue, «tamponnés» par le double-pertuis. Le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert reste donc relativement stable. Pour diminuer la profondeur de la Senne, le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert est remontée à l'aide d'une vanne. La présente proposition illustre la possibilité de la traversée du boulevard S. Bolivar à l'aide du double-pertuis. L'installation d'une deuxième vanne après le passage du boulevard est alors nécessaire et d'une troisième à la sortie du parc.

L'aménagement d'un passage à travers la ferme Maximilien prévu dans le présent SCÉNARIO a pour conséquence une réorganisation de la disposition spatiale et du fonctionnement de celle-ci. Le surface disponible aux activités de la ferme Maximilien est réduit de presque 2500 m².

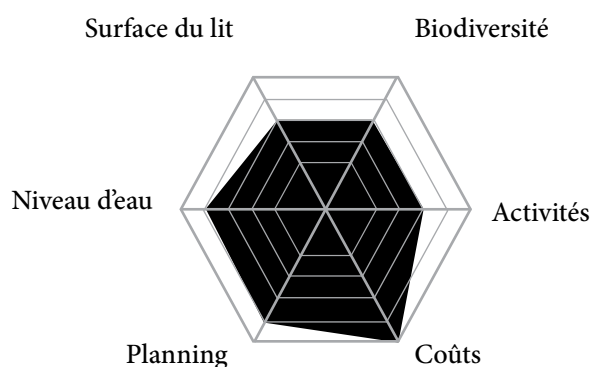
La création de nouveaux espaces publics (gradins, espaces minéraux,...) permet de renforcer l'attractivité du parc, d'augmenter le contrôle social et d'améliorer son image publique.

La surface occupée par le nouveau lit à ciel ouvert diminue l'emprise de surface disponible pour le terrain prévu pour les calèches ainsi que les terrains de sport. Les terrains de stockage sont supprimés totalement.

PHASAGE

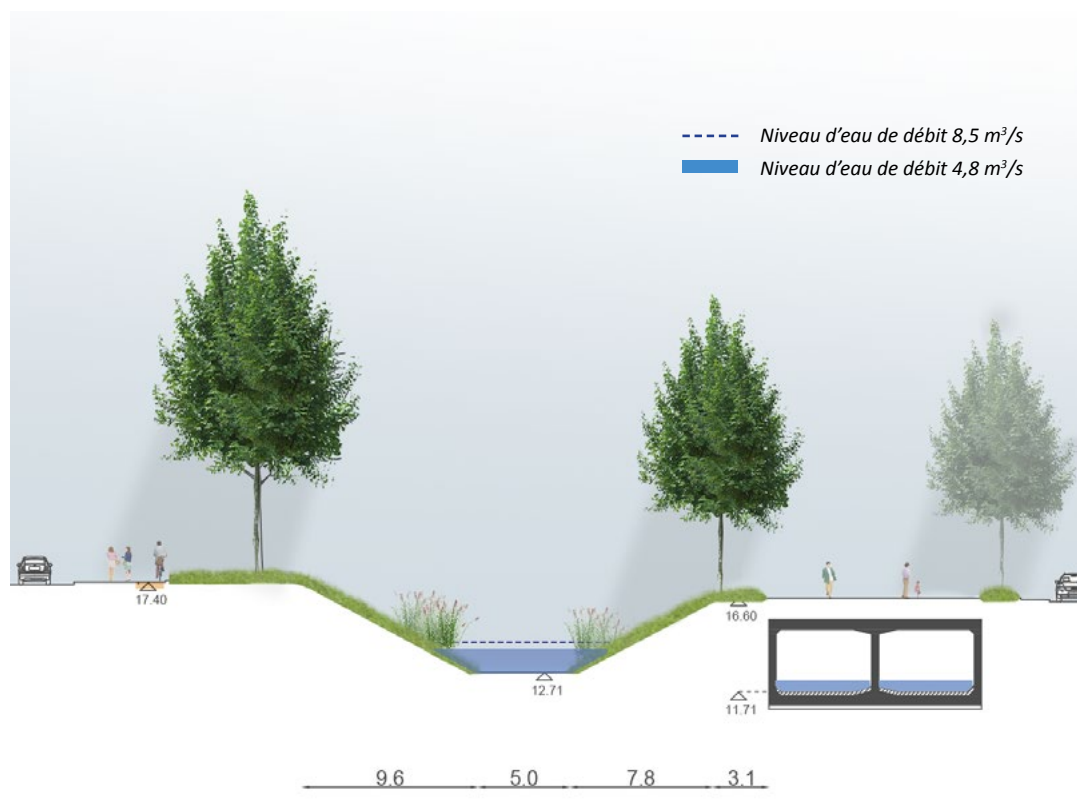
Le nouveau lit à ciel ouvert peut être réalisé sans perturbation du fonctionnement du double-pertuis. La destruction du double-pertuis ne doit non plus être pris en considération. Ces deux éléments facilitent très fortement la réalisation des travaux.

Grâce à la remontée du fond du lit à ciel ouvert, le volume des déblais sera également moins important que dans les scénarios précédents.



	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m²	9665 m²	↓ -2 535 m²
• bâtiment 1	240 m ²	240 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	100 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	120 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	60 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	520 m²	↓ -46 m²
• zone d'infiltration	1000 m ²	1000 m ²	
• reste	10634 m ²	8145 m ²	↓ -2489 m²
Terrain des calèches	680 m²	0 m²	↓ -680 m²
Local jardinier	1050 m²	1050 m²	
• bâtiment	140 m ²	140 m ²	
• reste	910 m ²	910 m ²	
Terrains de sport	3735 m²	2085 m²	↓ -1650 m²
• a	90 m ²	90 m ²	
• b	800 m ²	800 m ²	
• c	90 m ²	0 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	0 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	0 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
Terrains de stockage	1450 m²	0 m²	↓ -1450 m²
• i	470 m ²	0 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Terrains d'inondation	0 m²	1750 m²	↑ +1750 m²

COUPE H

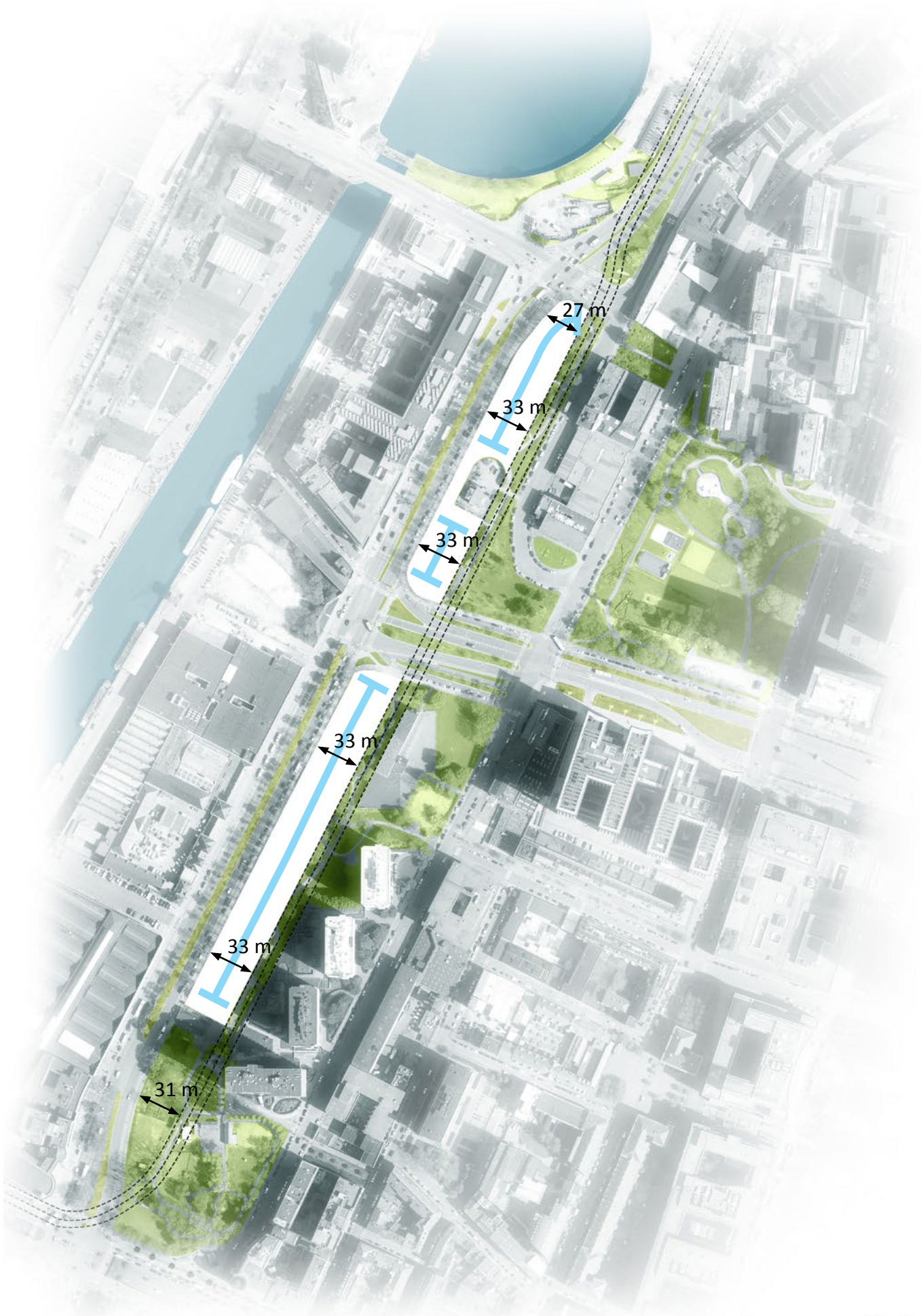


COUPE B

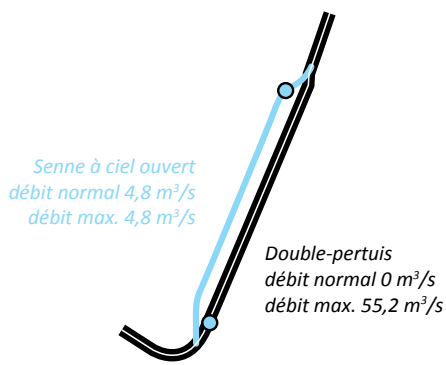








Scénario 04



DÉBIT CONTRÔLÉ AVEC NIVEAU REMONTÉE

Une adaptation du scénario précédent prévoit l'installation d'un dispositif qui permet de remonter le niveau de l'eau dans le lit à ciel ouvert. Cela peut être réalisé éventuellement à l'aide d'une vanne. L'espace disponible varie de 27 à 33 m.

Situation existante
Coupe B

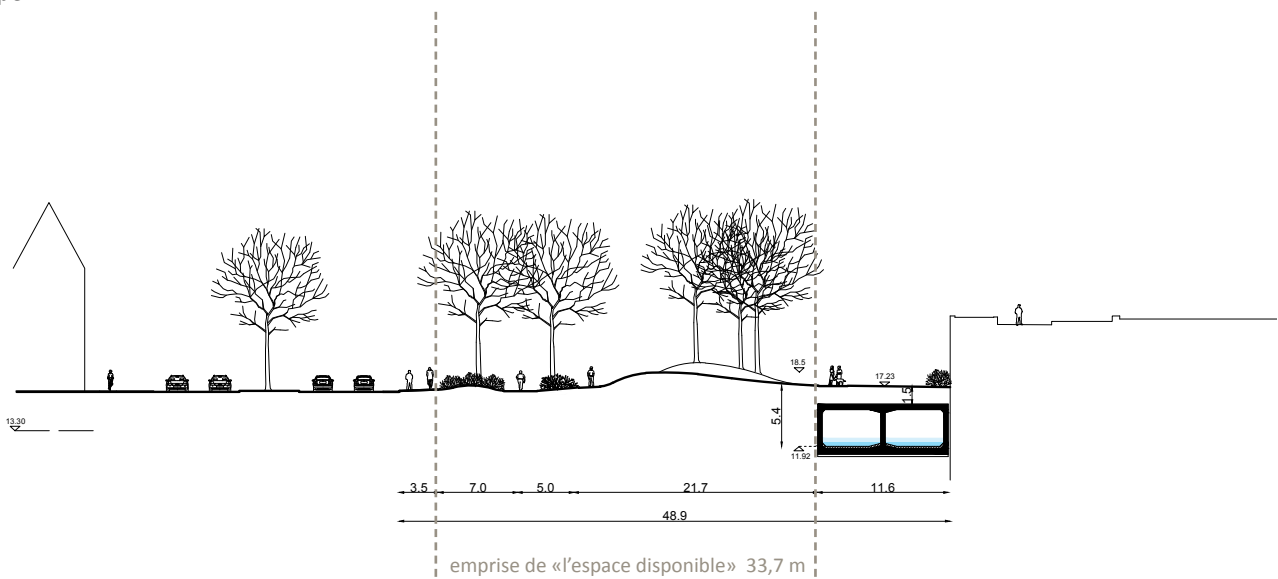
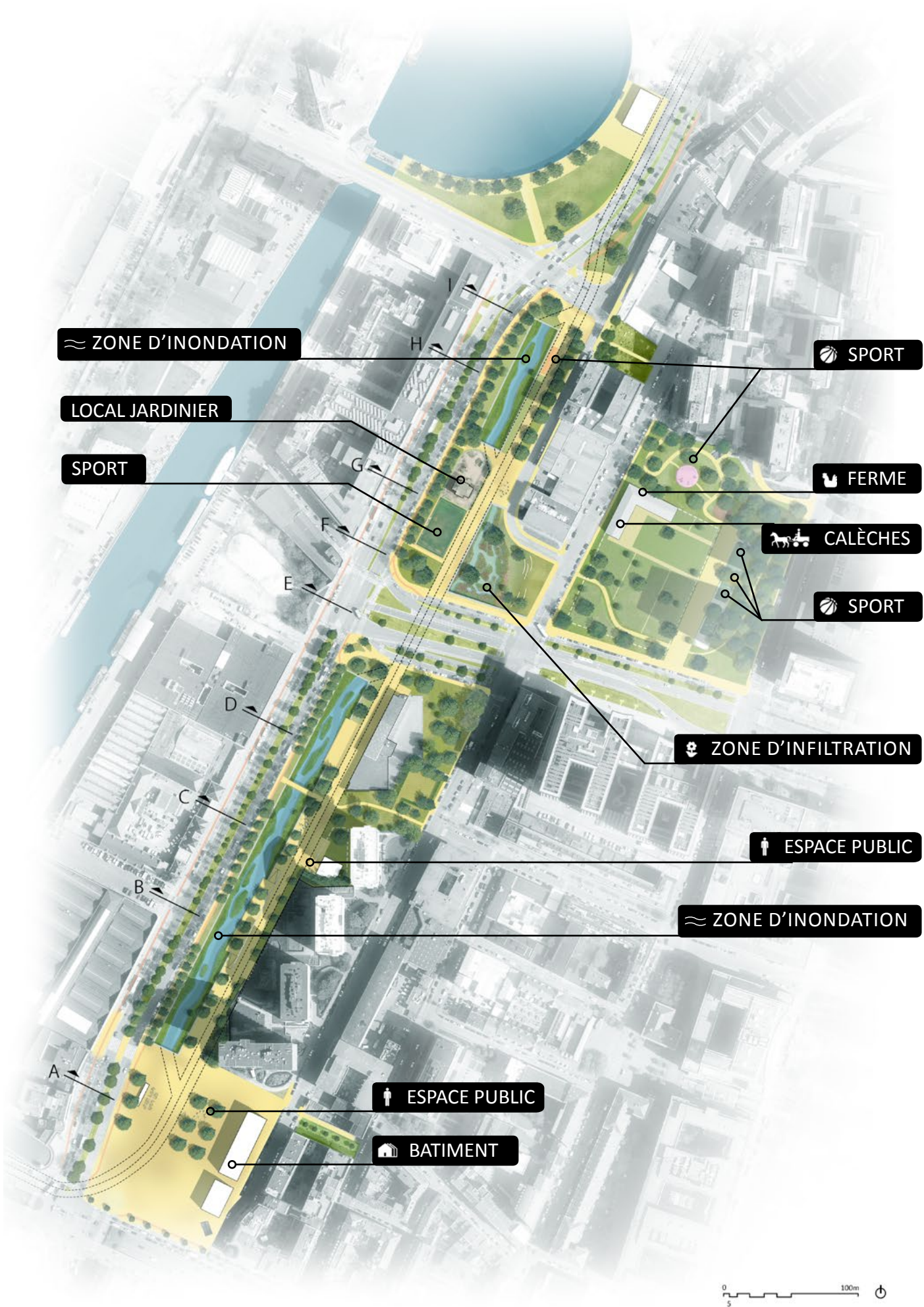


Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
5 m		30	25	20	10		25	20	15	5
4,5 m		28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5
4 m	34	26	22	18	10	29	21	17	13	5



≈ ZONE D'INONDATION

SPORT

LOCAL JARDINIER

SPORT

FERME

CALÈCHES

SPORT

ZONE D'INFILTRATION

ESPACE PUBLIC

≈ ZONE D'INONDATION

ESPACE PUBLIC

BATIMENT

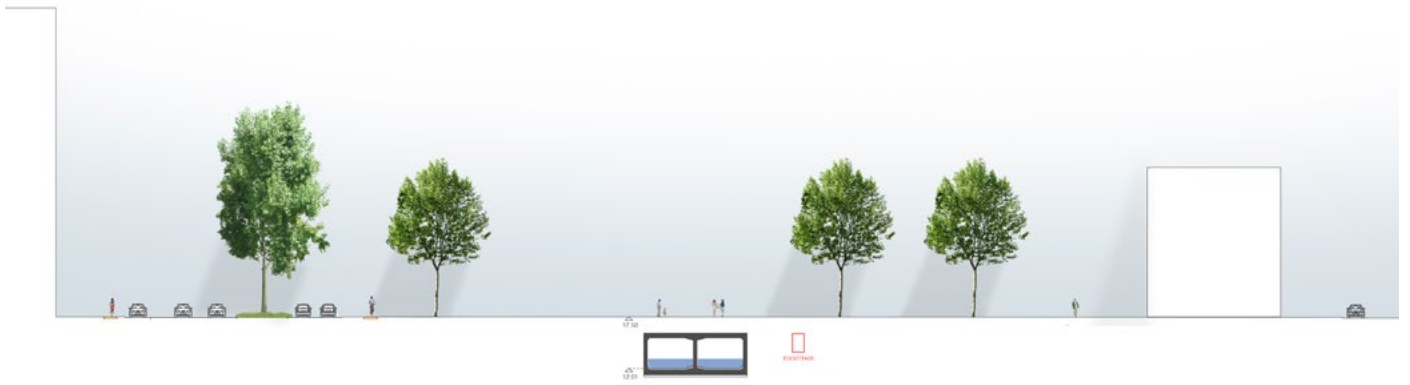


DESCRIPTION

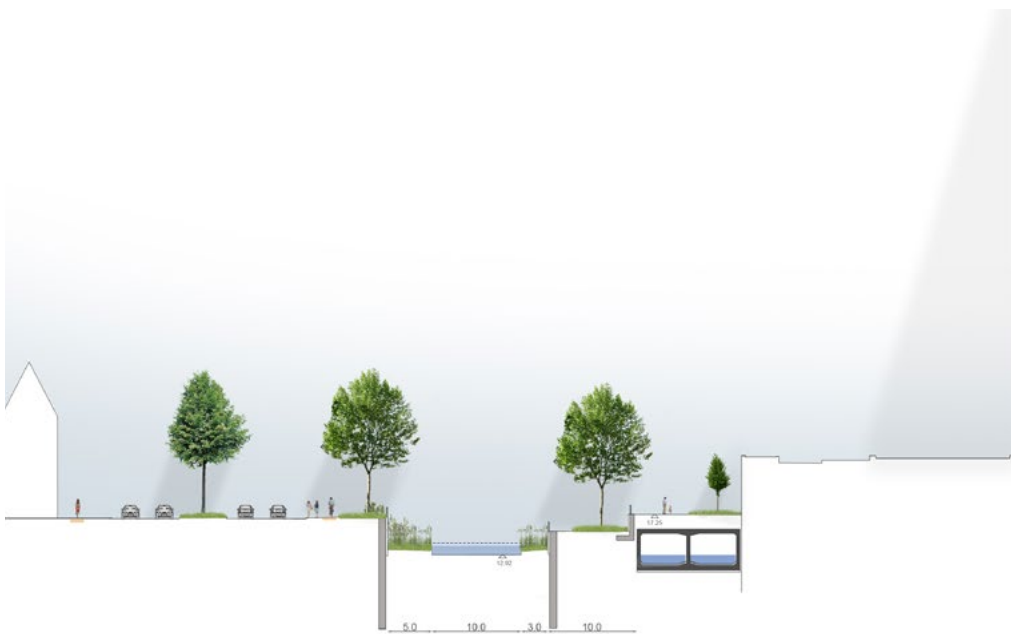
Ce scénario développe le scénario hydraulique du débit contrôlé avec le niveau d'eau remontée. Grâce à une vanne installée en amont du parc Maximilien, le niveau d'eau / le fond du lit à ciel ouvert peut être remontée de 1m. Le lit à ciel ouvert est divisé en lit mineur de 10m et le lit majeur de 15 m. La «sur-largeur» permet d'y accueillir les zones inondables ou des habitats humides pourraient se développer. Les berges verticales permettent de limiter l'emprise de la Senne dans le parc. Les variations du débit sont retenues par le double-pertuis.

Une grande esplanade s'ouvre devant le musée Citroën et permet d'y accueillir plusieurs activités (expositions, performances,...) ainsi que de nouvelles constructions. Le passage principal (promenade) de plus de 20 m de largeur traverse le parc entier et assure une bonne connexion entre les différentes parties du parc. Elle est ponctuellement abaissée de 1,8 m pour créer des terrasses qui permettent aux promeneurs de s'approcher de la Senne. L'espace disponible pour la promenade est suffisamment grand pour y planter des arbres à haute tige en pleine terre ainsi que pour y installer toute une gamme de mobilier urbain pour inciter les fonctions de séjour.

Le local jardinier, ainsi que le terrain de sport, sont conservés. Pour souligner la présence d'eau dans le parc, une zone d'infiltration / prairie humide est aménagée du côté droit du pertuis. La partie C du parc accueille la nouvelle ferme du parc Maximilien de taille équivalente à la taille actuelle ainsi que des terrains de sport.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE B

Selon la coupe, le lit projeté d'eau se trouve 1 m plus haut que le niveau du radier du double-pertuis. Il se situe à plus de 10 m du pertuis existant. De même, le pertuis n'exercera aucune influence sur le mur de soutènement.

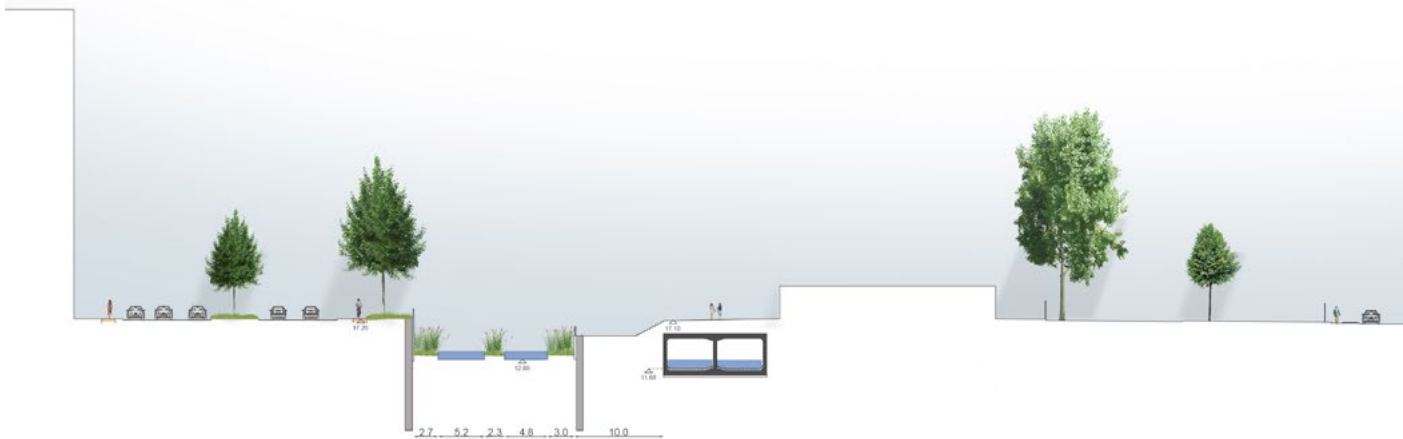
Les analyses de sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser des pieux sécants de 12 m pour réaliser les berges verticales.

Le contrôle du débit de la Senne à ciel ouvert facilite la réalisation des parties abaissées. Celles-ci peuvent être partiellement réalisées à l'aide de murs préfabriqués en L. La nécessité de renforcer les fondations et d'utiliser des voiles assez longues doit néanmoins être prise en considération. Une autre solution serait d'utiliser des pieux sécants pour la totalité des travaux de terrassement.

La plantation d'arbres à haute tige en pleine terre est possible dans les zones à proximité des pertuis, ce qui permet d'adoucir la vue sur la dalle de l'Héliport.

COUPE C

Selon la coupe, le lit projeté d'eau se trouve 1 m plus haut que le niveau du radier du double-pertuis. Il se situe à plus de 8 m du pertuis existant. Les analyses de sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser les pieux sécants de 12 m pour réaliser les berges verticales.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Selon la coupe, le lit projeté d'eau se trouve 1 m plus haut que le niveau du radier du double-pertuis. Il se situe à plus de 10 m du pertuis existant. De même, le pertuis n'exercera aucune influence sur le mur de soutènement.

Les analyses de sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser les pieux sécants de 12 m pour réaliser les berges verticales.

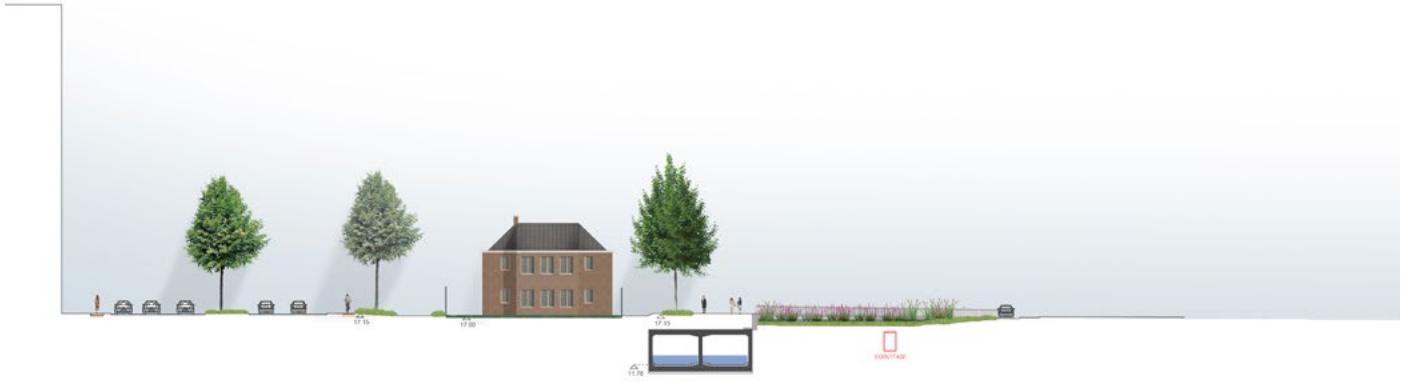
Le contrôle du débit de la Senne à ciel ouvert facilite la réalisation des parties abaissées.

COUPE E

Pour traverser le boulevard S. Bolivar, la Senne rejoint le double-pertuis existant. Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Ce passage impose à nouveau une chute de 1 m du niveau du fond de lit, qui permet néanmoins d'oxygéner l'eau. Un nouveau dispositif de remontée de l'eau doit être installé à l'entrée de la partie nord du parc.

COUPE F

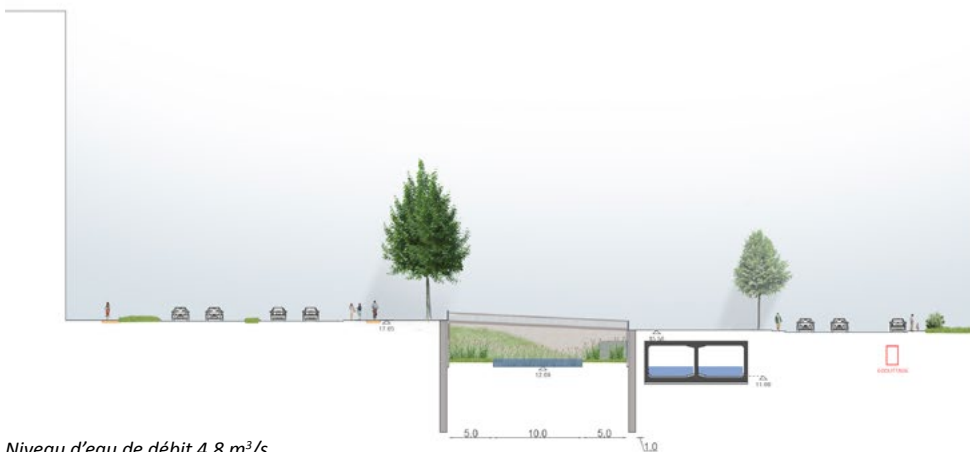
Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.

COUPE H

Selon la coupe, le lit projeté d'eau se trouve 1m plus haut que le niveau du radier du double-pertuis. Il se situe à plus de 1m du pertuis existant. Les analyses de sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser les pieux sécants de 12m pour réaliser les berges verticales.

COUPE I

Selon la coupe, le lit projeté d'eau se trouve 1 m plus haut que le niveau du radier du double-pertuis. Il se situe à plus de 1 m du pertuis existant. Les analyses de sol (CPT) démontrent qu'il est favorable d'utiliser les pieux sécants de 12m pour réaliser les berges verticales.

A la sortie du parc, la Senne rejoint le double-pertuis d'une capacité hydraulique de 60 m³/s. Pour ce débit, le niveau d'eau est estimé à +3,56 m. Le débit de la Senne à ciel ouvert est limité à 8,5 m³/s, traduit à + 1,15 m d'eau. Le niveau du fond du lit à ciel ouvert est remontée de 1 m. Comme une montée d'eau dans le pertuis de +1,41 m (3,56 - 1 - 1,15) pouvait prendre lieu, il est donc recommandé d'installer clapet anti-retour à la sortie du parc.

CONCLUSION

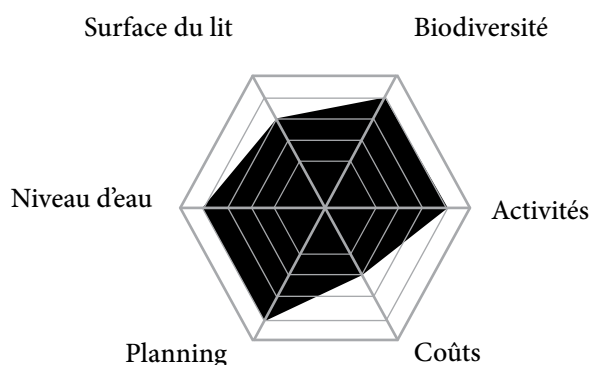
Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne en gardant le double-pertuis fonctionnel. Un débit contrôlé est dirigé vers le nouveau lit. Les variations du débit sont, au moment de la crue, «tamponnées» par le double-pertuis. Grâce à la largeur du lit majeur et le remontée du niveau du lit à ciel ouvert, la visibilité du cours d'eau est améliorée.

Sur le nouveau terrain occupé par la ferme, la surface des bâtiments est maintenue, tandis que la surface des enclos des animaux est réduite.

PHASAGE

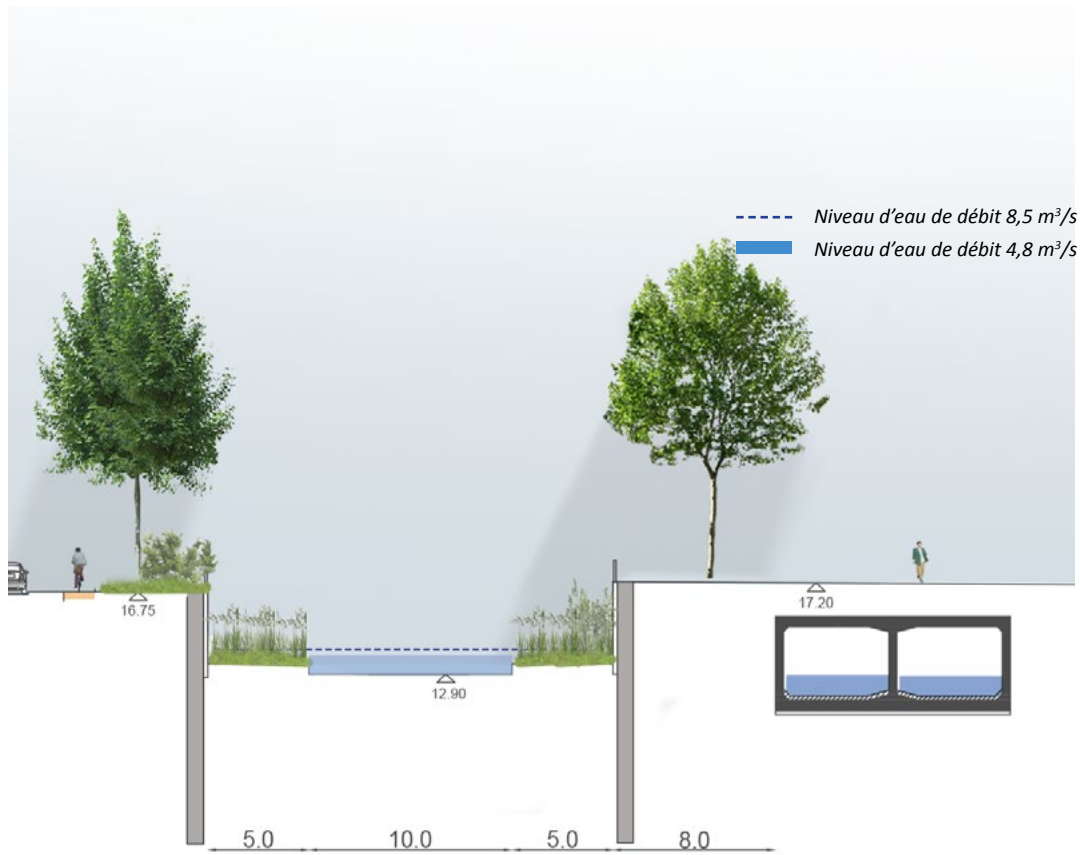
Le nouveau lit à ciel ouvert peut être réalisé sans occasionner de perturbation au fonctionnement du double-pertuis. Il n'est pas nécessaire d'envisager la destruction du double-pertuis. Ces deux éléments facilitent grandement la réalisation des travaux. Ces deux éléments facilitent de manière importante la réalisation des travaux.

Grâce à la remontée du fond du lit à ciel ouvert et des berges verticales, le volume des déblais sera également moins important que dans les scénarios précédents.

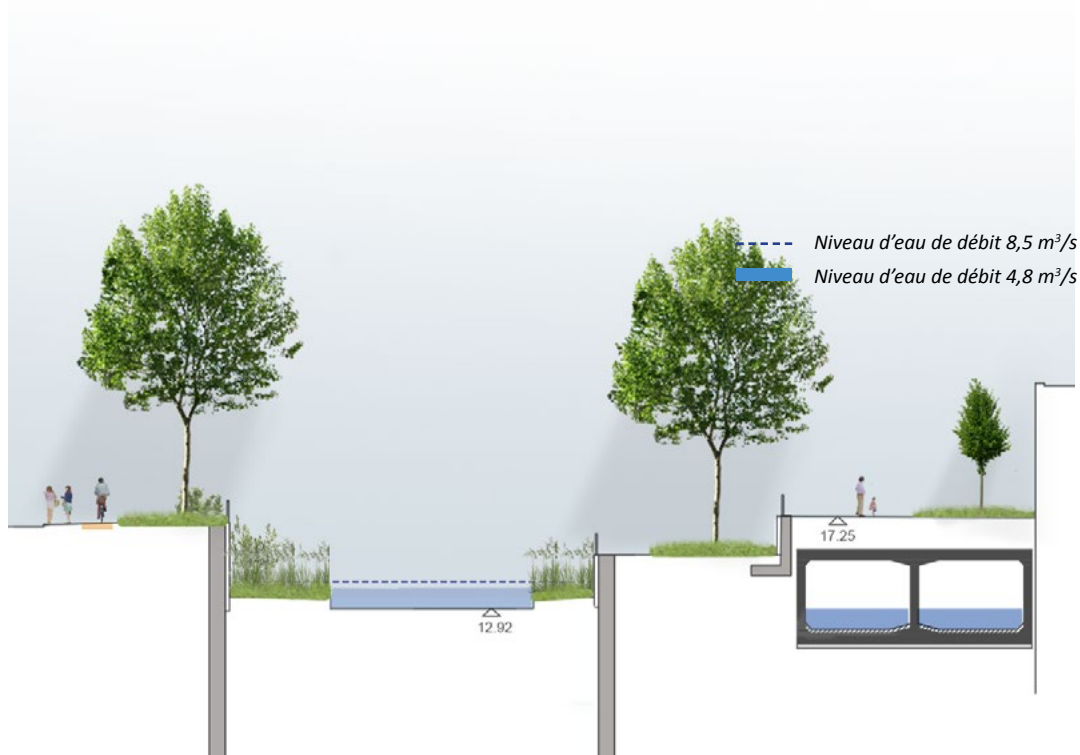


	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m ²	10 265 m ²	↓ -1 935 m ²
• bâtiment 1	240 m ²	0 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	0 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	0 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	0 m ²	
• NEW		815 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	815 m²	↑ +249 m ²
• zone d'infiltration	1000 m ²	1950 m ²	↑ +1950 m ²
• reste	10634 m ²	7500 m ²	↓ -3034 m ²
Terrain des calèches	680 m ²	700 m ²	
Local jardinier	1050 m ²	1050 m ²	
• bâtiment	140 m ²	140 m ²	
• reste	910 m ²	910 m ²	
Terrains de sport	3735 m ²	3055 m ²	↓ -680 m ²
• a	90 m ²	90 m ²	
• b	800 m ²	800 m ²	
• c	90 m ²	90 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	180 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	700 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
Terrains de stockage	1450 m ²	650 m ²	↓ -800 m ²
• i	470 m ²	650 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Zone d'inondation	0 m ²	4100 m ²	↑ +4100 m ²

COUPE C

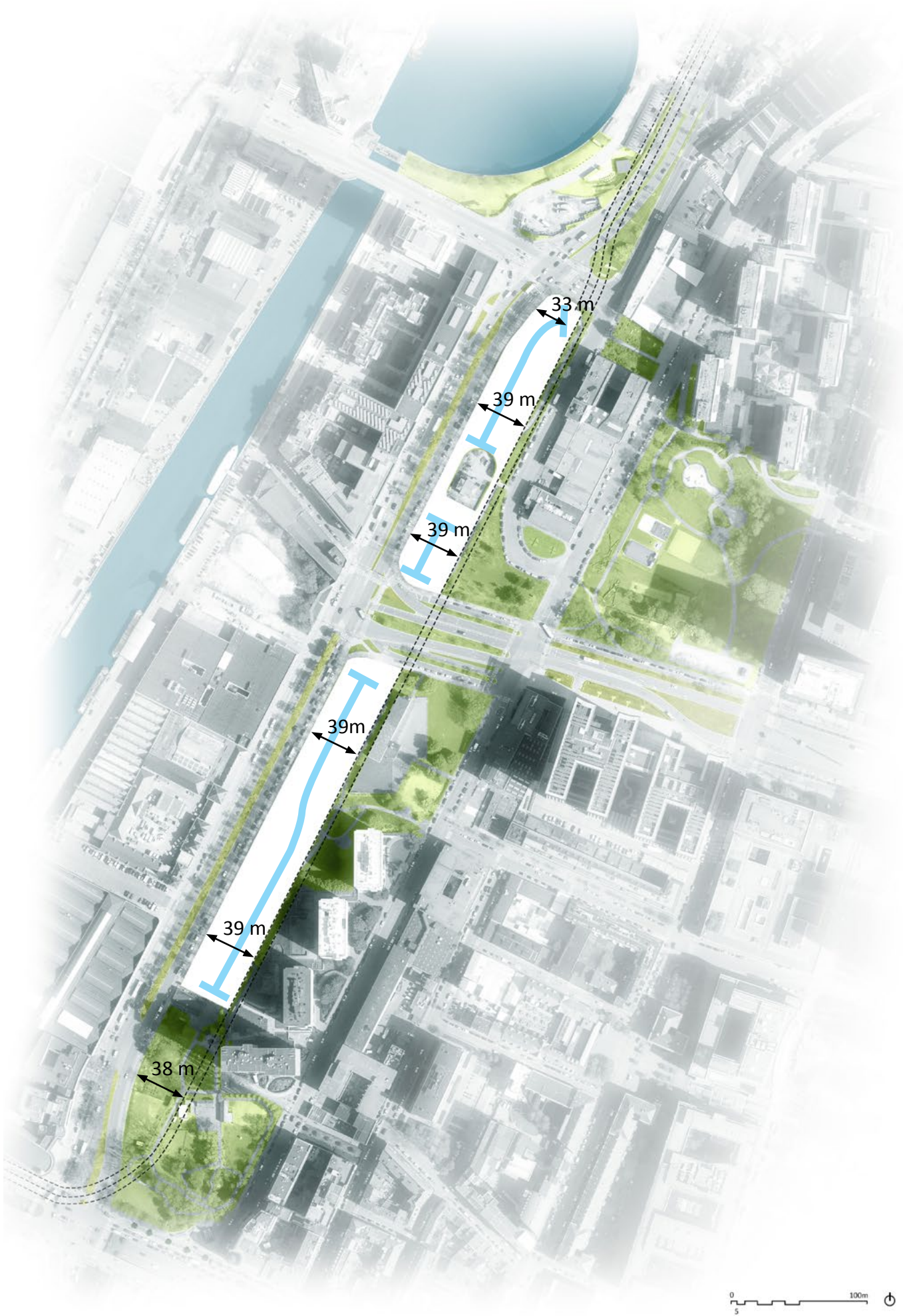


COUPE B

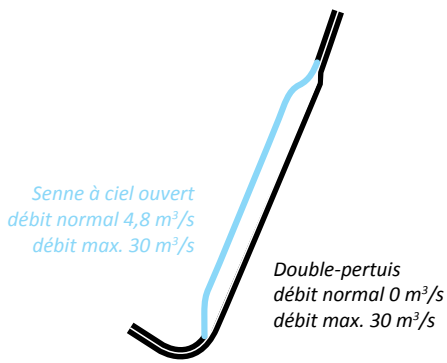








Scénario 05



DÉBIT PARTAGÉ

Cette solution préconise également un débit contrôlé. Contrairement à la solution précédente, une seule partie du double-pertuis sera préservée. Le débit le plus fréquent de la Senne ne dépassera pas 5 m³/s, une valeur facilement gérable par le lit à ciel ouvert. Un niveau d'eau proche de 85 cm sera donc maintenu la plupart du temps. Les débits plus importants seront partagés entre le pertuis et le nouveau lit à ciel ouvert. Dans le cas le plus extrême, les deux structures devraient être capables d'accueillir chacune le débit de 30 m³/s, une valeur proche du débit de la Senne le plus intense observé ces 10 dernières années (33,03 m³/s).

Situation existante
Coupe B

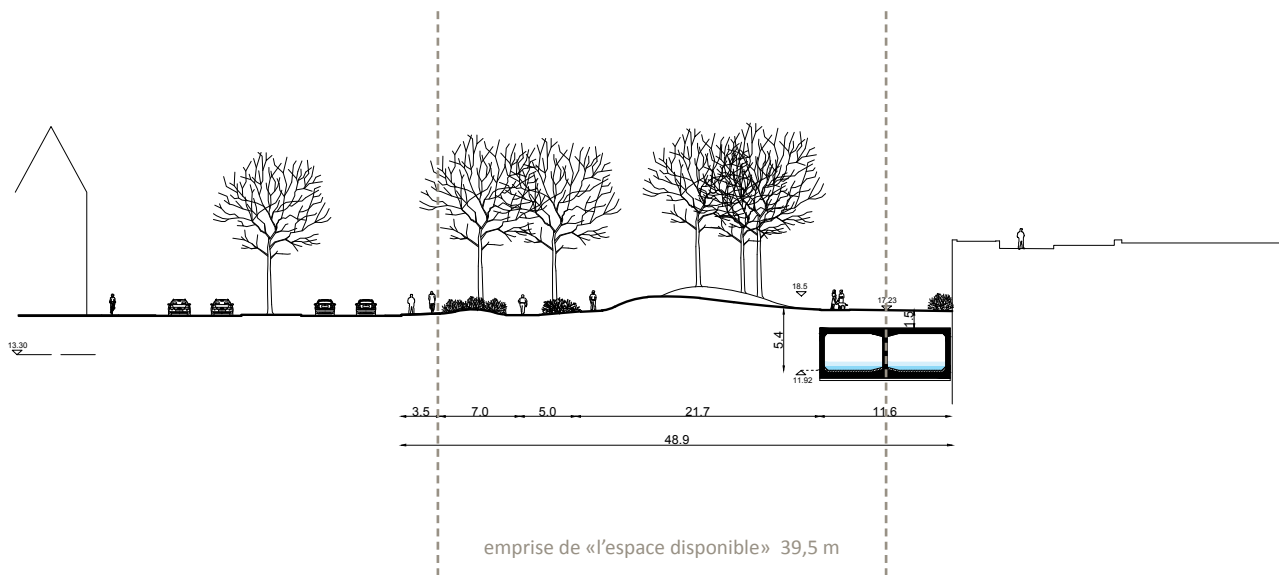
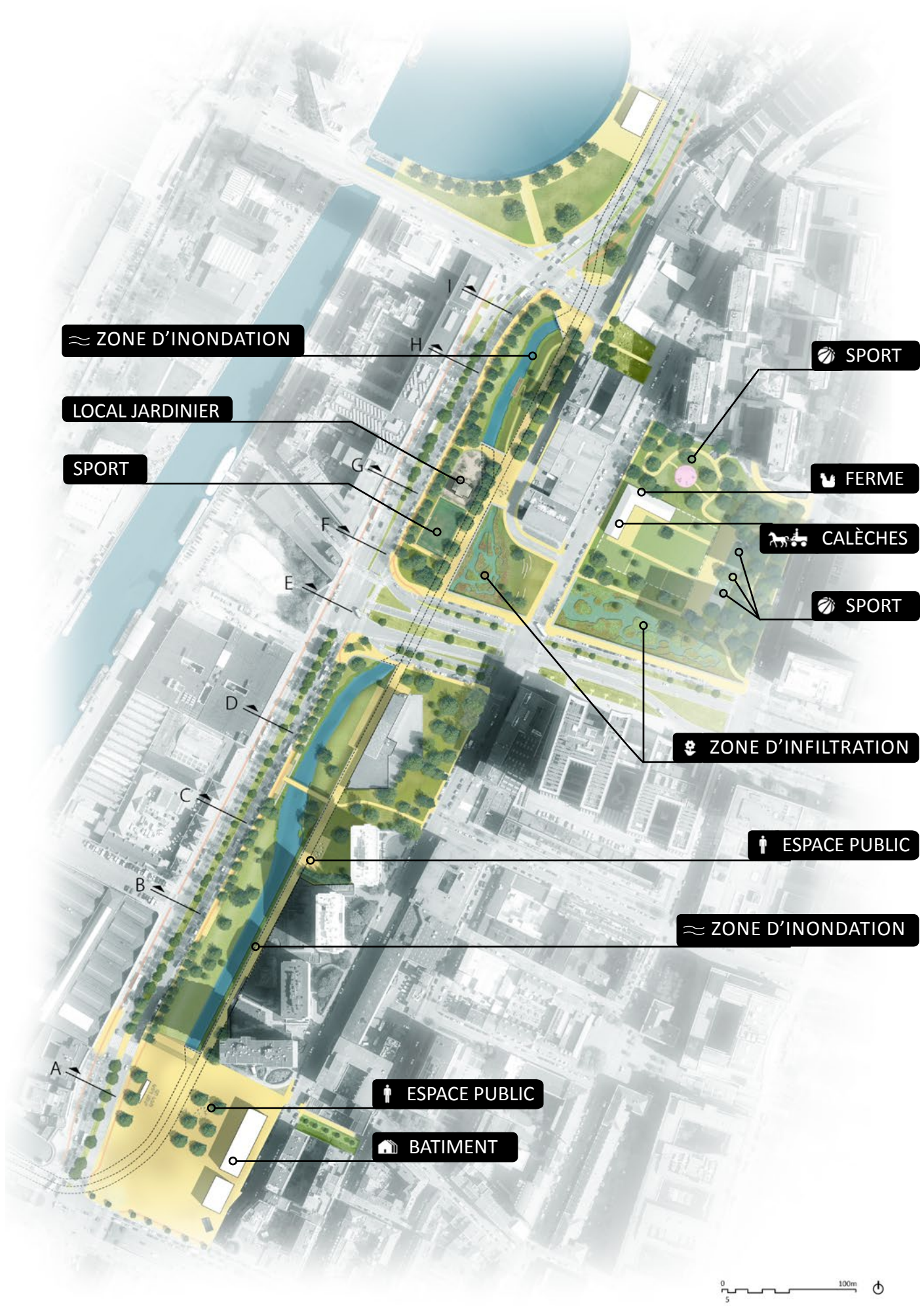


Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
6 m		34	28	22	10		29	23	17	5
5,5 m		32	26,5	21	10		27	21,5	16	5
5 m		30	25	20	10	35	25	20	15	5
4,5 m		28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5
4 m	34	26	22	18	10	29	21	17	13	5
3,5 m	31	24	20,5	17	10	26	19	15,5	12	5



≈ ZONE D'INONDATION

LOCAL JARDINIER

SPORT

SPORT

FERME

CALÈCHES

SPORT

ZONE D'INFILTRATION

ESPACE PUBLIC

≈ ZONE D'INONDATION

ESPACE PUBLIC

BATIMENT



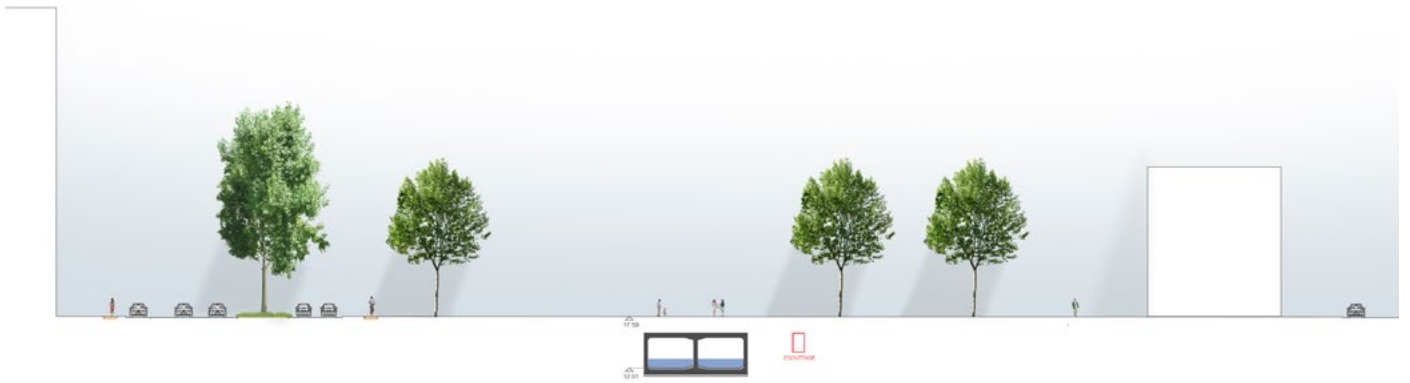
DESCRIPTION

La proposition suivante développe le 5^{ème} scénario hydraulique - débit partagé. Le débit de la Senne est partagé entre le nouveau lit à ciel ouvert et une seule partie du double-pertuis. Bien que le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert est stable la plupart du temps, il est avisé de prendre en considération une augmentation limitée du débit (max 30 m³/s).

Une grande esplanade s'ouvre devant le musée Citroën et permet d'y accueillir plusieurs activités (expositions, performances,...) ainsi que des nouvelles constructions. Le passage principal (promenade) de 6 m de large traverse le parc entier et assure une bonne connexion entre les différentes parties du parc.

Pour permettre aux visiteurs de s'approcher de l'eau, le parc même est abaissé de 2 m. Cette solution permet d'isoler le parc des nuisances visuelles et auditives générées par la circulation routière du quai de Willebroeck ainsi que de créer une ambiance plus intime au sein du parc. La Senne présente un tracé sinueux qui longe d'abord la dalle de l'Héliport pour ensuite passer le long du quai de Willebroeck avant de traverser le boulevard S. Bolivar par le double-pertuis pour finir par se trouver à nouveau à ciel ouvert dans la partie B du parc. Dans cette partie du parc, le profil des berges est en V et le parc se trouve au même niveau que le terrain environnant.

Le local jardinier, ainsi que le terrain de sport, sont conservés. Pour souligner la présence d'eau dans le parc, une zone d'infiltration / prairie humide est aménagée du côté droit du pertuis et est prolongée jusqu'à la partie C du parc. Cette partie du parc accueille également la nouvelle ferme du parc Maximilien.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE B

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie par la suite. Un mur de soutènement EST est construit contre le pertuis existant.

Après la construction du mur de soutènement EST, le terrassement du terrain est nécessaire pour pouvoir construire le mur de soutènement OUEST, ce qui permettra d'abaisser le parc. Le terrassement final sera réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE C

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie par la suite. Un mur de soutènement EST est construit contre le pertuis existant.

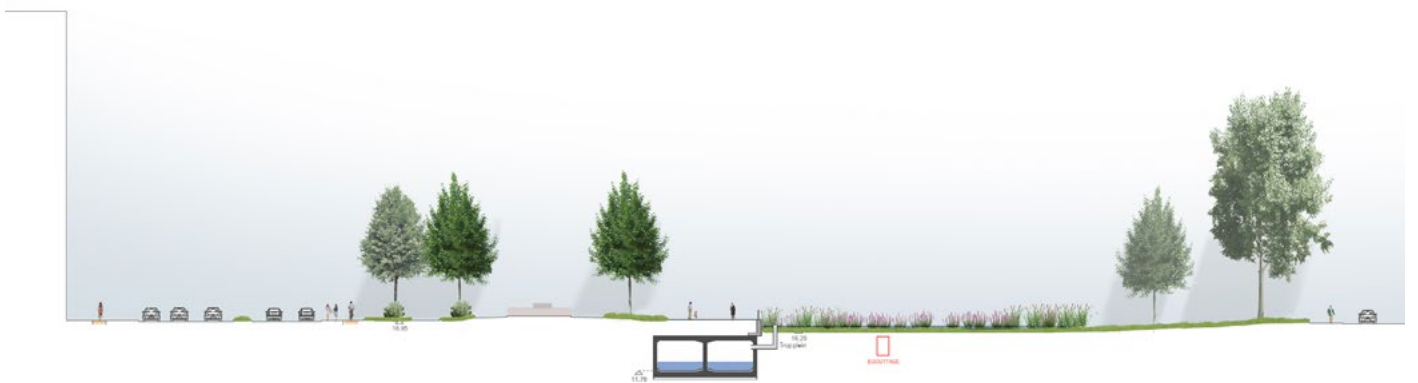
Après la construction du mur de soutènement EST, le terrassement du terrain est nécessaire pour pouvoir construire le mur de soutènement OUEST, ce qui permettra d'abaisser le parc. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie partiellement par la suite.

Le mur OUEST est réalisé à l'aide des pieux sécants.

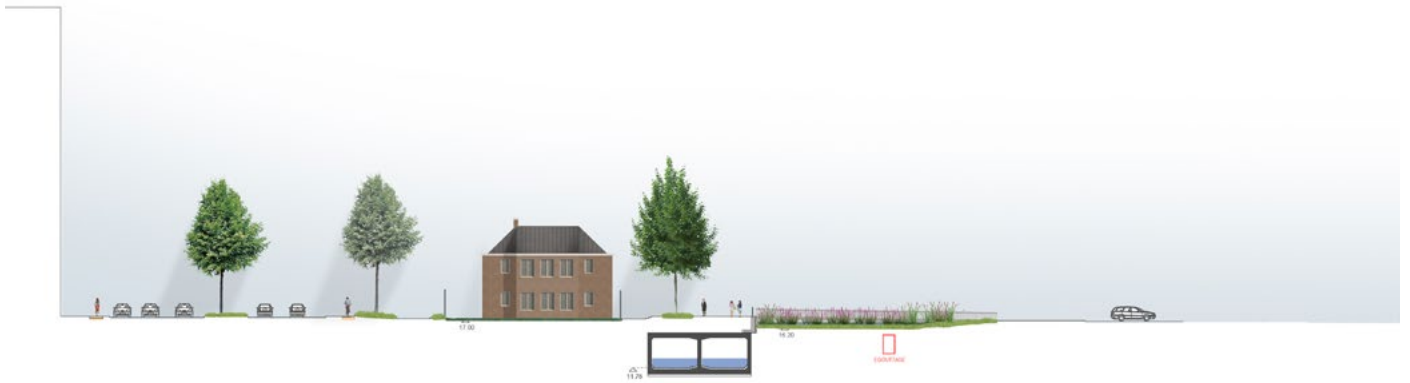
Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE E

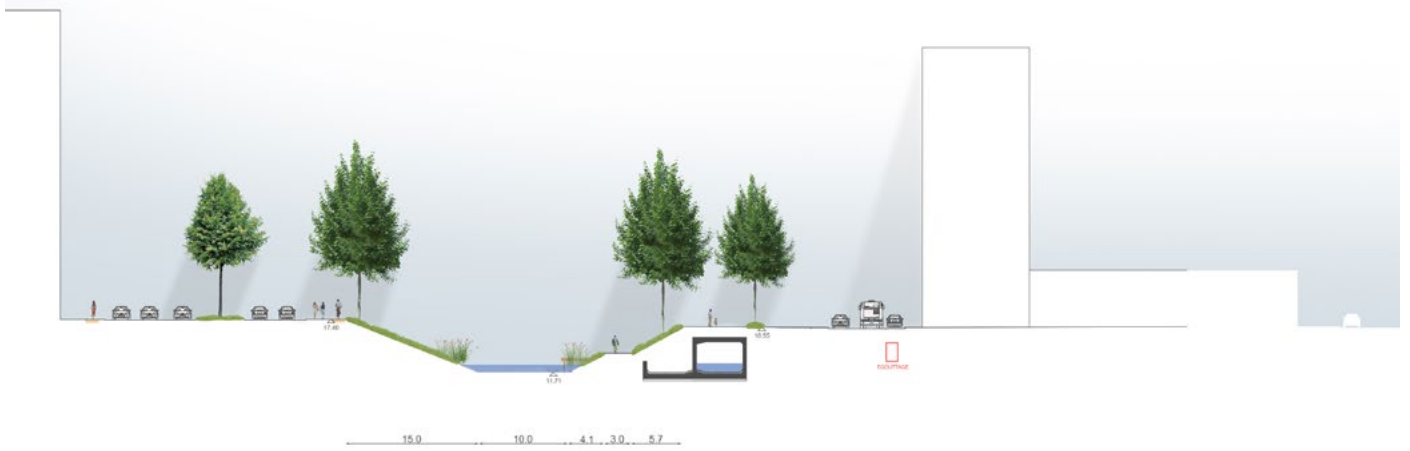
Pour traverser le boulevard S. Bolivar, la Senne rejoint le double-pertuis existant. Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE F

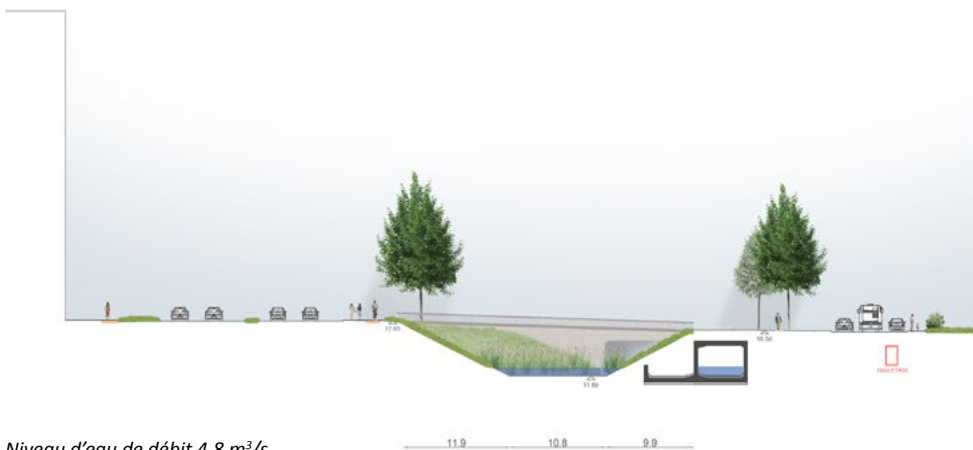
Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop-plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop-plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.

COUPE H

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. Une démolition partielle du pertuis gauche est suffisante. Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE I

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. Une démolition partielle du pertuis gauche est suffisante. Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

CONCLUSION

Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne en gardant la partie droite du double-pertuis fonctionnel. Un débit contrôlé est dirigé vers le nouveau lit. Les variations de débit sont « transférées » vers le double-pertuis en cas de crue. Le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert reste relativement stable. La capacité hydraulique du nouveau lit est égale à 30 m³/s. Vu que le débit observé le plus élevé au cours de ces dix dernières années était proche de 33 m³/s, la capacité hydraulique du lit à ciel ouvert et du pertuis gardé est 2 fois plus grande.

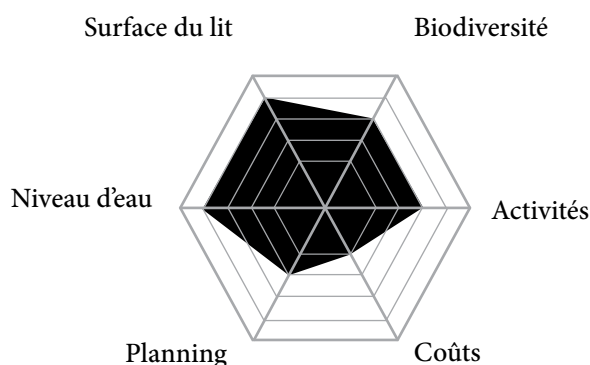
Grâce à l'abaissement du parc de 2 m par rapport au terrain environnant, le talus des berges peut être réduit, ce qui permet d'améliorer la visibilité du cours d'eau.

Le nouveau terrain occupé par la ferme assure le même surface pour les bâtiments, mais diminue la surface des volières des animaux. Cette perte de surface est atténuée par la superficie des zones d'infiltration.

PHASAGE

Le phasage et la complexité des travaux varie selon la position du nouveau lit à ciel ouvert dans le parc abaissé. Dans le cas où le lit se trouve à gauche, la destruction totale de la partie gauche du double-pertuis est nécessaire. Le mur du pertuis restant doit être renforcé. Des terrassements partiels sont alors nécessaires. La partie gauche du parc abaissé de 2m peut être réalisé sans dépasser la limite du parc. Elle n'aura donc pas d'influence sur le Quai de Willebroeck.

La position gauche du tracé du nouveau lit nécessite une stabilisation du talus par les pieux sécants. Il ne faudra cependant démolir que partiellement la partie gauche du double-pertuis.

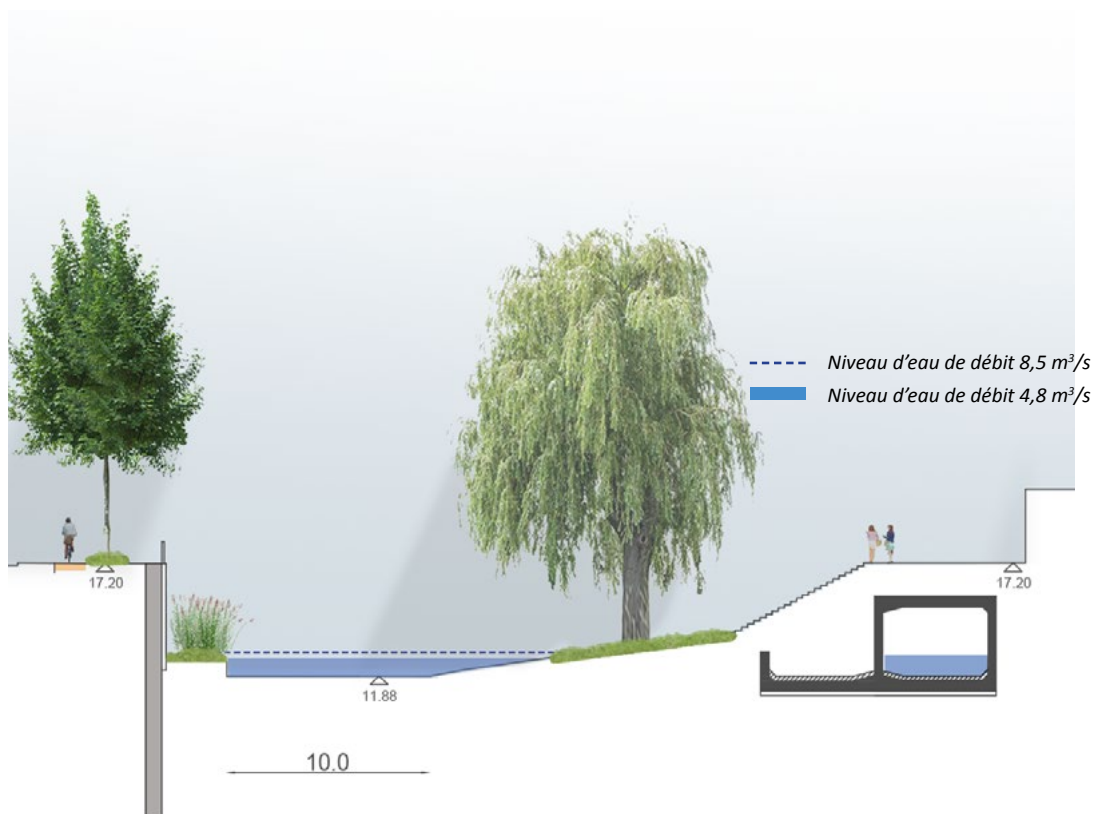


	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m²	10 166 m²	↓ -2 034 m²
• bâtiment 1	240 m ²	0 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	0 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	0 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	0 m ²	
• NEW		815 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	566 m²	
• zone d'infiltration	1000 m ²	5800 m ²	↑ +4800 m ²
• reste	10634 m ²	3800 m ²	↓ -6834 m ²
Terrain des calèches	680 m²	249 m²	↓ -431 m²
Local jardinier	1050 m²	1050 m²	
• bâtiment	140 m ²	140 m ²	
• reste	910 m ²	910 m ²	
Terrains de sport	3735 m²	2085 m²	↓ -1650 m²
• a	90 m ²	90 m ²	
• b	800 m ²	800 m ²	
• c	90 m ²	0 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	0 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	0 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
Terrains de stockage	1450 m²	0 m²	↓ -1450 m²
• i	470 m ²	0 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Terrains d'inondation	0 m²	1000 m²	↑ +1000 m²

COUPE B

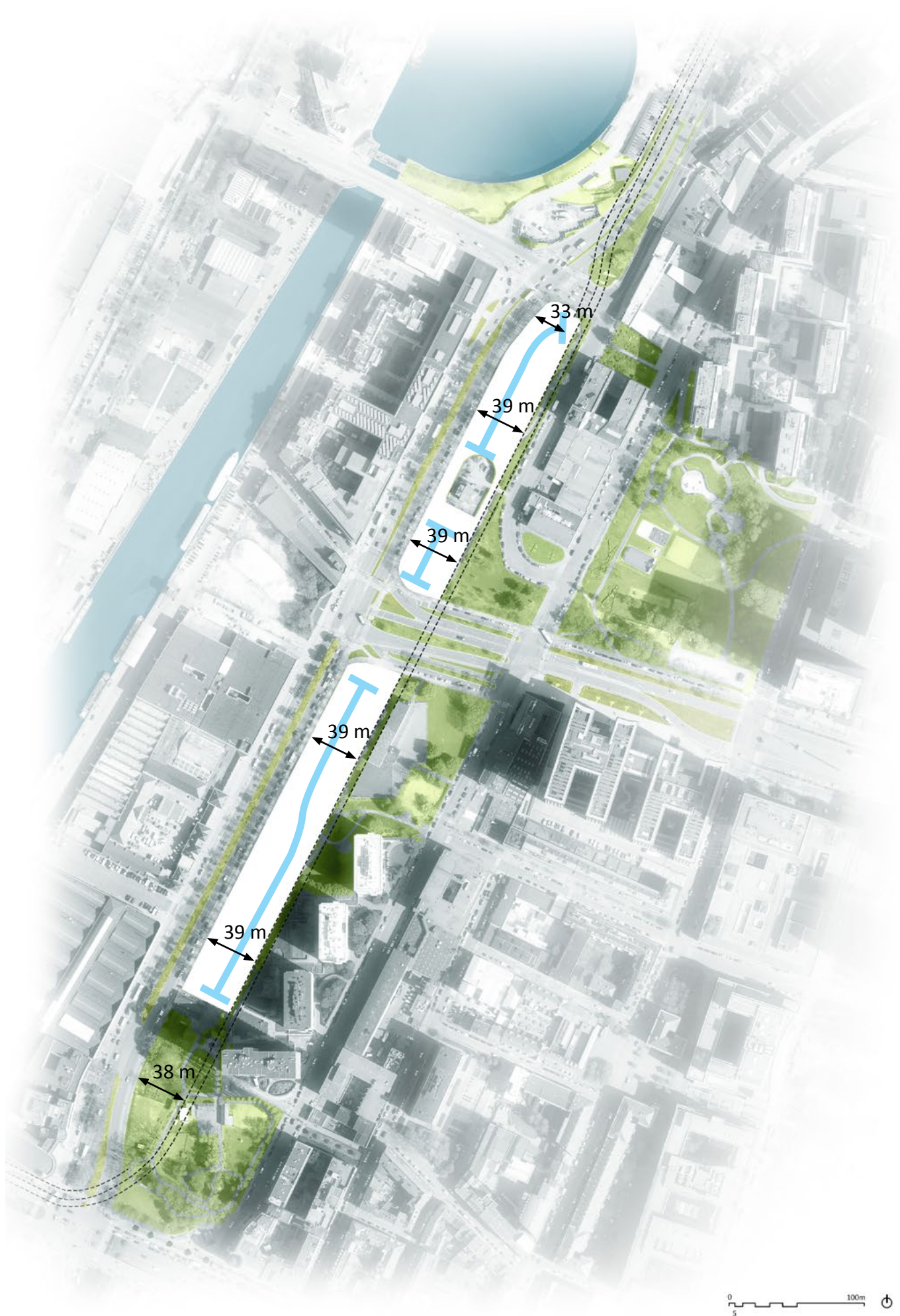


COUPE D

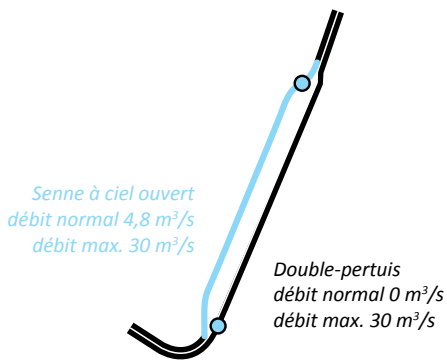








Scénario 06



DÉBIT PARTAGÉ

Cette solution préconise également un débit contrôlé. Contrairement à la solution précédente, une seule partie du double-pertuis sera conservée. Le débit le plus fréquent de la Senne ne dépassera pas 5 m³/s, une valeur facilement gérable par le lit à ciel ouvert. Un niveau d'eau proche de 85 cm sera donc maintenu la plupart du temps. Les débits plus importants seront partagés entre le pertuis et le nouveau lit à ciel ouvert. Dans le cas le plus extrême, les deux structures devraient être capables d'accueillir chacune le débit de 30 m³/s, une valeur proche du débit de la Senne le plus intense observé au cours de ces dix dernières années.

Situation existante
Coupe B

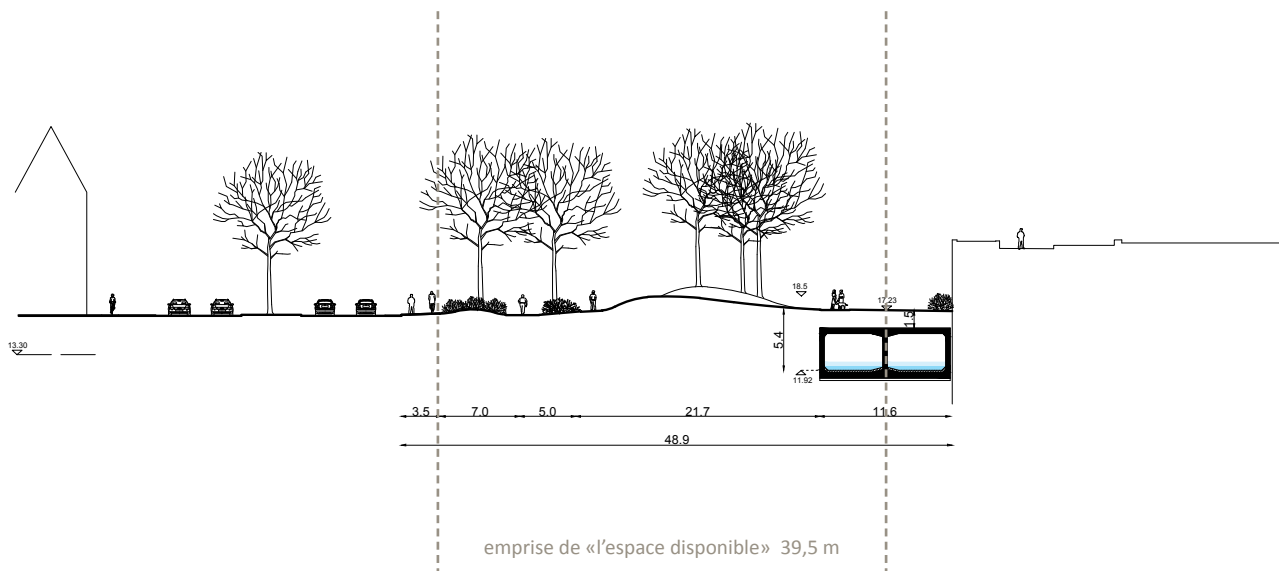
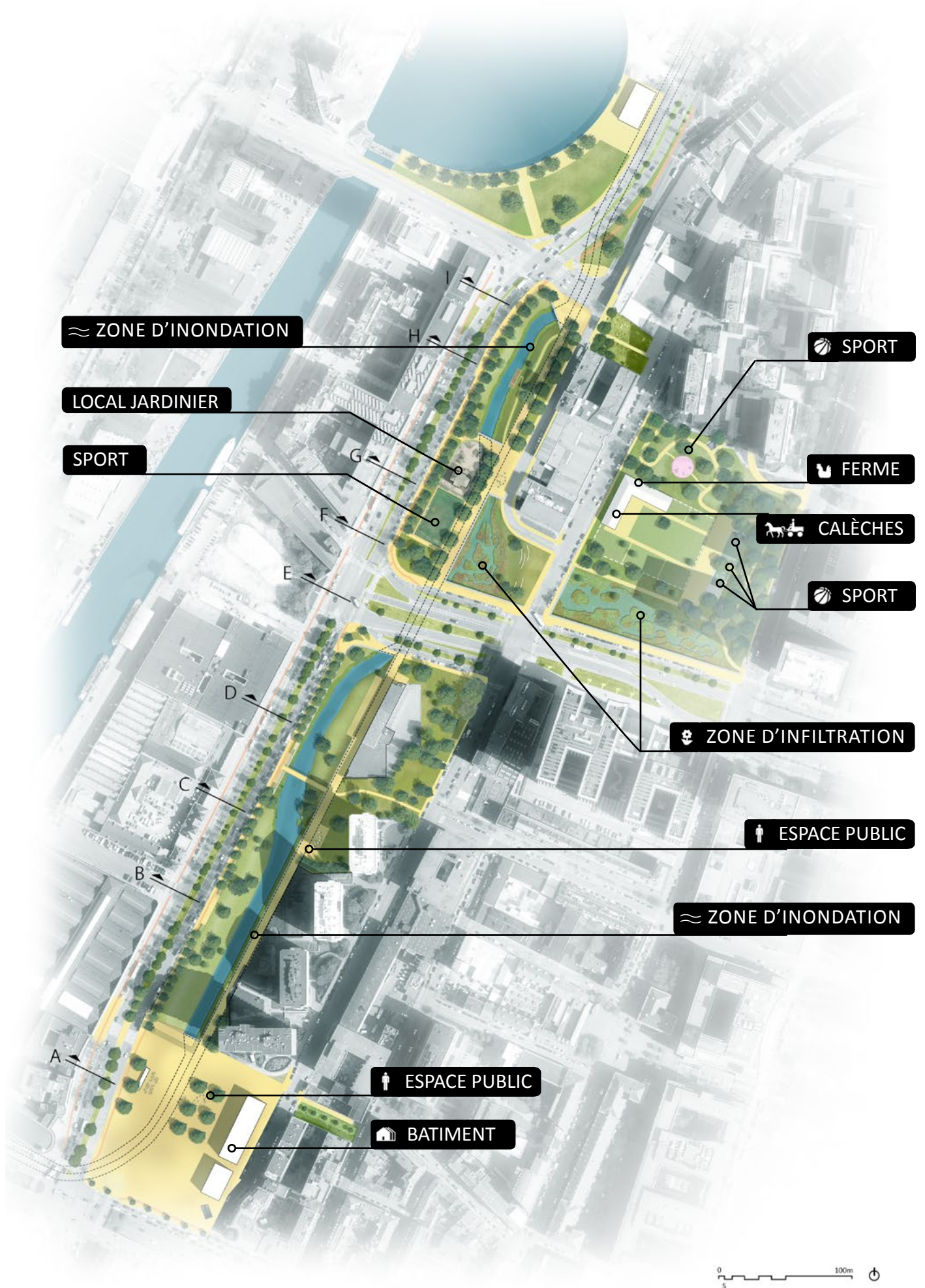


Tableau de l'emprise des profils

	10 m					5 m				
	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02	12/4 n=0,04	8/4 n=0,04	6/4 n=0,04	Asym. n=0,02	Vertical n=0,02
4,5 m	37	28	23,5	19	10	32	23	18,5	14	5
4 m	34	26	22	18	10	29	21	17	13	5
3,5 m	31	24	20,5	17	10	26	19	15,5	12	5



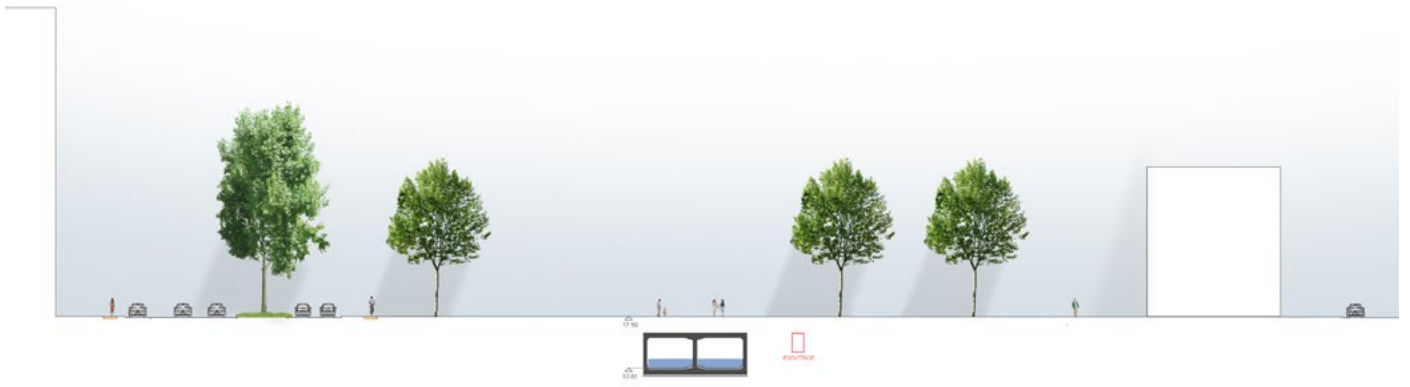
DESCRIPTION

La proposition suivante développe le 6^{ème} scénario hydraulique - débit partagé avec niveau remontée. Le débit de la Senne est partagé entre le nouveau lit à ciel ouvert et une seule partie du double-pertuis. Même si le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert est stable la plupart du temps, il est avisé de prendre en considération une augmentation limitée du débit (max 30 m³/s). Le niveau du fond du lit à ciel ouvert est remontée de 1m.

Une grande esplanade s'ouvre devant le musée Citroën et permet d'y accueillir plusieurs activités (expositions, performances,...) ainsi que des nouvelles constructions. Le passage principal (promenade) de 6 m de large traverse le parc entier et assure une bonne connexion entre les différentes parties du parc.

Pour permettre aux visiteurs de s'approcher de l'eau, le parc même est abaissé de 1 m. Cette solution permet d'isoler partiellement le parc des nuisances visuelles et auditives générées par la circulation routière sur le quai de Willebroeck ainsi que de créer une ambiance plus intime au sein du parc. Le tracé de la Senne varie, une fois du côté de la dalle de Hélicoptère, une fois près du quai de Willebroeck. La Senne présente un tracé sinueux qui longe d'abord la dalle de l'Hélicoptère pour ensuite passer le long du quai de Willebroeck avant de traverser le boulevard S. Bolivar par le double-pertuis pour finir par se trouver à nouveau à ciel ouvert dans la partie B du parc. Dans cette partie du parc, le profil des berges est en V et la promenade se trouve au même niveau que le parc.

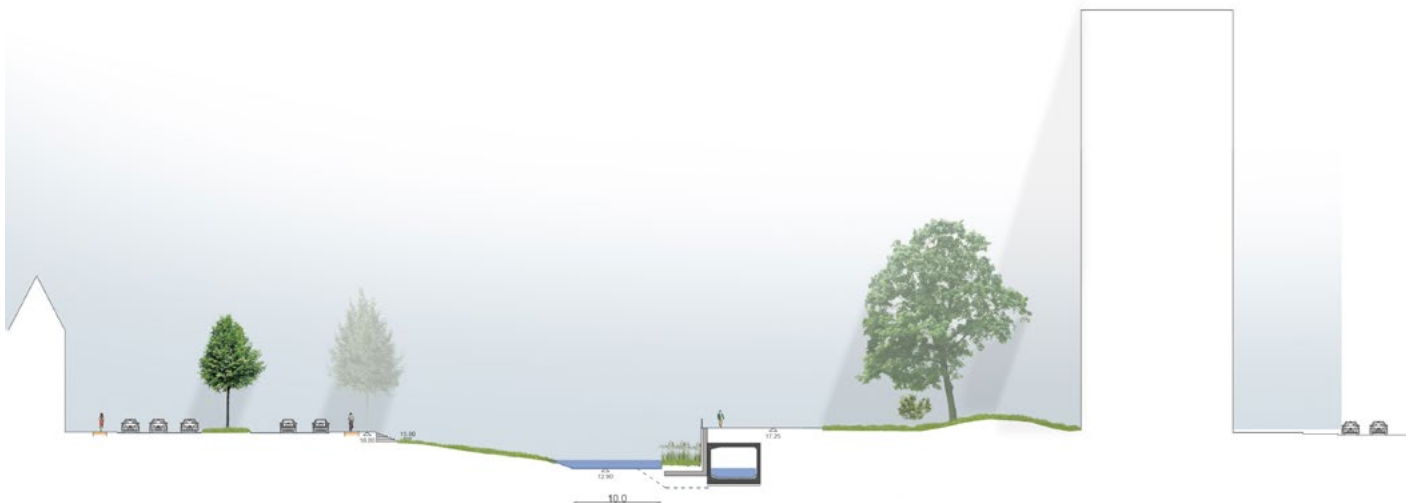
Le local jardinier, ainsi que le terrain de sport, sont conservés. Pour souligner la présence d'eau dans le parc, une zone d'infiltration / prairie humide est aménagée du côté droit du pertuis et est prolongée jusqu'à la partie C du parc. Cette partie du parc accueille également la nouvelle ferme du parc Maximilien.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE A

Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE B

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie par la suite. Un mur de soutènement EST est construit contre le pertuis existant.

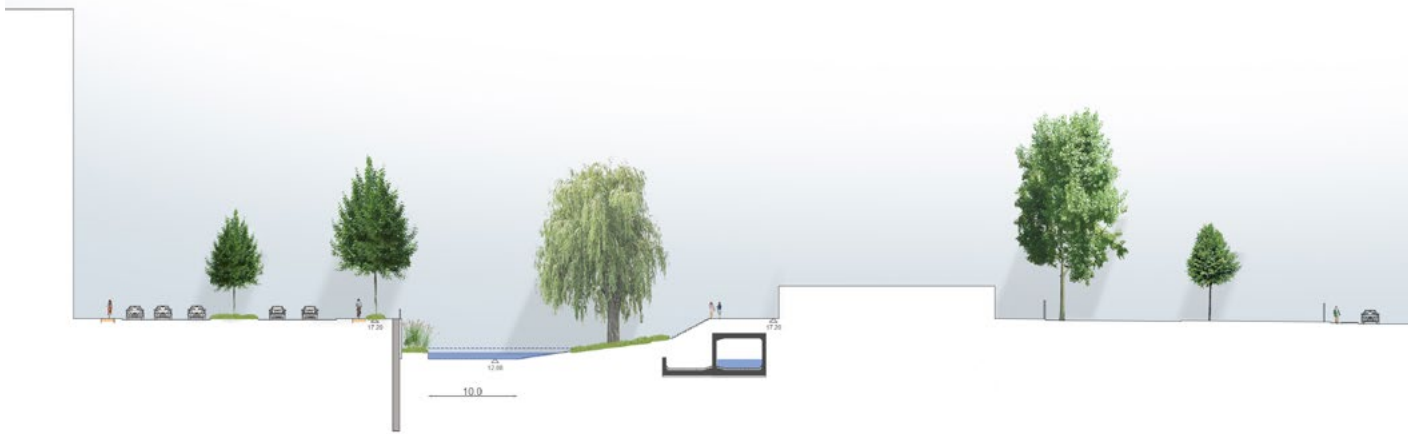
Après la construction du mur de soutènement EST, le terrassement du terrain est nécessaire pour pouvoir construire le mur de soutènement OUEST, ce qui permettra d'abaisser le parc. Le terrassement final sera réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE C

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis qui sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie par la suite. Un mur de soutènement EST est construit contre le pertuis existant.

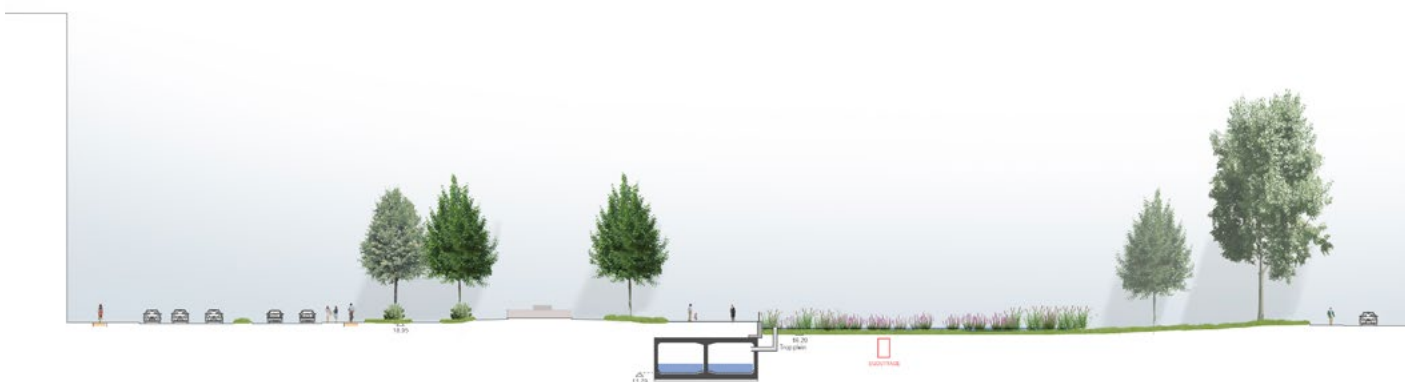
Après la construction du mur de soutènement EST, le terrassement du terrain est nécessaire pour pouvoir construire le mur de soutènement OUEST, ce qui permettra d'abaisser le parc. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE D

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis car celle-ci sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. La partie gauche de double-pertuis est démolie partiellement par la suite.

Le mur OUEST est réalisé à l'aide des pieux sécants.

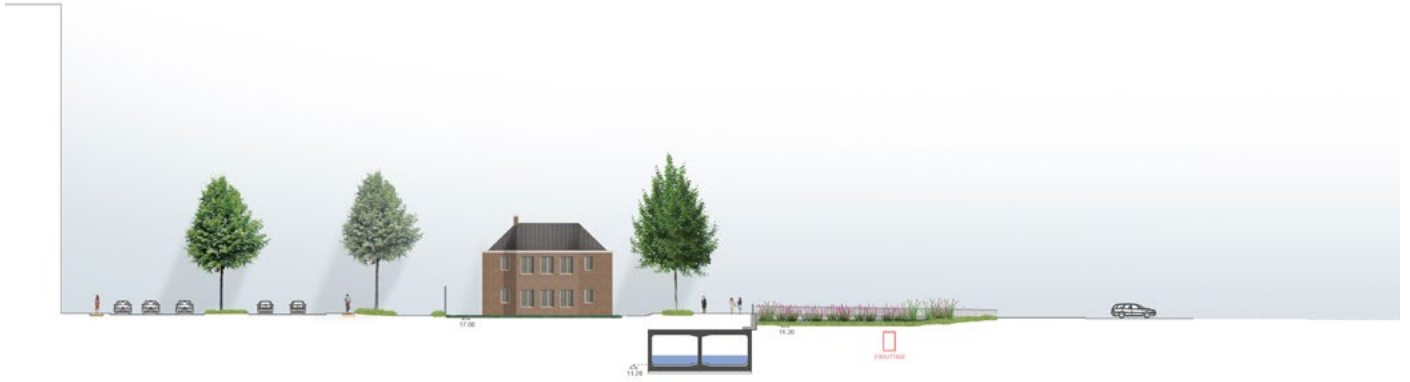
Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE E

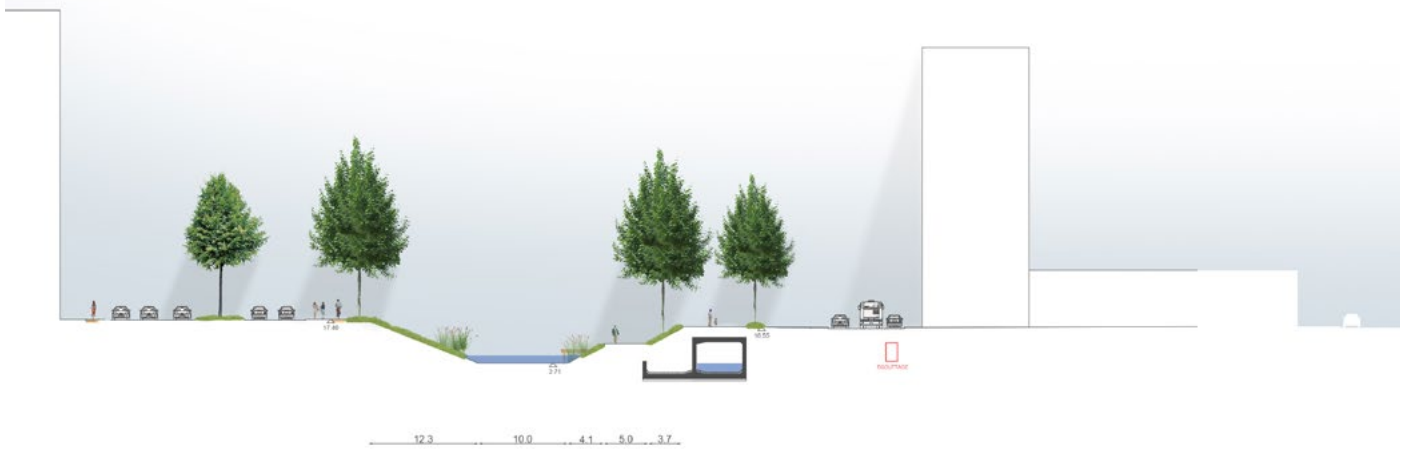
Pour traverser le boulevard S. Bolivar, la Senne rejoint le double-pertuis existant. Le double-pertuis ne subit pas de transformation.

COUPE F

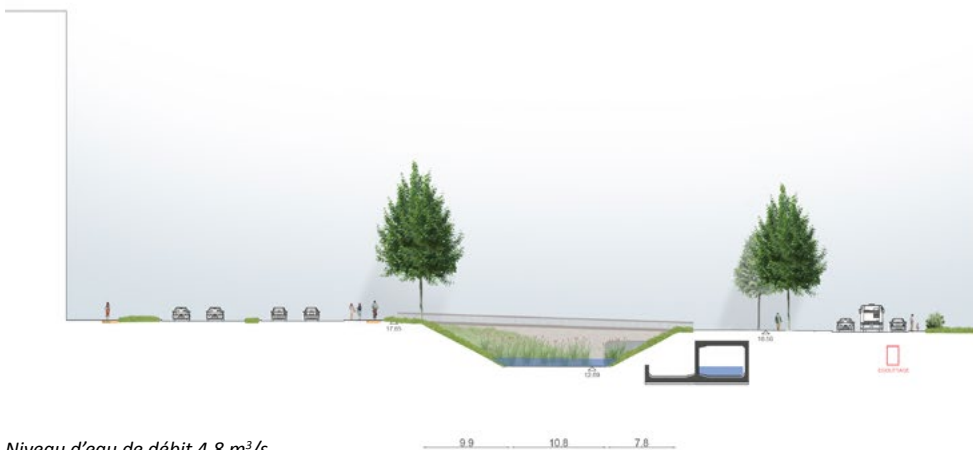
Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop-plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s



Niveau d'eau de débit 4,8 m³/s

COUPE G

Le double-pertuis ne subit pas de transformation. Une connexion entre le trop-plein de la zone d'infiltration et la paroi du pertuis sera toutefois réalisée.

COUPE H

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis car celle-ci sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. Une démolition partielle du pertuis gauche est suffisante. Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

COUPE I

Il est nécessaire de couper le circuit d'eau dans la partie gauche du pertuis car celle-ci sera partiellement supprimée.

Un terrassement temporaire pour mettre la partie gauche de double-pertuis à nu est réalisé en premier lieu. Une démolition partielle du pertuis gauche est suffisante. Le terrassement final est réalisé à la fin. Le dévoiement des eaux d'un carneau du pertuis vers le cours d'eau est ensuite effectué.

CONCLUSION

Le SCÉNARIO illustre la possibilité de la création d'un nouveau lit à ciel ouvert de la Senne en gardant la partie droite du double-pertuis fonctionnelle. Un débit contrôlé est dirigé vers le nouveau lit. Les variations de débit sont « transférées » vers le double-pertuis en cas de crue. Le niveau d'eau dans le lit à ciel ouvert reste relativement stable. La capacité hydraulique théorique du nouveau lit est égale à 30 m³/s. Vu que le débit observé le plus élevé au cours de ces dix dernières années était proche de 33 m³/s, la capacité hydraulique du lit à ciel ouvert et du pertuis gardé est 2 fois plus grande.

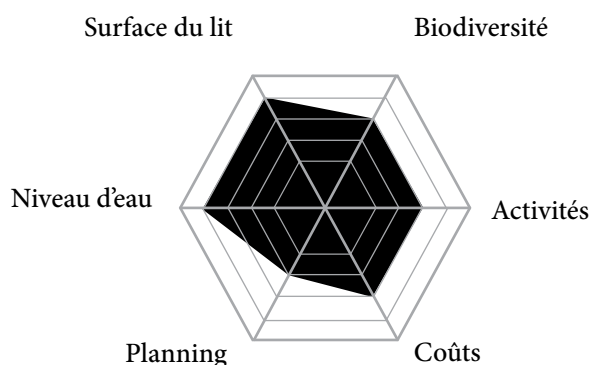
Grâce à l'abaissement du parc de 1 m par rapport au terrain environnant, le talus des berges peut être réduit, ce qui permet d'améliorer la visibilité du cours d'eau.

Sur le nouveau terrain occupé par la ferme, la surface des bâtiments est maintenue, tandis que la surface des enclos des animaux est réduite. Cette perte de surface est atténuée par la superficie des zones d'infiltration.

PHASAGE

Le phasage et la complexité des travaux varie selon la position du nouveau lit à ciel ouvert dans le parc abaissé. Dans le cas où le lit se trouve à gauche, la destruction totale de la partie gauche du double-pertuis est nécessaire. Le mur du pertuis restant doit être renforcé. Des terrassements partiels sont alors nécessaires. La partie gauche du parc abaissé de 1 m peut être réalisé sans dépasser la limite du parc. Elle n'aura donc pas d'influence sur le Quai de Willebroeck.

La position gauche du tracé du nouveau lit nécessite une stabilisation du talus par les pieux sécants. Il ne faudra cependant démolir que partiellement la partie gauche du double-pertuis.

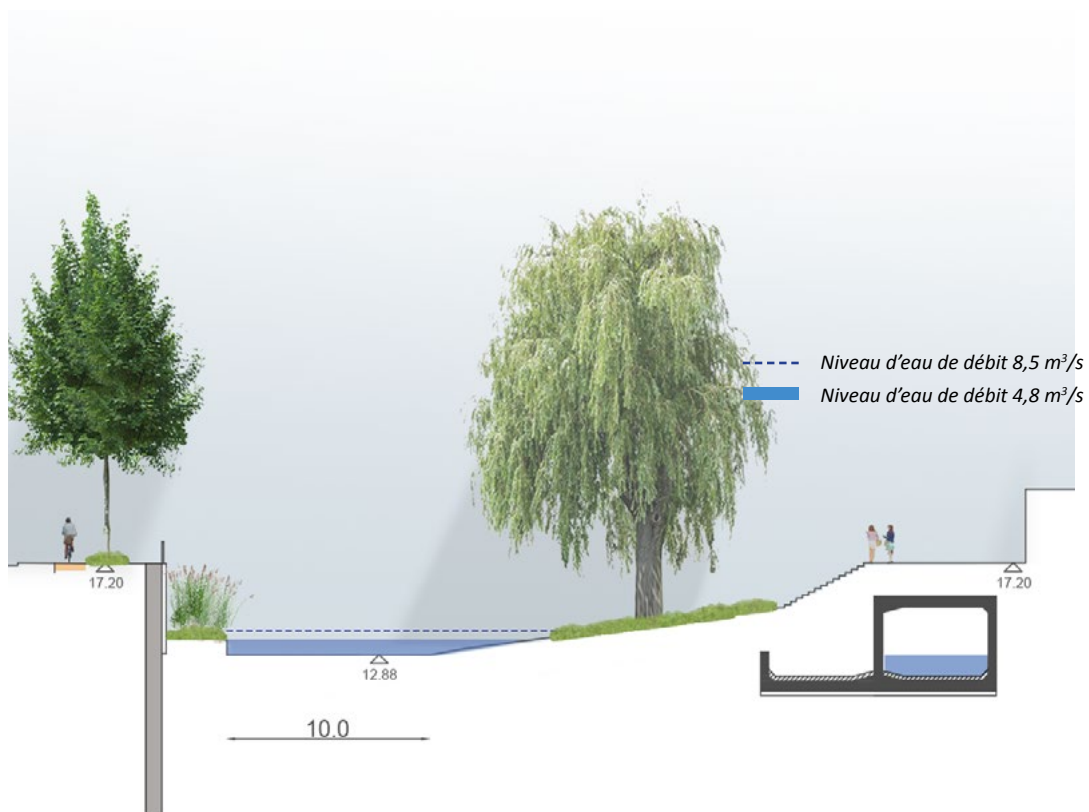


	EXISTANT	PROJETÉ	DELTA
Ferme Maximilien	12 200 m ²	10 166 m ²	↓ -2 034 m ²
• bâtiment 1	240 m ²	0 m ²	
• bâtiment 2	18 m ²	0 m ²	
• bâtiment 3	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 4	14 m ²	0 m ²	
• bâtiment 5	100 m ²	0 m ²	
• bâtiment 6	120 m ²	0 m ²	
• bâtiment 7	60 m ²	0 m ²	
• NEW		815 m ²	
(Total bâtiments)	566 m²	566 m²	
• zone d'infiltration	1000 m ²	5800 m ²	↑ +4800 m ²
• reste	10634 m ²	3800 m ²	↓ -6834 m ²
Terrain des calèches	680 m²	249 m²	↓ -431 m²
Local jardinier	1050 m²	1050 m²	
• bâtiment	140 m ²	140 m ²	
• reste	910 m ²	910 m ²	
Terrains de sport	3735 m²	2085 m²	↓ -1650 m²
• a	90 m ²	90 m ²	
• b	800 m ²	800 m ²	
• c	90 m ²	0 m ²	
• d	300 m ²	300 m ²	
• e	180 m ²	0 m ²	
• f	280 m ²	280 m ²	
• g	35 m ²	35 m ²	
• h	300 m ²	300 m ²	
• i	380 m ²	0 m ²	
• j	700 m ²	0 m ²	
• k	210 m ²	0 m ²	
• l	90 m ²	0 m ²	
• m	280 m ²	280 m ²	
Terrains de stockage	1450 m²	0 m²	↓ -1450 m²
• i	470 m ²	0 m ²	
• ii	980 m ²	0 m ²	
Terrains d'inondation	0 m²	1000 m²	↑ +1000 m²

COUPE B



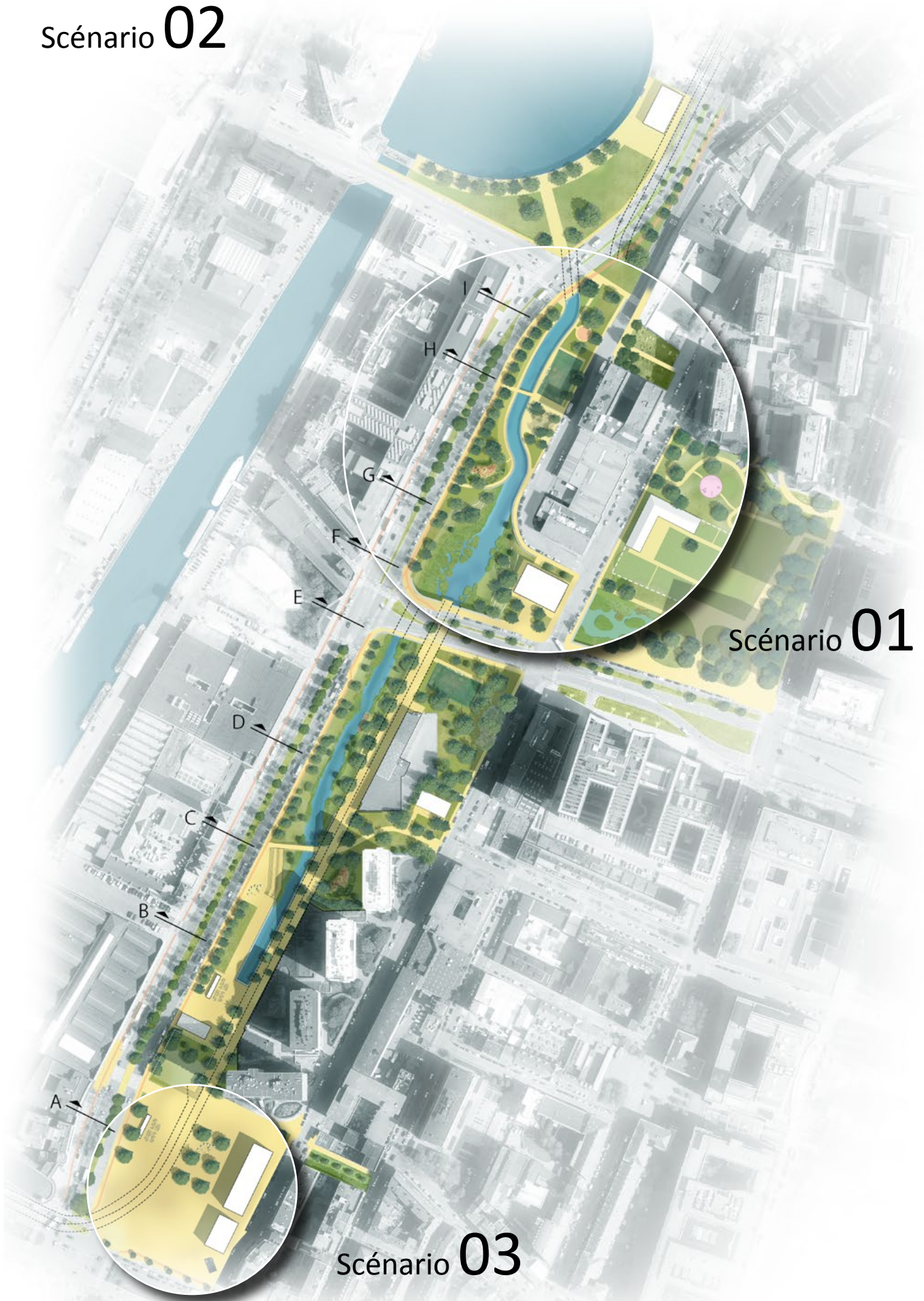
COUPE D







Scénario 02



Scénario 01

Scénario 03



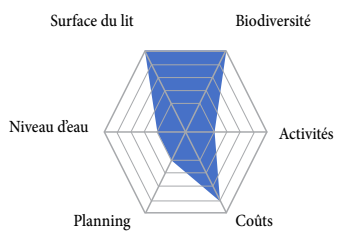
COMPARAISON

Il est important de mentionner que les 6 SCÉNARIOS illustrés par le présent document ne pressentent pas un nombre final de toutes les possibilités d'intégration de la Senne à ciel ouvert au parc Maximilien. Les différentes parties des SCÉNARIOS sont interchangeable entre elles et peuvent donc facilement augmenter le nombre des variantes.

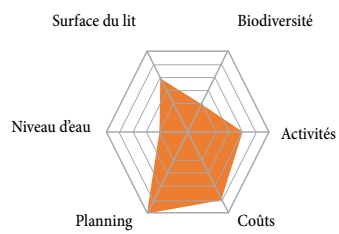
Il faut quand même préciser qu'il s'agit uniquement de principes paysagers qui peuvent être combinés entre les différents SCÉNARIOS.

Les principes hydrauliques fonctionnent par section et il est préférable de garder un principe sur un ensemble cohérent.

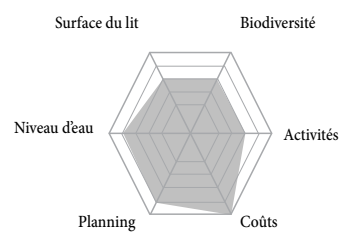
SCÉNARIO 01



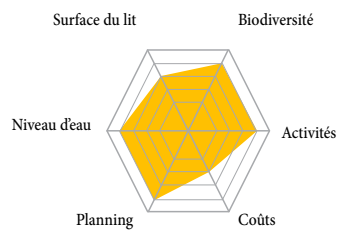
SCÉNARIO 02



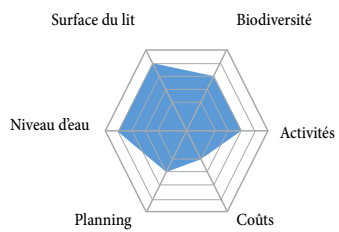
SCÉNARIO 03



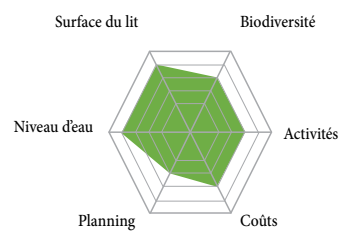
SCÉNARIO 04



SCÉNARIO 05

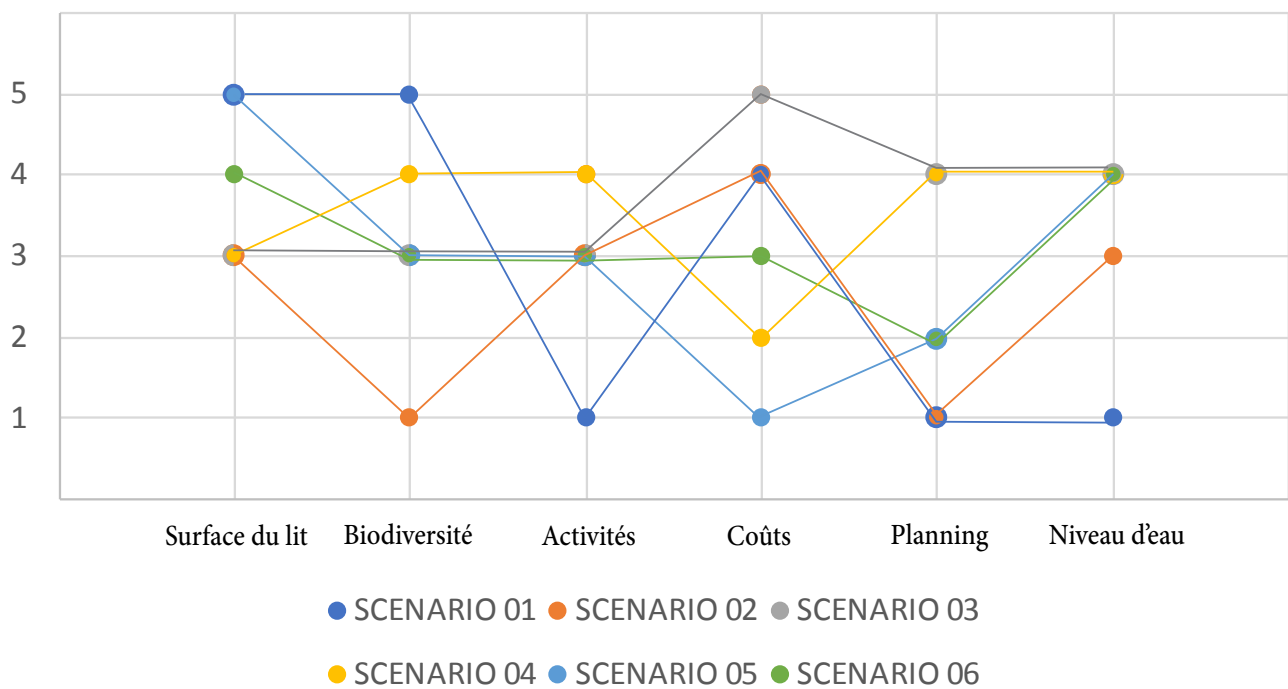


SCÉNARIO 06



EVALUATION_6 SCÉNARIOS

Les SCÉNARIOS présentés développent chacun de manière différente les possibilités de la mise à ciel ouvert de la Senne ainsi que d'aménagement du parc Maximilien. Ces illustrations présentent les possibilités et les enjeux de la future organisation spatiale et fonctionnelle du parc. Les évaluations des différents scénarios sont résumés dans le présent chapitre.



Pour conférer un aspect attrayant à la Senne à ciel ouvert, davantage de proximité entre le cours d'eau et l'observateur doit être recherchée, tant visuellement que physiquement.

La largeur du miroir d'eau, la «profondeur» et le talus des berges, ainsi que le tracé du cours d'eau constituent les éléments primordiaux qui doivent être mis en harmonie.

LA LARGEUR DU MIROIR D'EAU

Vu la profondeur actuelle du fond du lit de la Senne par rapport au terrain environnant (5,5 m), le miroir d'eau doit être assez large pour être perçu avantageusement par l'observateur. Une largeur du lit mineur de 10 m s'avère donc être la plus adaptée à l'échelle du parc. Dans la Région de Bruxelles-Capitale, cette dimension caractérise d'ailleurs largement les tronçons de la Senne actuellement à ciel ouvert. Une largeur supérieure à 10 m ne serait pas appropriée compte tenu des dimensions du parc, tandis qu'une largeur plus réduite pourrait nuire à la perception du miroir d'eau, à profondeur inchangée.

Par contre, la réduction de la largeur du lit mineur contribue à augmenter la dynamique d'écoulement et la variabilité de la morphologie du tracé de la Senne, ce qui procure des aspects visuellement très intéressants.

PROFONDEUR

La distance entre le miroir d'eau et l'observateur joue un rôle majeur dans la perception. Cette sensation de la proximité peut être atteinte à travers deux opérations générales; soit le rehaussement du fond du lit de la Senne (SCENARIOS 3 et 4) ou l'abaissement du parc (SCENARIO 5). Dans la mesure où elles ont leurs limites, une stratégie combinant les deux opérations s'avère donc comme la plus pertinente (SCENARIO 6).

TALUS DES BERGES

La largeur du parc limite les possibilités d'inclinaison des berges. Les talus trop raides (6/4) ne sont également pas recommandés en vue d'une «restauration» des berges naturelles des cours d'eau ; ils présentent également des difficultés en termes de stabilité des berges (érosion) que de gestion (plantes). Les talus de 8/4 permettent

une meilleure intégration du cours d'eau tandis que les 12/4 se rapprochent davantage du caractère naturel des berges, mais ne peuvent néanmoins pas être réalisés de manière générale en raison du manque d'espace. De ce fait, les deux contraintes principales sont exercées par la largeur du parc, encore réduite par l'actuelle présence du double-pertuis et, par la profondeur du lit. Il s'avère donc nécessaire d'une part, de démolir partiellement le voûtement existant de la Senne et d'autre part, de diminuer la profondeur des berges par les opérations décrites précédemment.

TRACE DU COURS D'EAU

La largeur réduite du parc impose au nouveau lit à ciel ouvert un tracé assez linéaire. Sauf à être caractérisé par des berges verticales, le lit mineur de 10 m de largeur ne permet pas de varier beaucoup les morphologies du tracé de la Senne. La position de la Senne à ciel ouvert peut également influencer l'attractivité des vues. La position actuelle sur la droite oriente les regards vers l'ensemble de tours de logements. A l'inverse, la position gauche de la Senne dirigerait les vues vers le bâtiment du musée et la Ferme des boues.

DYNAMIQUE FLUVIALE

L'intégration de la Senne dans le parc vise à «renouer» également avec une certaine dynamique du cours d'eau. Actuellement, les grandes variations de débits, dans un profil en travers limité, ont comme conséquence une variation «non naturelle» du niveau de l'eau. Ce fait limite le développement d'une végétation riche le long des berges. Il se révèle donc nécessaire de limiter ces variations de débit et de planter de la végétation le long des berges. Des périodes de submersion des zones humides pourraient également renforcer la dynamique fluviale de la Senne.

DOUBLE-PERTUIS

Le double-pertuis existant limite l'emprise du nouveau lit à ciel ouvert de sorte qu'une démolition s'avère nécessaire pour en augmenter la largeur (création des zones inondables). Cette approche peut être particulièrement intéressante dans le cas où le parc n'est pas bordé de constructions. Dans le cas contraire, il est recommandé de limiter l'ampleur des travaux de démolition et de terrassement, pour des questions de stabilité des constructions. Les travaux de démolition ont également un impact important sur les coûts

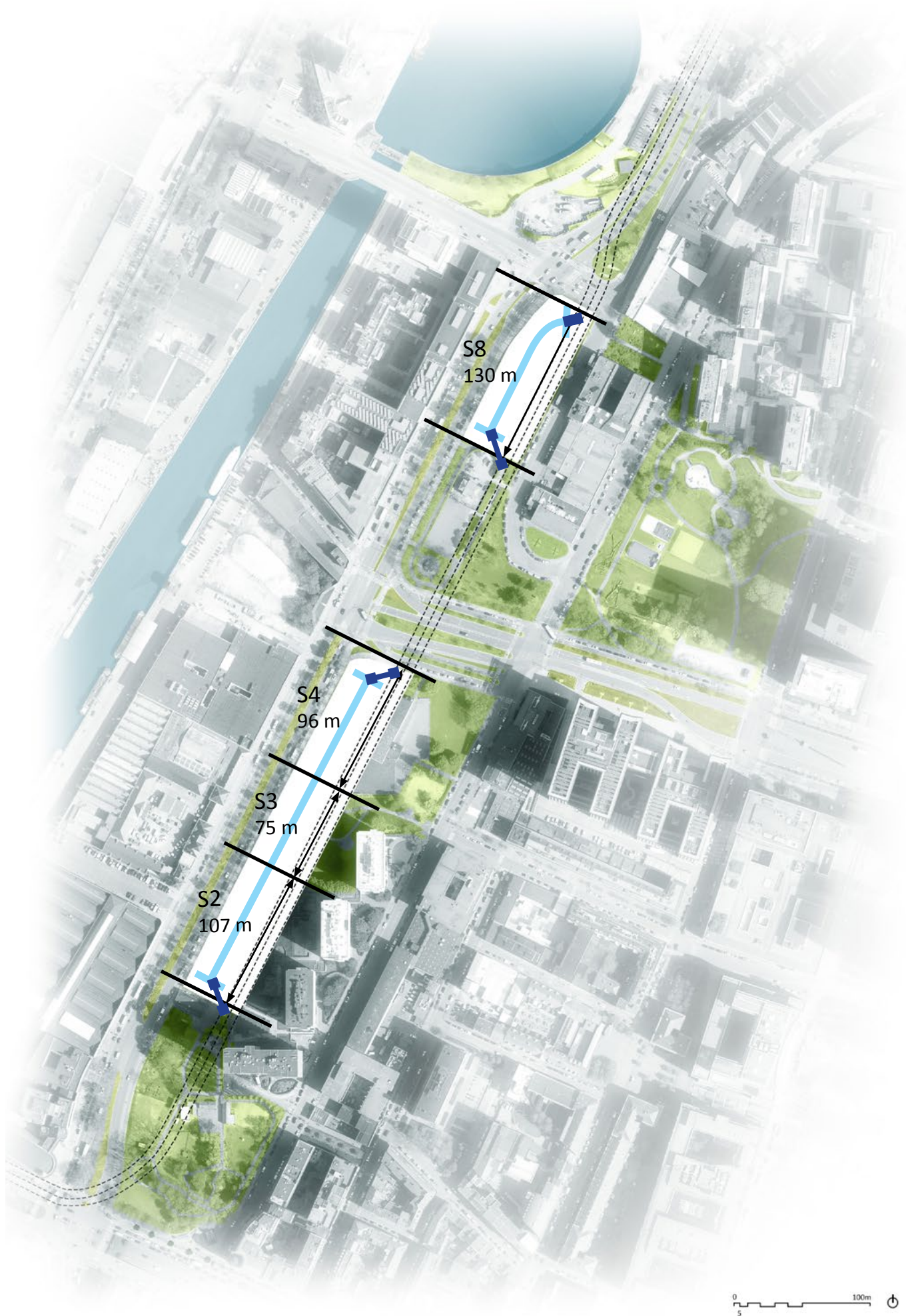
de réaménagement du parc, le planning et le phasage des travaux.

ACTIVITES

Pour assurer la sécurité, améliorer la convivialité et promouvoir l'organisation d'activités, la multifonctionnalité du parc doit être recherchée. Il est évident que l'emprise du nouveau lit à ciel ouvert limite la surface disponible pour les activités telles que les terrains de sport et de jeux, la ferme urbaine ou encore les terrains de stockage.

Il est également important de diversifier le type d'activités pour assurer la présence des visiteurs tout au long de la journée et pendant les week-ends. Il faut souligner que la proximité du quartier d'affaires influence la fréquentation du parc Maximilien et la limite aux heures et aux jours de travail.

Une répartition équilibrée des diverses activités sur la totalité du parc est nécessaire pour un bon fonctionnement de celui.



SCÉNARIO DE COMPARAISON

Dix profils types ont été retenus pour prendre en considération les aspects paysagers de la remise à ciel ouvert de la Senne dans le parc Maximilien. Dans un premier temps, l'aspect hydraulique n'est envisagé que de manière très limitée à l'éventuelle démolition du double-pertuis. Pour cette raison, un SCENARIO DE COMPARAISON examinera ensuite l'aspect hydraulique de manière plus approfondie.

Le scénario de comparaison permet également d'estimer les coûts des travaux complexes de la remise à ciel ouvert de la Senne autrement qu'au moyen d'un prix par mètre linéaire.

Comme illustré sur le croquis ci-contre, l'aménagement du parc est en œuvre sur les sections S2, S3, S4 et S8, dont la longueur totale est proche de 400 m. La Ferme, le local jardinier et le terrain de sport ainsi que le boulevard S. Bolivar et la place des Armateurs ne devront alors pas subir de modifications.

Le présent chapitre rend compte des coûts estimés des travaux communs aux 10 profils appliqués sur le scénario de comparaison. Il s'agit des postes suivants :

- TERRASSEMENT GÉNÉRAL
- BOULEVARD S. BOLIVAR
- EXÉCUTION DES SONDAGES
- INSTALLATION DES PIEUX SÉCANTS
- CHEMINEMENT & PLANTATION
- PLANTATION DES ARBRES
- ECLAIRAGE
- MOBILIER

TERRASSEMENT GÉNÉRAL

NORD

Déblais = 4200 m³

SUD

Déblais = 4500 m³

FERME

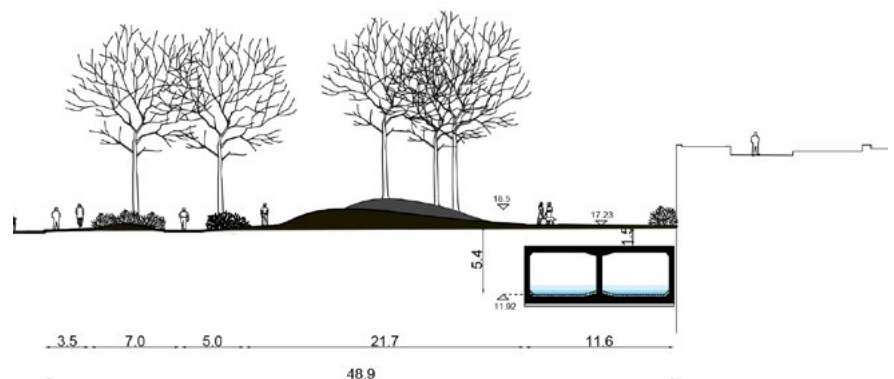
Déblais = 2550 m³

Remblais = 1450 m³

NET = 1100 m³

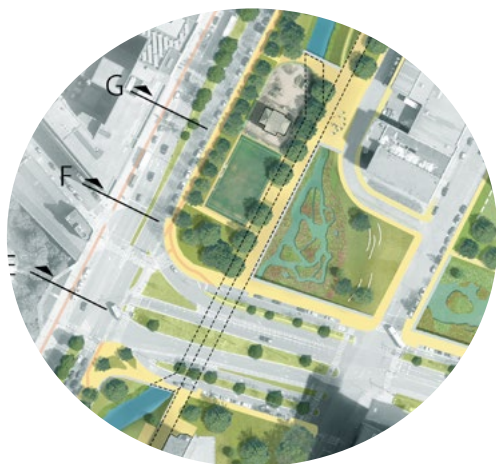


Le parc est actuellement caractérisé par de nombreuses buttes. Les travaux de la remise à ciel ouvert de la Senne vont nécessiter l'enlèvement de ces buttes. Le niveau de terrain final après la réalisation de ces travaux préalables correspond au niveau de terrain environnant, comme représenté sur le schéma ci-contre. Le volume des buttes ainsi que les coûts estimés des travaux préalables sont indiqués sur le schéma ci-dessus. Le tableau ne prend pas en compte la partie occupée par la Ferme, vu qu'elle ne fait pas partie du scénario de comparaison. L'estimation des coûts se base sur une hypothèse que 50 % des sols seront pollués.



Les 6 SCÉNARIOS présentés dans le chapitre précédent illustrent trois manières différentes de réaménager le boulevard S. Bolivar. Les avantages et les inconvénients de chacune d'entre-elles sont précisés ci-dessus.

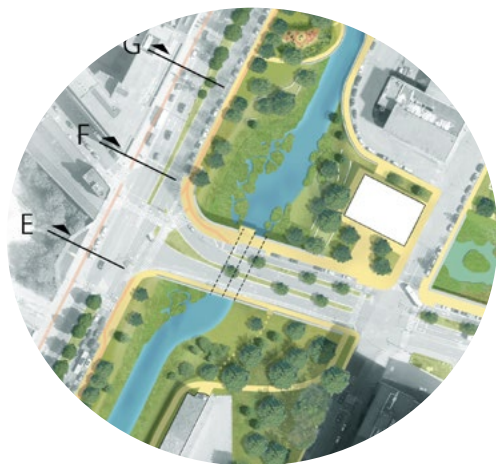
SCÉNARIOS 03, 04, 05, 06



Boulevard 60 m

Dans les quatre SCÉNARIOS (S 03, S 04, S 05 et S 06) l'emprise spatiale du boulevard n'est pas modifiée. La Senne à ciel ouvert est connectée sur le pertuis existant sous le boulevard et traverse une partie du parc pour ressortir peu après le local jardinier. Les murs sont réalisés à l'aide des pieux sécants. Leur mise en place ne perturbera pas l'usage du boulevard.

SCÉNARIO 01

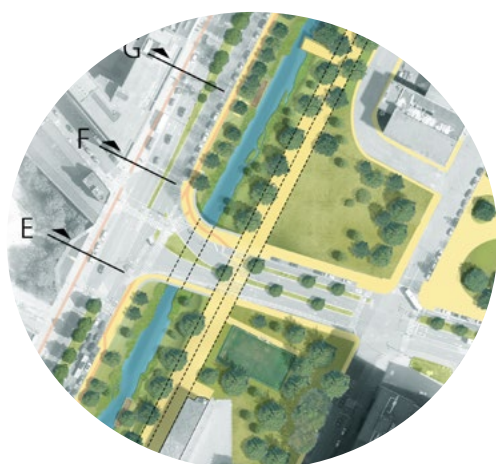


Boulevard 30 m

Le scénario 01 propose de réduire la largeur du boulevard de 60 m à 30 m. Il est également suggéré d'utiliser le double-pertuis existant pour la connexion hydraulique du lit à ciel ouvert entre les deux parties du parc.

Dans le cas de la réalisation d'un nouveau lit selon le SCÉNARIO 01, les parties du double-pertuis existant qui se trouvent à proximité du boulevard devront être enlevées. Le lit à ciel ouvert est connecté sur le double-pertuis maintenu sous le boulevard.

SCÉNARIO 02



Boulevard 30 m

Boulevard 60 m

Le SCÉNARIO 02 propose également de réduire la largeur du boulevard de 60 m à 30 m. Le pertuis existant (double-pertuis ou une seule partie du pertuis) est gardé et reste fonctionnel. Une nouvelle connexion est réalisée pour assurer la continuité hydraulique de la Senne dans le lit à ciel ouvert.

La variante de 30 m prévoit la démolition de la totalité de la voirie et son réaménagement. La variante de 60 m, quant à elle, prévoit une démolition limitée de la voirie existante, nécessaire uniquement pour la réalisation de la nouvelle connexion hydraulique.

Les trous de sondage permettent de réaliser une enquête avant la réalisation des travaux de terrassement du nouveau lit. Ils permettent d'identifier les risques de pollution des sols et de détecter des constructions enterrées inconnues (le vieux bassin de Gobert, par exemple) ou des impétrants inconnus. On prévoit un point de sondage dans la partie Nord et un dans la partie Sud du parc.

Le coût prévu pour l'installation des machines nécessaires à la réalisation des pieux sécants s'applique également aux cas comprenant uniquement des profils du nouveau lit à ciel ouvert en V. Les pieux sécants seront mise en place pour la réalisation des murs du boulevard S. Bolivar.

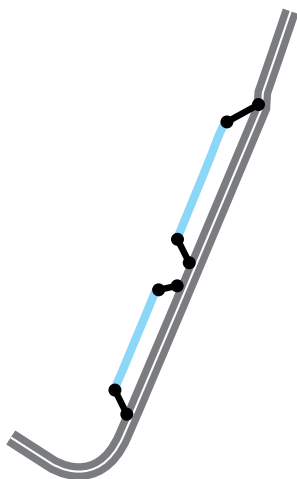
Les postes Cheminement & plantation, Plantation des arbres, Eclairage et Mobilier sont budgétisés à titre indicatif (pour rappel). Les valeurs sont illustratives et peuvent être adaptées selon les besoins.

ESTIMATION DU SCÉNARIO DE COMPARAISON

Le scénario de comparaison permet de réaliser une simulation des coûts d'aménagement du parc Maximilien sur une longueur réduite de 400 m. Les 10 profils types montrent l'influence des éléments techniques qui ne peuvent pas être exprimés par un profil type, mais font partie fondamentale d'aménagement.

Les postes suivants sont soumis à la simulation :

- PROFIL TYPE SUR 400 m
- NOUVEAU PERTUIS (RACCORDEMENT)
- DISPOSITIFS HYDRAULIQUES
- PASSERELLES
- TRAVAUX EN COMMUNS



Chacun des scénarios hydrauliques développés dans le chapitre précédent prend en considération une manière différente de raccorder le double-pertuis existant au nouveau lit à ciel ouvert. Le scénario de comparaison prévoit le raccordement par 4 nouvelles sections de logeur totale de 120 m comme illustré par le schéma ci-contre. Le type de nouveau pertuis varie selon le profil et le scénario hydraulique qu'il développe.

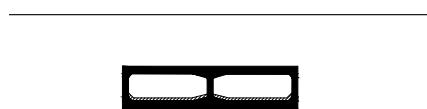
SCÉNARIOS 02, 03, 04



Nouveau pertuis 10 m³/s

Une «déviation» du débit contrôlé de 10 m³/s ne requiert pas un pertuis de grande taille. L'image ci-contre illustre un raccordement de 5 m de largeur.

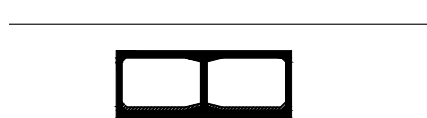
SCÉNARIO 05, 06



Nouveau pertuis 30 m³/s

Le scénario hydraulique DÉBIT PARTAGÉ prévoit un débit de 30 m³/s dans le nouveau lit à ciel ouvert. Le raccordement doit donc être capable d'accueillir le même volume.

SCÉNARIO 01



Nouveau pertuis 60 m³/s

Le nouveau raccordement est similaire au double-pertuis existant.

DISPOSITIF HYDRAULIQUE

2 PASSERELLES

Un dispositif hydraulique est installé en amont du parc Maximilien pour dévier une partie du débit de la Senne dans le nouveau lit à ciel ouvert. Pour faire remonter le niveau du miroir d'eau, une vanne basculante est installée à l'entrée du parc Maximilien. Ce dispositif hydraulique ne doit pas réduire la capacité hydraulique de double-pertuis maintenu et doit donc être adaptable automatiquement.

Deux passerelles de 3 m de largeur sont prévues dans la simulation des coûts. Leur longueur varie de 10 m à 35 m selon le profil type.