

Manuel écologique dans le cadre des études d'incidences environnementales

Projet d'aménagement Particulier « ECO-r1 Mierscherbiërg » à Mersch

25 octobre 2023

Papaya - Urbanistes et architectes paysagistes s.a.

12, avenue du Rock'n'Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette, Belval
T. +352 / 26 17 84
hello@papaya.green
papaya.green



Sommaire

A. Introduction	7
A.1 Localisation	7
A.2 Description de la zone d'étude	9
A2.1. Planification urbanistique	9
A2.2. Réseau écologique existant	10
B. Etat des lieux	13
B.1 Air	13
B.2 Sol	13
B.3 Eau	15
B.4 Biodiversité	17
B4.1. Les oiseaux	17
B4.2. Les chauves-souris	18
B4.3. La végétation	18
C. Description du projet de développement	20
D. Aménagements	22
D.1 Concept du manuel écologique	22
D.2 Entretien	26
D.3 Domaine public	28
D3.1. Aménagements prioritaires pour les espèces protégées	28
D3.2. Voies de circulation motorisées	33
D3.3. Chemins piétonniers, trottoirs et pistes cyclables	36
D3.4. Limites des espaces	39
D3.5. Bassins de rétention naturels	41
D3.6. Fossés ouverts, noues et ruisseau	43
D3.7. Placettes, îlots et bandes centrales	44
D3.8. Aire de jeux et espaces de repos	46
D.4 Domaine privé	48
D4.1. Emplacements de parkings	48
D4.2. Accès et allées	50
D4.3. Limites des espaces	51
D4.4. Placettes et îlots de verdure	51



E. Infrastructures techniques	52
E.1 Concept d'éclairage	52
E.2 Revêtements perméables	57
E.3 Infrastructures vertes	59
E3.1. Toits végétalisés	59
E3.2. Façades végétalisées extensives	61
E.4 Mobilier urbain	63
F. Références	64
G. Annexes	70
1. Parcellaire	70
2. Influence de l'occupation des sols sur le cycle hydrologique	71
3. Modèle basique d'une fiche de sensibilisation	72
4. Liste des espèces végétales, entretien et calendrier de gestion	73
4.1. Proposition d'essences d'arbres et de buissons	73
4.2. Modèle d'une haie champêtre	76
4.3. Sélection d'espèces de haies indigènes	77
4.4. Sélection d'espèces pour les gazons à fleurs ou à herbes	78
4.5. Sélection d'espèces pour les prairies fleuries	79
4.6. Sélection d'espèces pour le fond des bassins de rétention	80
4.7. Sélection d'espèces pour les berges	81
4.8. Sélection d'espèces pour le gazon de pavage ou de gravier	82
4.9. Entretien des différentes structures végétales	83
4.10. Calendrier d'entretien	87
5. Les arbres indigènes du Luxembourg et leurs caractéristiques	88
6. Comparaison des bénéfices et des limites des surfaces perméables par rapport à l'asphalte	89
7. Gestion des eaux pluviales par stockage de la pluie en toiture avec protection végétalisée	90
8. Plans de plantation et coupes des aménagements	91

Table des illustrations

Figure 1. Localisation de la zone de planification (1 : 20000)	8
Figure 2. Délimitation de la zone de planification (1 : 10000)	8
Figure 3. Prescriptions urbanistiques de la zone d'étude et des alentours proches (1 : 6000) : CPR = Couloirs et espaces réservés ; Servitudes de type « urbanisation » B = Biotopes ; RT = Réseau technique ; IP = Intégration paysagère ; CV = Coulée verte ; CE = Cours d'eau ; CEF = Espèces protégées	11
Figure 4. Réseau écologique existant (1 : 8000)	12
Figure 5. Cours d'eau temporaire, affluent de l'Alzette (1 : 2000)	16
Figure 6. Recommandations de couloirs de déplacement (1 : 4000)	19
Figure 7. Partie graphique du PAP simplifié (1 : 3500)	21
Figure 8. Concept du manuel écologique (Plante & Cité 2014)	23
Figure 9. Concept du maillage écologique (topos-urba.org)	24
Figure 10. Maillage écologique après aménagement du projet (1 : 9000)	25
Figure 11. Distances minimales de plantation (Sophie Boulet 2018)	27
Figure 12. La taille des haies (Nature et Construction 2017)	27
Figure 13. Exemple de taille écologique des haies – Le tuteurage (ANF 2023)	27
Figure 14. Barrière végétale en bord de route (DDT de l'Yonne 2015)	29
Figure 15. Surfaces en pavés non posés dans le mortier (Nature et Construction 2017)	29
Figure 16. Fossé ouvert enherbé (SPW 2020)	30
Figure 17. Bandes fleuries de part et d'autre d'une route et d'une piste cyclable (natur&emwelt 2023)	30
Figure 18. Pente douce enherbée d'un bassin de rétention (AGE 2013)	31
Figure 19. Double rangée d'arbres accompagnée de buissons (Société Nationale d'Horticulture de France)	31
Figure 20. Arbres à haute tige et buissons en bord de route (Nature et Construction 2017)	32
Figure 21. Alignement d'arbres le long d'une voirie (Nature et Construction 2017)	34
Figure 22. Formation de haies indigènes après renonciation au fauchage (Nature et Construction 2017)	34
Figure 23. Haies et bandes fleuries (Ville de Namur 2016)	35
Figure 24. Bande fleurie en gestion différenciée (Nature et Construction 2017)	35
Figure 25. Aménagements écologiques au Kirchberg (Sound Ecology 2020)	36
Figure 26. Passerelle d'un bassin de rétention (optionamenagement.com)	37
Figure 27. Chemin pour la mobilité douce en concassé (UNaLab 2022)	37
Figure 28. Trottoirs et chemins piétonniers en pavés (Nature et Construction 2017)	38
Figure 29. Mur en pierres sèches (patrimoine.bretagne.bzh)	39
Figure 30. Gabions en tant que mesure de soutènement (UNaLab 2022)	40
Figure 31. Clôture végétalisée avec des plantes grimpantes (fassadengruen.de)	40
Figure 32. L'aménagement de bassin de rétention en zone urbaine (Ville de Namur 2016)	42
Figure 33. Bassin de rétention naturel (Aquajardin.net)	42
Figure 34. Les différents types de plantes dans une mare naturelle (naturbassin.com)	42
Figure 35. Noue d'infiltration (Adopta)	43
Figure 36. Fossé enherbé pour la gestion des eaux pluviales (AGE 2013)	43
Figure 37. Large noue en bande centrale (Plante & Cité 2014)	44
Figure 38. Plate-bande individuelle (Nature et Construction 2017)	45
Figure 39. Interruptions dans les bordures (Less béton 2022)	45
Figure 40. Aire de jeux (MEA 2021)	46
Figure 41. La gestion différenciée dans une zone de repos (Adalia)	46
Figure 42. Plaine de jeux (SPW 2020)	47
Figure 43. Piste cyclable sur substrats maigres et aire de repos (Nature et Construction 2017)	47

Figure 44. Places de parking en pavés (ANF 2000)	49
Figure 45. Stationnements perméables végétalisés (O2d 2021).....	49
Figure 46. Parking écologique épousant le relief initial du terrain (Nature et Construction 2017).....	49
Figure 47. Aménagement des allées (Lexcap-leblog.fr)	50
Figure 48. Chemin piétonnier entre deux rangées d'arbres.....	50
Figure 49. Voie motorisée, accès piétons et cyclistes délimités par des arbres, une haie et une bande de végétation	50
Figure 50. Allées piétonnes en pavés (UNaLab 2022)	50
Figure 51. Arbres isolés sur une place piétonne. Le pied est fleuri et non entouré de bordure (Nature et Construction 2017).....	51
Figure 52. Ilots d'arbres et végétation rase spontanée sur substrat maigre (AGE 2013)	51
Figure 53. Bandes spectrales à éviter par groupes d'espèces. Encadré rouge : le jaune est la bande spectrale la plus adaptée à la biodiversité nocturne (MEB-ANPCEN 2015)	52
Figure 54. Différentes formes de lampes. En haut, les lampes traditionnelles. En bas, les lampes plus adaptées à l'environnement nocturne (ANF 2021)	53
Figure 55. Réflecteurs routiers incrustés sur les routes (Nokin)	53
Figure 56. Catadioptrés surélevés au bord des routes.....	53
Figure 57. Modèle de Bega (180°).....	54
Figure 58. Eclairage raisonné autour des bâtiments dans les zones de circulation des piétons (MDDI 2018)	55
Figure 59. Les enseignes publicitaires restent allumées toute la nuit dans certaines villes (MDDI 2018)	55
Figure 60. Modèle de Phillips Luma Gen2	55
Figure 61. Eclairage raisonné dans un quartier urbain (ragni.com)	56
Figure 62. Dalles alvéolées en béton (Adalia)	57
Figure 63. Piste cyclable en résine (Résinéo).....	57
Figure 64. Revêtement de dolomie (PBase.com)	58
Figure 65. Emplacements de stationnement en pavés (Adalia)	58
Figure 66. Toit végétalisé à l'Institut Royal Météorologique à Uccle (9 mois après l'installation).....	60
Figure 67. Toit végétalisé à Fléron, Liège	60
Figure 68. Ecole Ferdinand Buisson à Sainte-Genève-des-Bois, France (Soprama).....	60
Figure 69. Des solutions variées pour rafraîchir les villes (ADEME 2021).....	62
Figure 70. Vers une gestion écologique des espaces verts (SPW 2020)	62
Figure 71. Système de câbles en acier pour les plantes volubiles (Carl Stahl)	62
Figure 72. Modèle de banc Ziegler.....	63
Figure 73. Hôtel à insectes (Nature et Construction 2017)	63
Figure 74. Pubelles Runge Frog XL (Runge-bank.de).....	63
Figure 75. Arrêt de bus (publi.lux)	63
Figure 76. Plantation d'une haie champêtre en deux rangs (Espaces & Paysages 2020)	76
Figure 77. Proposition d'essences pour différents types de haies (Sauve qui paille 2016).....	76

Préambule

Objet :	Manuel écologique dans le cadre des études d'incidences environnementales Projet d'aménagement particulier « ECO-r1 Mierscherbiert »
Commune :	Mersch
Parcelles :	Annexe 1
Conception :	Papaya – Urbanistes et architectes paysagistes s.a. 12, avenue du Rock'n'Roll L-4361 Esch-sur-Alzette, Belval LUXEMBOURG
Maître d'ouvrage :	Administration communale de Mersch Château de Mersch Place Saint-Michel L-7556 Mersch LUXEMBOURG
Propriétaire :	Administration communale de Mersch Château de Mersch Place Saint-Michel L-7556 Mersch LUXEMBOURG
Date :	25 octobre 2023

A. Introduction

Les communes de Lintgen, de Lorentzweiler et de Mersch forment depuis fin 2019 un syndicat intercommunal pour la création, l'aménagement, la promotion et l'exploitation de zones d'activités économiques régionales du « Mierscherbiert », aussi appelé « ZAMID ». Ce projet d'envergure est réalisé en différentes phases coordonnées par différents Projets d'Aménagement Particulier. Parallèlement à la conception du bâti est élaboré un plan des espaces verts sous forme d'un manuel écologique, un guide accompagnant le projet de sa conception à sa réalisation.

Ce concept de manuel écologique prend légitimement sa place dans le contexte actuel : augmentation de la démographie, des besoins en logements et zones d'activités attenantes, changements climatiques, crise énergétique, pollution, effondrement de la biodiversité, limitation des ressources et de l'espace disponible. Toutes ces difficultés et menaces ont mené la collectivité à une prise de conscience écologique de taille. De fait, notre rapport avec l'environnement entraîne des conséquences indéniables sur ces phénomènes. Il n'est plus possible de se permettre de faire passer la nature en second plan dans nos projets futurs.

Par conséquent, pour contrer la perte de biodiversité conséquente à la diminution des espaces disponibles et à leur fragmentation, plusieurs mesures législatives ont été mises en œuvre. La « *loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles* » et la « *loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement* » tendent à intégrer les structures naturelles et paysagères existantes dans les projets urbanistiques, ouvrant de nouvelles perspectives à l'amélioration de la qualité urbaine.

Pour concorder nos constructions à une approche écologique cohérente, à la fois en respectant les besoins de la société, il est primordial de développer le bâti dans le contexte initial naturel du site. Les solutions existent et sont compatibles à cette conception urbanistique : densifier les espaces construits, arrondir le périmètre bâti du village pour éviter toute extension tentaculaire, élaborer des ceintures vertes et planifier en priorité la mise en réseau des biotopes et des zones d'écoulement d'eau, de l'air frais.

Ainsi, le manuel écologique réunit les spécificités, plans et recommandations afin de mener à bien le développement des espaces verts des zones d'activités économiques du Mierscherbiert de façon concertée et grâce à l'engagement de tous les acteurs concernés. Plus particulièrement, le document s'inscrit dans le cadre de l'étude des incidences environnementales du Projet d'Aménagement Particulier (PAP) « ECO-r1 Mierscherbiert » dont les critères de conception sont adressés par avis du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MECDD – réf. 95424). Afin de pouvoir intégrer au mieux les exigences des espèces présentes et l'interconnexion des espaces verts avec les projets environnants, le PAP « ECO-c1 Mierscherbiert » est également pris en compte dans le manuel.

A.1 Localisation

Les futures zones d'activités économiques occuperont le nord de Mersch, dans la commune du même nom. Elles compléteront les zones de bâtiments et d'équipements publics, les zones commerciales et les zones d'activités économiques actuelles jouxtant le sud du terrain de planification. Le site d'étude couvre une surface d'environ 22.9 ha, occupée en majorité par des champs cultivés et des prairies intensives.

La partie ouest de la zone de planification traverse des champs de la N7 (« rue de Colmar-Berg ») pour rejoindre la rue « Um Mierscherbiert » qui croise la « rue de Pettingen » au nord du site. Cette « rue de

Pettingen » longe l'est du site jusque dans les zones d'habitation au sud. La rue « Um Mierschebiert », quant à elle, rejoint la N7 au sud-ouest du site, au niveau d'un rond-point. Les zones « ECO-r1 Mierscherbiert » et « ECO-c1 Mierscherbiert » forment la surface d'étude du manuel écologique (figures 1 et 2), telle que présentée dans le PAP « ECO Mierscherbiert ZAMID » (mars 2022).

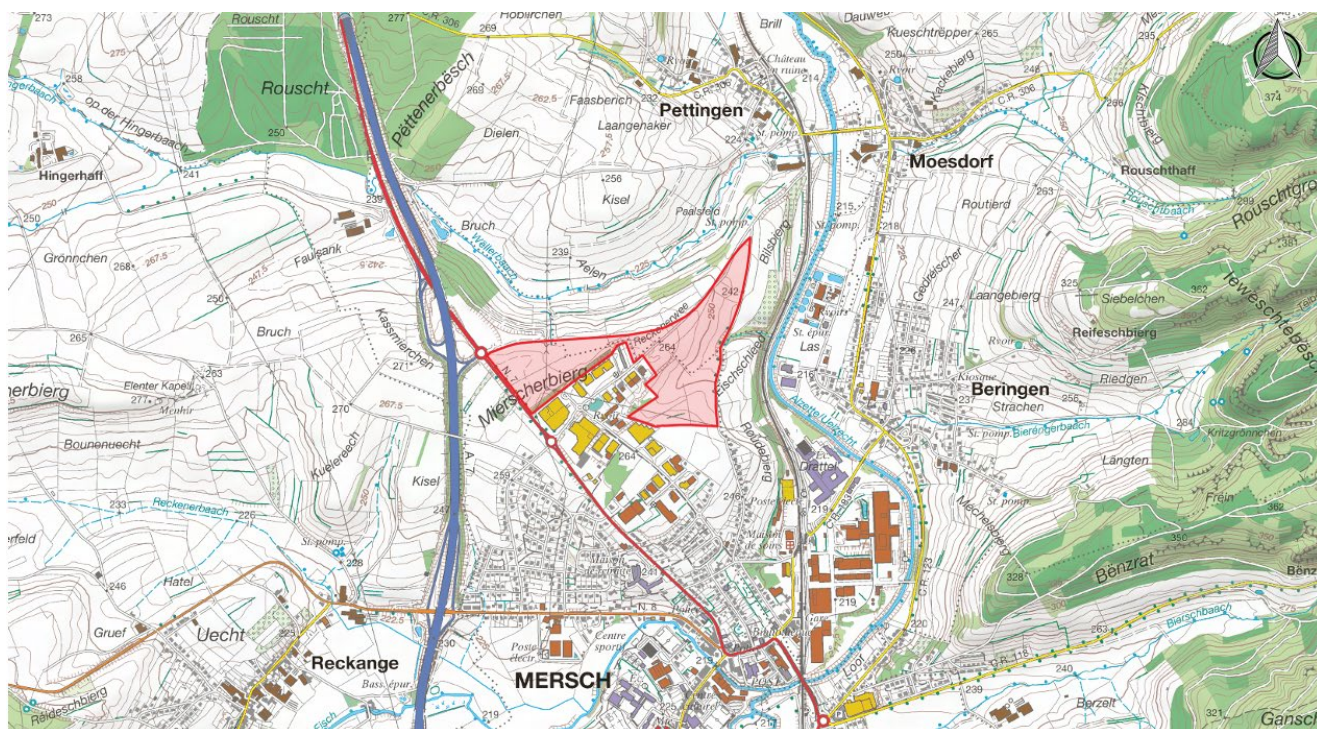


Figure 1. Localisation de la zone de planification (1 : 20000)



Figure 2. Délimitation de la zone de planification (1 : 10000)

A.2 Description de la zone d'étude

Afin de réaliser un concept écologique cohérent du projet urbanistique, les documents et analyses dans le volet « F. Références » de ce manuel ont été consultés. Le résumé qui suit décrit succinctement la zone de planification en fonction de ses prescriptions urbanistiques, du réseau écologique existant et autres informations de planification écologique.

A2.1. Planification urbanistique

En périphérie nord du Projet d'Aménagement Général (PAG) de la localité de Mersch, la zone de planification, comprenant ainsi les PAP « ECO-r1 Mierscherbiere » et « ECO-c1 Mierscherbiere », est illustrée à la figure 3. Les prescriptions urbanistiques actuelles se fondent sur la modification du PAG du PAP « ECO Mierscherbiere ZAMID » (mars 2022), soutenues par le schéma directeur et le Plan Directeur Sectoriel « Paysages » (PDSP) :

Prescriptions urbanistiques	Conséquences dans la planification du manuel
MOPO (2022)	
La majorité du site d'étude est identifiée comme habitat d'espèces d'intérêt communautaire via la zone reprise à titre indicatif « CEF-m Espèces protégées »	Les habitats d'espèces sont compensés par l'aménagement de mesures d'atténuation (CEF) en vertu de la <i>loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles</i>
La zone ECO-c1 au nord du site d'étude est occupée dans son périmètre par une servitude « urbanisation – Intégration paysagère » qui se prolonge dans la zone ECO-r1	La zone doit servir de transition entre l'agglomération et le paysage, en plantant des essences indigènes feuillues et en limitant les travaux de déblais et de remblais. Les aménagements liés à la rétention des eaux pluviales et à la mobilité douce sont possibles
La zone ECO-r1 est traversée par une servitude « urbanisation – coulée verte » et « cours d'eau » du nord-est au sud-ouest, suivant le cours d'un affluent de l'Alzette	La coulée verte favorise le maillage écologique en y empêchant toute construction excepté les aménagements liés à la rétention des eaux pluviales, la mobilité douce, les espaces verts publics et les aires de jeux/repos
	Le fossé connecté au ruisseau est valorisé grâce au développement d'une végétation caractéristique. Il est interdit de construire ou de modifier le terrain naturel de 5 m de part et d'autre du ruisseau
Deux autres servitudes « urbanisation – biotopes » occupent le périmètre sud-ouest et le centre du site.	Les biotopes sont protégés par l'article 17 de la <i>loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles</i>
PAP (2022)	
La servitude écologique 1 traverse le PAP ECO-r1 dans sa partie nord reliant la route projetée à la servitude IP	Une double rangée d'arbres à haute tige doit être aménagée afin d'assurer le déplacement de la faune, tout en veillant à minimiser l'impact lumineux

La servitude écologique 2 se superpose à la servitude IP dans sa partie sud	80% de la surface doit être végétalisée par un mélange d'arbres à haute tige, de bosquets et de haies tout en veillant à minimiser l'impact lumineux
PDSP	
Coupure Verte « CV14-1 Mersch-Essingen »	Les coupures vertes ne sont pas urbanisables, excepté pour des activités récréatives. Elles endiguent l'étalement urbain et font la transition entre le paysage et les villes
Coupure Verte « CV14-2 Reckange – Hingerhaff/Rouscht »	
Informations supplémentaires du PAG (2020)	
Art. 24. Zones ou espaces repris à titre indicatifs : Biotopes, habitats et habitats d'espèces	Les biotopes, habitats et habitats d'espèces sont protégés par l'article 17 de la loi sur la protection de la nature

A2.2. Réseau écologique existant

Les quartiers environnants forment avec la zone de planification un réseau caractérisé par des surfaces vertes (trame verte), des zones humides, des cours d'eau (trame bleue), des éléments naturels qui interagissent. Elle-même occupée par des biotopes et des habitats protégés par la loi sur la protection de la nature, la zone de planification s'intègre donc dans un maillage écologique qui comporte les zones protégées ou réglementées suivantes (figure 4) :

- Zone de Protection Spéciale « LU0002014 : Vallées de l'Attert, de la Pall, de la Schwébech, de l'Aeschbech et de la Wëllerbaach »
- Zone Spéciale de Conservation « LU0001018 : Vallée de la Mamer et de l'Eisch »
- Zone Protégée d'Intérêt National « RFI 34 : Réserve forestière Intégrale de Pëttenerbësch »
- Cours d'eau « Alzette »
- Cours d'eau « Wark »
- Zones vertes (les zones agricoles ne sont pas représentées dans la figure)
- Forêts publiques
- Biotopes, habitats et habitats d'espèces du cadastre des biotopes forestiers et des milieux ouverts
- Biotopes, habitats et habitats d'espèces situés dans le PAG et le schéma directeur

Ces zones sont réglementées par la loi sur la protection de la nature, la loi sur la gestion de l'eau ou les Règlements grand-ducaux portant à désignation les zones protégées d'intérêt communautaire ou national.

L'inventaire des biotopes et habitats mené par Luxplan en 2021 illustre la présence d'une majorité de prairies intensives et de champs dans la zone de planification. Indépendamment de l'identification de la plupart des structures en habitats d'espèces d'intérêt communautaire, les biotopes protégés suivants sont décrits :

- 4 zones de bosquets indigènes se trouvent au sein du site. La première zone se situe au nord-ouest à proximité d'une forêt publique. La deuxième longe la partie sud-ouest du site et les zones commerciales, de la N7 vers le centre du site. La troisième longe la partie nord d'une décharge et la quatrième longe une partie du périmètre est à proximité du cours d'eau « Alzette »
- Les 3 zones de haies se trouvent au centre des champs localisés au sud du site
- Deux rangées d'arbres sont situées sur le périmètre du site. La première rangée se trouve le long de la N7 sur environ 250 m, la deuxième longe la zone verte au sud sur environ 90 m

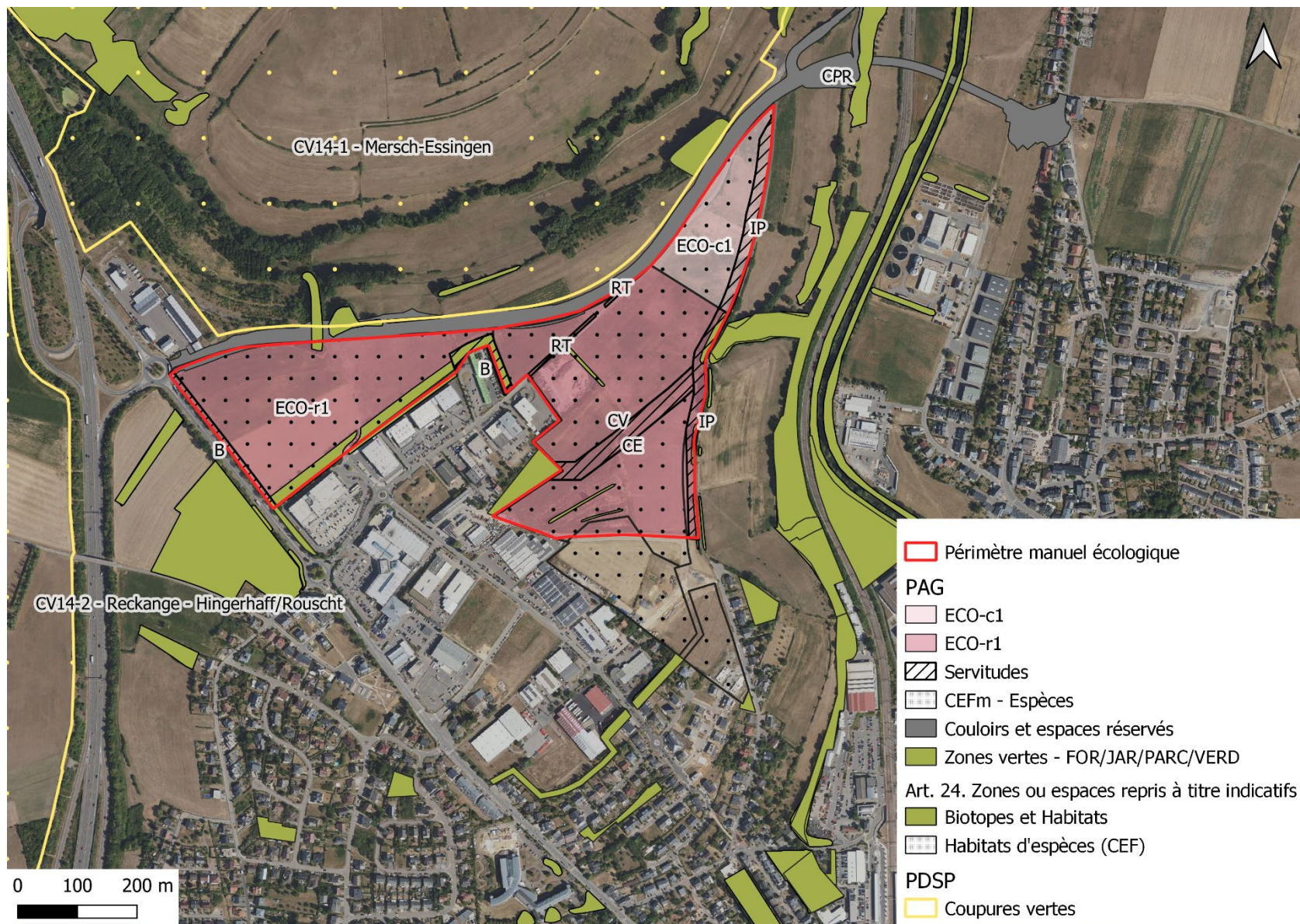


Figure 3. Prescriptions urbanistiques de la zone d'étude et des alentours proches (1 : 6000) : CPR = Couloirs et espaces réservés ; Servitudes de type « urbanisation » B = Biotopes ; RT = Réseau technique ; IP = Intégration paysagère ; CV = Coulée verte ; CE = Cours d'eau ; CEF = Espèces protégées.

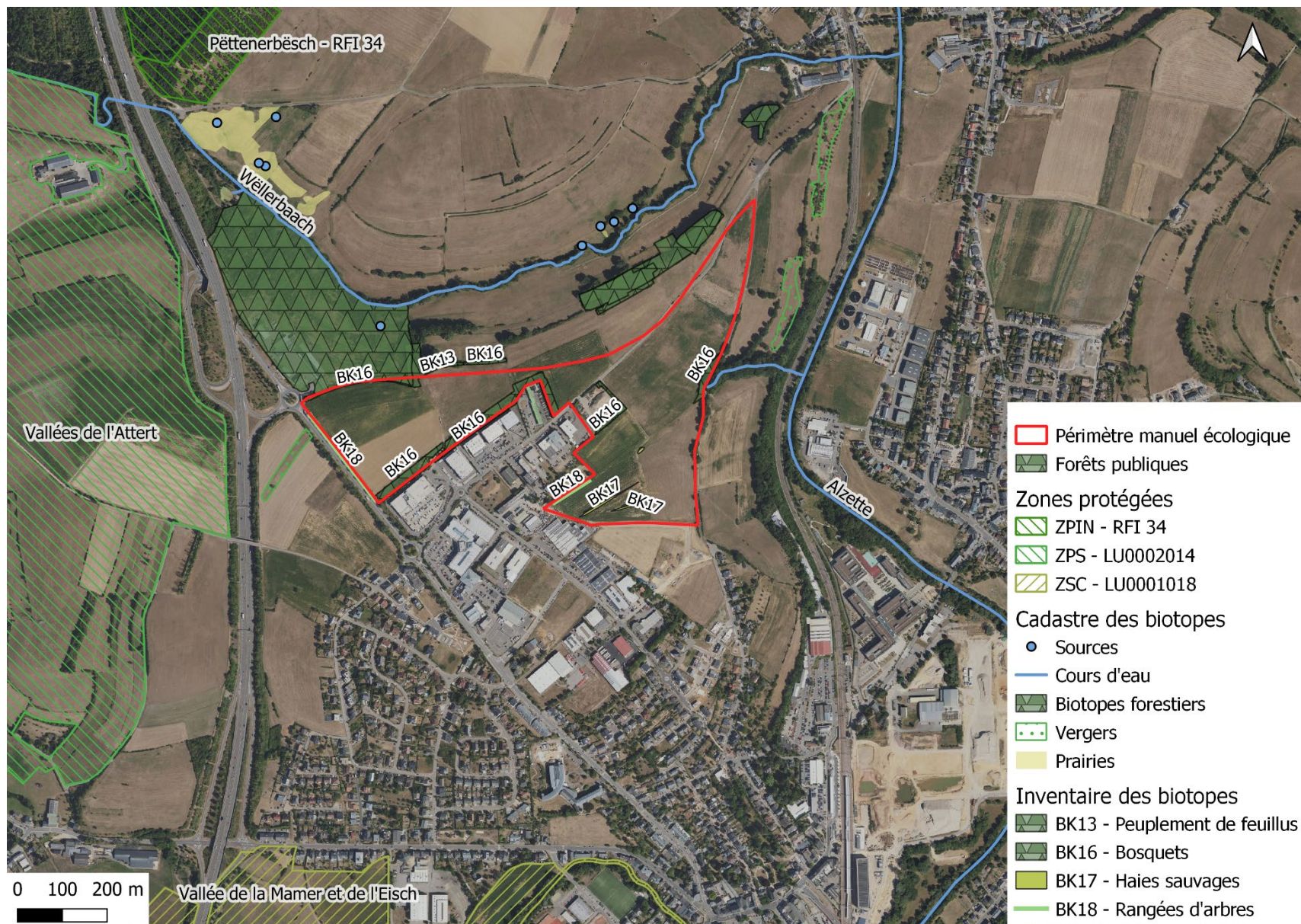


Figure 4. Réseau écologique existant (1 : 8000)

B. Etat des lieux

Soumis d'office à une étude des incidences du projet sur l'environnement, Luxplan a conduit en 2020, un premier rapport soumis pour avis au Ministère de l'Environnement. Les éléments repris pour le manuel écologique, lors du processus d'élaboration du rapport final EIE (scoping) auquel est joint ce manuel, a permis d'orienter le plan de plantation en fonction des paramètres étudiés et résumés ci-après.

Recoupés avec les informations des EIE, du PAG (MOPO 2022), du schéma directeur (2022) et de la SUP (2017), les points suivants font état de la situation actuelle du site du point de vue du sol, de l'eau, de l'avifaune, des chiroptères et de la végétation.

B.1 Air

Le projet doit veiller à la bonne circulation d'un air non pollué et frais pour le bien-être humain, afin d'éviter la formation de d'îlots thermiques urbains et d'un microclimat vicié. Le maillage écologique mis en avant par le manuel dans la conception du projet aura aussi pour intérêt de prendre en compte les axes d'écoulement d'air frais.

B.2 Sol

Malgré un sol initial majoritairement perméable (terres arables), le scellement d'une grande surface du site devra être compensé par des méthodes permettant de contrer l'imperméabilisation du sol et des conséquences qui en découlent.

Le relief du terrain est peu marqué : le point le plus haut part du sud-ouest, le terrain s'inclinant légèrement vers le nord-est pour un dénivelé d'une vingtaine de mètres. Au périmètre et au-delà des limites du PAP, les côtés nord-ouest et est forment une pente descendante plus abrupte vers chacun des cours d'eau.

Il est essentiel de conserver certaines parties du relief naturel dans l'aménagement du bâti. De plus, adapter les constructions au relief a des avantages économiques comme les actions de terrassement sont diminuées. L'érosion et l'imperméabilisation des sols sont réduites grâce à la préservation de la structure du sol. En effet, celui-ci peut garder l'essentiel de ses fonctions assurées en grande partie par la couche arable (horizon A du profil du sol) : fournir un support pour la biodiversité, servir de réservoir de carbone et d'eau, produire de la biomasse et des matières premières, filtrer l'eau et les éléments nutritifs, recycler nos déchets verts.

Un plan de protection du sol constitué de zones dont le terrassement n'est pas nécessaire est primordial pendant la phase chantier. En effet, le sol a besoin d'énormément de temps avant de se reconstituer et d'assurer ses fonctions essentielles. Ainsi, le plan prendra en compte l'emplacement :

- De zones protégées comme la zone de stockage des terres d'horizon A (couche arable) contenant la banque de graines initiale, les zones humides sur lesquelles le tassement est plus préjudiciable et les zones dont le terrassement n'est pas nécessaire
- De zones de transport des véhicules qui peuvent circuler sur des plaques de roulement pour éviter la compaction du sol

- De zones de stockage de matériaux
- De zones de stockage et d'évacuation des déchets
- De zones de terrassement, de voiries

Pour ce faire, il faudra coordonner ces zones de stockage en fonction du phasage du chantier et identifier les zones susceptibles de stocker les déchets comme celles qui serviront à protéger la couche arable.

Recommandations	Points d'attention
Prévoir des mesures de réten tion des eaux pluviales	→ D.3.6. Fossés ouverts, noues et ruisseau → D.3.5. Bassins de rétention naturels → E.2. Revêtements perméables
Elaborer un plan de protection du sol : <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des mesures de précaution pour éviter le tassement du sol comme des plaques de roulement • Faire circuler les engins de chantier seulement dans les endroits nécessaires • Interdire le terrassement, le stockage du remblai, des déchets et des matériaux au sein du périmètre et des zones protégées par les servitudes • Eviter le terrassement et les dommages provoqués aux sols dans les bandes vertes en accord avec les propriétaires • Protéger, stocker et réutiliser la terre arable • Etablir un cadre réglementaire à définir dans le plan d'exécution 	→ Défini dans le rapport final des incidences environnementales → Les remblais et les déblais doivent être limités au maximum dans les zones protégées par des servitudes où la mobilité douce est autorisée (voir E.2. Revêtements perméables) → La terre arable devrait être réutilisée au maximum, surtout pour les zones qui seront enherbées après travaux → Coordination et gouvernance du plan → Sensibiliser et informer de la nécessité de protéger le sol → Stratégie de l'UE pour la protection des sols (2030-2050)
Institut National de Recherches Archéologiques (INRA)	→ Des vestiges archéologiques ne sont pas attendus (INRA 2021)
Cadastre des sites potentiellement pollués (CASIPO)	→ Concept d'assainissement pour les zones suspectées d'être polluées
Gestion des déchets	→ Eviter et réduire au maximum la formation de déchets (terres inertes, etc.) → Réutiliser la terre arable → Assainissement des terres polluées

B.3 Eau

La gestion de l'eau dans un plan d'aménagement permet de prévenir les inondations plus fréquentes d'années en années, causées par une trop grande imperméabilisation du sol. Le cycle de l'eau dans les zones urbaines est fortement modifié à cause de ces surfaces imperméables qui augmentent considérablement le taux d'écoulement des eaux au détriment des phénomènes d'évaporation et d'infiltration (annexe 2). Cela a notamment pour conséquence de modifier les capacités d'infiltration du sol et de réduire les réserves des nappes phréatiques, en plus de causer des dégâts matériels. Les risques de pollution des rivières dans ce contexte sont fréquents surtout avec les anciens systèmes mixtes d'évacuation des eaux, mélangeant les eaux usées et les eaux pluviales. Ce système est devenu obsolète pour les nouvelles constructions, qui privilégient la séparation des eaux.

Dans le but d'améliorer la qualité des masses d'eau de surface et des masses d'eau souterraines, de soutenir de façon cohérente le développement durable des plans d'aménagement et de sécuriser les zones urbanisées, des mesures doivent être prises pour gérer les eaux pluviales dès la conception du bâti. La réflexion commence par une expertise du sol informant de sa capacité d'infiltration et de la diminution de cette capacité en fonction des surfaces qui seront imperméabilisées. Des informations doivent être également fournies sur la situation de la nappe phréatique et de la topographie du site pour minimiser les coupes dans le sol et éviter les surcharges des zones perméables.

Ensuite, les mesures à prendre consistent à éviter dès le départ de sceller les surfaces, en reconsidérant la planification ou via l'aménagement d'infrastructures perméables. Puis, des mesures d'atténuation peuvent être proposées pour promouvoir l'infiltration de l'eau et son évaporation via des surfaces perméables et grâce à la végétation. Enfin, si les mesures précédentes ne suffisent pas, il est proposé de compenser les pertes de capacité d'infiltration et d'évaporation des sols via la rétention ou le ralentissement des eaux pluviales grâce à des bassins de rétention notamment. En cas d'écoulement important lors des périodes critiques et en fonction du contexte, il est envisageable de diriger les eaux pluviales vers les cours d'eau les plus proches. De plus, il est toujours possible de considérer la récupération d'eau de pluie dans la planification des bâtiments afin de raccorder l'eau aux toilettes, aux machines à laver et pour l'arrosage. Economique, cette méthode permet également de préserver nos réserves d'eau potable.

Au sein de la zone de planification a été localisé un cours d'eau temporaire. Il est situé à l'est du site et il se jette dans le cours d'eau « Alzette » à l'est. Cependant, la nature du terrain dans lequel le cours d'eau temporaire se forme rend celui-ci marqué et peu naturel. Recouvert par une servitude « urbanisation - cours d'eau », le cours d'eau devra être revalorisé et protégé de toute construction.

La zone de planification du PAP étant fort étendue, les mesures d'évitement et d'atténuation ne seront pas suffisantes pour pallier à l'imperméabilisation des sols. Des bassins de rétention ouverts proches de l'état naturel seront nécessaires, accompagnés d'une végétation indigène et adaptée au site. Néanmoins, les mesures d'évitement et d'atténuation devront être sérieusement considérées pour diminuer la charge endurée par les bassins lors des fortes précipitations. Afin de promouvoir au mieux l'efficacité de rétention des structures, il est important d'identifier les couloirs d'écoulement des eaux et de diversifier les modes de rétention des eaux pluviales.

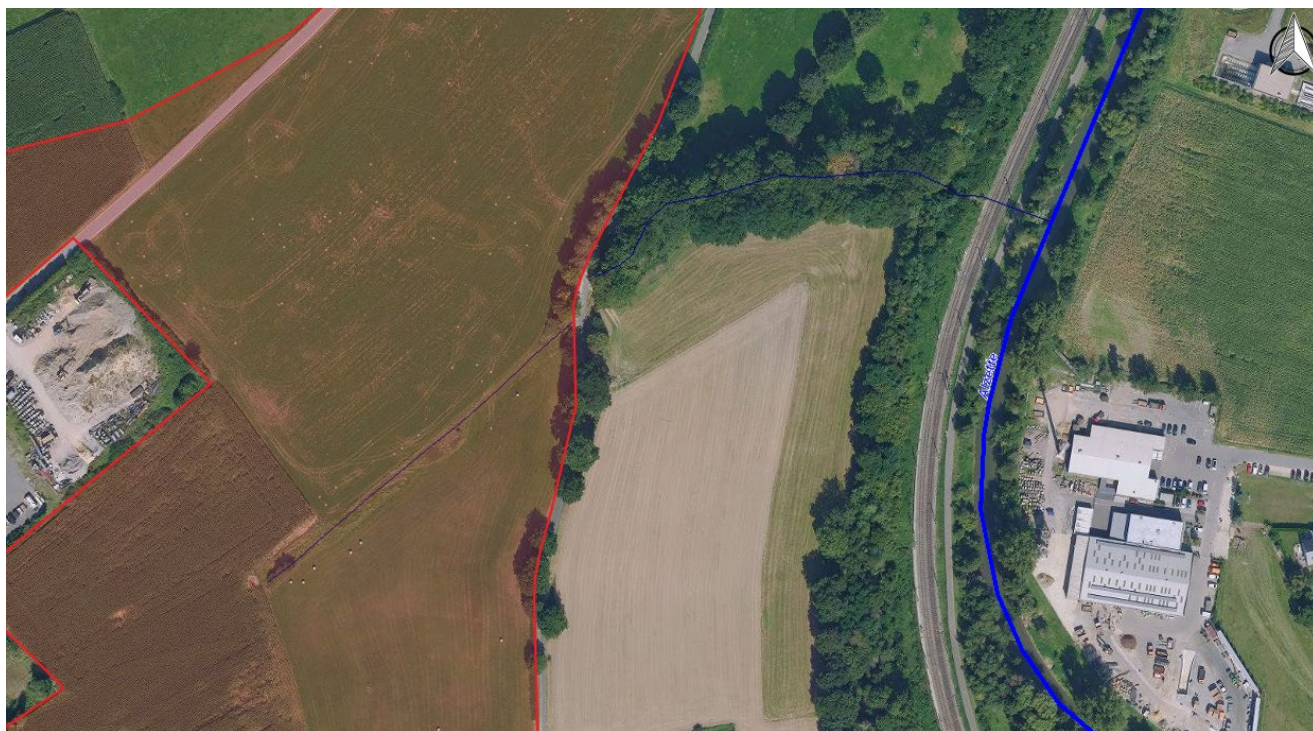


Figure 5. Cours d'eau temporaire, affluent de l'Alzette (1 : 2000)

Recommandations	Points d'attention
Expertise du sol Prévoir des mesures de rétenion des eaux pluviales : les bassins de rétention doivent être proches de l'état naturel	→ Capacité d'infiltration, topographie, pollution → Les bassins doivent permettre la plantation ou l'arrivée spontanée d'une végétation inféodée aux milieux humides → Les eaux pluviales doivent le moins possible parcourir des zones susceptibles de les contaminer (hydrocarbures, microplastiques, autres polluants, ...) → D.3.5. Bassins de rétention
Protéger et valoriser le cours d'eau temporaire	→ La servitude du PAP permet la colonisation spontanée d'une végétation inféodée aux milieux humides → Le terrain naturel ne doit pas être modifié dans un rayon de 5 m de chaque côté du cours d'eau
Diversifier les modes de surface de rétention et d'infiltration : <ul style="list-style-type: none"> • La végétation • Les infrastructures vertes (toits et façades végétalisées) • Les surfaces perméables (gravier, pavés sans scellage de joints, substrats maigres, dalles alvéolées en béton) • Utilisation de l'eau grâce à des systèmes de récupération d'eau de pluie 	→ Le PAP prévoit la collecte et la réutilisation des eaux pluviales pour chaque lot et pour un volume minimal de 10 000 L → Le PAP prévoit au minimum 10% de toiture végétalisée ou de verdure de façade sur les constructions principales → Il faut privilégier au maximum les revêtements perméables, principalement pour les aires de stationnement et les voies à mobilité douce → Sensibiliser sur les surfaces de rétention naturelles → E.2. Revêtements perméables

Privilégier l'évacuation des eaux pluviales via des surfaces ouvertes comme des dépressions végétalisées ou le cours d'eau temporaire	→ Le PAP prévoit l'aménagement de fossés ouverts → Ces fossés doivent être constitués de pentes douces se rapprochant du principe des noues d'infiltration → La végétation spontanée doit être présente et conservée → D.3.6. Fossés ouverts, noues et ruisseau
Concertation entre privés et communes pour former un plan de gestion cohérent, coordonné et adapté à chacune des parties	→ Aménagements publics : parcs, cours, places, aires de jeux, sentiers et zones à circulation réduite → Aménagements privés : fossés des bandes vertes, revêtements perméables des zones de stationnement → D.3.6. Fossés ouverts, noues et ruisseau

B.4 Biodiversité

Encadrés par la loi concernant la protection de la nature, des recommandations ont été établies lors des études sur la faune, la flore et les habitats. Le manuel écologique doit prendre en compte l'écologie des espèces présentes et leur occupation de l'espace afin d'optimiser au mieux leur adaptation au projet d'aménagement. Cela contribuera à renforcer le maillage écologique et les zones de déplacement de la faune à l'intérieur du projet.

B4.1. Les oiseaux

Des espèces d'oiseaux protégées ont été recensées et leur occupation du site décrite. Notamment, le milan noir (*Milvus migrans*) dont les sites de nidification sont proches de la nouvelle route projetée. Le milan royal (*Milvus milvus*) et le milan noir occupent également les prairies comme zone de chasse essentielle. Excepté les deux rapaces, les oiseaux protégés et présents aux alentours ne seront pas fortement impactés par le projet. En effet, la plupart des structures végétales ligneuses utilisées seront préservées et renforcées dans le plan d'aménagement.

Ainsi, des mesures d'atténuation (mesures CEF) doivent être aménagées en amont du projet pour permettre aux milans d'explorer d'autres territoires de chasse. Sélectionnées et suivies par SICONA, les zones de compensation proches sont illustrées dans la partie « D. Aménagements ». Il est essentiel de considérer et d'intégrer ces zones au plan vert de ce manuel écologique afin d'adapter les aménagements et le choix des plantations.

Dans une moindre mesure, des installations pour favoriser la diversité des oiseaux des milieux urbanisés ne peuvent qu'apporter des bénéfices au dynamisme des écosystèmes de la zone de planification : prédation d'insectes, dispersion des graines, etc. Ces installations sont par exemple, des nichoirs, des cavités dans la maçonnerie et des zones de plateformes sous les corniches.

B4.2. Les chauves-souris

Plusieurs espèces de chauves-souris, dont le grand murin (*Myotis myotis*), occupent la zone de planification en tant que surface d'alimentation et de couloir de déplacement. Les surfaces de prairie perdues auront un impact négatif significatif sur ces espèces. Elles sont alors compensées par l'aménagement de mesures CEF de la même manière que pour l'avifaune. Néanmoins, renforcer les structures ligneuses au sein du projet réduira les impacts sur le déplacement des chauves-souris vers les zones de repos et de chasse.

Sur base des recommandations, les zones préoccupantes pour les chauves-souris sont illustrées dans la figure 6 sur fond de la dernière version du PAP. Notamment, il est recommandé de :

- Préserver les biotopes des deux couloirs migratoires longeant les deux routes principales (« rue de Pettingen » - « Um Mierscherbiereg ») et de les renforcer par la plantation de **haies hautes** de 3 à 5 m afin d'éviter les collisions et l'éblouissement lors du chemin de vol
- Planter d'autres arbres à haute tige transversalement aux routes principales afin de créer une liaison qui traverse la zone de planification
- Préserver et renforcer la coulée verte qui traverse le site du nord-est au sud-ouest en tant que couloir d'envergure
- Elaborer un concept d'éclairage pour réduire la pollution lumineuse qui impacte considérablement les chauves-souris
- Aménager des bassins de rétention naturels qui serviront d'habitat de chasse supplémentaire

B4.3. La végétation

La végétation sert de site de nourrissage et de refuge pour la faune, elle protège l'humain de toutes sortes de désagréments comme les écarts de température, réduisant les îlots de chaleur, protégeant des intempéries, du bruit, etc. Afin que la végétation ait un réel effet positif sur l'humain et la faune, elle doit être gérée de façon extensive. En plus de laisser la place à plus de diversité, la gestion extensive est plus économique et réduit une grande partie des sources sonores nuisibles dues à un entretien excessif des surfaces végétales. Les recommandations suivent celles sur les espèces animales protégées qui dirigent l'aménagement du cortège floristique. Particulièrement, il faut :

- Préserver et compléter les biotopes ligneux existants
- Planter des espèces indigènes et adaptées à la station
- Mélanger les espèces dans les aménagements afin de diversifier les niches écologiques pour la faune, d'augmenter les différents bénéfices apportés par la végétation et de réduire la propagation d'éventuelles maladies ou d'attaques de ravageurs
- Sensibiliser sur la gestion extensive

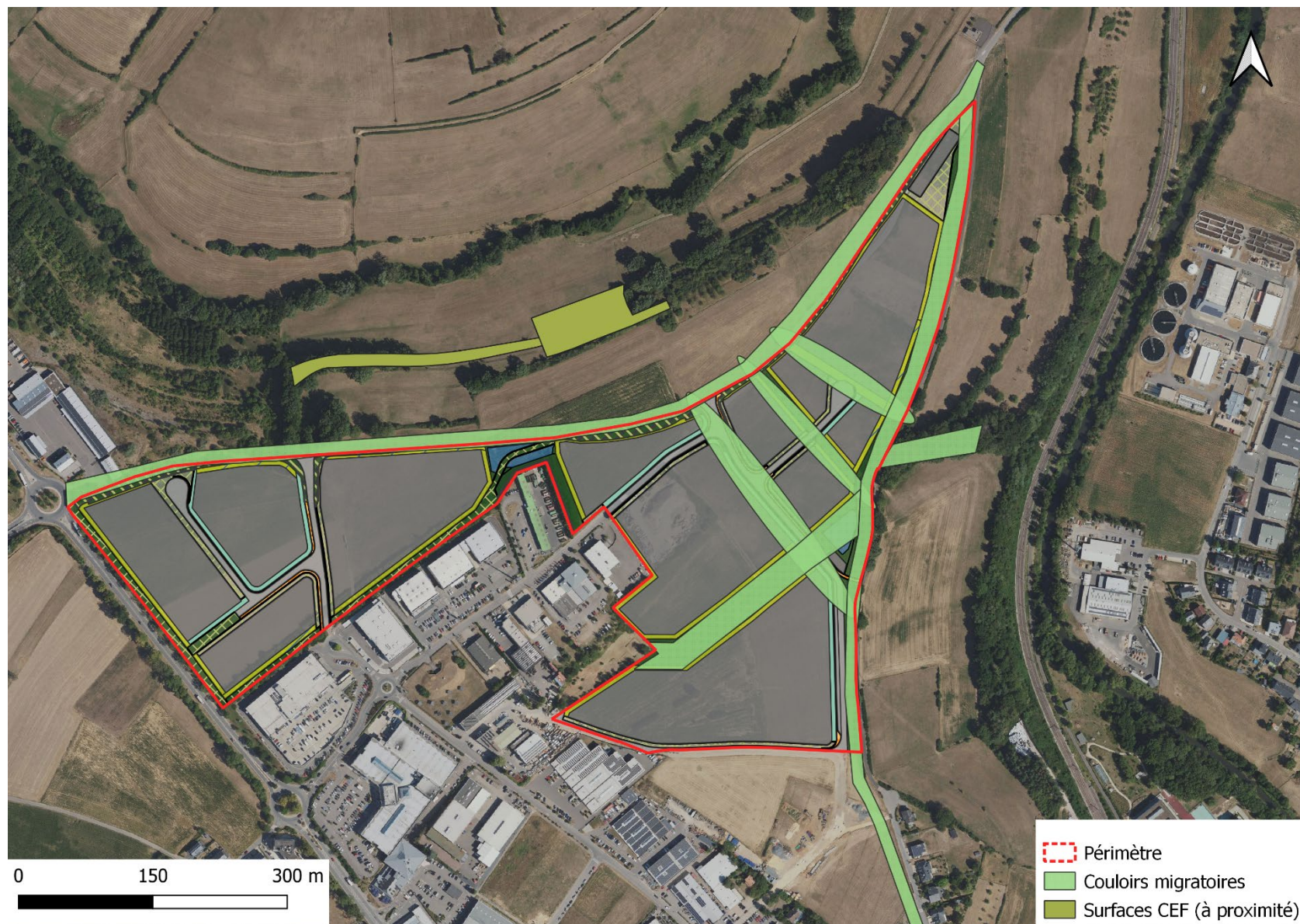


Figure 6. Recommandations de couloirs de déplacement (1 : 4000)

C. Description du projet de développement

Le projet de développement consiste à la réalisation de zones d'activités économiques régionales et communales venant compléter les zones existantes du lieu-dit « Mierscherbiere ». Les deux PAP décrivent :

- 7 îlots d'activités économiques régionales dans le PAP « ECO-r1 »
- 6 îlots d'activités économiques communales dans le PAP « ECO-c1 »
- 2 parkings publics ouverts dans les îlots 3 et 9 du PAP « ECO-r1 »
- Une route de substitution longeant le nord-ouest des PAP et reliant le rond-point « Tinnensbruch » à la route existante « Um Mierscherbiere »
- Le concept d'assainissement avec l'aménagement de
 - ➔ 2 bassins de rétention ouverts entre les îlots 4 et 5 du PAP « ECO-r1 » et dans la coulée verte
 - ➔ Fossés ouverts pour l'écoulement des eaux pluviales
 - ➔ Captage du fossé existant
- Un concept de transport pour la mobilité douce
- Des espaces verts soumis à des servitudes « urbanisation – CE (Cours d'eau) ; CV (Coulée verte) ; B (Biotopes) ; IP (Intégration paysagère) »
- Des biotopes protégés seront détruits dans le projet d'aménagement, excepté les biotopes couverts par une servitude « urbanisation – CV ; IP » ou désignés comme bande de verdure
- Des surfaces pouvant être scellées situées entre les limites constructibles et l'espace public, dont 50% doivent être végétalisés
- Des zones de circulation
 - ➔ Pour la mobilité douce
 - ➔ Pour les chemins d'entretien des aménagements verts

Un résumé du PAP graphique est illustré à la figure 7. Les aménagements proposés pour la plantation sont décrits au point suivant en tenant compte des prescriptions du PAP et des bases de planification les plus récentes.



Figure 7. Partie graphique du PAP simplifié (1 : 3500)

D. Aménagements

D.1 Concept du manuel écologique

Les services que nous apporte la nature sont indispensables et pourtant ils ne sont pas infinis. En ces temps incertains, ces services n'en deviennent que plus primordiaux ne serait-ce que pour la production de biens matériels et de consommation. En effet, la nature régule tout un ensemble de systèmes qui soutiennent le vivant et nos activités : le climat, le sol, les cycles de l'eau et du carbone. Dans le contexte du manuel écologique, cela engendre de réguler les variations de température, de conditionner des couloirs pour l'air frais, de dépolluer notre eau, notre air et de contribuer à l'arrêt du déclin de la biodiversité. Le tout forme un complexe immense dont l'équilibre dépend également de notre manière d'agir, même à moindre échelle.

Le manuel écologique est conceptualisé pour structurer les espaces naturels dans une zone en développement. Il s'adapte aux fonctions du bâti et l'accompagne pour former un ensemble urbanisé cohérent, durable et respectueux de l'environnement. Il permet donc de promouvoir les liaisons entre les zones économiques du projet « ZAMID » de différentes manières. Il met en œuvre des actions permettant de ralentir la surexploitation de nos ressources et de nos espaces, de donner des occasions à la nature de s'adapter à notre train de vie.

Le but principal des aménagements proposés dans le manuel écologique est de renforcer la qualité de l'espace public et la protection de la nature pour les intégrer dans le bâti tout en assurant une transition douce entre les différentes parties et un entretien limité. Bien que la protection de la biodiversité et son intégration sur le site soient au cœur du manuel, des précautions de base sont prioritaires pour assurer la sécurité des personnes, du transport et du bâti. Afin d'impacter le moins possible les habitats et les espèces protégées aux alentours du site, il est essentiel d'élaborer un réseau écologique cohérent au sein du projet d'aménagement. D'un côté, cela permettra de rediriger de façon sécurisée les espèces protégées vers des zones refuge où sont appliquées les mesures d'atténuation. De l'autre côté, cela permettra à ces espèces d'occuper le site de telle sorte qu'elles puissent s'y reposer ou de le traverser sans être entravées par les activités humaines (figure 9).

Le tout entre en cohérence avec les stratégies du Plan National pour la Protection de la Nature (PNPN3) telles que de « conserver, renforcer, voire rétablir la connectivité écologique », « restaurer les écosystèmes liés à l'eau douce » et « verdir les zones urbaines et péri-urbaines ».

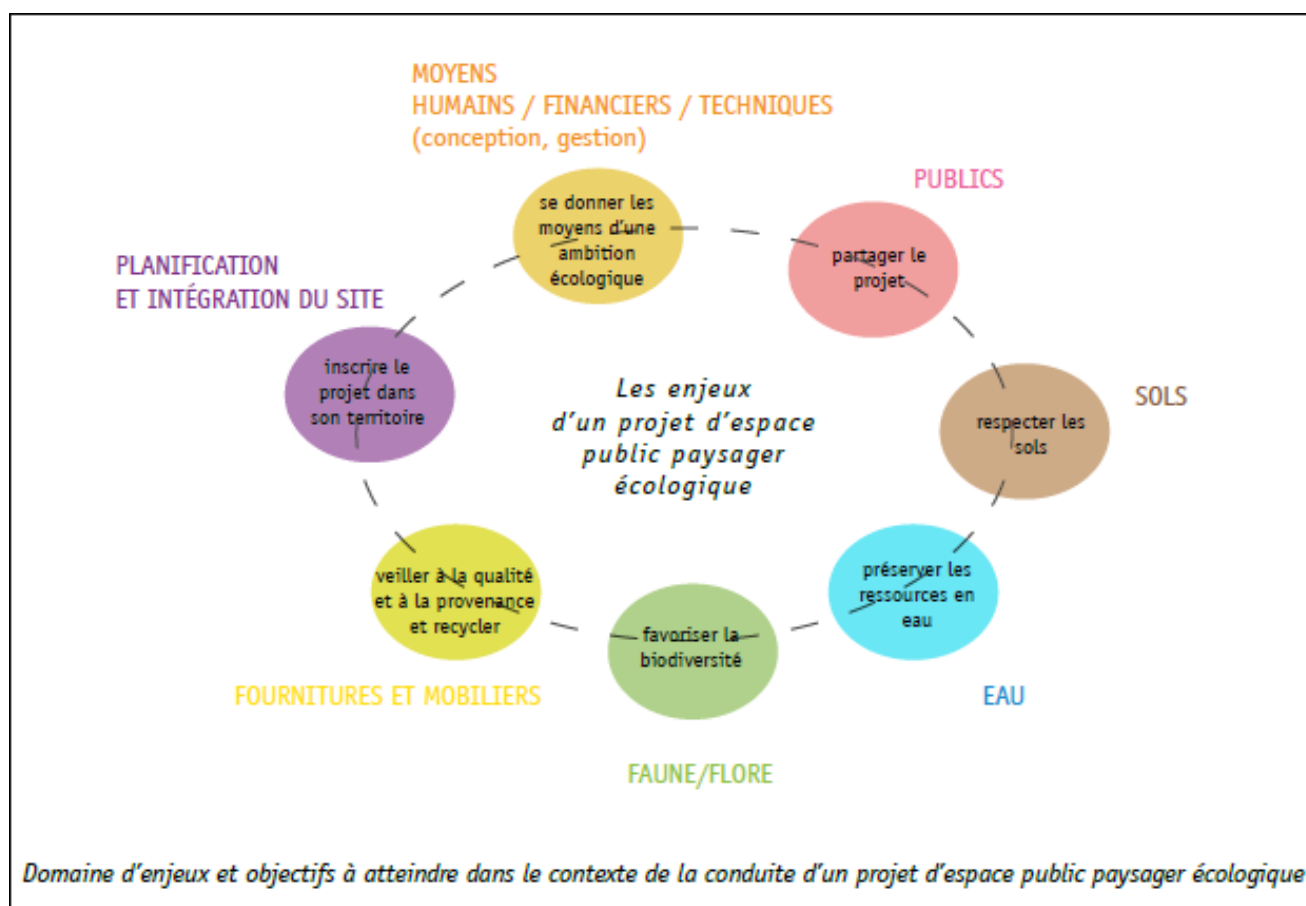


Figure 8. Concept du manuel écologique (Plante & Cité 2014)

La gestion extensive des aménagements doit être effectuée en parallèle à la lutte contre une opinion publique prônant une nature propre et ordonnée. En réalité, cette opinion va à l'encontre d'un bon état de santé de la biodiversité comme elle encourage la dégradation et la superficialité des surfaces végétales. Pourtant, il est tout à fait possible d'intégrer des notions d'esthétisme tout en sensibilisant le public sur les notions de biodiversité, d'écosystème, d'équilibre, d'îlots thermiques urbains, de l'adaptation aux changements climatiques et sur l'écologie des espèces présentes sur le site.

Ainsi, une gestion extensive des espaces verts prévoit des actions permettant de guider la végétation en se rapprochant le plus possible du naturel sans laisser des indésirables envahir les espaces ou les dégrader. Par exemple, les espèces végétales invasives comme la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) et la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) sont prosrites. La végétation qui sera installée dans les aménagements verts devra respecter l'intégrité des biotopes initiaux et les habitats des espèces protégées, tout en s'intégrant aux spécificités du terrain. Les espèces doivent être indigènes et les variétés provenant du Grand-Duché du Luxembourg.

La végétation préservée sur le site et celle qui complètera le projet servira en tant que puits de carbone, d'eau et de particules polluantes pour pallier l'exploitation du site en plus de tous les bénéfices déjà mentionnés. Particulièrement, cette végétation et les zones de rétention devront former une trame connectée. Il est important que les espaces verts préservés du site puissent communiquer entre eux via des corridors continus. Ces zones de quiétude et de nourrissage doivent pouvoir transiter vers les plus grandes zones hors site, servant de réservoir de biodiversité à l'extérieur des PAP. Cela aura pour but de permettre à la faune locale d'effectuer ses migrations journalières pour la recherche de nourriture, pour changer de gîte en fonction des saisons ou pour la recherche de partenaire. Plus un site est fragmenté, moins il est possible pour certaines espèces animales

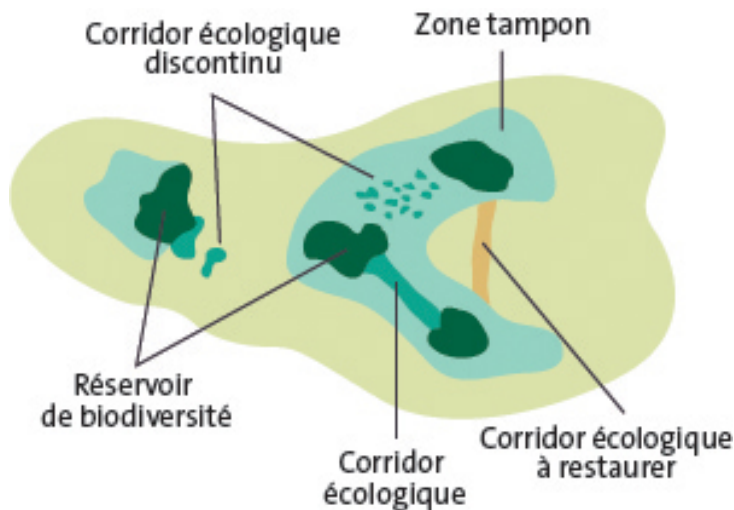


Figure 9. Concept du maillage écologique (topos-urba.org)

d'effectuer leur cycle de reproduction, de se nourrir, de trouver un abri, ou pour les espèces végétales de se disperser. Dans le contexte des PAP, les aménagements verts et les mesures CEF à proximité renforcent le maillage écologique initial du site (figures 9 et 10).

L'installation de la végétation lors de l'aménagement peut s'organiser différemment en fonction du contexte, de la construction du bâti, du temps disponible, etc. Dans les zones où la végétation initiale est déjà bien installée et dans les zones de liaison, la succession naturelle, et donc la végétation spontanée, peut suffire comme outil de réimplantation.

Il est toujours possible de combler les zones de liaison par de la plantation ou de l'ensemencement pour améliorer la qualité du biotope plus rapidement.

En dehors de ces zones de végétation ligneuse existantes, il est fortement recommandé de garder la banque de graines de la première couche du sol lors du terrassement en phase d'exploitation. Cette couche de sol peut être répandue sur les zones propices au renouvellement de la végétation de type prairial, en laissant le principe de succession naturelle faire son œuvre. De même, l'ensemencement peut aider ces biotopes à recouvrir leurs propriétés écologiques plus rapidement et pour en améliorer la qualité. Si les espèces sont indigènes et adaptées au site, il est inutile de recourir à certaines pratiques comme le paillage en hiver.

Phase	Mesures
Durant la conception	<ul style="list-style-type: none"> • Concrétiser les mesures CEF • Plan de protection du sol • Plan concerté de la gestion des eaux
Durant la phase chantier	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du sol : <ul style="list-style-type: none"> ➔ Anticiper les accès au chantier ➔ Baliser les éléments naturels ➔ Lutter contre les espèces exotiques envahissantes ➔ Éviter le dérangement de la faune locale • Atténuer les nuisances sonores et la pollution lumineuse • Protéger les éléments naturels existants • Gestion des déchets
Durant la phase d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des mesures CEF • Entretien des infrastructures vertes • Suivi des espaces verts et de leur gestion extensive • Plan et calendrier d'entretien des aménagements naturels • Sensibilisation du public sur la gestion extensive (modèle en annexe 3 d'une fiche sommaire de sensibilisation)

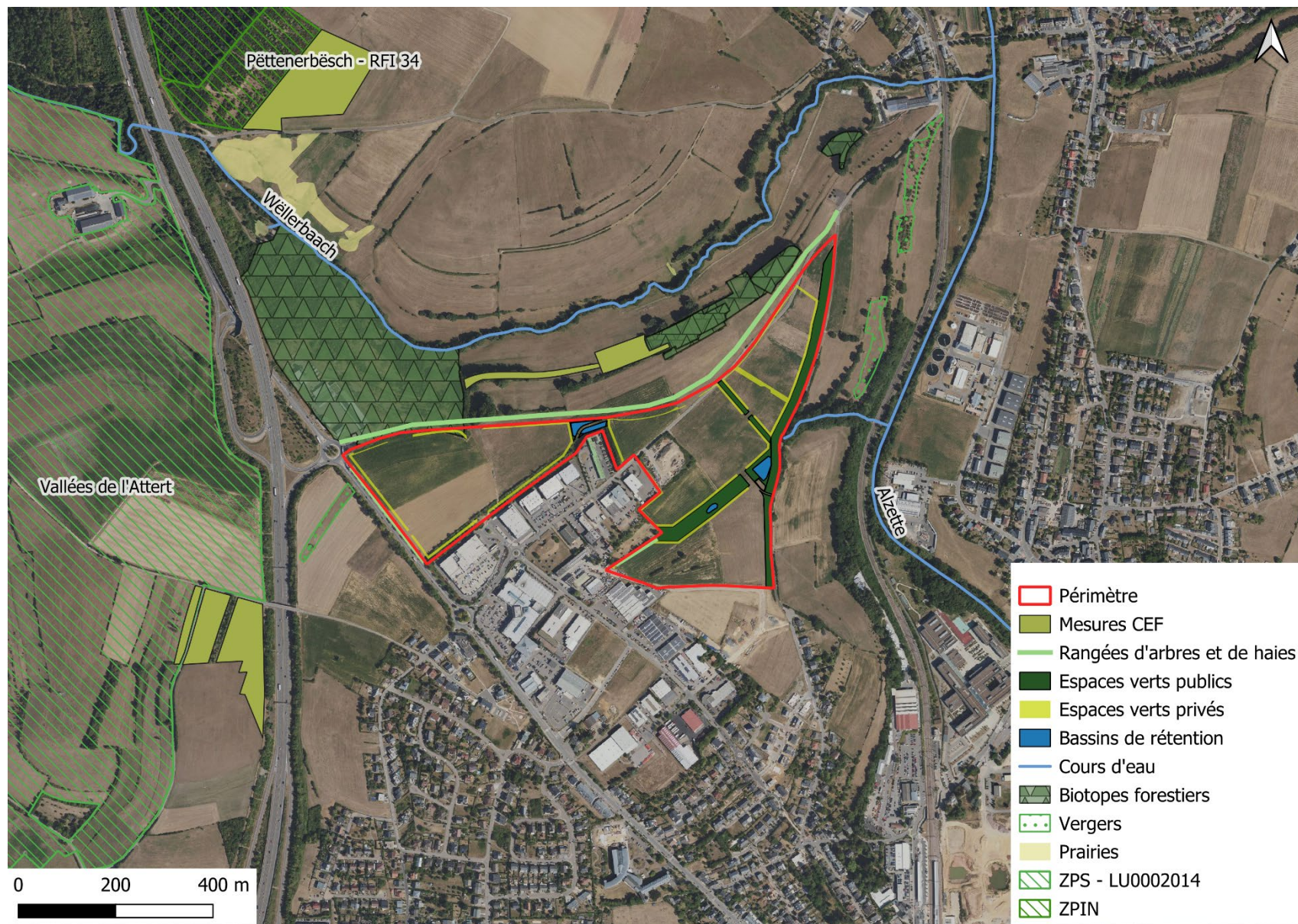


Figure 10. Maillage écologique après aménagement du projet (1 : 9000)

D.2 Entretien

Présentée au point précédent, la gestion extensive est un principe qui permet d'entretenir des aménagements verts tout en respectant les cycles biologiques des êtres vivants. C'est un entretien adapté à chaque type de végétation qui peut être modifié selon les fonctions du lieu et du bâti. Ainsi, il est possible de faire appel à une gestion différenciée d'un même espace. Cela permet de gérer de façon plus intensive des parties de cet espace exposé à une forte fréquentation jusqu'à laisser vivre la flore spontanée dans les parties non ou moins fréquentées.

Par exemple, le fauchage tardif permet aux espèces végétales d'effectuer leur cycle de reproduction : d'avoir suffisamment le temps de fleurir et de fructifier pour assurer leur descendance et approvisionner la banque de graines du sol. C'est pour cela que des périodes adaptées de fauchage doivent être organisées afin de respecter ce principe. De plus, la coupe d'automne est inutile car la végétation s'assèche naturellement et s'étale au sol. La première période de fauchage va plutôt se dérouler au tout début de l'été (fin juin/début juillet) ce qui permettra aux espèces de printemps de finir l'étape de fructification de leur cycle de reproduction. Une seconde fauche peut avoir lieu à la fin de l'été, laissant alors le temps aux espèces d'été de fructifier, à partir du moment où aucune fauche n'est effectuée après le mois de septembre.

Pendant tout le processus de fauche, des engins adaptés doivent être utilisés pour répondre à certaines conditions : une allure de fauche pas trop rapide et destructrice, à 10 cm du sol. Il faudra également veiller à contrôler l'apparition d'espèces exotiques envahissantes. De fait, le fauchage suffira également à limiter certaines espèces comme les *Rumex* et les ligneux qui ne sont pas destinés à coloniser des bandes fleuries ou des prairies, tels que les prunelliers (*Prunus spinosa*), les aubépines (*Crataegus sp.*) et les robiniers faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*). Le principe reste le même concernant la taille des arbustes et des arbres qui doit être le moins envahissant et destructeur possible (exemple pour les arbustes en figure 12).

Afin de compléter l'aménagement des espaces verts, l'installation de nichoirs et de gîtes à insectes semble tout à fait indiquée. Les uns pour soutenir l'avifaune urbaine et les autres pour aider à polliniser les aménagements fleuris.

L'annexe 4 présente des conseils d'entretien et un calendrier de gestion extensive des aménagements verts en fonction du type de végétation, présenté sur fond de la partie graphique du PAP.

De façon générale :

- Les pesticides, produits phytosanitaires et engrais chimiques sont interdits
- L'arrosage de certains types de végétation est limité aux premières années au maximum et aux canicules prolongées
- Les essences doivent provenir du Grand-Duché du Luxembourg
- Les essences doivent être mélangées
- Le matériel utilisé pour l'entretien de la végétation comme les liens d'ancrage ne doivent pas être en plastique ou en tout autre matériau susceptible de produire des déchets
- Le paillage doit être limité aux premières années en tant que protection et aide au développement
- Il faut lutter contre les espèces invasives
- Il faut renoncer aux coupes de finition (ne pas tailler les branches basses des haies, etc.)
- Des nichoirs et des hôtels à insectes doivent être installés à des emplacements appropriés
- Les distances minimales de plantation doivent être respectées (figure 11)
- La tonte est laissée sur place quelques jours pour renouveler la banque de graines. Elle peut ensuite être enlevée pour appauvrir le sol et développer une plus grande biodiversité

Bien que la succession naturelle soit le meilleur moyen de recoloniser et compléter les espaces verts, certaines surfaces devront certainement êtreensemencées ou replantées.

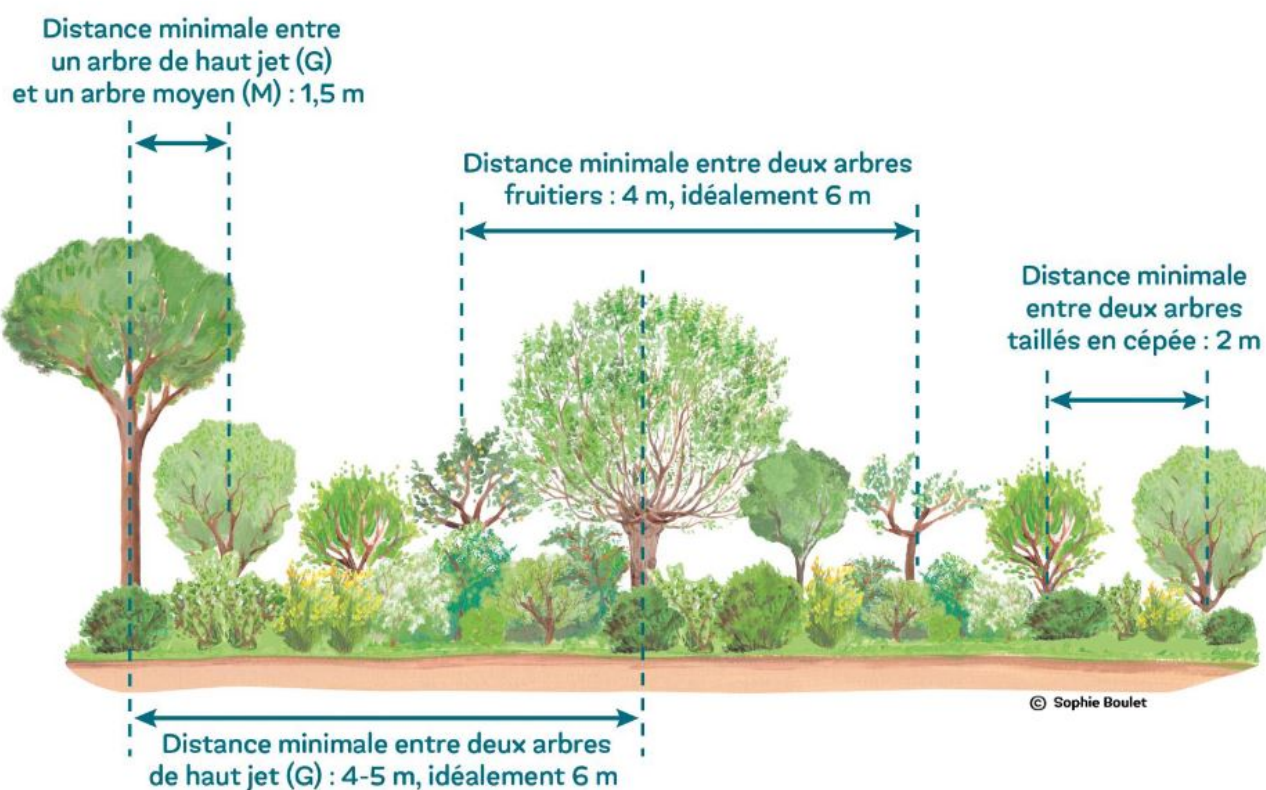


Figure 11. Distances minimales de plantation (Sophie Boulet 2018)

Année 0



Année 3



Année 6



Le "tuteurage" correct s'effectue le plus près possible du sol.

La taille des haies

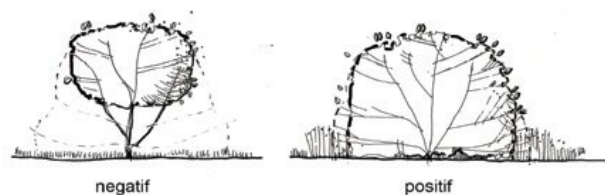


Figure 12. La taille des haies (Nature et Construction 2017)

Figure 13. Exemple de taille écologique des haies – Le tuteurage (ANF 2023)

D.3 Domaine public

Un plan de plantation axé sur les aménagements en domaine public se situe en annexe 4, accompagné d'un calendrier de gestion, des essences et des espèces végétales proposées. Toutes les recommandations sont à préciser dans les plans d'exécution.

D3.1. Aménagements prioritaires pour les espèces protégées

Les aménagements verts à mettre en place dans la cadre du manuel écologique doivent prioritairement s'exercer dans le sillon des mesures de protection et de compensation des espèces protégées présentes sur le site. Ainsi, le plan de plantation comprendra des aménagements prioritaires correspondants aux zones de servitude du PAG, du PAP et des biotopes protégés existants à préserver.

Les zones d'aménagement proches des routes doivent fournir une **haie « brise-vent »** de hauteur importante afin de protéger les chauves-souris, les oiseaux, de l'éblouissement et des collisions. Véritables barrières végétales, ces zones ne sont plus du tout entretenues après les premières années de plantation, excepté le périmètre. Ainsi, seules les bordures doivent être accessibles pour éviter une colonisation végétale des zones fréquentées. Dans tous les cas, la végétation qui viendra compléter les structures naturelles existantes devra être particulièrement diversifiée. Cela est essentiel pour lutter contre l'évolution des populations d'insectes ravageurs et autres maladies affectant la plupart des arbres depuis quelques années. Dans certains cas, les essences mélangées devront être cohérentes et respecter un même type de gestion, une évolution similaire (hauteur des arbres) et un même type d'environnement.

Pour tous les aménagements, il faut considérer en priorité la colonisation végétale spontanée, notamment pour les bandes fleuries, les zones de prairie extensive ou les zones broussailleuses. Si nécessaire, la plupart des aménagements peuvent être soutenus par des plantations ou de l'ensemencement.

Dans les zones nouvellement aménagées, la pose de nichoirs et de maisons à insectes est appropriée pour pallier temporairement l'absence de gîtes naturels.

Le plan de plantation est destiné à être adapté dans le plan d'exécution notamment en cas d'obstacles à la plantation d'arbres à haute tige comme les lignes à haute tension, d'éventuelles passerelles entre bâtiments ou de modification des essences d'arbres.

Espaces verts	Propositions d'aménagement
<p>Servitude « urbanisation - Intégration Paysagère »</p>  <p>Figure 14. Barrière végétale en bord de route (DDT de l'Yonne 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La partie centrale de l'espace vert ne doit pas être entretenue, elle est destinée à l'aménagement d'un bosquet • Des chemins pour la mobilité douce et pour l'entretien des plantations peuvent être aménagés en bordure ouest de la servitude • Dans le cas où des chemins pour la mobilité douce sont proposés à un autre emplacement, des zones de quiétude sans entretien doivent être redéfinies et séparées des zones situées au périmètre des chemins, qui doivent être entretenues • Une <u>haie brise-vent</u> formée d'arbres à haute tige mélangés à des haies sont plantés en bordure est de l'espace vert
<p>➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Intégration Paysagère -1 » ➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Intégration Paysagère -2 » ➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Intégration Paysagère + Servitude écologique »</p>	
<p>Servitude « urbanisation - Coulée verte »</p>  <p>Figure 15. Surfaces en pavés non posés dans le mortier (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'espace vert est également destiné à l'appropriation par le public, via des aires de repos ou de jeux voire d'un bassin de rétention qui peuvent être aménagés dans des espaces plus ouverts • La gestion est différenciée dans cet espace : les aires accessibles au public sont plus entretenues comparées aux zones plus végétalisées • Les zones plus végétalisées dans lesquelles des chemins pour la mobilité douce peuvent être aménagés, sont constituées d'un mélange d'arbres à haute et moyenne tige sur prairie fleurie extensive • Les surfaces destinées au public ne doivent pas être perméabilisées/bétonnées : suivre les prescriptions du point E.2. • Le mobilier urbain doit suivre les prescriptions du point E.4. • Le concept d'éclairage est décrit au point E.1. • Un éventuel bassin de rétention des eaux pluviales doit suivre les prescriptions naturelles du point D.3.5.
<p>➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Coulée Verte + Cours d'eau - 1 » ➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Coulée Verte + Cours d'eau - 2 »</p>	

<p>Servitude « urbanisation – Cours d'eau »</p>  <p><i>Figure 16. Fossé ouvert enherbé (SPW 2020)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le fossé existant doit servir de mesure de rétention et d'infiltration des eaux pluviales pour éviter le plus possible de retravailler le relief du terrain • Autrement, le fossé ouvert aménagé doit être enherbé et fauché une fois par an • Des plantes typiques des milieux humides doivent spontanément s'installer • L'ensemencement est possible en tant qu'aide à la colonisation par les plantes de milieux humides
<p>➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Coulée Verte + Cours d'eau - 1 » ➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Coulée Verte + Cours d'eau - 2 »</p>	
<p>Servitude « urbanisation – Biotopes » : au périmètre ouest</p>  <p><i>Figure 17. Bandes fleuries de part et d'autre d'une route et d'une piste cyclable (natur&emwelt 2023)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Préserver la rangée d'arbres le long de la « rue de Colmar-Berg » • Compléter l'espace par des bandes fleuries, ce qui permet de garder un visuel à partir de la route sur le projet d'aménagement • Le chemin pour la mobilité douce doit suivre les prescriptions du point E..2. pour les revêtements perméables
<p>➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Biotopes »</p>	

<p>Servitude « urbanisation – biotopes » : au sud du bassin de rétention ouest</p>  <p><i>Figure 18. Pente douce enherbée d'un bassin de rétention (AGE 2013)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Préserver la zone de bosquet au sud du bassin de rétention • Renforcer le bosquet par la plantation de haies/buissons • Réserver une marge de 2 m de largeur en bordure du bassin de rétention en tant que pente douce pour aménager une bande de prairie fleurie composée d'espèces végétales inféodées aux milieux humides • La partie concernée par l'aménagement éventuel d'une voie motorisée doit être bordée en partie nord uniquement par une bande fleurie
<p>Servitude écologique 1</p>  <p><i>Figure 19. Double rangée d'arbres accompagnée de buissons (Société Nationale d'Horticulture de France)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • La zone est réservée à la plantation de deux rangées d'arbres à haute tige dont les essences sont sélectionnées à l'annexe 4 dans le plan de plantation • Cette servitude peut également être occupée par des buissons denses • Le périmètre de la servitude est bordé par des bandes fleuries
<p>➔ Annexe « Coupe –Servitude écologique 1 »</p>	

Servitude écologique 2



Figure 20. Arbres à haute tige et buissons en bord de route (Nature et Construction 2017)

- La zone est réservée à la plantation d'un mélange d'arbres à haute tige, de buissons et de haies sur 80% de la surface
- La végétation existante doit être préservée et complétée avec des arbres à haute tige sur le périmètre ouest de la « rue de Pettingen »
- Le côté ouest de la servitude est végétalisé par de la prairie extensive sur 2 m de largeur
- Le côté ouest de la servitude est longé par un chemin d'entretien

➔ Annexe « Coupe – Urbanisation Intégration Paysagère + Servitude écologique »

D3.2. Voies de circulation motorisées

Parmi les aménagements verts possibles, ce sont plus souvent les **rangées d'arbres à hautes tiges** qui sont sélectionnées pour longer les routes et accès pour véhicules motorisés. Aux multiples qualités esthétiques et écologiques, ces arbres d'alignement apportent de la structure dans un paysage, une séparation entre différents milieux. Véritables puits de carbone, ils absorbent une grande quantité de CO₂ qui servira à la fabrication de leur bois, mais surtout à la dépollution de notre atmosphère. Outre leurs fonctions d'éponges à gaz à effet de serre, on peut aussi retenir que les arbres temporisent les variations de température, protègent du bruit et servent de couloirs migratoires pour la faune sauvage.

Dans le contexte de l'aménagement des voiries, les essences doivent être sélectionnées judicieusement pour supporter la pression anthropique. Les arbres les plus résilients aux milieux urbains sont des espèces résistantes aux conditions extrêmes causées par les changements climatiques et aux conditions des terrains urbanisés. Ces espèces regroupent généralement ces caractéristiques :

- Elles sont adaptées aux variations des propriétés du sol (plus sec, plus pauvre, plus perturbé, plus compacté)
- Elles sont adaptées aux variations du climat (plus chaud, plus sec)
- Elles supportent les variations inhabituelles de la photopériode et de leur cycle biologique (gel précoce)
- Elles sont capables de fonctionner comme des éponges à particules polluantes provenant du sol ou de l'atmosphère

Bien que les solutions actuelles préconisent de sélectionner les espèces indigènes entrant dans ces conditions, il est conseillé d'ouvrir cette sélection aux espèces non indigènes dont les exigences écologiques coïncident avec celles du Luxembourg. Cela a pour but d'adapter notre gestion sur le long terme en fonction des conséquences des changements climatiques. Les espèces non indigènes déjà étudiées au Luxembourg sont par exemple le chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*), le pin noir d'Autriche (*Pinus nigra*) ou le sapin de Nordmann (*Abies nordmanniana*). Une autre solution propose de rechercher et de récolter les semences des individus situés sur des sites particuliers comme des microclimats exposés à des conditions difficiles.



Aux premières années après la plantation, les arbres doivent être taillés afin d'obtenir un port qui n'entravent pas les infrastructures. Les branches basses ne doivent pas atteindre moins de 3 à 5 m de hauteur ce qui correspond à la hauteur d'un camion. Au fur et à mesure, les interventions seront moins régulières jusqu'à devenir inexistantes. Le pied des arbres, qu'il soit en bord de route sur prairie ou enclos dans un trottoir, ne doit pas être nu. De la végétation de type rejets, herbacées ou des couvre-sols comme la pervenche (*Vinca sp.*) peuvent être laissés ou installés au pied des arbres sans que cela ne s'oppose à la sécurité de l'emplacement. La gestion des pieds d'arbres est minime, un fauchage peut être organisé une fois par an.

Mélanger et diversifier les essences permet de limiter les risques de propagation de maladies. Pour cela, il faut choisir des essences dont le port, la taille et le développement sont similaires afin d'assurer une gestion non chronophage. Ce choix doit également prendre en compte le type de fruits produits, si l'arbre sécrète des substances collantes ou salissantes et le type de système racinaire.

Le substrat sur lequel les arbres peuvent être plantés est dans l'idéal le sol initial non remanié. Autrement, du substrat maigre est favorisé à tout autre mélange de sol riche habituellement utilisé pour les plantations. Les bordures séparant la zone de plantation du trottoir et de la route sont inutiles, sauf éventuellement le long de routes importantes, pour des raisons de sécurité. Une transition douce

entre les différents substrats permettra l'installation d'une végétation rase dont les besoins en éléments nutritifs sont bas.

Les rangées d'arbres peuvent être complétées par des buissons ou des haies pour les espèces qui ne sont pas sensibles à la concurrence. Les routes reliant les différents lots doivent permettre le passage des véhicules et des piétons. Ainsi, les rangées d'arbres peuvent être interrompues par des zones bétonnées pour le passage des véhicules ou par une surface perméable pour le passage des piétons. La distance des arbres par rapport à la route dépend des dispositions de sécurité en vigueur.

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Alignement d'arbres à haute tige</p>  <p>Figure 21. Alignement d'arbres le long d'une voirie (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distance de 3-5 m des routes • Distance de 8-10 m entre chaque arbre à haute tige et par rapport aux bâtiments • Distance de 2-3 m par rapport aux fossés enherbés • Mélange des espèces • Elagage sur 3 à 5 m de hauteur • Pieds des arbres préservés pour la végétation spontanée
<p>→ 3 espèces minimum d'arbres à haute tige doivent être sélectionnées parmi la liste de l'annexe 4.1. pour composer les alignements de bord de voiries, notamment : le chêne rouge d'Amérique (<i>Quercus rubra</i>), le merisier (<i>Prunus avium</i>) et l'érable plane (<i>Acer platanoides</i>)</p>	
<p>Haie champêtre</p>  <p>Figure 22. Formation de haies indigènes après renonciation au fauchage (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de fauche au pied des haies • Distance de 1-3 m des routes • Distance entre chaque espèce de 0.5-1 m • Mélange des espèces « Heck vun Hei » • Minimum 3 m de largeur • Pouvant aller jusqu'à 5-10 m de hauteur • Taille au maximum une fois par an • Voir annexe 4.2.
<p>Haie brise vent</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Voir le point D.3.1. concernant la servitude « urbanisation - Intégration Paysagère »

Bande fleurie



Figure 23. Haies et bandes fleuries (Ville de Namur 2016)



Figure 24. Bande fleurie en gestion différenciée (Nature et Construction 2017)

- La bande fleurie accompagne les arbres et buissons en bord de route
- Mélange des semences « Lux » (dans le cadre du projet « Wëllplanzesom Lëtzebuerg »)
- Fauchage extensif ou différencié, dans le cas de végétation en bord de route fréquentée par exemple : 1 m de largeur, correspondant à l'accotement, est fauché plus régulièrement pour permettre aux catadioptres d'être visibles en tout temps

- ➔ Annexe « Coupe - Nouvelle route projetée – 1 »
- ➔ Annexe « Coupe - Nouvelle route projetée – 2 »
- ➔ Annexe « Coupe - Nouvelle route projetée – 3 »

- Parmi tous les types d'aménagements proposés, il est conseillé de border sur 1 à 2 m de largeur les voies de circulation par des bandes fleuries afin de faciliter l'entretien et d'éviter d'éventuels inconvénients aux usagers
- La composition en espèces des aménagements doit être proche de la nature tout en veillant à la sécurité des personnes notamment en évitant les buissons épineux en bordure de circulation

D3.3. Chemins piétonniers, trottoirs et pistes cyclables

Les aménagements verts à installer le long des chemins piétonniers et des pistes cyclables sont à définir dans le plan d'exécution. Néanmoins, compte tenu de l'avant-projet du projet d'exécution fourni récemment par le bureau Best (2023), les aménagements proposés dans le plan de plantation sont alternés et mélangés aux aménagements accompagnant les structures proches. Par exemple, une zone de fossé ouvert enherbé proche d'une piste cyclable sera séparée de celle-ci par une haie, ou bien une haie longeant un lot sera séparée d'un chemin piétonnier par une bande fleurie. En plus de mélanger les essences et les espèces, il est essentiel de diversifier les structures végétales. Le plan d'aménagement offre toute une gamme de possibilités pour l'installation de la végétation, notamment :

- Les chemins qui longent les routes sont séparés soit :
 - ➔ Par une bande de végétation fleurie/enherbée
 - ➔ Par une allée d'arbres à haute tige
 - ➔ Par des haies champêtres
- Les chemins situés dans les espaces verts ou éloignés des routes peuvent être longés par des zones plus larges et moins entretenues de haies, de prairies et d'arbres de toutes tailles
- Des chemins sur pilotis peuvent être proposés dans les zones humides formées par les bassins de rétention naturels
- Les chemins peuvent supporter des substrats de type maigre ou poudzollanique à pH élevé. Ces derniers ont la particularité de se composer de peu de nutriments mais de toute de même permettre l'installation d'une végétation typique des milieux urbains
- Il n'est pas nécessaire d'installer des bordures le long des chemins réservés à la mobilité douce

Dans le cadre du PAP, les chemins piétonniers et les pistes cyclables sont illustrés à titre indicatif. Il serait préférable d'adapter ces pistes au relief du terrain, notamment dans la coulée verte au sud-est du projet.




Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Aménagement mixte : alignement d'arbres à haute tige et haie d'agrément</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Opter pour un matériau de revêtement non constitué d'asphalte tel que proposé dans le point E.2. sur les revêtements perméables• Les matériaux utilisés doivent s'adapter au paysage naturel• Dans l'idéal, les chemins devraient suivre le relief ou le tracé naturel du terrain• Les bordures sont à proscrire, excepté du côté des routes fort fréquentées• Le pied des arbres doit rester fleuri• La haie d'agrément est plus souvent entretenue qu'une haie champêtre, d'une largeur de 1-2 m et d'une hauteur maîtrisée à 2 m maximum

Figure 25. Aménagements écologiques au Kirchberg (Sound Ecology 2020)

<p>Chemin sur pilotis ou pont dans les zones de bassin de rétention</p>  <p><i>Figure 26. Passerelle d'un bassin de rétention (optionamenagement.com)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux utilisés sont par exemple du bois FSC non traité par des produits polluants : voir le point « E.4. Mobilier urbain »
<p>Chemin pour les entretiens et pour la mobilité douce dans un espace vert, de repos ou aire de jeux</p>  <p><i>Figure 27. Chemin pour la mobilité douce en concassé (UNaLab 2022)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le chemin en concassé permet la circulation de petits engins motorisés pour l'entretien des structures végétales • Les trottoirs peuvent aussi être aménagés par du concassé • Voir le point D.3.1. sur la servitude « urbanisation – Coulée Verte » • Voir le point D.3.8. sur les aires de jeux et de repos

<p>Trottoirs et chemins en pavés</p>  <p>Figure 28. Trottoirs et chemins piétonniers en pavés (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Une autre alternative aux revêtements écologiques est la structure en pavés de pierres de la région • Les aménagements verts ne sont pas entourés de bordures, excepté le long de la route, l'eau peut ainsi plus facilement atteindre la végétation
<p>Haie champêtre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Voir l'aménagement D.3.2.
<p>➔ Annexe « Coupe – Mobilité douce »</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Parmi tous les types d'aménagements proposés, il est conseillé de border sur 1 à 2 m de largeur les voies de circulation par des bandes fleuries afin de faciliter l'entretien et d'éviter d'éventuels inconvénients aux usagers • La composition en espèces des aménagements doit être proche de la nature tout en veillant à la sécurité des personnes notamment en évitant les buissons épineux en bordure de circulation 	

D3.4. Limites des espaces

Une limite claire et dense à définir par le plan d'exécution peut être aménagée entre les espaces publics et privés. Cela permet une démarcation nette et une protection des nuisances (bruit, visibilité, pollution) pour toutes les parties et les différentes fonctions du lieu.

Si le relief du terrain est préservé à certains endroits, des mesures de soutènement proches de la nature peuvent être proposées telles que des haies, des murs en pierres sèches ou des gabions en contact latéral direct avec la terre.

Les haies taillées indigènes conviennent parfaitement au rôle de délimitation des espaces. Un mélange d'espèces feuillues indigènes permet à la haie de garder ses feuilles plus longtemps, comme les espèces n'ont pas toutes la même écologie. En hiver, les espèces feuillues taillées en haies gardent un caractère marcescent (les feuilles flétries restent sur l'arbre) plutôt que leur caractère nu en croissance normale.

Bien que le côté persistant des espèces telles que le laurier cerise (*Prunus laurocerasus*), le cyprès (*Cupressus sp.*) et le bambou d'ornement soit fortement utilisé pour limiter les espaces, ce sont des espèces exotiques qui n'ont que très peu d'intérêt d'un point de vue écologique. De plus, certaines d'entre elles, comme le bambou, sont envahissantes et difficile à gérer.

Enfin, si des clôtures sont installées, il est indispensable de les aménager de telle sorte à ce que la petite faune puisse les traverser. Tout cela rejoint le but principal du manuel écologique qui consiste à préserver un maillage écologique cohérent. Les clôtures ne doivent pas empêcher les animaux d'atteindre les couloirs verts internes et l'extérieur du projet d'aménagement. Pour ajouter un côté esthétique aux clôtures, des plantes grimpantes peuvent être plantées tout du long : lierre commun (*Hedera helix*), rosiers sauvages (*Rosa canina* ou *Rosa arvensis*), clématite des haies (*Clematis vitalba*), etc.


Types d'aménagements	Caractéristiques
Haie d'agrément	<ul style="list-style-type: none">• Voir l'aménagement mixte au point D.3.3.• Tailler une ou deux fois par an en dehors de la période de reproduction des oiseaux
Murs en pierres sèches 	<ul style="list-style-type: none">• Les murs maçonnés aux joints non scellés peuvent présenter des fonctions similaires• Laisser la végétation spontanée recouvrir le mur

Figure 29. Mur en pierres sèches
(patrimoine.bretagne.bzh)

<p>Gabions en contact latéral avec la terre</p>  <p>Figure 30. Gabions en tant que mesure de soutènement (UNaLab 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Laisser la végétation spontanée recouvrir les gabions
<p>Clôtures végétalisées</p>  <p>Figure 31. Clôture végétalisée avec des plantes grimpantes (fassadengruen.de)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coupe une ou deux fois l'an • Laisser la végétation spontanée recouvrir la clôture • Si des socles en béton sont prévus, prévoir des espaces de terres nues pour la plantation de plantes grimpantes • Prévoir des passages pour la faune

D3.5. Bassins de rétention naturels

Les surfaces de rétention ont pour but de temporiser les précipitations sur le terrain. Intégrées au réseau des espaces verts, ces surfaces contribuent à la valorisation écologique du site. En plus, de récupérer les eaux de pluie, les surfaces de rétention forment un site accueillant pour la flore et la faune inféodés à l'eau. Les végétaux des surfaces de rétention jouent également un rôle important dans la gestion des précipitations et des conséquences des crues : ils absorbent une partie de l'eau, l'évapo-transpirent, stabilisent le sol et soutiennent le phénomène d'autoépuration de l'eau, en l'assainissant sans intervention humaine.

L'ensemble de ces bienfaits favorise le bon fonctionnement du cycle de l'eau car elle y est réintroduite naturellement. Ainsi, les nappes phréatiques sont réalimentées normalement, ce qui nous permet de faire face aux canicules de plus en plus fréquentes. Toutefois, toutes ces fonctions n'ont pas une efficacité infinie, car la résilience du sol et de la végétation a ses limites, autant que nos infrastructures humaines. Il est essentiel de pouvoir quantifier ces limites et de les adapter.

Les bassins de rétention naturels proposés dans le cadre du projet sont techniques mais ouverts, avec la possibilité de développer une végétation proche de celle des mares et des étangs.



Il n'est pas nécessaire de faucher la végétation des berges des bassins excepté pour contrôler les massettes (*Typha sp.*) et les roseaux (*Phragmites sp.*) qui peuvent vite envahir les lieux. Une eau trop riche en nutriments peut provoquer la prolifération d'algues qu'il faut également surveiller. Pour cela, il faut veiller dès le départ à ce que la végétation des alentours ne couvre pas plus d'un tiers de la surface des bassins.

Pour favoriser les fonctions d'un bassin de rétention et améliorer la biodiversité, plusieurs précautions sont à prendre lors de l'aménagement :

- Les deux tiers de la surface doivent être constamment ensoleillés
- Le creusement du bassin doit être inégal, avec une pente douce orientée nord et une pente plus abrupte orientée sud (Il faut veiller dans tous les cas à ce que la faune locale puisse rejoindre une des berges)
- Il est fortement conseillé de réutiliser la terre du creusement pour aménager des abords vallonnés, du relief autour de la mare
- Dans l'idéal, une zone broussailleuse pourrait être installée à proximité afin d'offrir un lieu de refuge pour la faune locale venant s'abreuver

La végétation typique des mares est divisée en plusieurs catégories qui sont fonction du taux de l'immersion dans l'eau et du relief du bassin (figure 34). Des espèces ligneuses peuvent agrémenter les berges dans la mare tant que cette dernière n'est pas trop recouverte. Les arbres conseillés pour leur capacité à supporter l'engorgement sont par exemple l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), l'orme lisse (*Ulmus laevis*), le saule blanc (*Salix alba*) et les autres saules au stade arbustif.

D'autres moyens existent en amont des bassins de rétention afin de ralentir et diminuer l'écoulement des eaux vers ces zones : les toits végétalisés, les fossés, les noues, les autres zones de végétation et les citernes de récupération d'eau de pluie pour le bâti.

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Bassin de rétention ouvert et technique</p>  <p>Figure 32. L'aménagement de bassin de rétention en zone urbaine (Ville de Namur 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La plantation de végétaux proches du cortège floristique des mares est possible • Une zone tampon autour du bassin devrait permettre d'aménager une pente douce enherbée • La fauche est très ponctuelle, une fois par an maximum • Avec le temps, la végétation spontanée peut s'installer, elle doit se rapprocher de celle des bassins plus naturels  <p>Figure 33. Bassin de rétention naturel (Aquajardin.net)</p>

Une liste des espèces de plantes des bassins se trouve en annexe 4

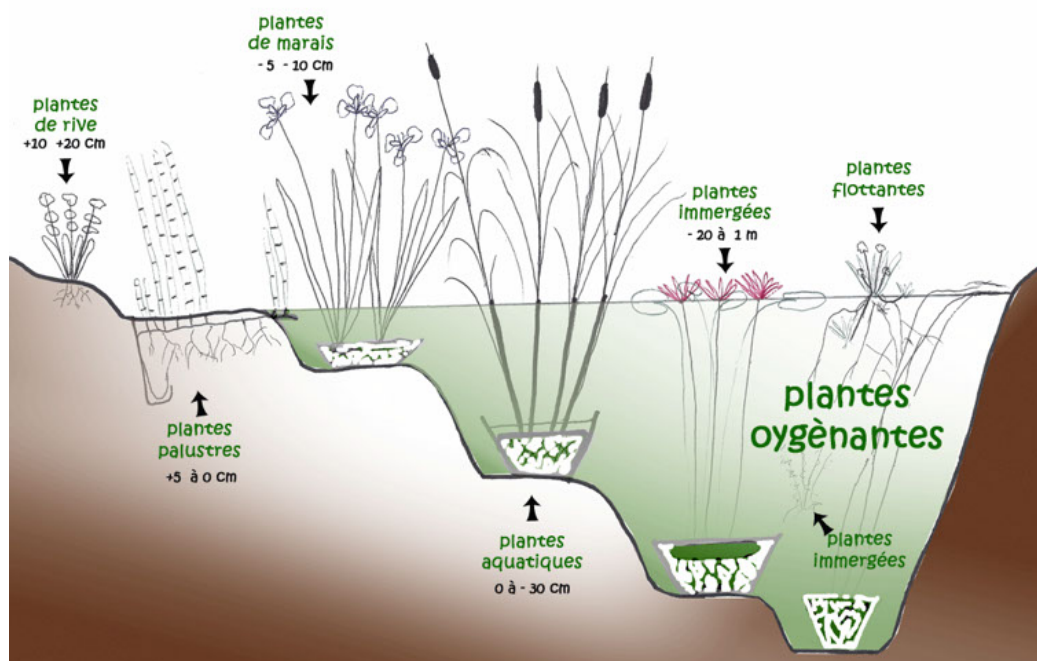




Figure 34. Les différents types de plantes dans une mare naturelle (naturbassin.com)

D3.6. Fossés ouverts, noues et ruisseau

Pour supporter le système des bassins de rétention et favoriser le retour naturel du cycle de l'eau, d'autres dispositifs de gestion des eaux pluviales sont aménagés dans le projet. Face à l'ampleur du projet, un concept de circulation des eaux pluviales a été mis en place. Notamment par des conduites permettant de traverser les routes mais aussi par des fossés à ciel ouvert. Ces derniers devront être enherbés, de préférence grâce à la végétation spontanée. Outre un curage des fossés tous les 5-10 ans, l'entretien est minime puisque la fauche doit rester très occasionnelle. Le fossé existant reliant le ruisseau à l'est du projet sera utilisé dans le cadre du concept de circulation des eaux pluviales et renaturé. Bien que la gestion extensive suffise généralement à renaturer ces aménagements, il est également possible de semencer des plantes de zones humides (voir annexes 4.6 et 4.7).


Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Principe d'une noue d'infiltration</p>  <p>Figure 35. Noue d'infiltration (Adopta)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les noues se distinguent des fossés par leurs pentes douces praticables par temps sec • Des arbres, des haies et des buissons supportant les sols humides peuvent être aménagés à proximité • Les noues sont adaptées dans le plan de plantation à des zones plus larges consacrées à l'écoulement des eaux
<p>Fossé enherbé</p>  <p>Figure 36. Fossé enherbé pour la gestion des eaux pluviales (AGE 2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les fossés doivent être végétalisés et gérés de manière extensive • Les fossés conviennent aux endroits du plan de plantation où peu d'espace est disponible • Il est possible d'aménager des zones de circulation au travers des fossés pour la mobilité douce • Tant que le fossé reste en grande partie exposé au soleil, des haies et des broussailles peuvent être aménagées à proximité

D3.7. Placettes, îlots et bandes centrales

Parmi les aménagements principaux, il existe de nombreuses surfaces oubliées dont la conception et l'entretien peuvent être revisités : les îlots, les trottoirs, les bandes centrales et les placettes. Souvent asphaltées, ces surfaces pourraient pourtant abriter une végétation qui n'entrave pas à la sécurité routière ou au bien-être des passants. Au contraire, ces surfaces égaient la monotonie des zones imperméabilisées et assurent les mêmes fonctions que les autres aménagements verts. Par exemple, des bandes centrales sont parfois utilisées comme noue afin de récupérer les eaux pluviales ou des îlots pour temporiser les fortes chaleurs.

Il est préférable que la végétation se forme par succession naturelle bien qu'il soit possible d'ensemencer pour accélérer la régénérescence d'une prairie fleurie, ou de planter des ligneux. Les espèces conseillées sont similaires à celles proposées pour les alignements d'arbres qui peuvent être accompagnées de buissons ou de haies faites de sorbier des oiseleurs, de viornes ou de cornouillers. La grande majorité des bordures généralement aménagées ne sont pas nécessaires. Néanmoins, des méthodes d'aménagements montrent la possibilité de concilier les deux.

Ces aménagements sont à définir par le plan d'exécution en fonction de la conception des voiries, des normes de sécurité routière et de la fonction des placettes. La gestion de ces surfaces est minime et l'utilisation de pesticides, herbicides et autres est interdite.

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Bande centrale</p>  <p><i>Figure 37. Large noue en bande centrale (Plante & Cité 2014)</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• Comme dispositif de rétention et d'infiltration des eaux pluviales, la noue est le dispositif le plus proche de la nature• Comme les eaux pluviales doivent atteindre la noue, les bordures sont inutiles• Les noues peuvent être aménagées par des arbres et des buissons à condition de ne pas fermer le milieu• Les noues peuvent être traversées sans dispositifs tels que décrits au point D.3.6.

<p>Plate-bande individuelle</p>  <p><i>Figure 38. Plate-bande individuelle (Nature et Construction 2017)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le pied des arbres doit rester fleuri • Les plates-bandes doivent être assez grandes et profondes pour supporter le système racinaire de l'arbre et soutenir son développement • Sans bordure, l'arbre peut être mieux alimenté en eau
<p>Bordures interrompues</p>  <p><i>Figure 39. Interruptions dans les bordures (Less béton 2022)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les bordures avec des interruptions permettent à un minimum d'eau d'atteindre les plantations • Les bordures sont à éviter au maximum

D3.8. Aire de jeux et espaces de repos

Des jardins ou des parcs publics peuvent être aménagés dans les espaces verts, notamment dans la coulée verte décrite par une servitude du PAP. Ouverts à la circulation des piétons et des cyclistes, ces jardins et parcs doivent être reliés au réseau des chemins pour la mobilité douce, défini par le plan d'exécution. De façon générale, des précautions doivent être prises pour la sécurité des personnes et du milieu naturel : aménager des passerelles, pilotis, zones d'observation, de repos et de jeux bien délimités, tout en respectant l'intégrité naturelle du lieu.

Dans le cadre du PAP, une aire de jeux ou de repos peut être envisagée au centre de la coulée verte pour profiter d'une zone de quiétude à l'écart des axes routiers.

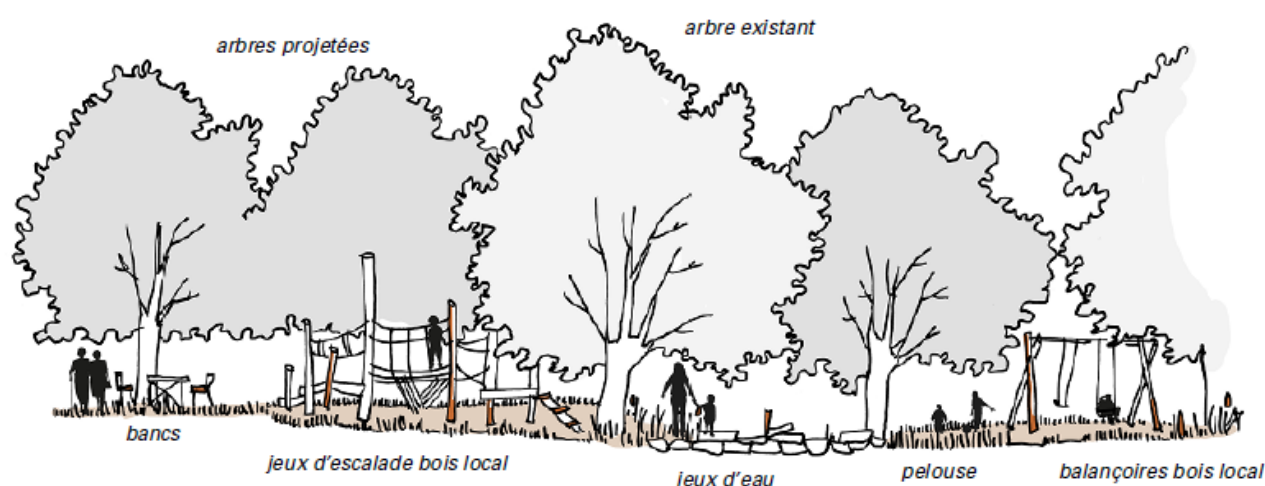





Figure 40. Aire de jeux (MEA 2021)

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Aire de repos naturelle</p>  <p>Figure 41. La gestion différenciée dans une zone de repos (Adalia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les zones de circulation du public peuvent être plus souvent entretenues • Néanmoins il est indispensable d'aménager des zones de quiétude pour la petite faune, des zones non entretenues

<p>Aire de jeux proche de la nature</p>  <p>Figure 42. Plaine de jeux (SPW 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux utilisés pour aménager les aires de jeux doivent être naturels et non traités
<p>Mobilité douce traversant le parc</p>  <p>Figure 43. Piste cyclable sur substrats maigres et aire de repos (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La piste cyclable suit le relief naturel du terrain • Le chemin est aménagé en concassé, un revêtement perméable
<ul style="list-style-type: none"> • Une surface de 500 m² est libre d'être aménagée dans le centre de la coulée verte pour des aires de repos, de jeux ou pour un bassin de rétention. Elle est accessible via un chemin d'entretien pouvant servir également à la mobilité douce. 	

D.4 Domaine privé

Les zones appartenant au domaine privé sont à définir par les acteurs concernés dans le plan d'exécution. Les propositions d'aménagements verts devront être adaptées aux contraintes du site, de la place disponible et des desiderata des acteurs privés. Ces propositions se basent majoritairement sur celles du domaine public comme l'objectif du manuel est de préserver et de renforcer le maillage écologique du site. Ainsi, le plan de plantation considère les aménagements dans son ensemble.

Afin de garantir une homogénéité, un respect de la gestion extensive et une mutualisation des coûts, il est préconisé aux acteurs privés d'uniformiser la plantation et l'entretien des bandes vertes privées, des îlots de verdure à l'intérieur des espaces scellés et les parkings privés extérieurs. Ce consortium entre domaine public et privé pour l'entretien et la plantation des espaces verts ne peut garantir une meilleure cohérence du réseau végétal.

Pour rappel, la partie écrite du PAP établit qu'au moins 10% de la surface du terrain sont à aménager en zone de verdure.




D4.1. Emplacements de parkings

Les parkings sont des installations primordiales à conceptualiser pour contrer l'imperméabilisation des sols. Au premier abord, l'organisation interne pourrait suffire en elle-même à diriger efficacement l'écoulement des eaux pluviales vers les zones de végétation, ou les bassins de rétention attenants. Mais pour contrer les désagréments d'un milieu aussi ouvert et imperméabilisé, ainsi que pour temporiser les îlots de chaleur, d'autres aménagements sont proposés. Enfin, ces derniers apportent un plus indéniable comme refuge ou zone de nourrissage pour la faune locale.

La végétation choisie ne doit particulièrement pas entraver la fonctionnalité des lieux :

- Port fastigié ou élagage des arbres adapté
- Haies taillées au moins une fois par an
- Végétation rase dans les zones de circulation

Les emplacements des parkings écologiques sont à définir par le plan d'exécution. Dans le PAP, un emplacement est déjà proposé pour les camions au sud-est du projet. Cet espace peut être aménagé grâce aux revêtements perméables à condition de supporter la portance des camions.

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Parking écologique en pavés</p>  <p>Figure 44. Places de parking en pavés (ANF 2000)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les places de parking sont aménagées en pavés sans scellage de joints, laissant libre place à la végétation spontanée qui recouvre l'entièreté de l'espace • Délimitation par des haies et des arbres sur substrat maigre • Pas de peinture au sol • Pas de fauche du pied des haies et des arbres
<p>Parking écologique en dalles alvéolées engazonnées</p>  <p>Figure 45. Stationnements perméables végétalisés (O2d 2021)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les places de parking sont aménagées en dalles alvéolées qui peuvent être engazonnées via la colonisation naturelle spontanée ou l'ensemencement • Les allées de circulations des voitures peuvent aussi être aménagées par des matériaux perméables
<p>Délimitation du parking</p>  <p>Figure 46. Parking écologique épousant le relief initial du terrain (Nature et Construction 2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Délimitation du parking par des clôtures en bois et des bandes de végétation fleuries • La transition est fluide entre les différents substrats • Le relief initial du terrain est en grande partie préservé

D4.2. Accès et allées

De façon similaire aux routes et chemins du domaine public au point D.3.3., les allées menant vers l'intérieur des lots peuvent être aménagées par des structures naturelles. Ce sont des zones dans lesquelles une végétation plus basse ou des alignements plus distants sont préférables pour veiller à la bonne visibilité des voiries ou des bâtiments. Voici quelques exemples supplémentaires illustrés :



Figure 47. Aménagement des allées (Lexcap-leblog.fr)



Figure 48. Chemin piétonnier entre deux rangées d'arbres



Figure 49. Voie motorisée, accès piétons et cyclistes délimités par des arbres, une haie et une bande de végétation



Figure 50. Allées piétonnes en pavés (UNaLab 2022)

D4.3. Limites des espaces

Les différentes zones du domaine privé rejoignent les mêmes dispositions que le point D.3.4. du domaine public.

D4.4. Placettes et îlots de verdure

Les îlots de bâti représentés dans le PAP en domaine privé peuvent être susceptibles d'aménager de petits espaces de verdure tels que des placettes et des îlots de verdure. Les dispositions sont similaires à celles du point D.3.7. dans le domaine public.

Cependant, ces dispositions varient également en fonction des desideratas des acteurs privés. D'un côté, la fonction des lieux pourrait permettre l'aménagement de placettes comme zones de repos ou de jeux. De l'autre côté, seuls des îlots seraient aménageables en raison du peu de surface disponible, ou de l'inutilité des fonctions récréatives.

La gestion extensive est toujours préférable même dans ces zones plus urbanisées. Par exemple, après les premières années de croissance d'un arbre, il est plus avantageux de garder son pied recouvert de végétation afin d'aider ce dernier à supporter les fortes chaleurs. En effet, comme mentionné au début du document, la végétation sert de tampon entre les changements de température et garde plus facilement l'humidité du sol.



Figure 51. Arbres isolés sur une place piétonne. Le pied est fleuri et non entouré de bordure (Nature et Construction 2017)



Figure 52. Îlots d'arbres et végétation rase spontanée sur substrat maigre (AGE 2013)

E. Infrastructures techniques

E.1 Concept d'éclairage

Ces dernières années, la lumière artificielle est de plus en plus souvent reconnue comme source de pollution pour la biodiversité, ainsi que pour l'homme. Malgré tout, avec l'urbanisation, les surfaces éclairées augmentent considérablement. Pourtant, une réflexion et une gestion différenciée de l'éclairage permettent une diminution drastique de notre consommation en électricité tout en respectant notre santé et l'environnement.

La pollution lumineuse est décrite comme un changement des niveaux naturels de lumière dans les paysages nocturnes à cause de la présence d'éclairage artificiel. Ces variations perturbent de façon significative la photo-périodicité des êtres vivants, c'est-à-dire les cycles jour/nuit et les phénomènes qui découlent de cette succession de périodes. Ces perturbations dans les cycles jour/nuit sont des phénomènes qui affectent considérablement la santé humaine (humeurs, stress, système hormonal, etc.) Pourtant, il existe des lampes plus appropriées à l'éclairage extérieur. Elles causent moins de dérangement et consomment moins d'énergie. Les lampes LED ou des lampes à vapeur de sodium à haute pression sont les plus conseillées en raison de leurs longueurs d'onde qui se penchent plus vers le rouge. Cette « couleur », plus « chaude », impacte beaucoup moins la biodiversité que la lumière « froide » comme le bleu.

Bandes spectrales « à éviter » par groupes d'espèces (tableau réalisé grâce aux informations issues de la synthèse bibliographique MEB-ANPCEN)								
	UV	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	IR
Longueur d'onde (nm)	< 400	400 - 420	420 - 500	500 - 575	575 - 585	585 - 605	605 - 700	> 700
Poissons d'eau douce	x	x	x	x	x	x	x	
Poissons marins	x	x	x	x				
Crustacés (zooplancton)	x	x*	x*					
Amphibiens et reptiles	x	x	x	< à 500 et > à 550	x	x	x	x
Oiseaux	x	x	x	x		x	x	x
Mammifères (hors chiroptères)	x	x	x	x			x	
Chiroptères	x	x	x	x				
Insectes	x	x	x	x				

Figure 53. Bandes spectrales à éviter par groupes d'espèces. Encadré rouge : le jaune est la bande spectrale la plus adaptée à la biodiversité nocturne (MEB-ANPCEN 2015)

La forme de la lampe et la façon dont cette dernière est projetée est également un critère important. Le but est de diriger l'éclairage seulement sur ce qui est nécessaire, c'est-à-dire le sol, comme le montrent les 4 dernières illustrations de la figure 54.



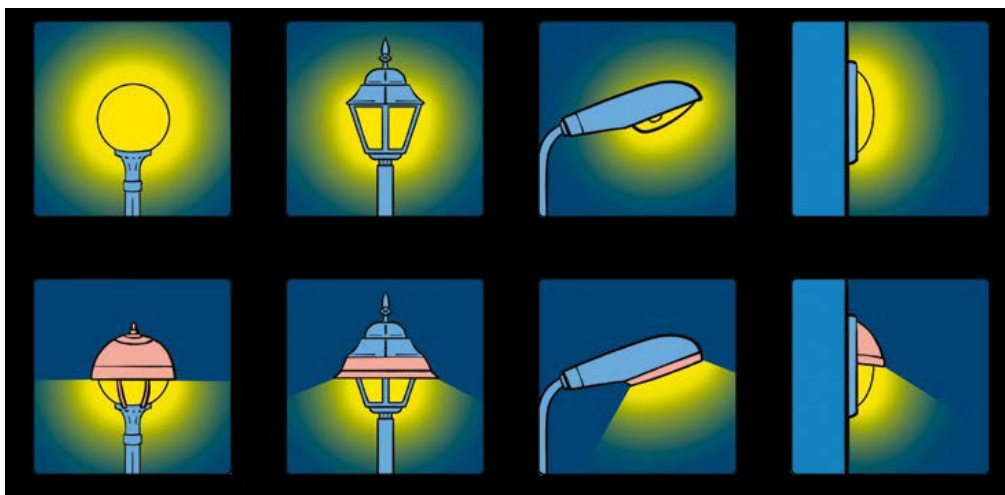


Figure 54. Différentes formes de lampes. En haut, les lampes traditionnelles. En bas, les lampes plus adaptées à l'environnement nocturne (ANF 2021)

Quand l'urbanisation touche de trop près les zones de quiétude pour la faune, une alternative aux lampadaires, qui a largement fait ses preuves dans le monde, peut être proposée : les dispositifs rétro réfléchissants, réflecteurs ou catadioptrés. Les catadioptrés routiers sont très diversifiés et adaptés à toutes sortes de contextes. Ces dispositifs sont très écologiques et assurent une sécurité routière efficace tout en économisant l'électricité. Il existe même des réflecteurs dirigés vers les côtés de la route permettant d'effaroucher la faune locale sans les perturber. Les catadioptrés incrustés sur la route ne gênent particulièrement pas la gestion de la végétation des bords de routes, permettant aux gestionnaires plus de facilité lors de la fauche.

Les catadioptrés routiers surélevés sont pourtant compatibles avec la gestion extensive des zones herbeuses en bord de route, à condition de renoncer aux coupes de finition. Une fauche tous les ans suffit pour empêcher les herbacées de pousser en hauteur et masquer les dispositifs. Bien que des réflecteurs incrustés sur les routes soient suffisants, ceux qui sont surélevés pourraient être particulièrement plus adaptés aux routes longées par des chemins ou des pistes cyclables.

Ce type de dispositif est plus applicable sur les routes de liaison telle que la rue « Um Mierscherbiérg ».



Figure 55. Réflecteurs routiers incrustés sur les routes (Nokin)



Figure 56. Catadioptrés surélevés au bord des routes

Une gestion différente de l'éclairage nocturne, en fonction du contexte urbanistique, entraîne une conséquence positive très significative sur l'environnement et sur notre consommation d'énergie. Le premier principe à prendre en compte est de n'éclairer que ce qui est nécessaire. L'éclairage « nécessaire » englobe tout ce qui est relatif à la sécurité du citoyen : les voiries piétonnes, motorisées ainsi que les voies et les espaces d'accès, les zones publiques fréquentées (placettes et autres), etc. Il est insensé d'éclairer des lieux pour des raisons décoratives ou publicitaires, surtout aux périodes de la nuit où la fréquentation est proche de zéro.

Cependant, dans les zones fortement urbanisées où la fréquentation est plus élevée, un autre principe préconise de n'éclairer que le temps nécessaire. Ainsi, des horaires d'éclairage s'établissent dans certains quartiers urbains afin de réduire la consommation d'énergie. Les enseignes publicitaires, informatives et les lampadaires peuvent être éteints entre minuit et 6h du matin dans certains lieux. Cela a également pour conséquence de proscrire l'exécution des projets d'aménagement durant la nuit. Si ces derniers points ne sont pas suffisants, l'éclairage intelligent peut être un très bon compromis. Ce type d'éclairage permet de régler l'intensité lumineuse en fonction des horaires de fréquentation ou ne s'allume que grâce aux mouvements des piétons. Au final, adopter ces mesures de gestion des éclairages permet aux villes et aux communes de réduire la consommation énergétique jusqu'à 30%.


Types d'aménagements	Caractéristiques
<div>Bornes lumineuses basses pour les parkings</div> 	<ul style="list-style-type: none"> Eclairage adapté à la fonction du lieu : les parkings La hauteur des lampes est abaissée étant donné la fonction du lieu

Figure 57. Modèle de Bega (180°)



Figure 58. Eclairage raisonné autour des bâtiments dans les zones de circulation des piétons (MDDI 2018)

- Forme et hauteur des lampes adaptées, le faisceau lumineux doit être uniquement dirigé vers le bas
- Les panneaux photovoltaïques de bâtiments publics peuvent fournir l'énergie nécessaire à l'éclairage

Contre-exemple : les enseignes publicitaires



Figure 59. Les enseignes publicitaires restent allumées toute la nuit dans certaines villes (MDDI 2018)

- Inutilité et gaspillage d'énergie des enseignes publicitaires et éclairage de bâtiments la nuit
- L'éclairage en zone urbaine doit suivre une gestion raisonnée
 - Eclairage complètement éteint car non nécessaire
 - Eclairage éteint selon un horaire défini
 - Eclairage réduit ou tamisé selon un horaire défini
 - Eclairage intelligent

Mât lumineux pour les voies motorisées



Figure 60. Modèle de Phillips Luma Gen2

- Le long des voies motorisées, un éclairage plus important peut être favorisé
- Dirigée vers le bas, la source lumineuse doit atteindre minimum 4 m de hauteur pour assurer le passage de tout type de véhicule
- De même que pour les autres types d'aménagements lumineux, la gestion raisonnée des mâts lumineux est recommandée

Exemple d'éclairage résidentiel inapproprié avec une grande déperdition de lumière :



Même configuration avec un éclairage mieux dirigé et mieux quantifié :

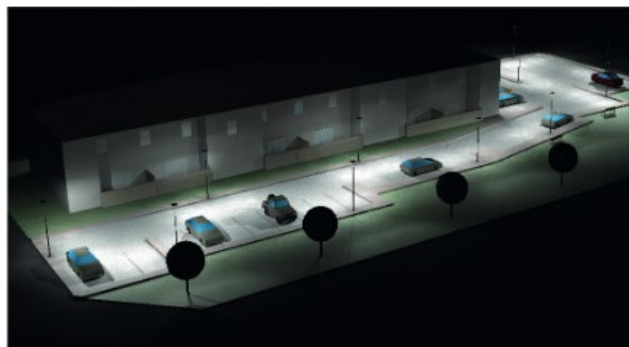


Figure 61. Eclairage raisonné dans un quartier urbain (ragni.com)



- Dans le cadre du PAP, les zones vertes publiques telles que soumises aux servitudes urbanisation « coulée verte » et « intégration paysagère » ne nécessitent pas d'éclairage, excepté aux conditions présentées dans le premier type d'aménagement.
- Les traversées du site par les chauves-souris, soumises aux servitudes écologiques du PAP, ne doivent pas non plus être éclairées. D'ailleurs, aucune voie pour la mobilité douce n'est prévue dans ces zones.
- Les voiries motorisées nécessitant un éclairage doivent respecter un maximum d'intensité lumineuse ($< 3000 \text{ K}$) sur une certaine surface définie par le plan d'exécution. Ces valeurs ne doivent pas dépasser les normes européennes d'éclairage en zone urbaine.
- Chaque îlot bâti devra respecter les conditions d'éclairage raisonné et réfléchi tel que le type de lampe, sa forme, sa hauteur, son emplacement, sa fonction, son utilité et la période d'éclairage.

E.2 Revêtements perméables

Parmi les solutions proposées pour réduire l'imperméabilisation du sol, l'aménagement de surfaces perméables garantit une nette amélioration de l'infiltration des eaux pluviales dans le sol. C'est dans ce but que sont proposés plusieurs types de revêtements adaptés à chaque situation. Les bénéfices engendrés par ces revêtements sont détaillés en annexe 6. Les matériaux privilégiés sont ceux en provenance du Luxembourg, si possible d'origine locale, voire régionale.

Dans le cadre du PAP, toutes les voies destinées à la mobilité douce sont éligibles et particulièrement adaptées à la pose de revêtements perméables. Les trottoirs ne nécessitent pas d'être surélevés à condition que la conception du projet le permette (sécurité des piétons via des délimitations naturelles, voir les points D.3.3. et D.3.4.). Les espaces publics ou îlots de circulation privés peuvent être également aménagés via des revêtements perméables, homogénéisés selon leur fonction.

La portance revêt une importance particulière selon les lieux, surtout aux zones de stationnement pour camions.

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Dalles alvéolées en béton et engazonnées</p>  <p>Figure 62. Dalles alvéolées en béton (Adalia)</p>	<ul style="list-style-type: none">Les dalles alvéolées en béton sont particulièrement adaptées pour les places de stationnement (voir le point D.4.1.)
<p>Piste cyclable en résine</p>  <p>Figure 63. Piste cyclable en résine (Résineo)</p>	<ul style="list-style-type: none">La résine est adaptée aux chemins, pistes cyclables, aires de repos et de jeux

<p>Voie pour la mobilité douce en forêt</p>  <p>Figure 64. Revêtement de dolomie (PBase.com)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Epousant le relief du terrain, la dolomie est un matériau particulièrement adapté à la mobilité douce dans les zones de verdure • Parmi les matériaux naturels, provenant du Luxembourg : <ul style="list-style-type: none"> ➔ Grès de Luxembourg ➔ Dolomie de Mesenich ➔ Calcaire du Dogger ➔ Schistes de l'Oesling ➔ Concassé de carrière (« Schotter, wassergebundene Decken ») ➔ Substrats à lave
<p>Pavés perméables, à joints non scellés</p>  <p>Figure 65. Emplacements de stationnement en pavés (Adalia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les pavés laissent place à la végétation spontanée typique des pelouses rases

E.3 Infrastructures vertes



E3.1. Toits végétalisés

Le principe des toits verts consiste à aménager de la végétation sur un substrat horizontal en prenant en compte les contraintes du toit du bâtiment. Technique utilisée dans beaucoup de pays depuis des années, elle est efficace dans la lutte contre les îlots de chaleur et stocke une partie des eaux pluviales. Couplés à des panneaux photovoltaïques, les toits verts avantagent l'efficacité de ces derniers. L'EIE recommande fortement ce système qui jouera un rôle primordial pour ralentir l'écoulement des eaux pluviales. La façon dont sont agencés le substrat et les structures techniques en dessous de la végétation peuvent également agir sur l'écoulement de l'eau (annexe 7).

Le type de végétation sur toit végétalisé dépend du contexte, des spécificités du bâtiment et du site. Ce sont généralement les plantes adaptées à des milieux secs et fortement ensoleillés qui vont être sélectionnées comme le *Sedum*, les plantes aromatiques (ciboulette, origan, thym, etc.) et des graminées. Mais il existe aussi de nombreuses autres espèces fleuries qui peuvent entrer dans ces conditions : « Sélection d'espèces pour le gazon de pavage ou de gravier » en annexe 4. Seul l'aménagement des toitures extensives a un réel impact écologique dans le réseau des espaces verts, que ce soit par intérêt de la petite faune, pour les fonctions de rétention ou par économie.

Dans le cadre du PAP, 10% de la surface des toitures doivent être végétalisés sur les constructions principales. Autrement, elles doivent au minimum être compensées par des façades végétalisées. La composition du cortège floristique suit celle du projet « Wëllplanzesom Lëtzebuerg », dont les semences sont certifiées au Luxembourg et dont les compositions « Lux-Blumenwiese » et « Lux-Schotterrasen » correspondent parfaitement à la végétation d'une toiture extensive.

« Wëllplanzesom Lëtzebuerg » - Composition Lux Blumenwiese			
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Campanula rapunculus</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Centaurea jacea</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Cerastium holosteoides</i>	<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Crepis biennis</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Galium album</i>	<i>Galium verum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>
<i>Knautia arvensis</i>	<i>Leontodon hispidus</i>	<i>Laucanthemum irtutianum</i>	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
<i>Malva moschata</i>	<i>Oenothera biennis</i>	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Plantago media</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Salvia pratensis</i>	<i>Scorzoneroïdes autumnalis</i>
<i>Silene dioica</i>	<i>Silene latifolia</i>	<i>Silene vulgaris</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Verbascum nigrum</i>	<i>Vicia cracca</i>	<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Trisetum flavescens</i>		

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Toit végétalisé, accompagné de panneaux photovoltaïques</p>  <p><i>Figure 66. Toit végétalisé à l'Institut Royal Météorologique à Uccle (9 mois après l'installation)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mélange de plantes sauvages et horticoles • Plantes adaptées à des substrats secs et chauds • Entretien régulier par des professionnels (environ une fois par an)
<p>Toit plat végétalisé</p>  <p><i>Figure 67. Toit végétalisé à Fléron, Liège</i></p>	<p>Toit végétalisé, accompagné de panneaux photovoltaïques</p>  <p><i>Figure 68. Ecole Ferdinand Buisson à Sainte-Genève-des-Bois, France (Soprama)</i></p>

E3.2. Façades végétalisées extensives

Les murs végétaux intensifs sont très coûteux, exigeants en ressources (eau, matériaux), peu intéressants pour la biodiversité comme la plupart des plantes aménagées sont horticoles ou exotiques. D'ailleurs, étant donné tous les désavantages liés aux murs hors sols, ces derniers devraient être proscrits considérant l'aspiration du projet à être écologique. En effet, les murs modulaires ou sur mesure sans contact avec le sol compensent à peine les impacts environnementaux engendrés par leur fabrication et leur entretien.


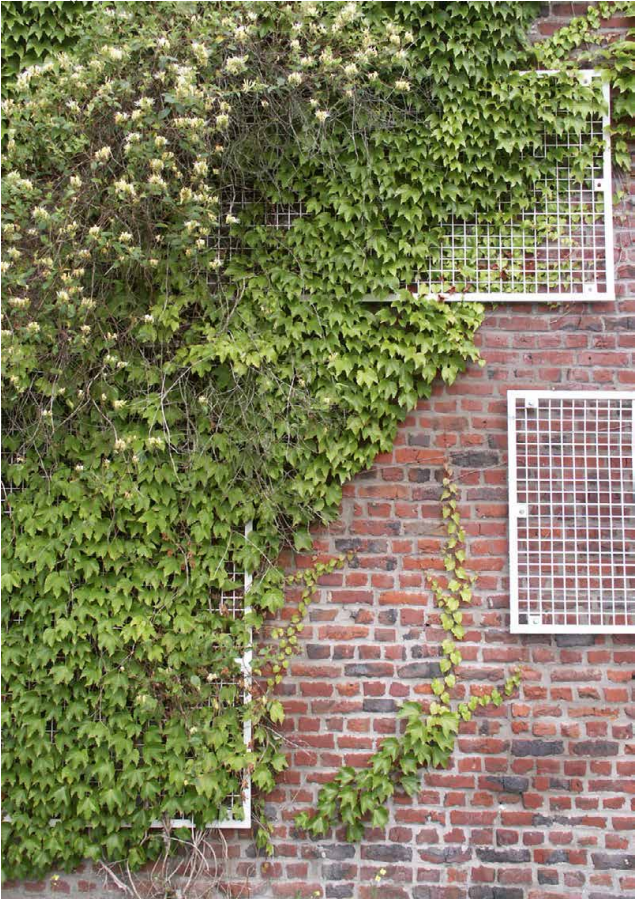

L'idéal serait de faire appel à des plantes indigènes naturellement grimpantes comme le lierre (*Hedera helix*). Etant donné les nombreux à priori concernant ces plantes, les précautions à prendre pour la durabilité du bâtiment et le peu de choix concernant les espèces, d'autres méthodes peuvent être envisagées. Ainsi, de nombreuses solutions intermédiaires existent, à la fois pour protéger les bâtiments, satisfaire aux besoins esthétiques tout en faisant appel à des plantes grimpantes indigènes ou adaptées à la station.

Tout d'abord, il est essentiel de faire appel à des plantes que l'on aménage directement dans le sol naturel. Ensuite, ces dernières peuvent être fixées à un support prévu à cet effet si elles ne sont pas grimpantes, mais plutôt volubiles ou à vrilles (s'enroulent autour du support).

Dans le cadre du PAP, les deux parkings publics sont adaptés à l'aménagement de plantes grimpantes sur support fixe tels que présentés dans le troisième type d'aménagement (figure 70). Les structures en brique, mortier, pierre naturelle non friable et béton sont adéquats pour l'établissement des plantes grimpantes. Les surfaces lisses peuvent être accompagnées de supports fixes tels que les câbles en acier ou les palissades pour accompagner la pousse des plantes volubiles et à vrilles.

Les clôtures et les murs peuvent également être utilisés pour planter plantes grimpantes indigènes (voir le point D.3.4. sur les limites des espaces).

Plantes indigènes grimpantes, volubiles, à vrilles ou à crochets		
Aristolochie clématite (<i>Aristolochia clematitis</i>)	Bryone dioïque (<i>Bryonia dioica</i>)	Chèvrefeuille des bois (<i>Lonicera periclymenum</i>)
Clématite des haies (<i>Clematis vitalba</i>)	Framboisier (<i>Rubus idaeus</i>)	Gesse à larges feuilles/Pois vivace (<i>Lathyrus latifolia</i>)
Houblon commun (<i>Humulus lupulus</i>)	Lierre (<i>Hedera helix</i>)	Liseron des haies (<i>Convolvulus sepium</i>)
Morelle douce-amère (<i>Solanum dulcamara</i>)	Ronce commune (<i>Rubus fruticosus</i>)	Rosier des champs (<i>Rosa arvensis</i>)
Rosier des chiens/Eglantier (<i>Rosa canina</i>)	Tamier commun (<i>Dioscorea communis</i>)	Grande Capucine (<i>Tropaeolum majus</i>)

Types d'aménagements	Caractéristiques
<p>Façade végétalisée extensive (plantes en pleine terre)</p>  <p>Figure 69. Des solutions variées pour rafraîchir les villes (ADEME 2021)</p>	<p>Façade végétalisée extensive avec support sur mur (plantes en pleine terre)</p>  <p>Figure 70. Vers une gestion écologique des espaces verts (SPW 2020)</p>
<p>Plantes indigènes volubiles sur support fixe (en pleine terre)</p>  <p>Figure 71. Système de câbles en acier pour les plantes volubiles (Carl Stahl)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'entretien des plantes grimpantes directement sur le mur des bâtiments se réduit à surveiller et tailler chaque année les bordures de fenêtres et les gouttières

E.4 Mobilier urbain

Tout comme les revêtements, les matériaux du mobilier urbain doivent provenir du Grand-Duché de Luxembourg. Le mobilier doit être durable, de bonne qualité et leur aménagement cohérent : à faible coût, avec facilité d'installation et de réparation. La durabilité des matériaux et des constructions permet en outre d'empêcher des interventions ultérieures qui abîmeront de nouveau les structures naturelles et le sol. La plupart des espaces verts peuvent parfaitement accueillir des maisons à insectes et des nidoirs pour diverses espèces d'oiseaux urbains.

Le mobilier urbain est intégré dans le plan paysager en phase d'exécution.



Figure 72. Modèle de banc Ziegler



Figure 73. Hôtel à insectes (Nature et Construction 2017)



Figure 74. Pubelles Runge Frog XL (Runge-bank.de)



Figure 75. Arrêt de bus (publi.lux)

F. Références

ADEME. 2010. *Eclairer juste*.

Administration du Cadastre et de la Topographie. *Le géoportail national du Grand-Duché du Luxembourg*. URL : <https://map.geoportail.lu>

Administration des Eaux et Forêts, Service de la Conservation de la Nature. 2008. *Leitfaden : Naturnahe Anlage und Pflege von Parkplätzen*.

Administration de la Gestion de l'Eau (AGE). 2013. *Leitfaden für den naturnahen Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs*.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF). 2008. *Leitfaden Naturnahe anlage und Pflege von Parkplätzen*.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF), Fonds d'Urbanisation et d'Aménagement du Plateau de Kirchberg. 2019. *La vie foisonne au Kirchberg ! Approche écologique en milieu urbain*.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF). Septembre 2022. *Communiqué de presse. Inventaire phytosanitaire des forêts 2022*.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF). 2021. *Pollution lumineuse : préserver l'environnement nocturne pour la biodiversité*.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF). 2017. *Plan de gestion Natura 2000*. « LU0001013 Vallée de l'Attert de la frontière à Useldange ». « LU0001014 Zones humides de Bissen et Fensterdall ». « LU0001072 Massif forestier du Stiefeschboesch ». « LU0002014 Vallées de l'Attert, de la Pall, de la Schwébech, de l'Aeschbech et de la Wëllerbaach ». Période 2017-2027.

Administration de la Nature et des Forêts (ANF). 2019. *La vie foisonne au Kirchberg ! Approche écologique du milieu urbain*.

Bauer D. ; Kirpach J-C. & Klein M., Administration de la nature et des forêts. 2008. *Guide, Aménagement et entretien naturels des aires de stationnement*.

Bender S. and Santato S. 2013. *The european floods directive and opportunities offered by land use planning*.

Best Ingénieurs-Conseils. 01.03.23. *Plan d'ensemble de la zone d'activités économiques régionale « Mierscherbiérg » à Mersch*.

Bureau d'études Micha Bunusevac. Novembre 2007. *Renaturation des cours d'eau : restauration des habitats humides*.

Bruxelles Environnement. Sébastien Breels (MATRIciel). 2016. *Formation Bâtiment Durable : Gestion de chantier plus durable*.

Claessens H. et al. 2019. *Forêt.Nature - Intégrer le tilleul à petites feuilles dans la sylviculture*.

Commission Européenne, 17.11.2012. *Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030. Récolter les fruits de sols en bonne santé pour les êtres humains, l'alimentation, la nature et le climat.*

Commune de Mersch. URL : <https://www.mersch.lu/>

Commune de Souppes-sur-Loing. *Annexe 5: Démarche pour la détermination et le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales d'un nouveau projet ou d'une extension.* URL : <http://www.souppes.fr>

Contrat de rivière Ton & Semois. *Guide de bonne pratique pour la création d'étangs.*

Entreprises Générales de France BTP (EGF-BTP). 2019. *Biodiversité et chantiers. Comment concilier nature et chantiers urbains.*

Espaces & Paysages. Administration Communale de Pétange. 2020. « *Stacken / Neiwiss II* » Grünplan.

Even J. ; Schneider S. (SICONA Syndicat de protection de la nature). 2019. *Aménagement d'espaces verts semi-naturels en milieu urbain, Un guide pratique pour les communes, SICONA Syndicat pour la protection de la nature, Parc naturel de la Haute-Sûre, Natura Geopark Möllerdall, Parc naturel de l'Our, Campagne Ouni Pesticides, Station biologique SIAS, Musée national d'histoire naturelle, Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable, Luxembourg.*

Fondation Hëllef fir d'Natur. 2004. *Leitfaden für den Naturschutz auf Gemeindeebene.*

FRAPNA. 2010. *Trop d'éclairage nuit. Eclairer mieux pour économiser l'énergie, protéger la biodiversité, garantir une meilleure qualité de vie, préserver le ciel nocturne.*

Geoconseils. 2020. *Zone d'activités_ECO-r1_Mierscherbiërg in Mersch. Geotechnische Machbarkeitsstudie.*

Géoportail du Luxembourg. URL : <https://map.geoportail.lu>.

GGU Gesellschaft für Geophysikalische Untersuchungen mbH. 25-29.10.2021. *Geophysikalischer Prospektionsbericht. « Mierscherberg PS ZAE » in Mersch (Phase 2). Ergänzung zum Prospektionsbericht Phase 1 vom 04.05.2021. Projektreferenznummer des CNRA : 3M09-PS/17.1201. Aktivitätsnummer CNRA : 2021-022. GGU-Projekt Nr.: 2021-121-GI/HE.*

INCA Ingénieurs Conseils Associés S.à.r.l. 2016. *Espaces verts Nonnewisen à Esch-sur-Alzette.* URL : <https://www.inca.lu/fr/espaces-verts-nonnewisen>

Jeunes et Nature asbl. Le Nièrson, n°89, 1994 - *Créer une mare naturelle dans son jardin.*

Kirpach J-C. ; Bureau d'architectes paysagistes GFL-plan, (2019) : *Haies, éléments marquants du paysage* - Administration de la nature et des forêts, Administration de la nature, Luxembourg. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Service information et presse. *Portail Open Data. La plateforme de données ouvertes luxembourgeoise.* URL : <https://data.public.lu/fr/>.

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 30.11.2021. *Cartographie des biotopes.*

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 15.07.2022. CEF-Massnahmenkonzept. PAP ECO-r1/ECO-c1



Mierscherdall, PAP ECO-c1 Mierscherberg, PAP SPortssite Aelenterweg, Contournement N7/C.R.123-Lot2/Lot3. ZAMID & AC Mersch & Administration des Ponts et Chaussées. *CEF-Massnahmenkonzept nach loi PN 2018 im Sinne des Scoping-Avis Ref N°95424 (PAP ECO-r1/ECO-c1 Mierscherdall) sowie des Avis 89528/CL (PAP Sportssite Aelenterweg).*

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 21.08.2021. *Masterplan-ECO-r1_Mierscherdall. Etude urbanistique / plan directeur pour les zones d'activités régionale et communales.*

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 19.09.2017. *Strategische Umweltprüfung (SUP) zu der punktuellen Änderung des PAG « Aelenterweg » in Mersch. Umweltbericht - Teil 1 Umwelterheblichkeitsprüfung.*
Kamení Nematchoua, M., Mahsan, S., & Reiter, S. (31 May 2021). Strategies and scenarios to reduce energy consumption and CO2 emission in the urban, rural and sustainable neighbourhoods. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103053. doi: 10.1016/j.scs.2021.103053
<https://hdl.handle.net/2268/261525>

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 2011-2013. *Zone d'activités ZARO : Dépollution des eaux pluviales :*
<https://www.luxplan.lu/news/la-depollution-des-eaux-pluviales/>

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils, 20.06.19. *Plan d'aménagement particulier « ECO-c1 Mierscherdall » AC Mersch. Screening/Scoping-Dossier.*

Luxplan S.A. Ingénieurs Conseils. 17.02.20. *Etude d'impact sur l'environnement conformément à la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement et conformément à l'annexe I (n°12) du règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes des projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement. Dossier Screening/scoping. Plan d'aménagement particulier « ECO-r1 Mierscherdall » - Administration communale de Mersch.*

Ministère de l'Energie et de l'Aménagement du territoire (MEA). Département de l'aménagement du territoire. 2021. *Planungs Handbusch, Guide pour une qualité urbaine, version 1 du 23-04-2021.*

Ministère de l'Energie et de l'Aménagement du Territoire, Département de l'aménagement du territoire. Juillet 2021. *Guide Eco-urbanisme.*

Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable (MECDD). Janvier 2023. *Plan national concernant la protection de la nature – 3è plan à l'horizon 2030.*

Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable (MECDD). 23.05.20. *Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE). Evaluation du projet « PAP ECO-r1 Mierscherdall » à Mersch sur le territoire de la commune de Mersch – demande d'avis concernant le champ d'application et le niveau de détail du rapport d'évaluation. N° de référence du dossier : 95424.*

Ministère de l'Environnement, du Climat et du développement Durable (MECDD). 2019. *La vie foisonne au Kirchberg ! Approche écologique en milieu urbain.*

Ministère de l'Environnement, du Climat et du développement Durable (MECDD). 2023. *Leitfaden zur Bewirtschaftung der nach Artikel 17 des Naturschutzgesetzes geschützten Offenlandbiotope.*

Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable (MECDD), Université Catholique de Louvain, Liège université - Gembloux Agro-Bio Tech et Forêt.Nature. *Fichier écologique des essences.* URL : <http://www.fichierecologique.lu/>

Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable (MECDD), Administration de l'Environnement (AEV) et Administration de la Nature et des Forêts (ANF) du Grand-Duché du Luxembourg. *Portail de l'environnement*. URL : <http://www.emwelt.lu>

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché du Luxembourg. 03.12.2021. *Arrêté ministériel du 22 novembre 2021 relatif au plan de gestion Natura 2000 du site « Vallée de la Mamer et de l'Eisch »*.

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché du Luxembourg. 17.11.2009. *Règlement grand-ducal du 6 novembre 2009 portant désignation des zones spéciales de conservation. (15.) « Vallée de la Mamer et de l'Eisch (LU0001018) »*.

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché du Luxembourg. 02.08.2022. *Règlement grand-ducal du 15 juillet 2022 désignant zone de protection spéciale et déclarant obligatoire la zone « Vallées de l'Attert, de la Pall, de la Schwébech, de l'Aeschbech et de la Wëllerbaach »*.

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché du Luxembourg. 23.05.18. *Règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement*.

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. 18.07.2018. *Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles*.

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché du Luxembourg. 14.03.2022. *Loi du 3 mars 2022 portant modification de la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles*

Ministère d'Etat - Service central des législations, Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. 09.06.2006. *Règlement grand-ducal du 9 juin 2006 déclarant zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle la zone forestière « Pëttenerbëschen » englobant des fonds sis sur le territoire des communes de Mersch et de Bissen*.

Ministère de l'Intérieur. 09.12.2019. *Projet d'arrêté grand-ducal autorisant la création du syndicat intercommunal pour la création, l'aménagement, la promotion et l'exploitation de zones d'activités économiques régionales Mierscherdall, en abrégé « ZAMID »*.

Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région. Administration de la Gestion de l'Eau. 2013. *Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs*.

Ministère de la Région Wallonne, E. Branquart et F. Ronveaux. *Créons une mare naturelle dans son jardin*.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures. Département de l'Environnement. Juin 2018. *Leitfaden für gutes Licht im Außenraum für das Großherzogtum Luxemburg*.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures, Administration de la nature et des forêts & Administration Pont et chaussées. 2017. *Nature et Construction, Recommandations pour l'aménagement et l'entretien extensif le long des routes et en milieu urbain*.

Musée National d'Histoire Naturelle (MNHN Luxembourg) - *Species Observation Database*. URL : <https://mdata.mnhn.lu/>

natur&emwelt. 2011. *Construire en respectant les oiseaux. Un lieu où nicher*.



O. Huart, J. Rondeux. 2001. *Genèse, évolution et multiples facettes d'une maladie inhabituelle affectant le hêtre en Région Wallonne*.

pact s.àr.l. Administration communale de Mersch. Novembre 2022. *Projet d'aménagement particulier, adapté suite à l'avis de la cellule d'évaluation. Commune de Mersch. Localité de Mersch. Mierscherberg. ECO « Mierscherberg ZAMID », parties écrite et graphique.*

Parc Naturel Régional du Verdon. 2018. *Concevoir, planter, entretenir sa haie*. URL : <https://www.parcduverdon.fr/fr/mieux-vivre-dans-le-verdon/concevoir-planter-entretenir-sa-haie>

Plantes & Cité. Octobre 2014. *Guide méthodologique de conception écologique d'un espace public paysager*. URL : <https://www.plante-et-cite.fr>

Pôle Wallon de Gestion Différenciée asbl. 2014. *Les pieds d'arbres*.

Ragni. 2017. *L'éclairage raisonné. Pour un éclairage respectueux de tous les écosystèmes*.

Réseau Nature Natagora. Brussels Environnement. 2021. *Fiches Jardin Naturel – Aménager le pied des arbres*.

Sound Ecology. GFLplan. MECDD. Fonds Kirchberg. 2020. *Aménagements et entretien proches de la nature le long de l'avenue J.F. Kennedy*.

Union européenne. 2012. *Lignes directrices concernant les meilleures pratiques pour limiter, atténuer ou compenser l'imperméabilisation des sols*.

Upgreen - toitures végétales. URL : <https://upgreen.be/toitures-vertes/toiture-retention-eau/>

Ville de Namur - Département du Cadre de Vie. Pavillon Aménagement Urbain. Janvier 2020. *Guide de bonnes pratiques d'aménagement urbain. Création et gestion d'espaces verts*.

Ville de Namur - Département du Cadre de Vie. Pavillon Aménagement Urbain. 2016. *Guide de bonnes pratiques d'aménagement urbain. Création et gestion d'espaces verts*.

Yes we plant. 2021. *Vademecum – Plantation d'une haie vive, d'un taillis linéaire, d'un verger et d'alignements d'arbres et entretien des arbres têtards*.

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. Version coordonnée Juillet 2020. *Plan d'aménagement général. Partie écrite*.

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. Version coordonnée Décembre 2020. *Plan d'aménagement général. Partie graphique*.

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. 2019. *Plan d'Aménagement Général (PAG). Schéma directeur. SD n°M14 « Zone d'activités In den Gehen », M15 « Zone d'activités « Auf dem Mierscher weg » et M16 « Zone d'activités Mer-scherberg Notzengrond » à Mersch. Schéma directeur adapté dans le cadre de la modification ponctuelle du PAG puis modifié selon la réclamation du 11 janvier 2019.*

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. Mars 2022. *Modification ponctuelle du PAG « Zone d'activités économiques » au Mierscherbieg. Comparaison du PAG en vigueur et du PAG modifié.*

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. Mars 2022. *Modification ponctuelle du PAG « Projet de contournement au Mierscherbieg ». Comparaison du PAG en vigueur et du PAG modifié.*

Zeyen+Baumann sàrl. Commune de Mersch. Mars 2022. Schéma directeur SD n°M14 « Zone d'activités In den Gehen », M15 « Zone d'activités Auf dem Mierscher weg » et M16 « Zone d'activités Merscherberg Notzengrond » à Mersch. SD modifié dans le cadre de la modification ponctuelle du PAG sur ce site engagée en mars 2022.

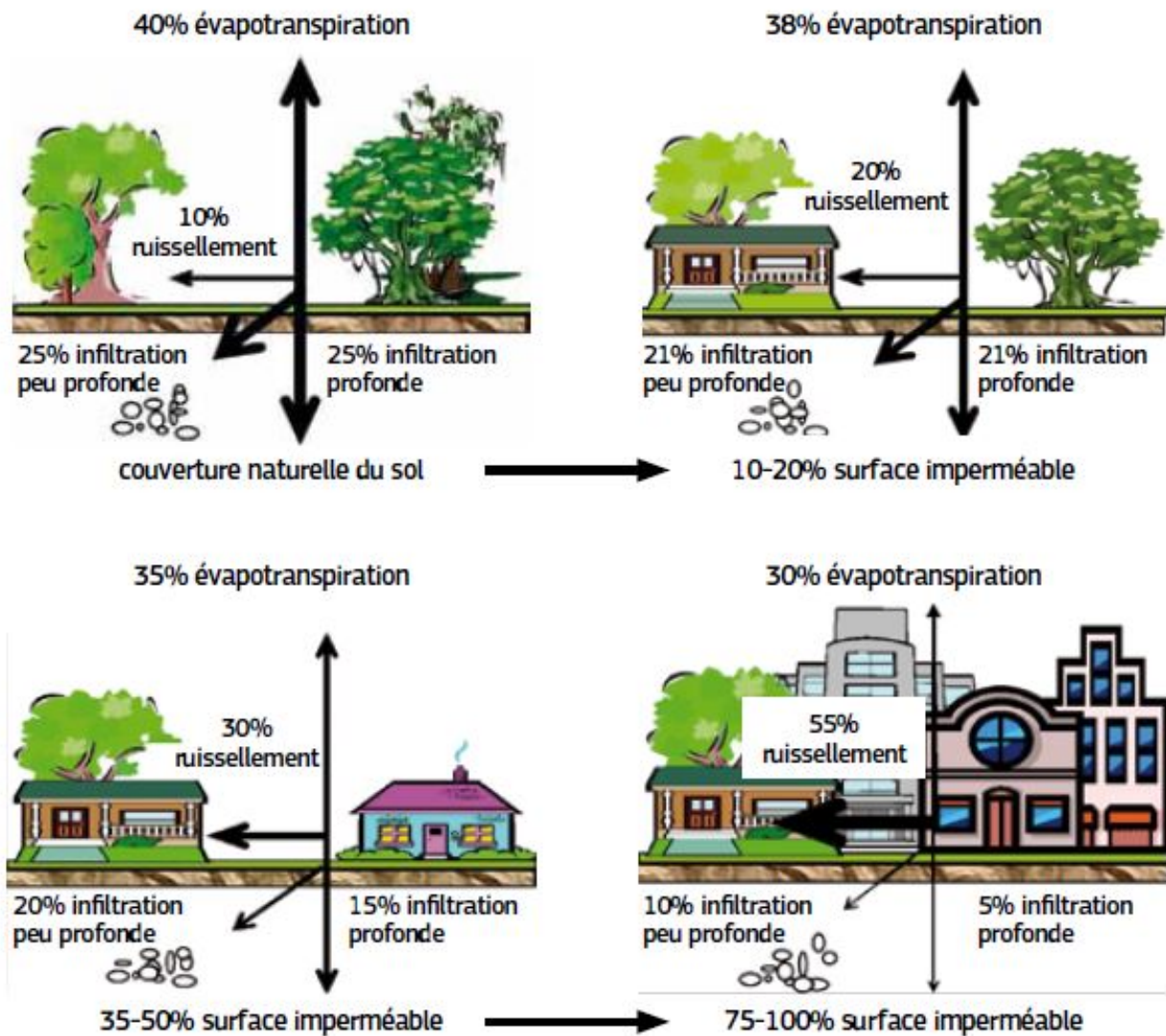
G. Annexes

1. Parcellaire



2. Influence de l'occupation des sols sur le cycle hydrologique

(Bender S. et al. 2013)



3. Modèle basique d'une fiche de sensibilisation

THE NATURE OF FASHION

LA GESTION EXTENSIVE AU MIERSCHERBIERG

COMMENT ALLIER L'ESTHÉTISME À UN BON ÉTAT DE SANTÉ DE LA NATURE

PARKING ÉCOLOGIQUE



PIED DES ARBRES FLEURIS



RÉTENTION DES EAUX PLUVIALES
RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE
PROTECTION DU SOL

RÉDUCTION DU STRESS HYDRIQUE
FAVORISE LA POLLINISATION
ABRITE LA FAUNE LOCALE

- PAS DE PESTICIDES
- UNE OU DEUX FAUCHES PAR AN
- ECONOMIQUE



4. Liste des espèces végétales, entretien et calendrier de gestion

Dans cette annexe est présentée une proposition du plan de plantation, accompagnée du choix des essences et d'un calendrier de gestion. Les essences d'arbres à haute tige pour la plantation en alignements et dans les zones plus urbanisées ont été sélectionnées en fonction de leurs aptitudes à faire face aux changements climatiques (sur base du fichier écologique des essences du Luxembourg notamment). D'après le dernier inventaire phytosanitaire des forêts du Luxembourg (2022), il en ressort que la plupart des feuillus et des résineux souffrent de ces changements et des conséquences qui en découlent, comme les maladies et les insectes ravageurs. Pour pallier ces catastrophes grandissantes pour l'état des arbres indigènes, la mixité des essences dans les espaces verts publics a été grandement mise en avant dans le plan de plantation. Une des tâches dans le calendrier de gestion consistera notamment à surveiller les éventuelles émergences de maladies, pour qu'elles ne se propagent pas aux espèces proches.

Bien que certaines espèces proposées ne soient pas fréquemment présentes spontanément dans les forêts luxembourgeoises, leur rusticité fait d'elles des essences d'avenir dans le cadre des contraintes causées par les changements climatiques. De nouveau, une attention particulière est apportée sur le mélange des essences. Recommandée dans la littérature scientifique et les rapports luxembourgeois sur l'état de santé des arbres, cette mesure est primordiale pour faire face aux conséquences des changements climatiques, de l'urbanisation et des attaques de ravageurs.

4.1. Proposition d'essences d'arbres et de buissons

Accompagnant les essences indigènes, des arbres exotiques mais adaptés à la station sont également proposés dans le plan de plantation.

Afin de garantir les accès aux différents îlots, les arbres sont distants de 20 m les uns des autres. Un total de 247 arbres seront plantés dans le cadre du PAP. Bien que les espaces verts publics soient composés des espèces mélangées présentées ci-dessous, trois espèces minimum sont sélectionnées pour border les voiries en tant qu'arbres d'alignement.

NB : Les arbustes épineux sont désignés par une case grise. Ils ne composent pas les haies proches des voies de circulation.

Arbres à haute tige		
Nom	Atouts	Limites
Tilleul à grandes feuilles (<i>Tilia platyphyllos</i>) = TP	<ul style="list-style-type: none">• Tolérance à la sécheresse, aux sols perturbés, compacts et à un relief irrégulier• Mellifère• Tolère l'ombrage	<ul style="list-style-type: none">• Ne supporte pas l'engorgement du sol• (Sensible aux dégâts de la faune)
Tilleul à petites feuilles (<i>Tilia cordata</i>) = TC	<ul style="list-style-type: none">• Tolérance à la sécheresse, aux sols perturbés, compacts et à un relief irrégulier• Mellifère• Rejets nombreux (pied fourni)• Tolère l'ombrage	<ul style="list-style-type: none">• Ne supporte pas l'engorgement du sol• Peu tolérant aux sols acides• (Sensible aux dégâts de la faune)

Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>) = QP	<ul style="list-style-type: none"> Adapté à une large gamme de milieux Résiste au vent Tolère les sols compacts dont le régime hydrique est variable 	<ul style="list-style-type: none"> Tous les chênes sont attaqués par des chenilles défoliatrices comme la processionnaire du chêne Ne supporte pas l'engorgement du sol Faible tolérance à l'ombrage
Erable plane (<i>Acer platanoides</i>) = AP	<ul style="list-style-type: none"> Tolérance à la sécheresse, aux sols perturbés, compactés et à un relief irrégulier 	<ul style="list-style-type: none"> Besoins élevés en nutriments Peu tolérant aux sols acides
Charme commun (<i>Carpinus betulus</i>) = CB	<ul style="list-style-type: none"> Résiste au vent Tolère les sols compacts dont le régime hydrique est variable Tolère l'ombrage 	<ul style="list-style-type: none"> Peu tolérant aux sols acides (Sensible aux dégâts de la faune)
Orme des montagnes (<i>Ulmus glabra</i>) = UG	<ul style="list-style-type: none"> Bon accompagnateur 	<ul style="list-style-type: none"> Sujet à la graphiose (champignon) Peu tolérant aux extrêmes d'humidité et de sécheresse (Sensible aux dégâts de la faune)
Merisier (<i>Prunus avium</i>) = PA	<ul style="list-style-type: none"> Tolérant à la sécheresse Bon arbre d'alignement 	<ul style="list-style-type: none"> Sujet aux maladies (champignons) en cas de forte humidité Supporte peu la compétition
Bouleau verruqueux (<i>Betula pendula</i>) = BP	<ul style="list-style-type: none"> Résistance à la plupart des facteurs climatiques Tolère l'ombrage Colonisateur 	<ul style="list-style-type: none"> Sujet aux maladies et à certains insectes
Hêtre commun (<i>Fagus sylvatica</i>) = FS	<ul style="list-style-type: none"> Bon accompagnateur d'autres essences (plus frais) 	<ul style="list-style-type: none"> Ne tolère pas la sécheresse prolongée et a fort souffert des canicules
Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>) = QR	<ul style="list-style-type: none"> Enracinement profond 	<ul style="list-style-type: none"> Ne tolère pas la sécheresse prolongée et a fort souffert des canicules Tous les chênes sont attaqués par des chenilles défoliatrices comme la processionnaire du chêne Faible tolérance à l'ombrage
Arbre à moyenne tige		
Nom	Atouts	Limites
Erable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>) = APS	<ul style="list-style-type: none"> Très tolérant aux conditions climatiques rudes Colonisateur 	<ul style="list-style-type: none"> (Sensible aux dégâts de la faune)
Cormier (<i>Sorbus domestica</i>) = SD	<ul style="list-style-type: none"> Mellifère Tolérant à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> Sensible à la concurrence

Alisier torminal (<i>Sorbus torminalis</i>) = ST	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérant à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à l'engorgement du sol
Sorbier des oiseleurs (<i>Sorbus aucuparia</i>) = SAU	<ul style="list-style-type: none"> • Très tolérant à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • (Sensible aux dégâts de la faune) • Sensible à la concurrence
Orme champêtre (<i>Ulmus minor</i>) = UM	<ul style="list-style-type: none"> • Peu sensible à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujet à la graphiose (champignon)
Erable champêtre (<i>Acer campestre</i>) = AC	<ul style="list-style-type: none"> • Peu sensible à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à l'engorgement du sol
Alouchier (<i>Sorbus aria</i>) = SAR	<ul style="list-style-type: none"> • Adapté à une large gamme de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu tolérant aux extrêmes d'humidité et de compacité • Supporte peu la compétition
Charme-houblon (<i>Ostrya carpinifolia</i>) = OC	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérance à la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu tolérant aux extrêmes d'humidité et de compacité
Arbres basse tige et arbustes		
Amélanchier commun (<i>Amelanchier ovalis</i>)	Cornouiller sanguin (<i>Cornus sanguinea</i>)	Noisetier commun (<i>Corylus avellana</i>)
Fusain d'Europe (<i>Euonymus europaeus</i>)	Troène commun (<i>Ligustrum vulgare</i>)	Noisetier de Byzance (<i>Corylus colurna</i>)
Prunellier (<i>Prunus spinosa</i>)	Rosier des champs (<i>Rosa arvensis</i>)	Sureau à grappes (<i>Sambucus racemosa</i>)
Viorne lantane (<i>Viburnum lantana</i>)	Cornouiller mâle (<i>Cornus mas</i>)	Aubépine à un style (<i>Crataegus monogyna</i>)
Aubépine à deux styles (<i>Crataegus laevigata</i>)	Cognassier (<i>Cydonia oblonga</i>)	Houx (<i>Ilex aquifolium</i>)
Bourdaine (<i>Frangula alnus</i>)	Nerprun purgatif (<i>Rhamnus cathartica</i>)	Sureau noir (<i>Sambucus nigra</i>)
Framboisier (<i>Rubus idaeus</i>)	Ronce bleue (<i>Rubus caesius</i>)	Eglantier (<i>Rosa canina</i>)
Groseiller rouge (<i>Ribes rubrum</i>)	Cassis (<i>Ribes nigrum</i>)	Groseiller à maquereaux (<i>Ribes uva-crispa</i>)

4.2. Modèle d'une haie champêtre

Comme repris aux points D.3.2. et D.3.3., une **haie champêtre** est entretenue de manière extensive. Elle est généralement large de 2-3 m minimum et haute de plus de 2 m. Par contre, les **haies d'agrément** ne dépassent généralement pas les 2 m de largeur et les 2 m de hauteur. Ainsi, elles sont taillées plusieurs fois par an. Parmi les haies, trois types d'aménagements sont proposés :

- La haie d'agrément (voir figures 17, 19, 25, 76)
- La haie champêtre moyenne tige (voir figure 22)
- La haie champêtre haute tige/brise-vent (voir figure 14, voir le point D.3.1.)

Chacune des espèces végétales est plantée sur différents rangs, dont les différentes essences sont placées en quinconce. Parmi les espèces proposées se trouvent des arbres à moyenne ou haute tige, des buissons et des arbrisseaux qui se développent également à des hauteurs différentes.

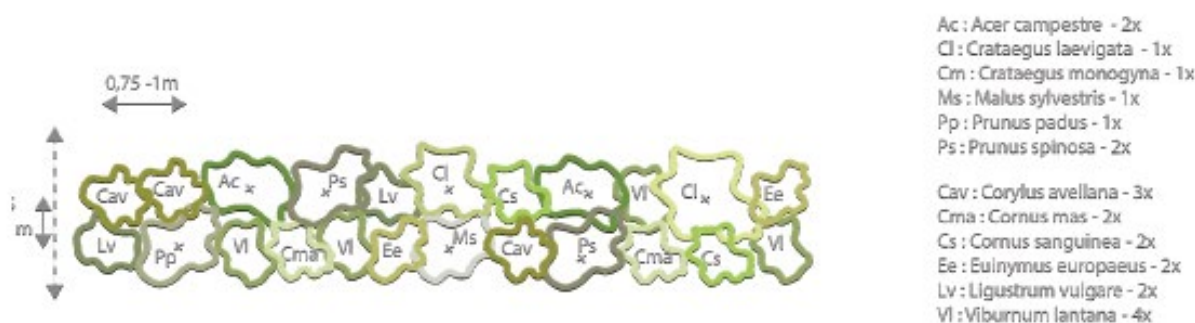


Figure 76. Plantation d'une haie champêtre en deux rangs (Espaces & Paysages 2020)

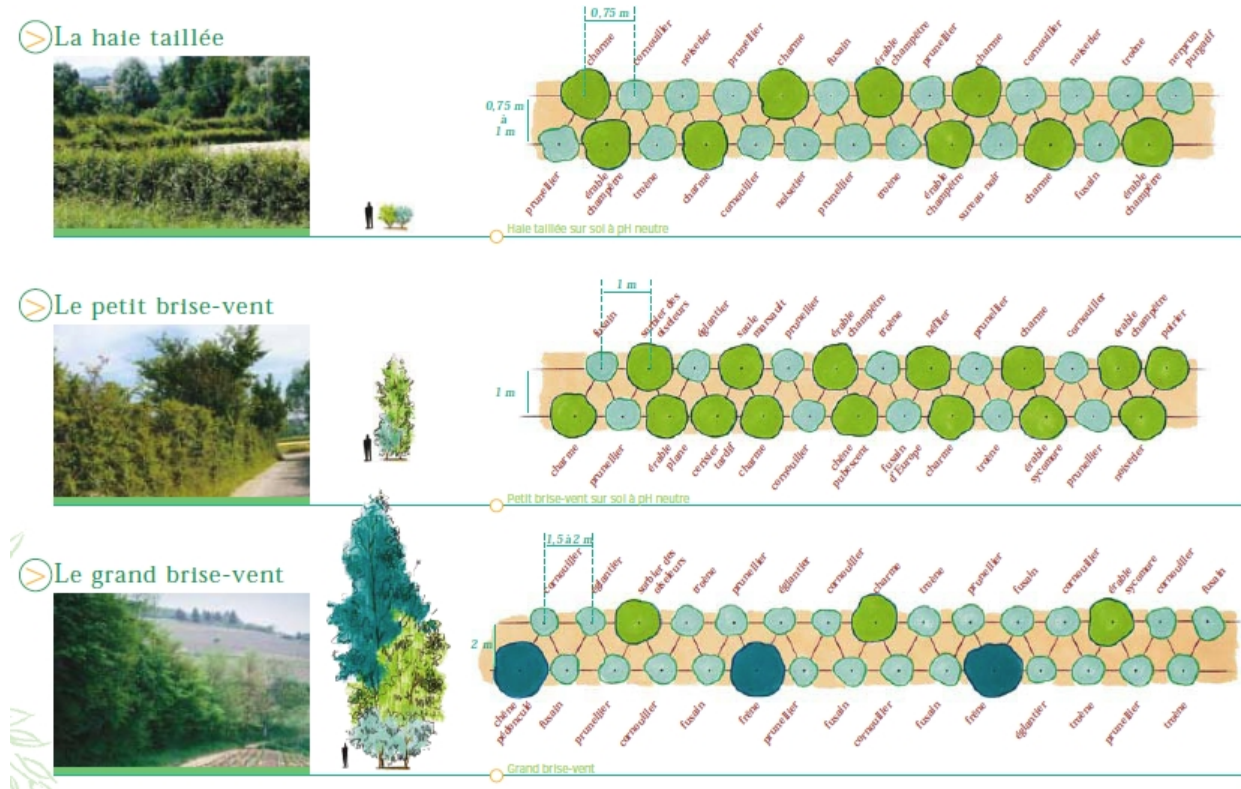


Figure 77. Proposition d'essences pour différents types de haies (Sauve qui paille 2016)

4.3. Sélection d'espèces de haies indigènes

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Les espèces épineuses ne sont pas reprises dans les haies proches de la circulation des personnes.

Nom vernaculaire	Nom latin	Hauteur de croissance (m)	Période de floraison	Vigueur	Besoin de lumière	Emplacement maigre sec	Protection des oiseaux	Plante mellifère	Toxique	Sempervirent	Sensible au sel	Supporte la taille	Epineux
Au Luxembourg, ce sont surtout les arbustes épineux qui forment des haies proches de la nature. C'est pourquoi environ 70 % des plantes devraient être des espèces suivantes :													
Aubépines	<i>Crataegus monogyna</i> , <i>Crataegus laevigata</i>	2-7	5	+			X	X			X	X	X
Troène commun	<i>Ligustrum vulgare</i>	3-5	6-7	+		X		X	X	X		X	
Prunellier	<i>Prunus spinosa</i>	1-4	4	+		X	X	X				X	X
Les espèces générales suivantes représentent une part moins importante :													
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>	1-5	5-6					X				X	
Charme commun	<i>Carpinus betulus</i>	1-20	5									X	
Cornouiller mâle	<i>Cornus mas</i>	3-6	3-4	+				X			X	X	
Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>	3-4	5-6	+		X		X			X		
Noisetier commun	<i>Coryllus avellana</i>	3-5	3-4	+		X		X			X		
Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>	1-6	5-6	+		X	X		X				
Bourdaïne	<i>Rhamnus frangula</i>	1-4	5-6	+			X	X					
Nerpruns	<i>Rhamnus sp.</i>	1-3	5-6	+		X	X		X				X
Saule marsault	<i>Salix caprea</i>	3-7	3-5	+			X	X					
Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>	2-7	5	+			X	X					
Viorne lantane	<i>Viburnum lantana</i>	1-4	5	+					X	(X)	X		
Viorne obier	<i>Viburnum opulus</i>	1-4	5	+				X					



4.4. Sélection d'espèces pour les gazons à fleurs ou à herbes

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Densité de semis 6g/m² (60kg/ha). La certification des semences doit être prouvée par le prestataire avant la commande.

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Fleurs 20%		
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	0.8
Bugle rampant	<i>Ajuga reptans</i>	0.1
Pâquerette	<i>Bellis perennis</i>	0.1
Cardamine des prés	<i>Cardamine pratensis</i>	0.1
Crépis capillaire	<i>Crepis capillaris</i>	0.2
Œillet à Delta	<i>Dianthus deltoides</i>	0.4
Gaillet blanc	<i>Galium album</i>	2.3
Gaillet jaune	<i>Galium verum</i>	1.2
Géranium des Pyrénées	<i>Geranium pyrenaicum</i>	0.2
Liondent d'automne	<i>Leontodon autumnalis</i>	0.8
Liondent hispide	<i>Leontodon hispidus</i>	1.2
Marguerite	<i>Leucanthemum ircutianum/vulgare</i>	1.8
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	1.3
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	0.5
Plantain moyen	<i>Plantago media</i>	1
Primevère officinale	<i>Primula veris</i>	0.2
Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i>	3
Sauge commune	<i>Salvia pratensis</i>	2
Silène penché	<i>Silene vulgaris</i>	2
Stellaire graminée	<i>Stellaria graminea</i>	0.1
Thym faux-pouliot	<i>Thymus pulegioides</i>	0.2

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Graminées 80%		
Agrostide capillaire	<i>Agrostis capillaris</i>	1
Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3
Crételle des prés	<i>Cynosorus cristatus</i>	9
Fétuque des ovins	<i>Festuca guesfalica (ovina)</i>	23
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	20
Pâturin à feuilles étroites	<i>Poa angustifolia</i>	24
Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	10

4.5. Sélection d'espèces pour les prairies fleuries

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Fleurs 50%		
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	1
Aigremoine eupatoire	<i>Agrimonia eupatoria</i>	3
Epiaire officinale	<i>Betonica officinalis</i>	1
Campanule à feuilles rondes	<i>Campanula rotundifolia</i>	0.2
Bleuet des champs	<i>Centaurea cyanus</i>	3
Centaurée jaccée	<i>Centaurea jacea</i>	2.5
Centaurée scabieuse	<i>Centaurea scabiosa</i>	1.5
Crépis bisannuel	<i>Crepis biennis</i>	1
Carotte sauvage	<i>Daucus carotta</i>	1
Gaillet blanc	<i>Galium album</i>	2
Gaillet jaune	<i>Galium verum</i>	1
Millepertuis perforé	<i>Hypericum perforatum</i>	1
Porcelle enracinée	<i>Hypochaeris radicata</i>	1.2
Knautie des champs	<i>Knautia arvensis</i>	2
Gesse des prés	<i>Lathyrus pratensis</i>	0.5
Liondent d'automne	<i>Leontodon autumnalis</i>	1
Liondent hispide	<i>Leontodon hispidus</i>	1
Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	3.5
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	1.5
Lychnis fleur-de-coucou	<i>Lychnis flos-cuculis</i>	1
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	1
Coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i>	2
Petit boucage	<i>Pimpinella saxifraga</i>	0.5
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	1.6

Plantain moyen	<i>Plantago media</i>	0.5
Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i>	2
Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>	1
Petite rhinanthé	<i>Rhinanthus minor</i>	1
Oseille commune	<i>Rumex acetosa</i>	1
Sauge commune	<i>Salvia pratensis</i>	3
Petite pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>	2
Silène penché	<i>Silene vulgaris</i>	2
Salsifi des prés	<i>Tragopogon pratensis</i>	2
Vesce des haies	<i>Vicia cracca</i>	0.5

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Graminées 50%		
Agrostide capillaire	<i>Agrostis capillaris</i>	2
Vulpin des prés	<i>Alopecurus pratensis</i>	2
Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4
Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1
Amourette commune	<i>Briza media</i>	4
Brome dressé	<i>Bromus rectus</i>	3
Brome mou	<i>Bromus hordeaceus</i>	5
Crételle des prés	<i>Cynosorus cristatus</i>	5
Fétuque des ovins	<i>Festuca gaussoi (ovina)</i>	7
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	9
Avoine pubescente	<i>Helictotrichon pubescens</i>	1
Pâturin à feuilles étroites	<i>Poa angustifolia</i>	4
Avoine dorée	<i>Trisetum flavescens</i>	3



4.6. Sélection d'espèces pour le fond des bassins de rétention

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Densité d'ensemencement 5g/m² (60kg/ha). La certification des semences doit être prouvée par l'entrepreneur avant la commande.

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Graminées 100%		
Agrostide capillaire	<i>Agrostis capillaris</i>	8
Fétuque des ovins	<i>Festuca guesfalica (ovina)</i>	34
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	30
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	10
Pâturin à feuilles étroites	<i>Poa angustifolia</i>	18

4.7. Sélection d'espèces pour les berges

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Densité de semis 2g/m². La certification des semences doit être prouvée par l'entrepreneur avant la commande.

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Fleurs 50%		
Achillée ptarmique	<i>Achillea ptarmique</i>	1
Angélique des bois	<i>Angelica sylvestris</i>	2
Cerfeuil sauvage	<i>Anthriscus sylvestris</i>	1
Barbarée commune	<i>Barbarea vulgaris</i>	1
Populage des marais	<i>Caltha palustris</i>	0.3
Cirse des marais	<i>Cirsium palustris</i>	0.5
Cirse maraîcher	<i>Cirsium oleraceum</i>	0.4
Crépis bisannuel	<i>Crepis biennis</i>	1
Epilobe hirsute	<i>Epilobium hirsutum</i>	0.3
Eupatoire à feuilles de chanvre	<i>Eupatorium cannabinum</i>	1.5
Reine des prés	<i>Filipendula ulmaria</i>	3
Gaillet blanc	<i>Galium album</i>	2
Millepertuis à quatre angles	<i>Hypericum tetrapterum</i>	1
Iris jaune	<i>Iris pseudacorus</i>	11
Lotier pédonculé	<i>Lotus pedunculatus</i>	1.2
Lychnis fleur-de-coucou	<i>Lychnis flos-cuculis</i>	1.5
Lycoper d'Europe	<i>Lycopus europaeus</i>	2.5
Lysimaque commune	<i>Lysimachia vulgaris</i>	0.5
Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i>	1
Menthe à longues feuilles	<i>Mentha longifolia</i>	1
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	0.3
Oseille commune	<i>Rumex acetosa</i>	1

Pimprenelle officinale	<i>Sanguisorba officinalis</i>	2
Scrophulaire noeuse	<i>Scrophularia nodosa</i>	1
Scutellaire à casque	<i>Scutellaria galericulata</i>	1
Sélin à feuilles de Carvi	<i>Selinum carvifolia</i>	1.5
Silène dioïque	<i>Silene dioica</i>	4
Epiaire des marais	<i>Stachys palustris</i>	0.5
Succise des prés	<i>Succisa palustris</i>	1.5
Valériane officinale	<i>Valeriana officinalis</i>	1
Véronique des ruisseaux	<i>Veronica beccabunga</i>	0.5

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Graminées 50%		
Agrostide géante	<i>Agrostis gigantea</i>	2
Vulpin des prés	<i>Alopercurus pratensis</i>	7
Canche flexueuse	<i>Deschampsia cespitosa</i>	3
Fétuque des prés	<i>Festuca pratensis</i>	7
Houlque laineux	<i>Holcus lanatus</i>	2
Jonc aggloméré	<i>Juncus conglomeratus</i>	0.5
Jonc diffus	<i>Juncus effusus</i> <i>Flatterbinses</i>	0.5
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	5
Molinie bleue	<i>Molinia caerulea</i>	5
Baldingère faux-roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	2
Pâturin des marais	<i>Poa palustris</i>	11
Scirpe des bois	<i>Scirpus sylvaticus</i>	2
Avoine dorée	<i>Trisetum flavescens</i>	3



4.8. Sélection d'espèces pour le gazon de pavage ou de gravier

(Fondation Hëllef fir d'Natur 2006)

Densité d'ensemencement 4g/m² (40kg/ha). Le mélange de semences peut être acheté auprès de la société Rieger-Hofmann.

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Fleurs 30%		
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	1
Sabline à feuilles de serpolet	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0.2
Pâquerette	<i>Bellis perennis</i>	0.2
Campanule à feuilles rondes	<i>Campanula rotundifolia</i>	0.3
Œillet des Chartreux	<i>Dianthus carthusianorum</i>	2
Œillet à Delta	<i>Dianthus deltoides</i>	0.4
Bec-de-grue à feuilles de ciguë	<i>Erodium cicutarium</i>	0.3
Drave printanière	<i>Erophila verna</i>	0.1
Gailllet jaune	<i>Galium verum</i>	0.8
Hélianthème jaune	<i>Helianthemum nummularium</i>	0.3
Piloselle	<i>Hieracium pilosella</i>	0.2
Porcelle enracinée	<i>Hypochaeris radicata</i>	1
Miroir de Vénus	<i>Legousia speculum-veneris</i>	0.3
Liondent d'automne	<i>Leontodon autumnalis</i>	0.8
Liondent hispide	<i>Leontodon hispidus</i>	0.8
Linaire commune	<i>Linaria vulgaris</i>	0.3
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	1.2
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	0.5
Origan commun	<i>Origanum vulgare</i>	0.4

Pavot argémone	<i>Papaver argemone</i>	1.5
Œillet prolifère	<i>Petrorhagia prolifera</i>	0.5
Œillet des rochers	<i>Petrorhagia saxifraga</i>	0.6
Plantain moyen	<i>Plantago media</i>	2
Potentille printanière	<i>Potentilla verna</i>	0.3
Brunelle à grandes fleurs	<i>Prunella grandiflora</i>	1.2
Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i>	2
Sauge commune	<i>Salvia pratensis</i>	2.5
Sauge verticillée	<i>Salvia verticillata</i>	2
Petite pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>	3
Orpin âcre	<i>Sedum acris</i>	0.1
Silène penché	<i>Silene vulgaris</i>	2
Thym faux-pouliot	<i>Thymus pulegioides</i>	0.4
Trèfle pied-de-lièvre	<i>Trifolium arvense</i>	0.4
Trèfle couché	<i>Trifolium campestre</i>	

Nom vernaculaire	Nom latin	%
Graminées 70%		
Agrostide capillaire	<i>Agrostis capillaris</i>	3
Brachypode penné	<i>Brachypodium pinnatum</i>	3
Fétuque des ovins	<i>Festuca gaussoi</i> (ovina)	30
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	14
Pâturin à feuilles étroites	<i>Poa angustifolia</i>	17
Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	3



4.9. Entretien des différentes structures végétales

L'entretien présenté dans les tableaux qui suivent est entièrement extensif (voir « D.2. Entretien »). Cependant, les zones de circulation devraient être gérées de manière différenciée afin de garantir la sécurité des personnes : la visibilité de la route, les accès aux trottoirs sont fauchés plusieurs fois par an sur une largeur de 0.8 m.

Type de végétation	Mesure d'entretien		Objectifs du travail d'entretien
Arbres	Taille de formation	<ul style="list-style-type: none"> • Supprimer les branches mortes, malades et endommagées, élaguer les arbres de rue (respecter le gabarit spécifique) • Le développement de branches d'un diamètre supérieur à 5 cm dans la zone à élaguer ultérieurement doit être évité à un stade précoce • Les surfaces de coupe d'un diamètre supérieur à 3 cm doivent être traitées avec un produit cicatrisant • Elagage adapté à la proximité des voiries (jusqu'à maximum 4 m de hauteur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de base solide et stable • Déterminer les formes finales souhaitées pour la couronne de l'arbre
	Contrôler l'ancrage de l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler l'ancrage de l'arbre, rétablir et desserrer les liens si nécessaire (liens en corde, pas de plastique ou de caoutchouc) 	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser et stabiliser la forme de croissance
	Faucher le pied de l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> • Enlever à la débroussailleuse la végétation éventuelle dans un rayon de 50-70 cm autour des arbres • La hauteur de coupe est de minimum 10 cm • L'herbe fauchée doit rester sur la surface pour le paillage • Après quelques années de croissance, ne plus faucher ! 	<ul style="list-style-type: none"> • Apport de nutriments • Aide au développement
	Arrosage	<ul style="list-style-type: none"> • Quantité d'eau minimale par opération 25 L/m² si sécheresse prolongée 	



Arbustes	Taille	<ul style="list-style-type: none"> Couper les parties défleuries et mortes Les surfaces de coupe de plus de 3 cm de diamètre doivent être traitées avec un cicatrisant 	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser et stabiliser la forme de croissance
	Contrôler l'ancrage	<ul style="list-style-type: none"> Contrôler l'ancrage, rétablir et desserrer la fixation si nécessaire (liens en corde, pas de plastique ou de caoutchouc) 	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser et stabiliser la forme de croissance
	Faucher les plantations d'encadrement	<ul style="list-style-type: none"> Dégager les plantes ligneuses avec une débroussailleuse Une zone de 50 à 70 cm doit être fauchée autour de chaque plante La hauteur de coupe est de minimum 10 cm L'herbe fauchée doit rester sur la surface pour le mulching 	<ul style="list-style-type: none"> Apport de nutriments Aide au développement
	Arrosage	<ul style="list-style-type: none"> Quantité d'eau minimale par opération 25 L/m² si sécheresse prolongée 	
Végétation libre/ Haies	Taille	<ul style="list-style-type: none"> Couper les parties défleuries et mortes Les surfaces de coupe de plus de 3 cm de diamètre doivent être refermées avec un produit cicatrisant L'entretien doit se limiter principalement à la tonte 	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser et stabiliser la forme de croissance La taille doit être effectuée avant le premier bourgeonnement
	Contrôler l'ancrage	<ul style="list-style-type: none"> Contrôler l'ancrage, le cas échéant, rétablir et desserrer la fixation 	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser et stabiliser la forme de croissance
	Arrosage	<ul style="list-style-type: none"> Quantité d'eau minimale par opération 25 L/m² si sécheresse prolongée 	

Type de végétation	Mesure d'entretien		Objectif du travail d'entretien
Couvre-sols / surfaces vivaces	Taille de formation	<ul style="list-style-type: none"> Tailler les plantes en fonction de leur croissance 	<ul style="list-style-type: none"> Structure dense et structurée de la surface de plantation
	Ameublissement	<ul style="list-style-type: none"> Ameublissement des surfaces végétales (éventuellement par binage) Lors de l'ameublissement du sol, il faut tenir compte des particularités de la plantation : profondeur d'ameublissement de 3 cm pour les surfaces boisées, de 2 cm pour les surfaces de plantes vivaces 	<ul style="list-style-type: none"> Contenir la croissance des mauvaises herbes sans utiliser de pesticides
	Arrosage	<ul style="list-style-type: none"> Arrosage si sécheresse prolongée 	
Prairies et pelouses herbacées (pelouse extensive)	Fauche	<ul style="list-style-type: none"> Hauteur de coupe de minimum 10 cm L'herbe coupée doit être laissée sur la surface pour l'ensemencement 	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser les aspects floraux et la richesse structurelle
Talus/ Bassin de rétention	Ensemencement	<ul style="list-style-type: none"> Après l'ensemencement, la surface doit être paillée avec 400 g/m² de foin ou 2 kg/m² d'herbe fraîche coupée Ensemencement avec des tapis de graines 	
	Fauche	<ul style="list-style-type: none"> Faucher la surface à une hauteur de coupe de 10 cm minimum Enlever l'herbe fauchée de la surface Les coupes de paillage ont un effet négatif sur la biodiversité des bassins 	<ul style="list-style-type: none"> Promotion des aspects floraux et de la richesse structurelle Pas de fauche si le bassin de rétention est naturel
Semelle/ Bassin de rétention	Fauche	<ul style="list-style-type: none"> La hauteur de croissance doit être de 6-10 cm La hauteur de coupe de minimum 10 cm Il ne faut pas enlever plus de 50% de la hauteur de croissance L'herbe coupée doit être enlevée 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de fauche si le bassin de rétention est naturel
	Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> Fertiliser le semis 2 semaines après la germination avec 4-6 g de N pur/m² Fertiliser après la première coupe avec 5 g de N pur/m² si l'objectif de végétalisation n'est pas atteint 	
	Arrosage	<ul style="list-style-type: none"> Arrosage si sécheresse prolongée 	



Fleurs et gazon herbacé	Tonte	<ul style="list-style-type: none"> • La hauteur de coupe ne doit pas être inférieure à 5 cm, afin que le gazon se rétablisse plus rapidement • Ramassage de l'herbe coupée 	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination du potentiel de graines indésirables • Si le potentiel de graines est trop élevé, des passages d'entretien supplémentaires sont également possibles
Plantation	Reconnaissance des dégâts	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la plantation pour détecter les symptômes de dégâts • Eventuellement mise en place de mesures correctives 	<ul style="list-style-type: none"> • Détection et lutte précoces contre les ravageurs • En cas d'attaque : prévention de la propagation

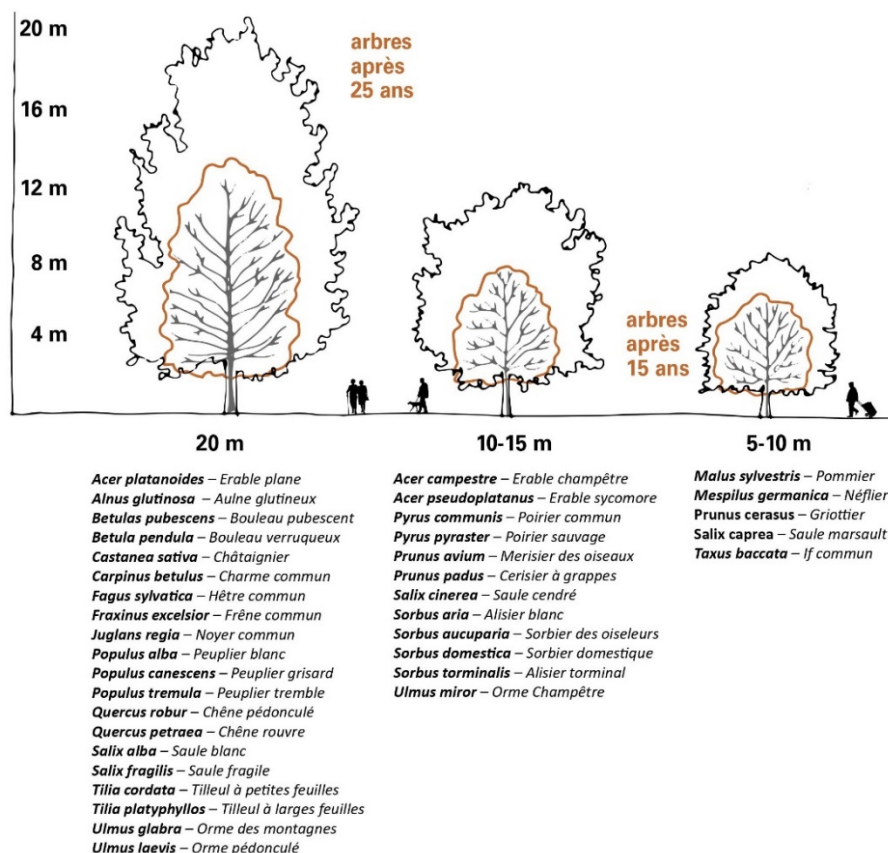
4.10. Calendrier d'entretien

Type de végétation	Mesure d'entretien	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Arbres	Taille de formation	Une fois à la fin de l'hiver, un jour sans gel			Pour les saules, taille d'été ; si nécessaire, uniquement des tailles de formation et d'entretien douces								
	Contrôler l'ancrage de l'arbre	Selon les besoins											
	Faucher le pied de l'arbre						1 Coupe						
	Arrosage					Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins				
Arbustes	Taille	Une fois à la fin de l'hiver, un jour sans			Pour les saules, taille d'été ; si nécessaire, uniquement des tailles de formation et d'entretien douces								
	Contrôler l'ancrage	Selon les besoins											
	Faucher les plantations d'encadrement						1 Coupe						
	Arrosage					Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins				
Végétation libre/ Haies	Taille	Une fois à la fin de l'hiver, un jour sans											
	Contrôler l'ancrage	Selon les besoins											
	Faucher les plantations d'encadrement												
	Arrosage					Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins	Selon les besoins				



5. Les arbres indigènes du Luxembourg et leurs caractéristiques

Guide pour une meilleure gestion urbaine (2021)



LES ESSENCES À METTRE EN ŒUVRE

Les plantes indigènes répondent mieux aux besoins de notre faune, elles nécessitent moins de soins et sont plus adaptées aux conditions climatiques.

Les favoriser permet de maintenir en équilibre notre écologie. Ci-après une liste de ces espèces à utiliser selon la strate et la taille, la toxicité et l'environnement (type de sol, l'exposition ...).

Grimpantes :

Bryonia dioica – Navet du diable
Clematis vitalba – Clématite des haies
Hedera helix – Lierre grimpant
Humulus lupulus – Houblon
Lathyrus sylvestris – Gesse des bois
Lonicera periclymenum – Chèvrefeuille des bois
Vicia dumetorum – Vesce des buissons

Arbustes de moins de 2m :

Cytisus scoparius – Genêt à balais
 sol siliceux (non calcaire), grès de lux
Lonicera xylosteum – Chèvrefeuille des haies
Ribes nigrum – Groseillier noir
Ribes rubrum – Groseillier rouge
Ribes uva-crispa – Groseillier à maquereaux
Rosa canina – Eglantier commun
Rosa rubiginosa – Eglantier
Rubus caesius – Ronce bleue
Rubus idaeus – Framboisier
Salix aurita – Saules à oreillettes
Vaccinium myrtillus – Myrtille
 sol siliceux (non calcaire)

Arbustes de 2 à 4 m :

Amelanchier ovalis – Amélanchier commun
Calluna vulgaris – Bruyère commune
 (sol siliceux, non calcaire)
Cornus sanguinea – Cornouiller sanguin
Corylus avellana – Noisetier commun
Daphne mezereum – Bois-joli
 (Bruyère (Acide), Neutre)
Euonymus europaeus – Fusain d'Europe
Ligustrum vulgare – Troène commun
Prunus spinosa – Prunellier
Rosa arvensis – Rosier des champs
Salix purpurea – Saule pourpre
Salix triandra – Saule à trois étamines
Salix viminalis – Saule des vanniers
Sambucus racemosa – Sureau à grappe
Viburnum lantana – Viorne lantane
Viburnum opulus – Boule de neige

Arbustes de plus de 4 m :

Cornus mas – Cornouiller mâle
Crataegus monogyna – Aubépine à un style
Crataegus laevigata – Aubépine à deux styles
Cydonia oblonga – Cognassier
Ilex aquifolium – Houx
Frangula alnus – Bourdaine
Rhamnus cathartica – Neprun purgatif
Sambucus nigra – Sureau noir

DOCUMENT DE TRAVAIL DU

23-04-2021

VOIR FICHES

RENOI VERS TEXTES LÉGISLATIFS

LA GESTION DES RESSOURCES
NATURELLES

H4



6. Comparaison des bénéfices et des limites des surfaces perméables par rapport à l'asphalte

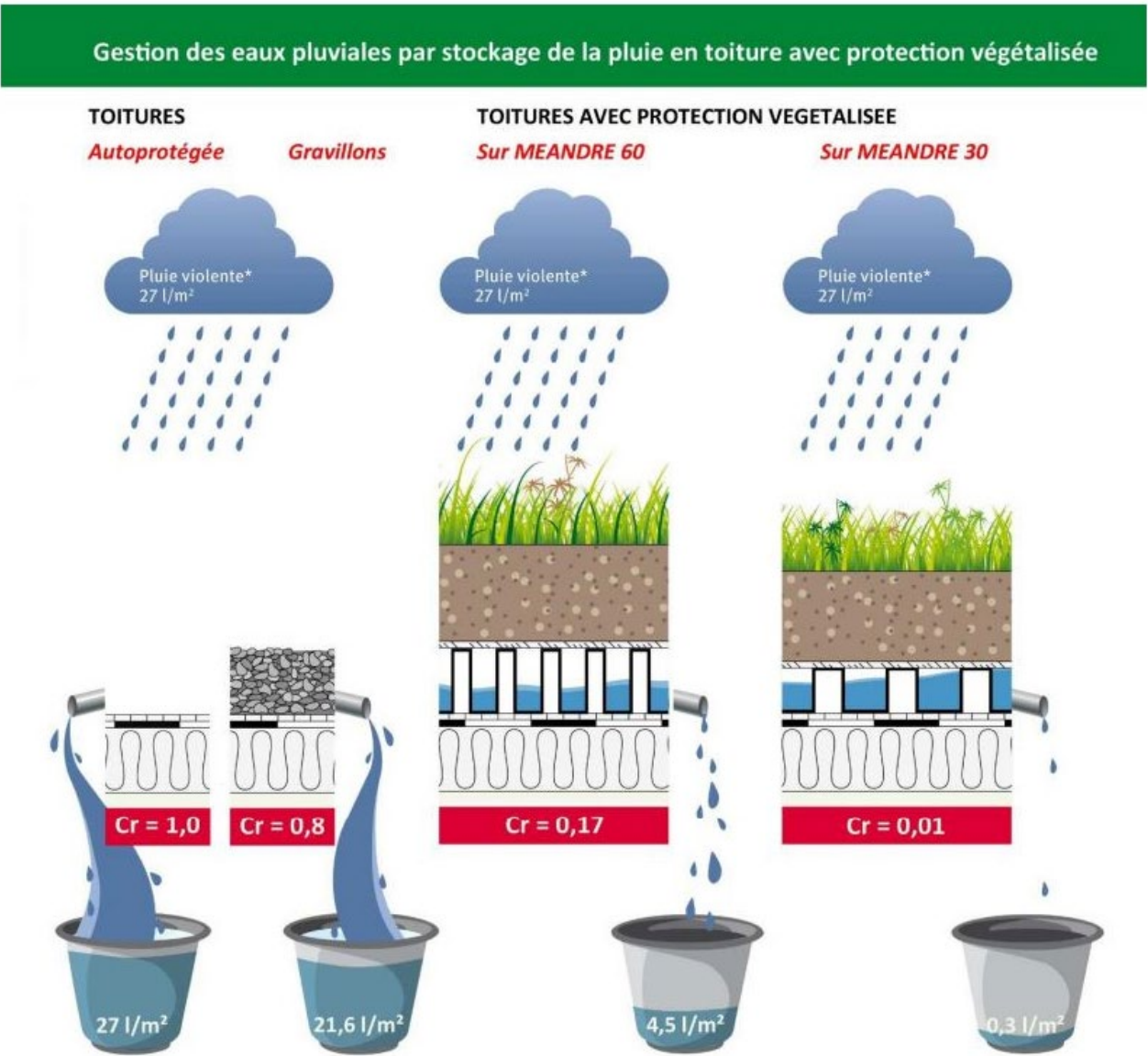
Commission Européenne. 2011. Reports on best practicles for limiting soil sealing and mitigating its effects

	Champ d'application				Avantages					Limites							
	Piétons	Aires de stationnement pour petits véhicules	Aires de stationnement pour véhicules de taille moyenne	Traffic routier	Esthétique	Végétation possible	Drainage élevé possible	Matériaux locaux	Améliore le microclimat	Entretien élevé	Mauvais confort de marche	Stationnement PMR impossible	Accumulation de boue	Formation de poussière	Surface non imperméabilisée	Coefficient de ruissellement	Coûts : asphalte = 100%
Gazons, pelouses et sols sableux					+++	+++	+++	+++	+++			+++	+++		100%	<0.1	<2%
Pelouse gravelée	X	X	X		++	++	++	+++	++	+	+	+			100%	0.1-0.3	50-60%
Dalles gazon (plastique)	X	X			++	++	++	+	++	++	++	++	+		90%	0.3-0.5	75%
Dalles gazon (béton)	X	X	X	X	++	++	+	+++	++	++	++	++	+		40%	0.6-0.7	75-100%
Surfaces empierrées	X	X	X		+		+	+++		++	+	+	++	++	50%	0.5	50%
Pavés perméables (à joints non scellés)	X	X	X		+		+	+++	+	+					20%	0.5-0.6	100-125%
Asphalte poreux	X	X	X	X			++								0%	0.5-0.7	100-125%
Asphalte	X	X	X	X											0%	1.0	100%



7. Gestion des eaux pluviales par stockage de la pluie en toiture avec protection végétalisée

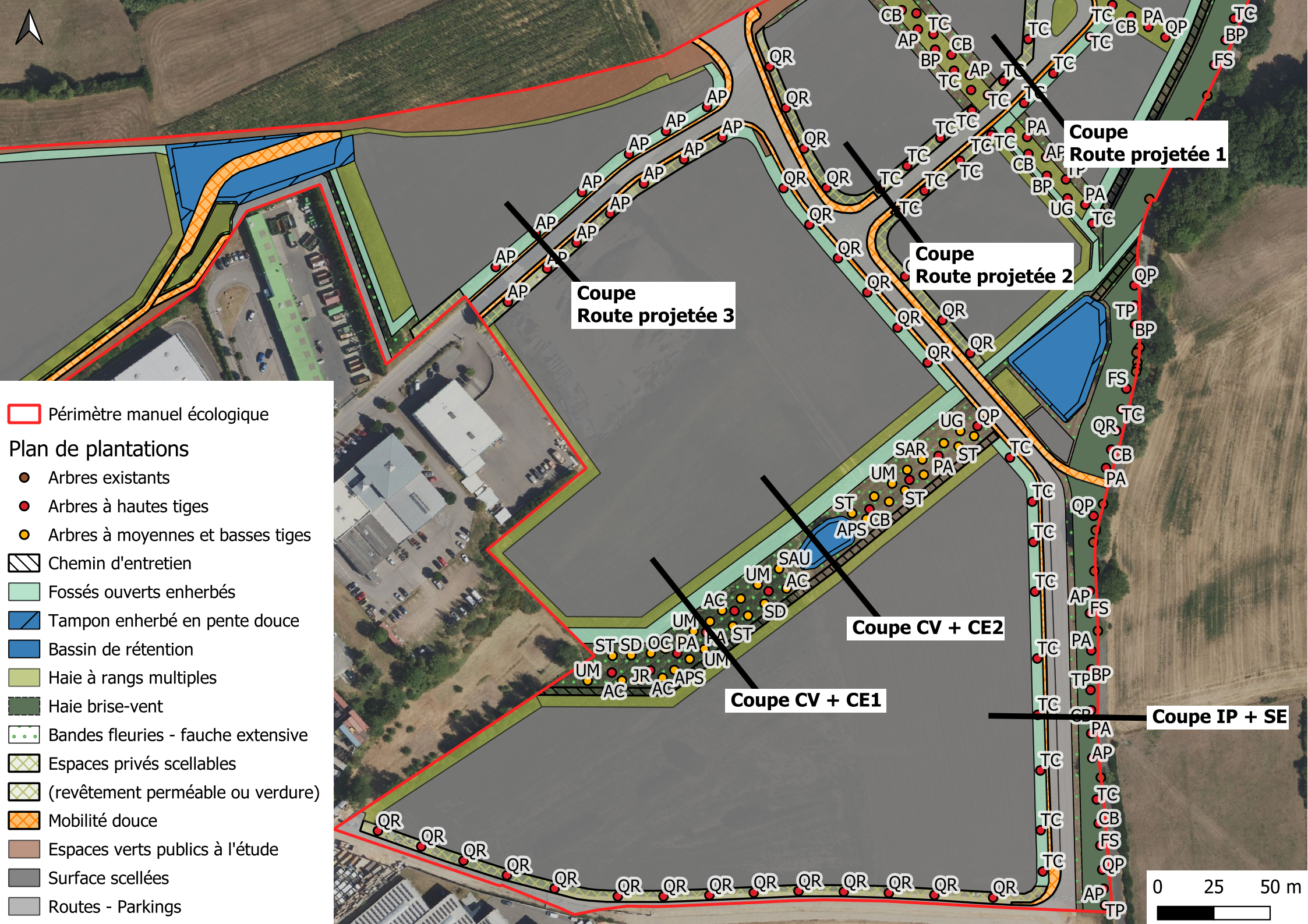
Upgreen (upgreen.be)



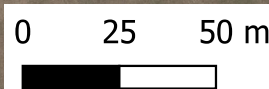
8. Plans de plantation et coupes des aménagements

- Plantation Zone 1 (et coupes des aménagements)
- Plantation Zone 2 (et coupes des aménagements)
- Plantation Zone 3 (et coupes des aménagements)
- Coupe - Urbanisation Intégration Paysagère-1
- Coupe - Urbanisation Intégration Paysagère-2
- Coupe - Urbanisation Intégration Paysagère + Servitude écologique
- Coupe - Urbanisation Coulée verte + Cours d'eau-1
- Coupe - Urbanisation Coulée verte + Cours d'eau-2
- Coupe - Servitude écologique 1
- Coupe - Urbanisation Biotopes
- Coupe - Mobilité douce
- Coupe - Nouvelle route projetée-1
- Coupe - Nouvelle route projetée-2
- Coupe - Nouvelle route projetée-3






- Périmètre manuel écologique
- Plan de plantations**
- Arbres existants
 - Arbres à hautes tiges
 - Arbres à moyennes et basses tiges
 - Chemin d'entretien
 - Fossés ouverts enherbés
 - Tampon enherbé en pente douce
 - Bassin de rétention
 - Haie à rangs multiples
 - Haie brise-vent
 - Bandes fleuries - fauche extensive
 - Espaces privés scellables
 - (revêtement perméable ou verdure)
 - Mobilité douce
 - Espaces verts publics à l'étude
 - Surface scellées
 - Routes - Parkings

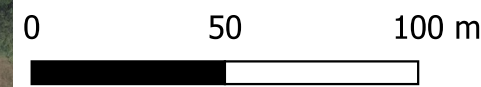
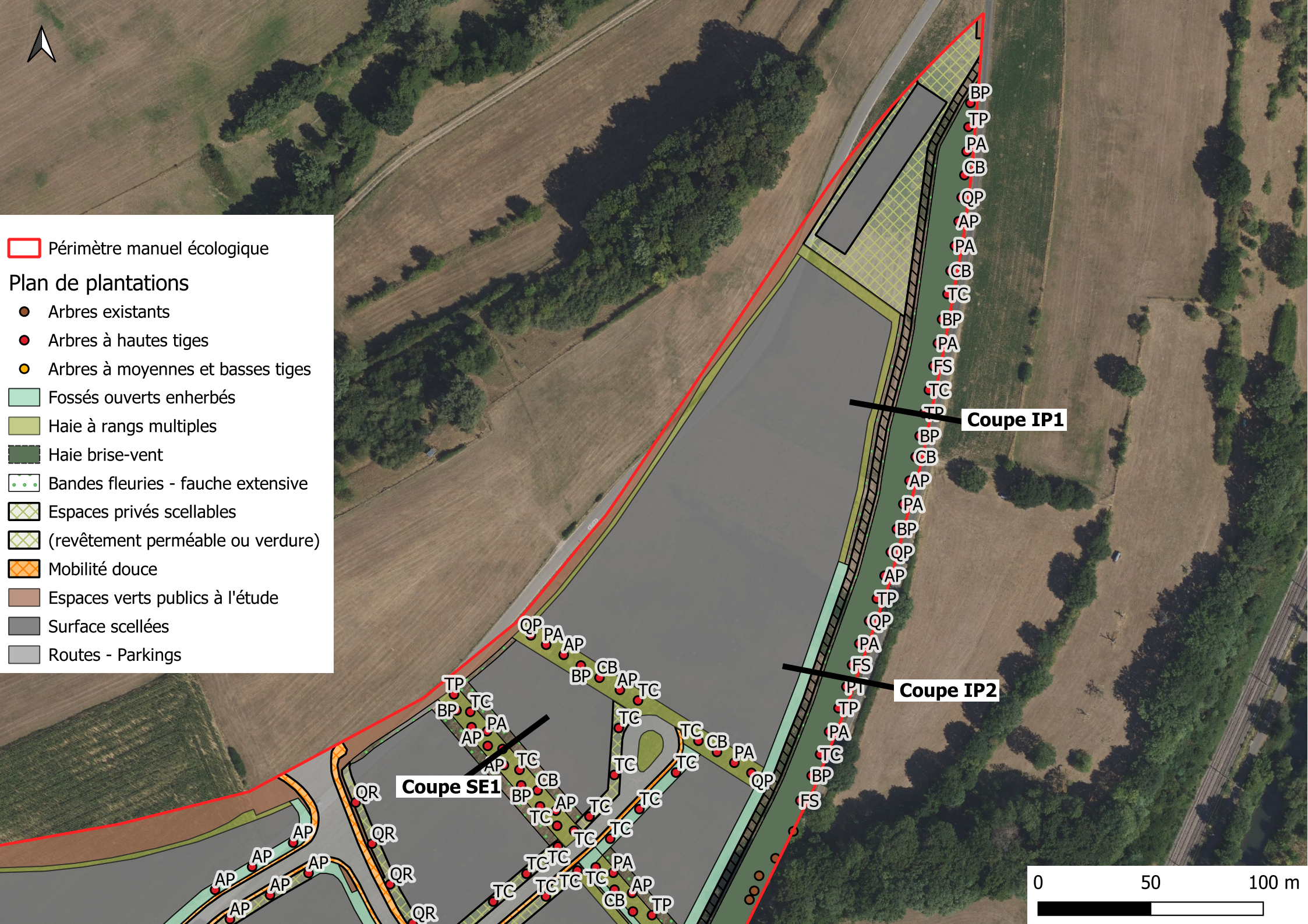




 Périmètre manuel écologique

Plan de plantations

-  Arbres existants
-  Arbres à hautes tiges
-  Arbres à moyennes et basses tiges
-  Fossés ouverts enherbés
-  Haie à rangs multiples
-  Haie brise-vent
-  Bandes fleuries - fauche extensive
-  Espaces privés scellables
-  (revêtement perméable ou verdure)
-  Mobilité douce
-  Espaces verts publics à l'étude
-  Surface scellées
-  Routes - Parkings



COUPE - SERVITUDE

" URBANISATION : INTEGRATION PAYSAGERE " - 1

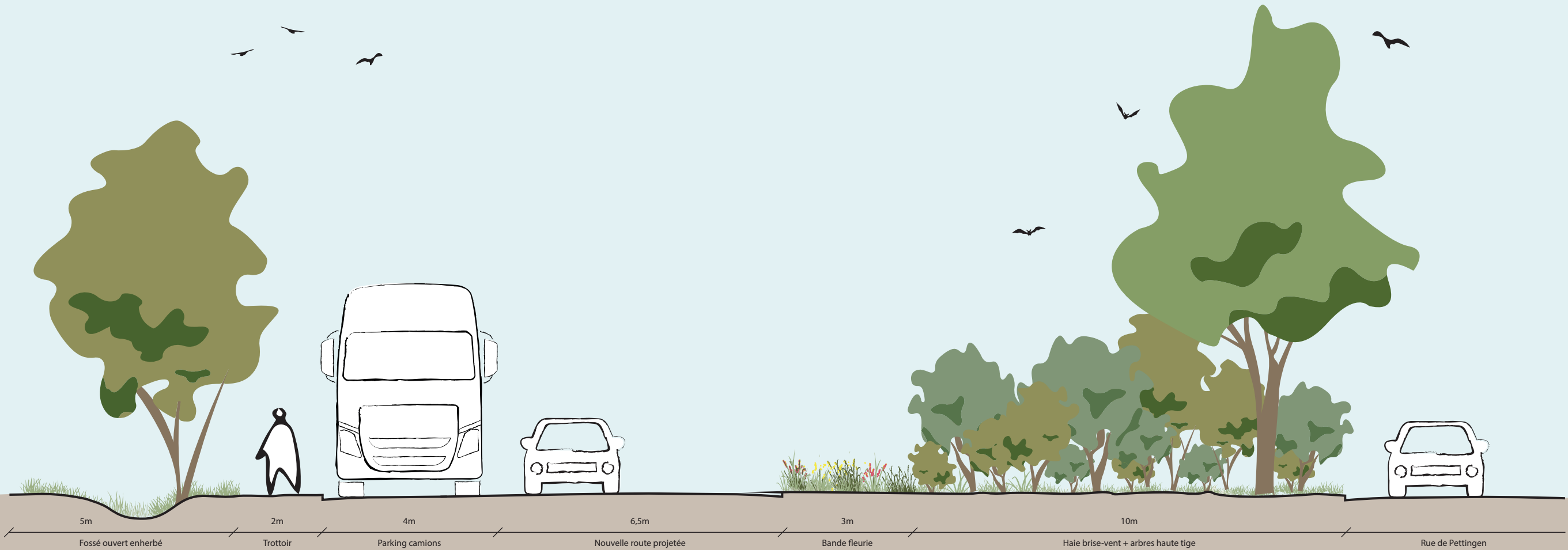


COUPE - SERVITUDE

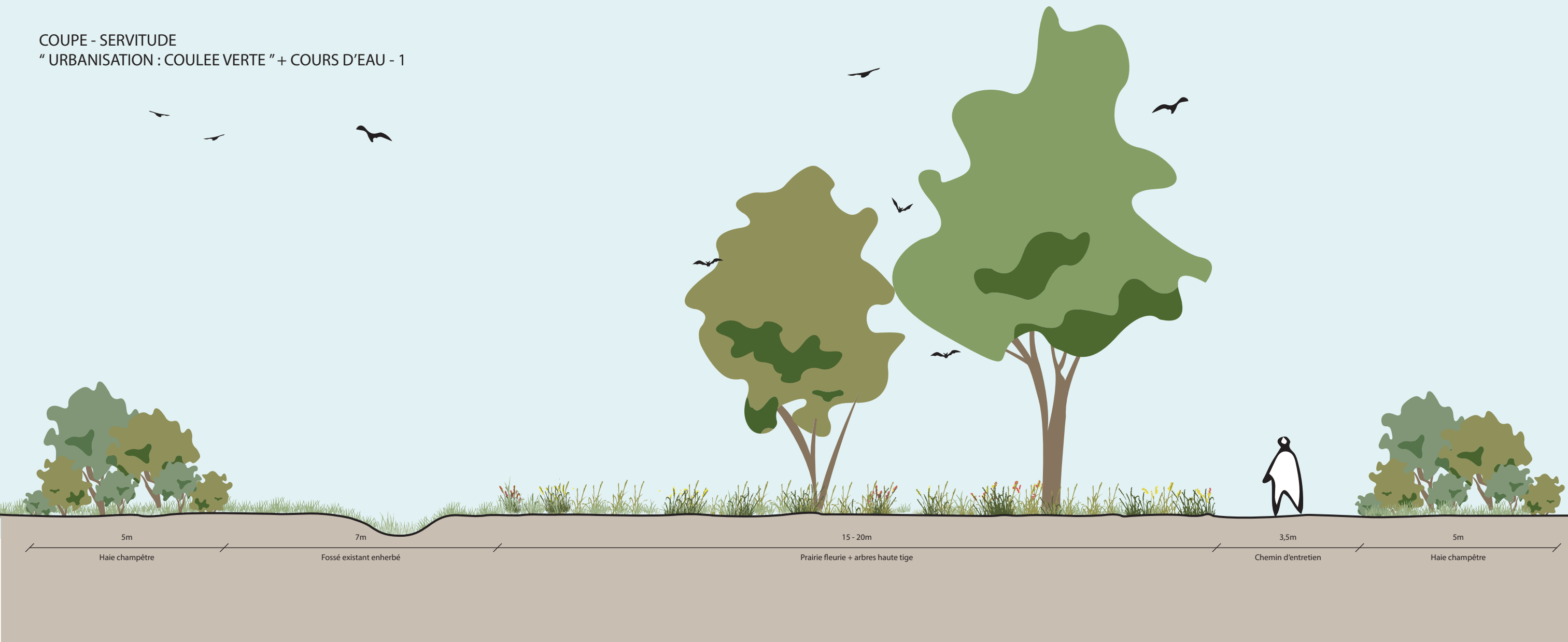
" URBANISATION : INTEGRATION PAYSAGERE " - 2



COUPE - SERVITUDE
" URBANISATION : INTEGRATION PAYSAGERE + SERVITUDE ECOLOGIQUE "



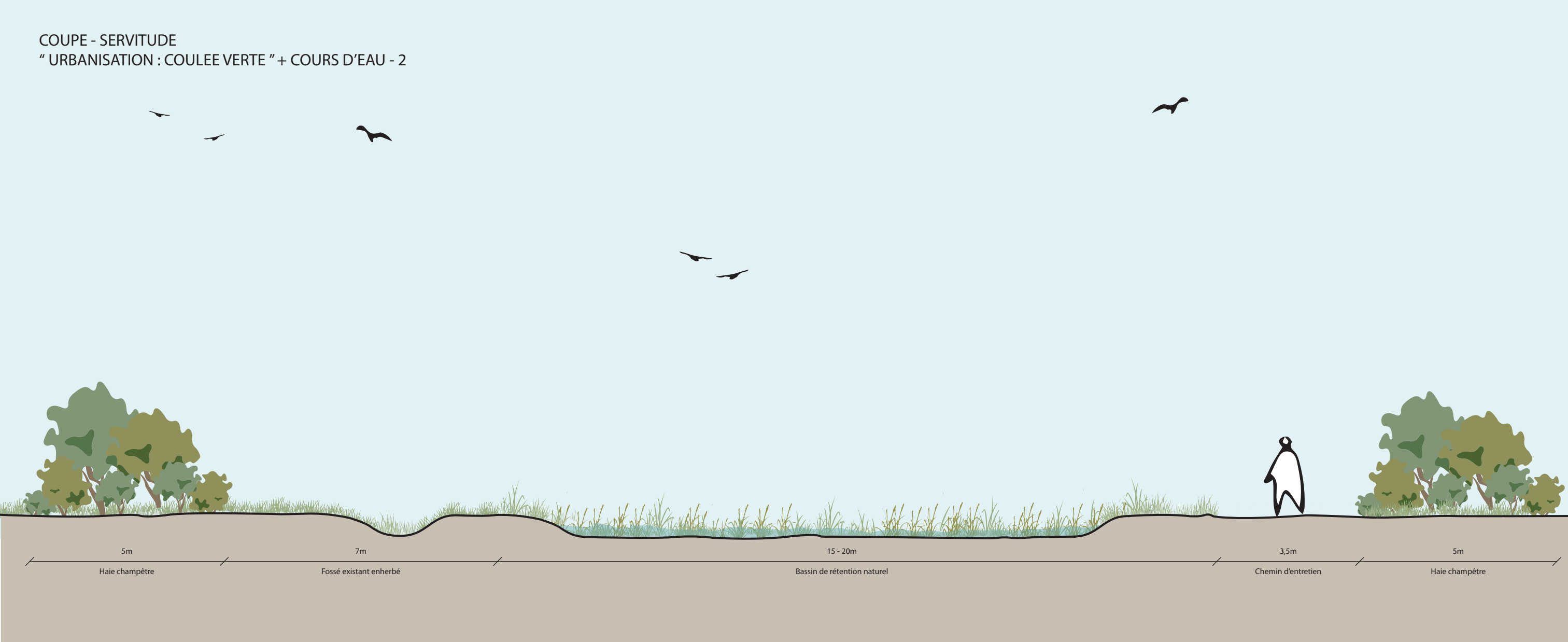
COUPE - SERVITUDE
" URBANISATION : COULEE VERTE " + COURS D'EAU - 1



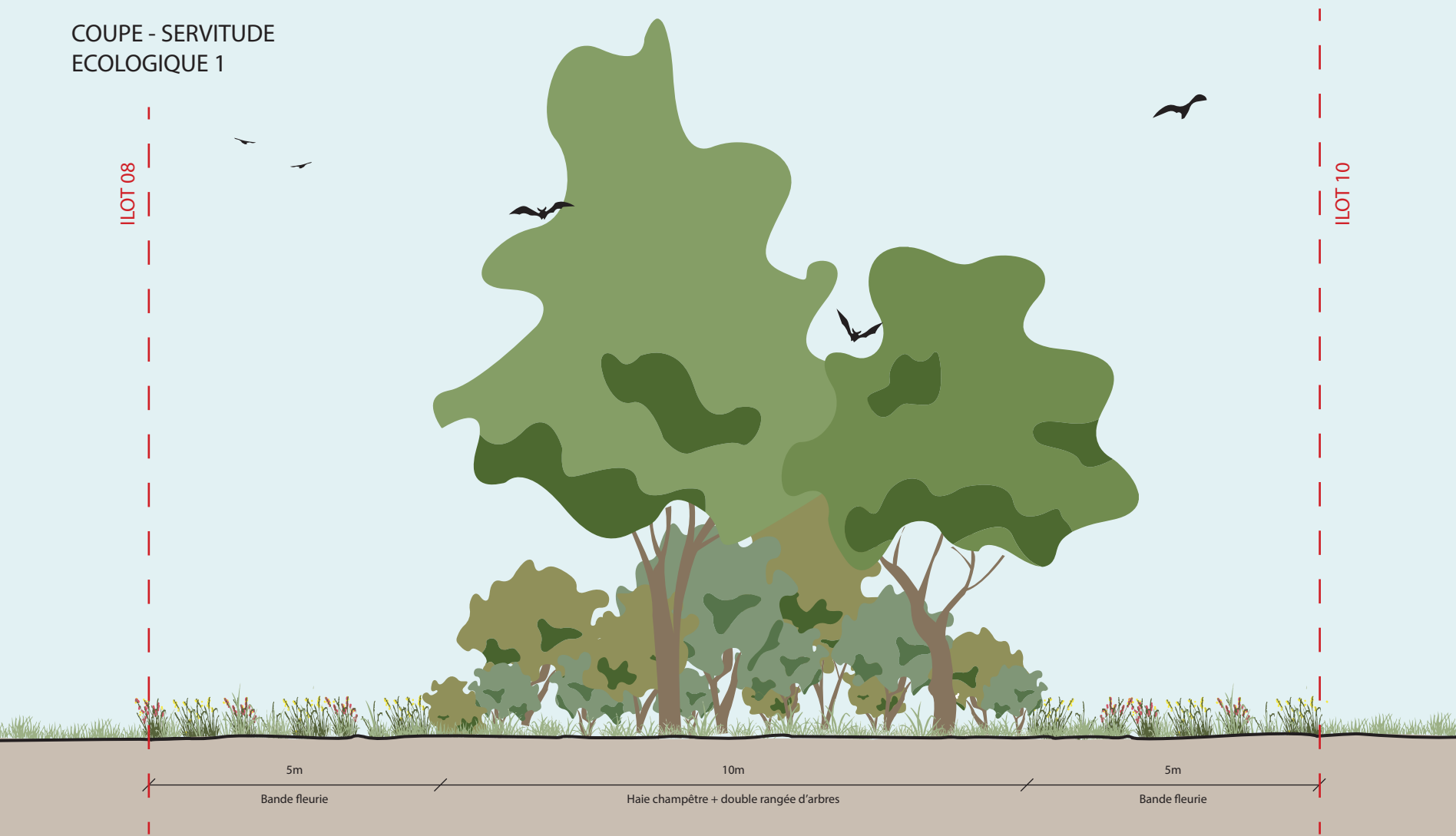
5m 7m 15 - 20m 3,5m 5m

Haie champêtre Fossé existant enherbé Prairie fleurie + arbres haute tige Chemin d'entretien Haie champêtre

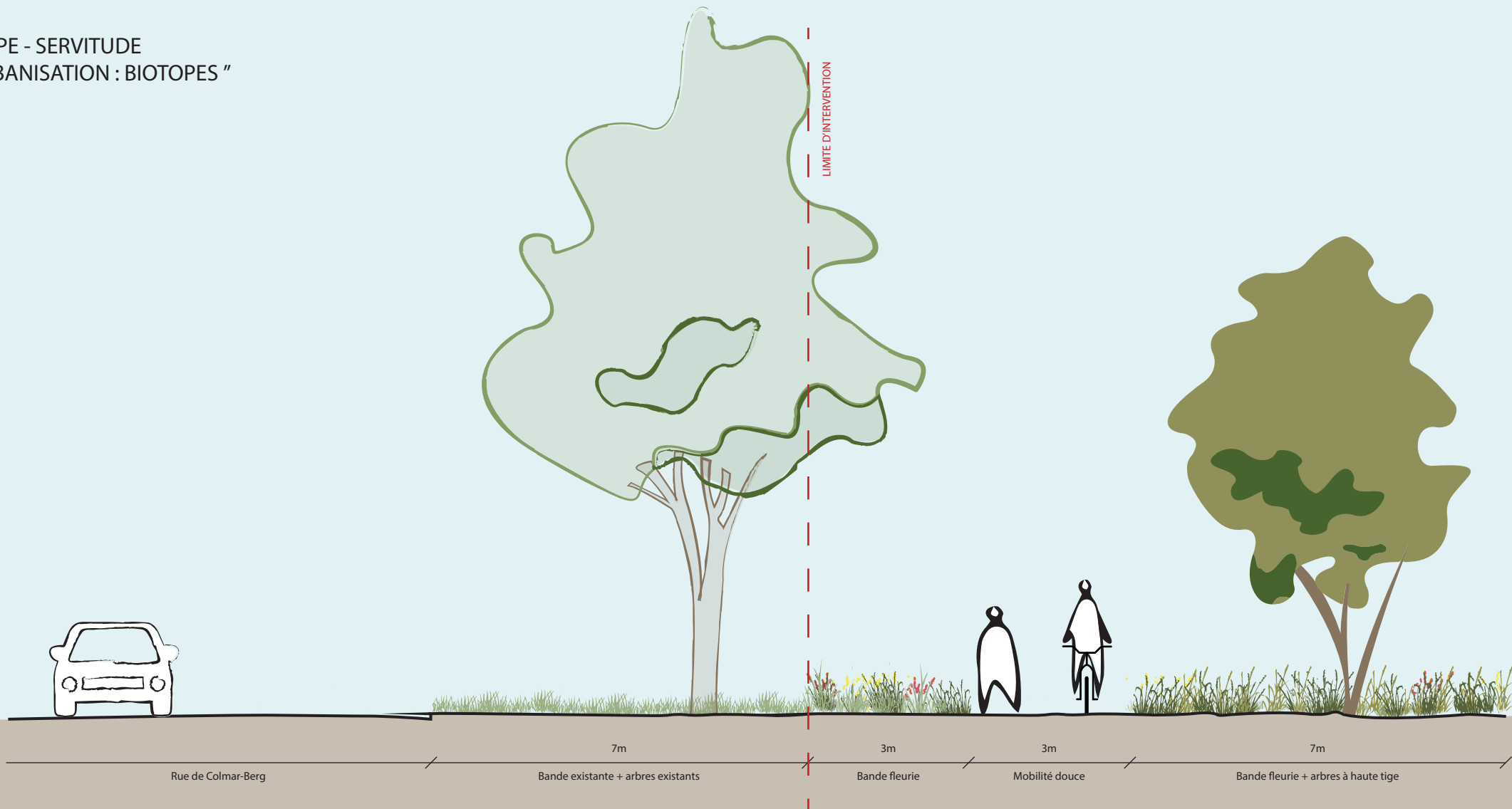
COUPE - SERVITUDE
" URBANISATION : COULEE VERTE " + COURS D'EAU - 2



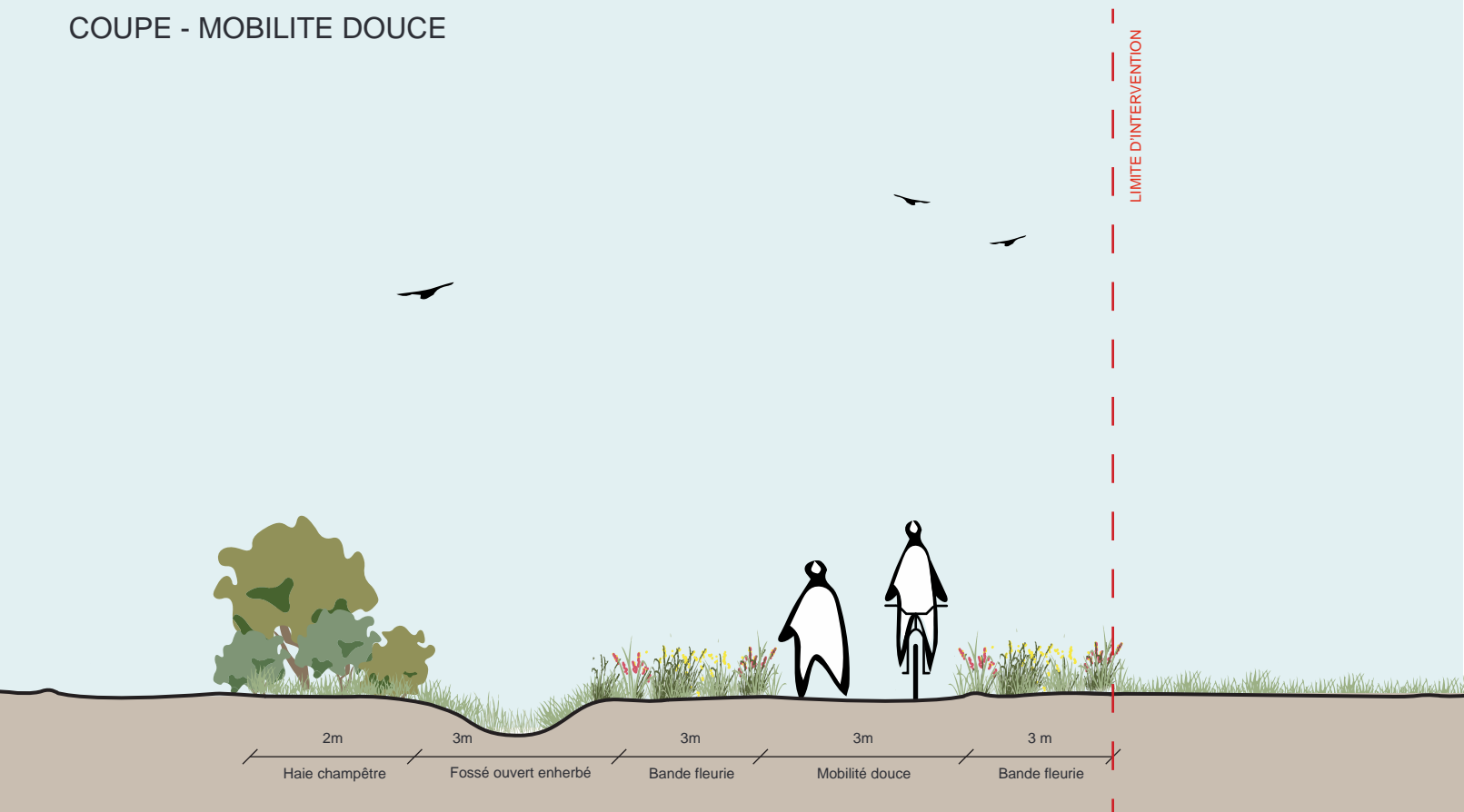
COUPE - SERVITUDE
ÉCOLOGIQUE 1



COUPE - SERVITUDE
" URBANISATION : BIOTOPES "

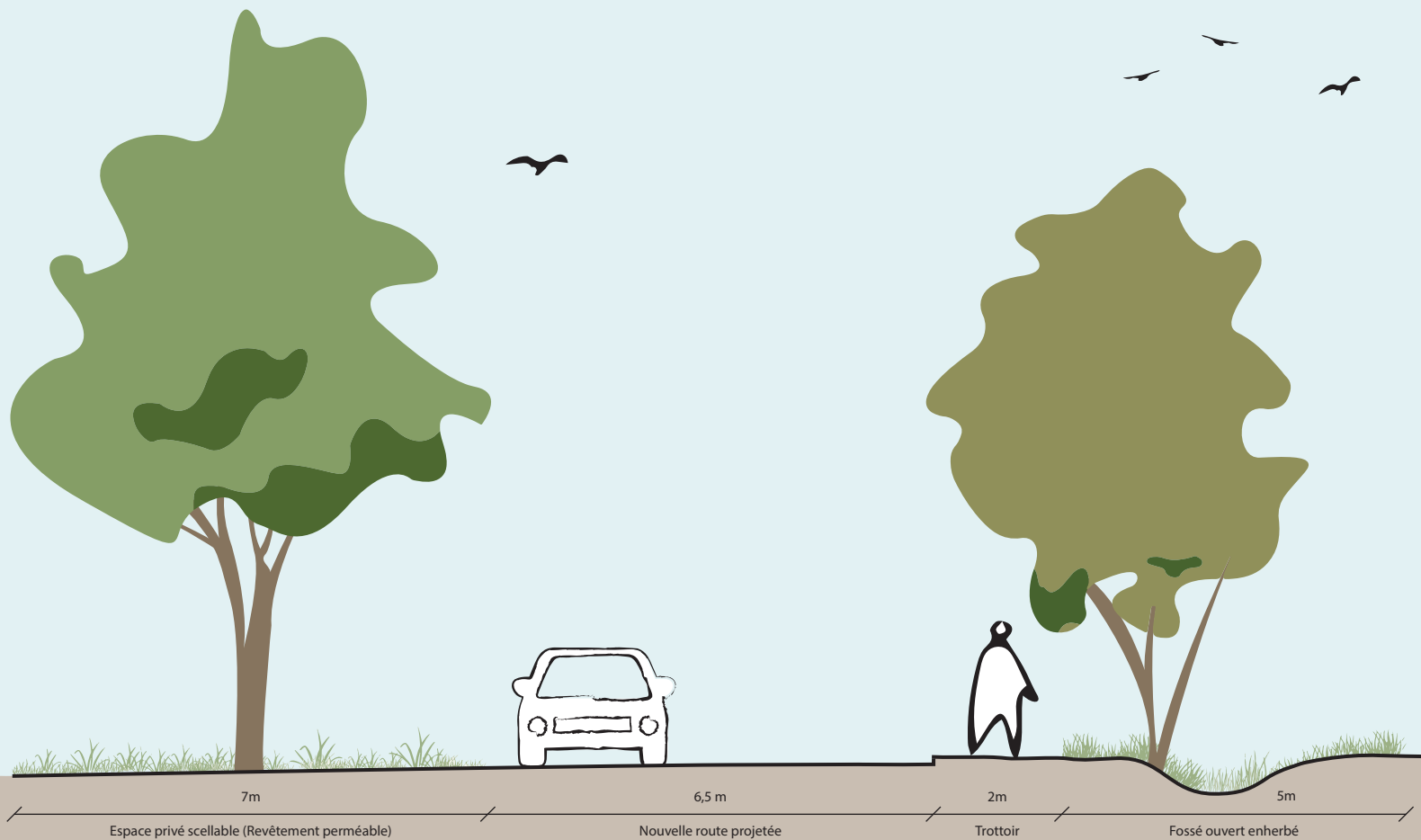


COUPE - MOBILITE DOUCE



COUPE - SERVITUDE

" URBANISATION : NOUVELLE ROUTE PROJETEE " - 1



COUPE - SERVITUDE

"URBANISATION : NOUVELLE ROUTE PROJETEE" - 2



COUPE - SERVITUDE

"URBANISATION : NOUVELLE ROUTE PROJETEE" - 3

