11.8 JARDINS D'OSTENDE

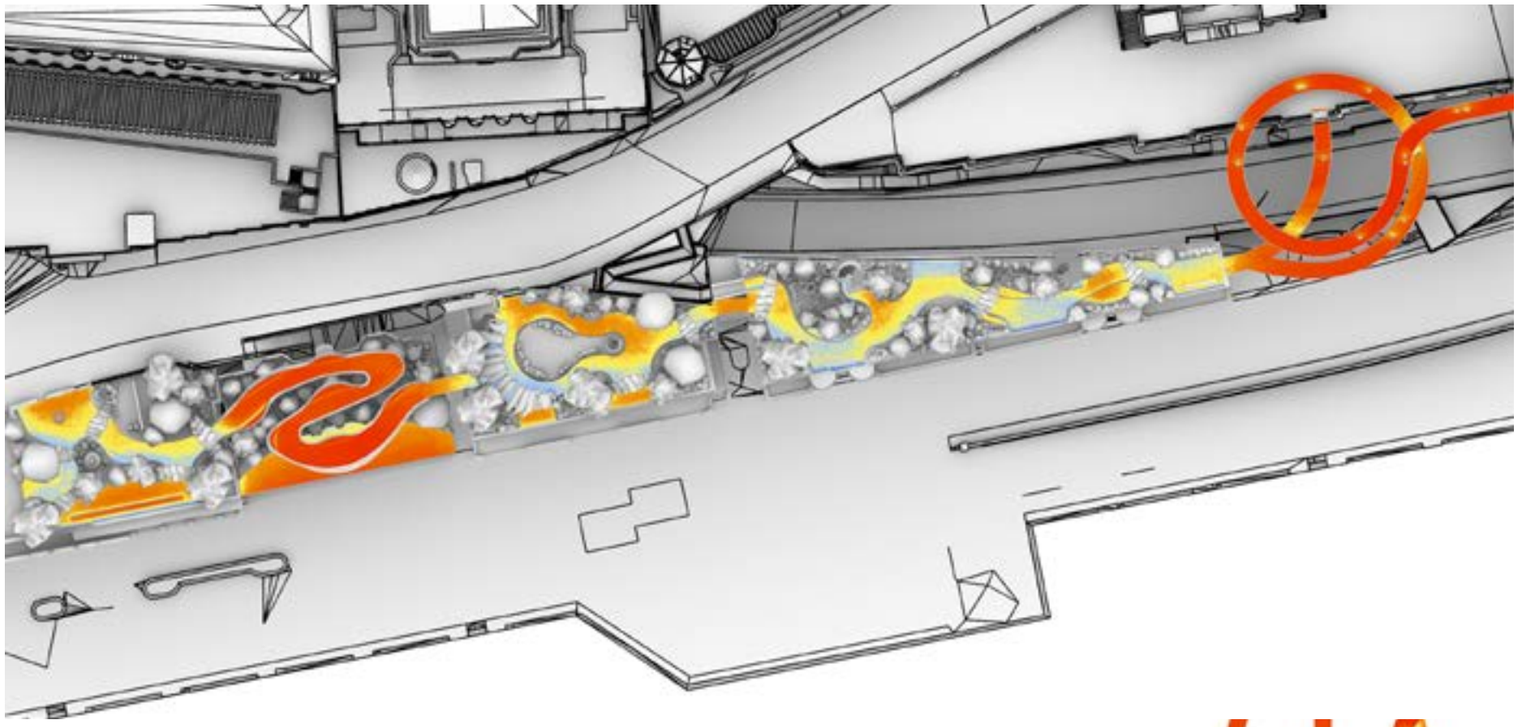
JARDINS D'OSTENDE

STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

1. Proposer des itinéraires de promenade ombragés.
2. Créer / contribuer activement à un réseau de promenade continu et ombragé à l'échelle de Monaco.
3. Fournir des zones ombragées pour s'asseoir et se détendre.
4. Créer des îlots de fraîcheur et abaisser les températures de surface en utilisant la végétation et les éléments aquatiques.
5. Des sections ombragées et ensoleillées sont prévues pour répondre aux besoins saisonniers de l'été et de l'hiver.

POINTS SPÉCIFIQUES AU SITE

- Le projet proposé crée des liaisons à différents niveaux et fournit un itinéraire protégé alternatif pour les personnes qui montent ou descendent l'Av. De Ostende.
- Les interventions sur les terrasses fonctionnent relativement bien et offrent une variété d'endroits ensoleillés et ombragés.
- La couverture de la canopée sur les terrasses pourrait être augmentée pour créer une ombre plus dense et une sensation de fraîcheur. Puisque ces terrasses reçoivent la brise marine sans obstacle, elles ont un énorme potentiel pour devenir un îlot de fraîcheur efficace, qui sera utilisé quotidiennement par un grand nombre de personnes.
- Les liens entre les terrasses sont cependant complètement exposés. Ils pourraient bénéficier d'un apport supplémentaire, mais peuvent également présenter des problèmes de site et de structure.



Avec contexte environnant

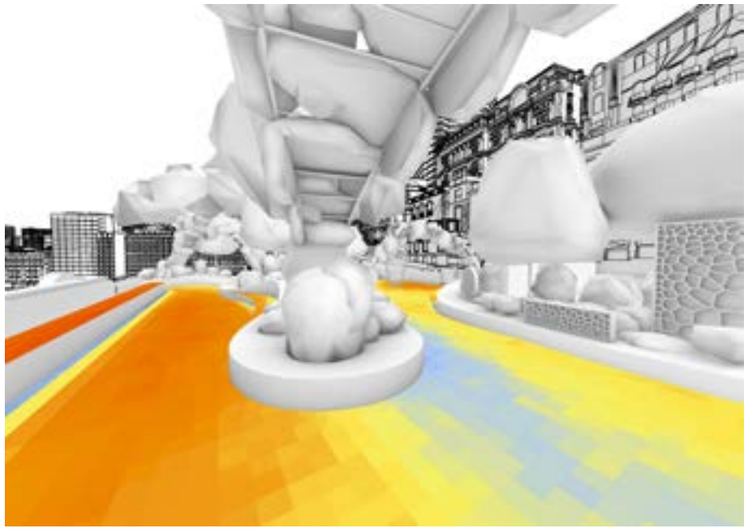
Les ponts de liaison sont entièrement exposés

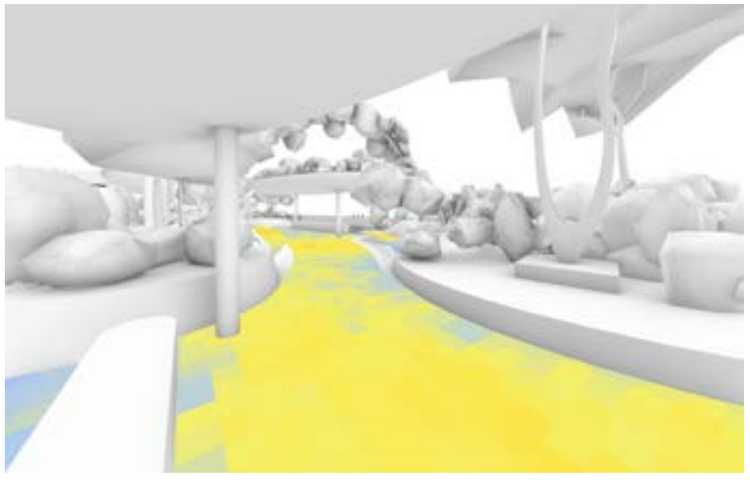
Les terrasses permettent un certain contrôle du microclimat

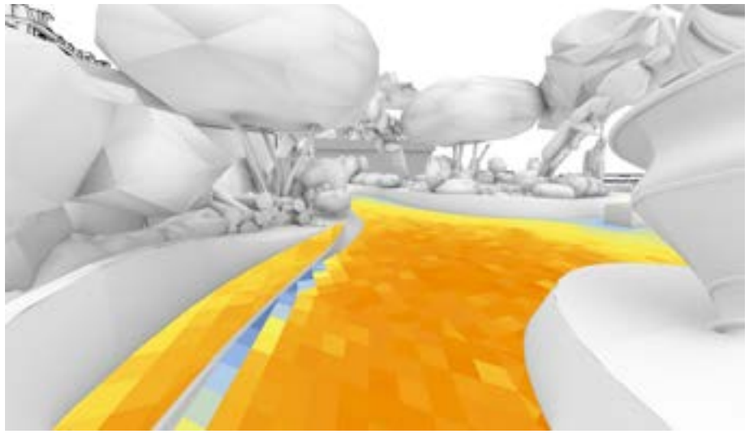
N

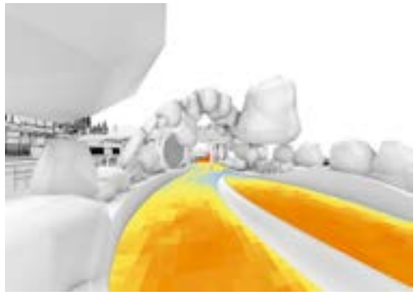
Sans contexte environnant

kWh/m² 1500 1200 900 600 300 0







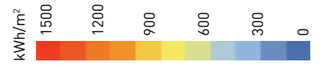


Une couverture végétale plus dense ou une augmentation des zones ombragées grâce aux auvents pourraient contribuer à maintenir les sièges à l'ombre et à minimiser l'augmentation des températures de surface.

Le contraste entre les sections ensoleillées et ombragées pourrait être augmenté. Référence de la proposition de la SBM.

Certaines zones de la proposition présentent un ombrage limité.

Afin d'optimiser l'utilisation de ces espaces tout au long de l'année, il sera nécessaire d'approfondir des pistes de réflexion supplémentaires.



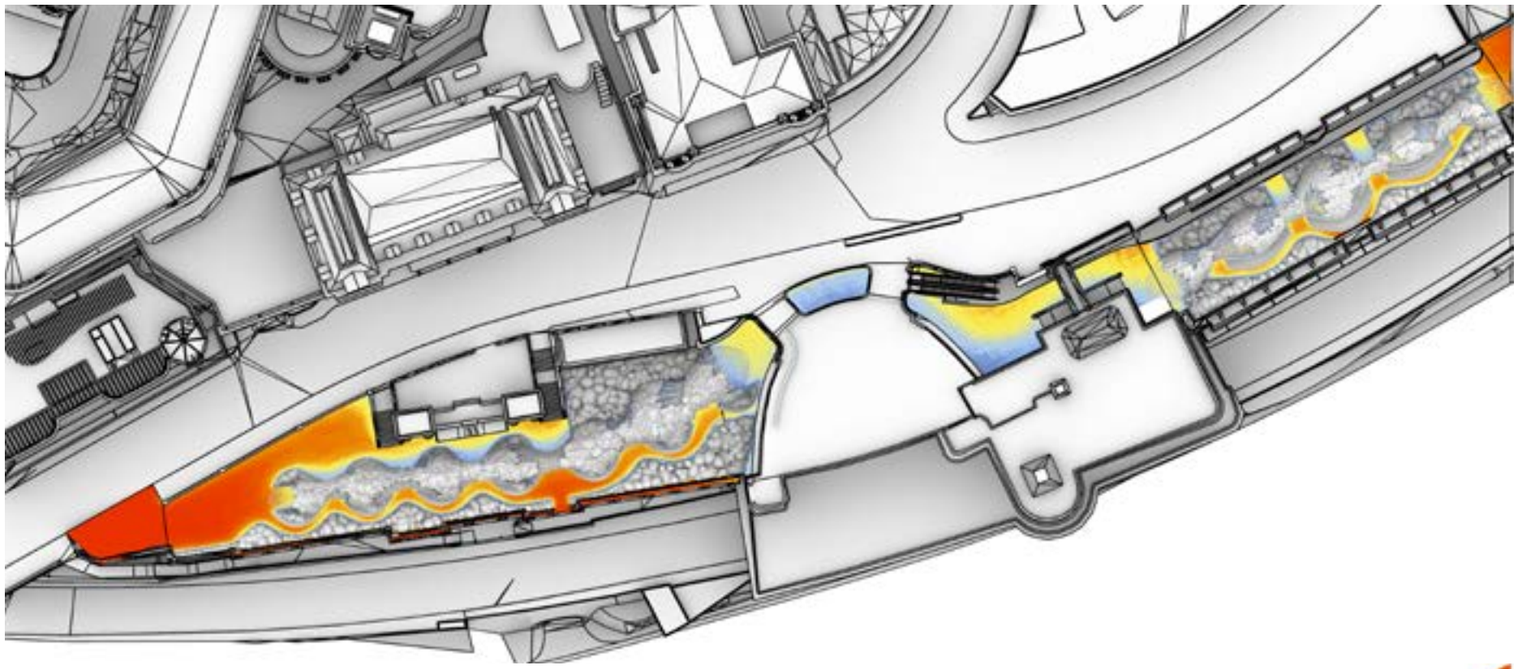
11.9 LES SITES DE LA SBM

STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

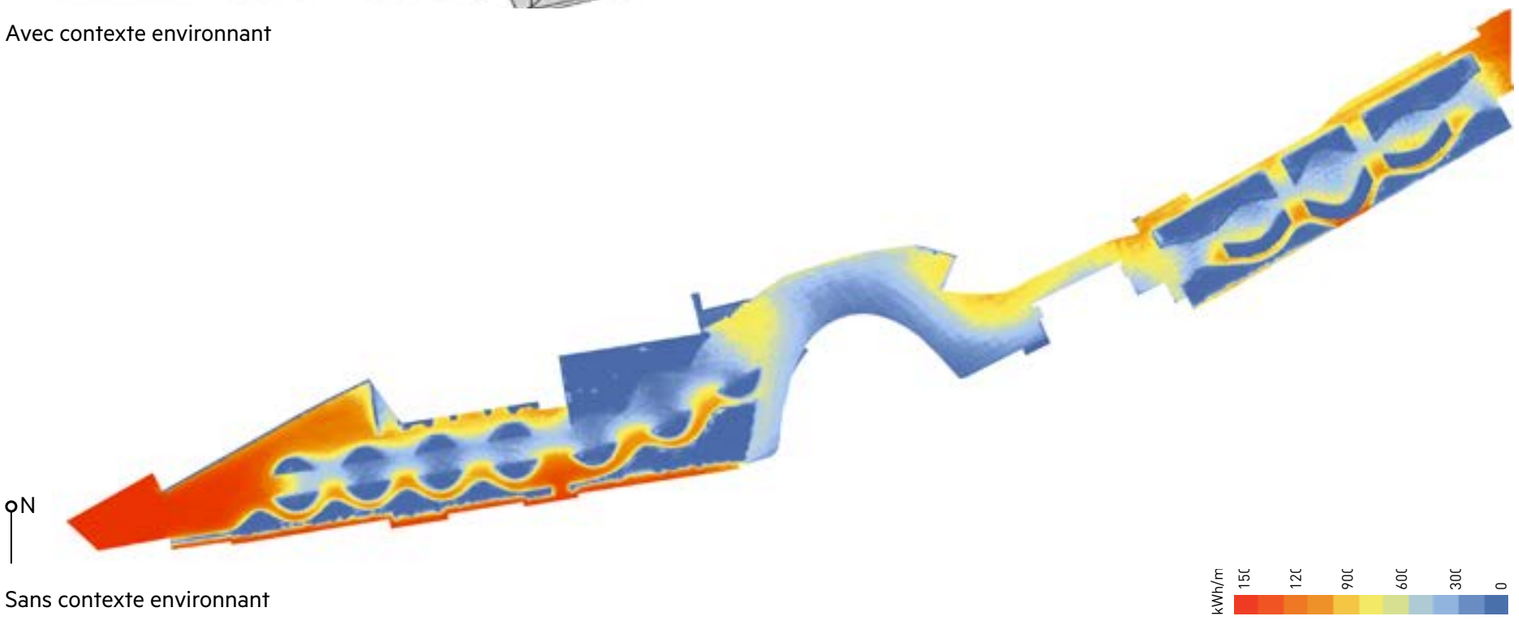
1. Proposer des itinéraires de promenade ombragés.
2. Créer / contribuer activement à un réseau de promenade continu et ombragé à l'échelle de Monaco.
3. Fournir des zones ombragées pour s'asseoir et se détendre.
4. Créer des îlots de fraîcheur et abaisser les températures de surface en utilisant la végétation et les éléments aquatiques.
5. Des sections ombragées et ensoleillées sont prévues pour répondre aux besoins saisonniers de l'été et de l'hiver.

POINTS SPÉCIFIQUES AU SITE

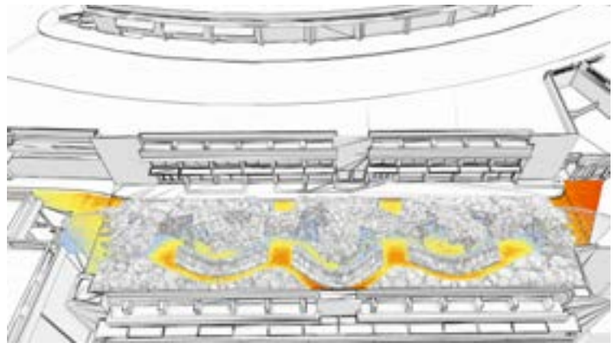
- Le projet proposé pour la terrasse du SBM offre un bon équilibre entre les zones ombragées et les zones exposées, ce qui permet de tenir compte des changements saisonniers.
- L'utilisateur a la possibilité de marcher à l'ombre pendant les mois les plus chauds et à l'air libre pendant les mois plus frais et la nuit.
- Certaines sections de la proposition restent très exposées (vers le sud-ouest), mais elles pourraient facilement être considérées comme une extension de la chaussée qui n'est, elle non plus, pas protégée.
- Par conséquent, des îlots de fraîcheur apparaissent dès que le piéton pénètre dans la zone grâce à des structures d'ombrage et à la végétation.

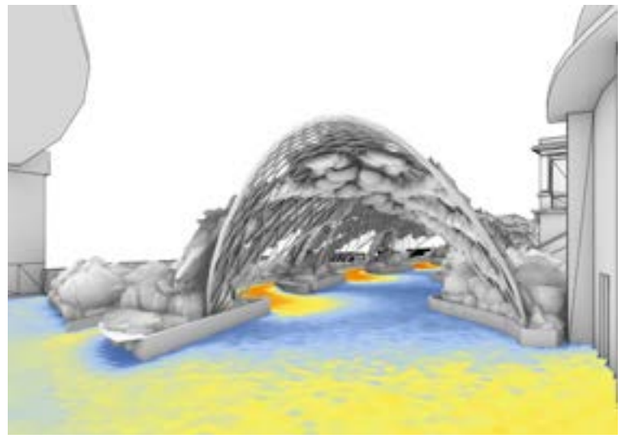


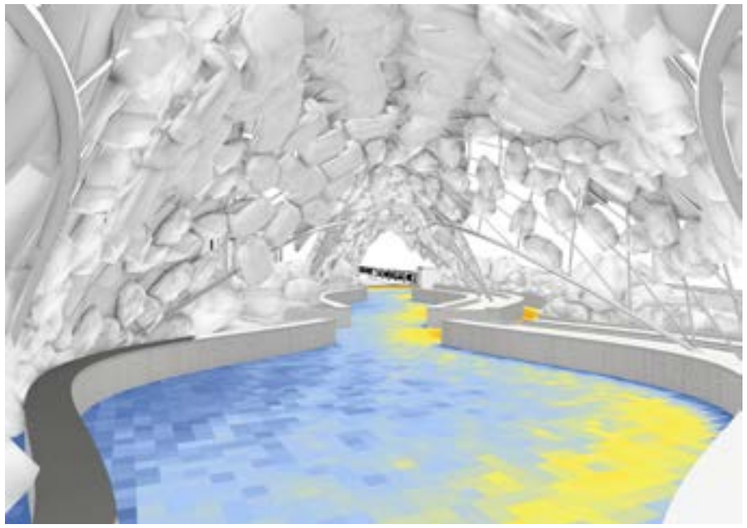
Avec contexte environnant

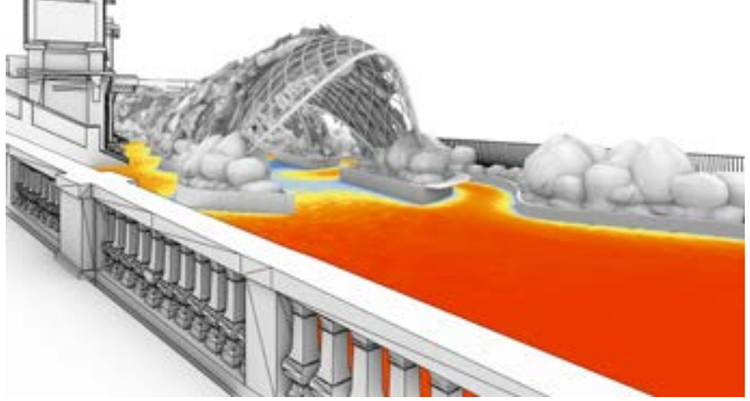


Sans contexte environnant









Certaines parties du projet proposé restent exposées et, pour améliorer le confort, on pourrait étendre la structure de la canopée, même si c'est avec une couverture végétale plus légère ou moins dense.

L'analyse annuelle correspond étroitement aux zones ombragées dans l'image de rendu.

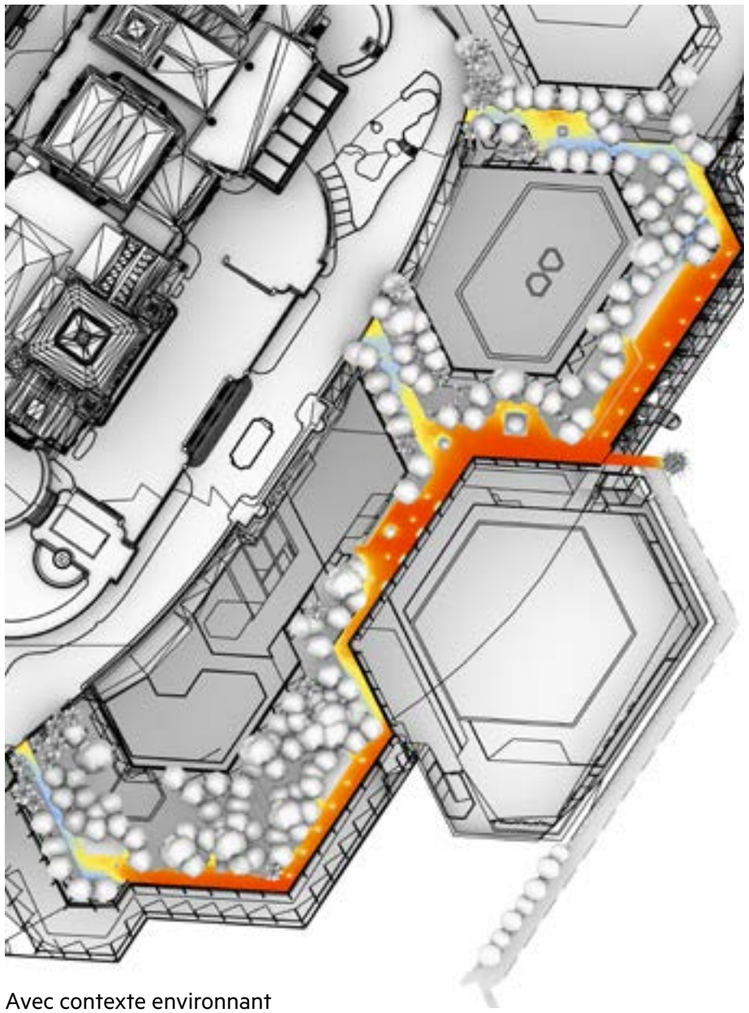
11.10 LA TERRASSE DU FAIRMONT MONTE-CARLO STAR

STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

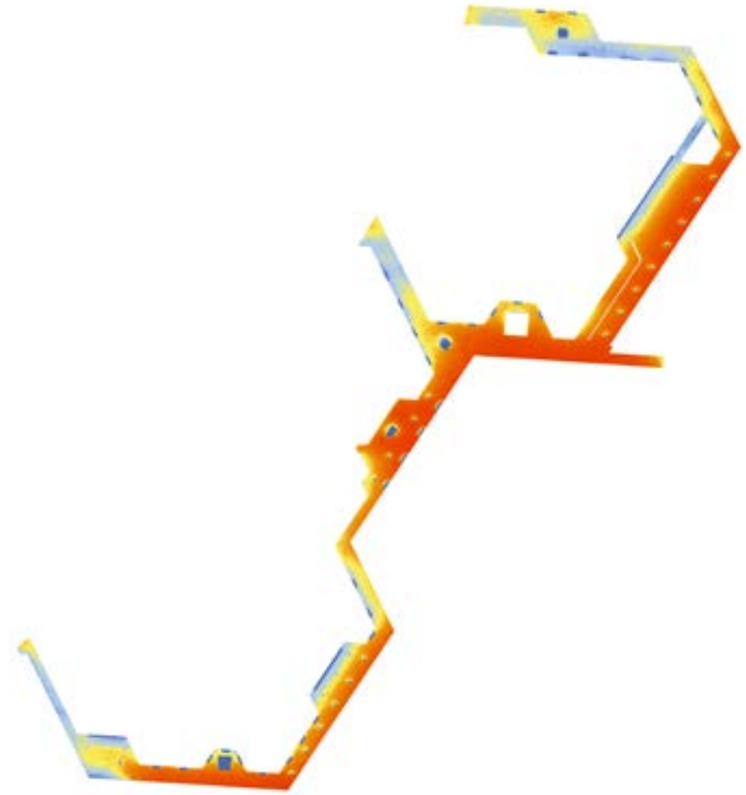
1. Proposer des itinéraires de promenade ombragés.
2. Créer / contribuer activement à un réseau de promenade continu et ombragé à l'échelle de Monaco.
3. Fournir des zones ombragées pour s'asseoir et se détendre.
4. Créer des îlots de fraîcheur et abaisser les températures de surface en utilisant la végétation et les éléments aquatiques.
5. Des sections ombragées et ensoleillées sont prévues pour répondre aux besoins saisonniers de l'été et de l'hiver.

POINTS SPÉCIFIQUES AU SITE

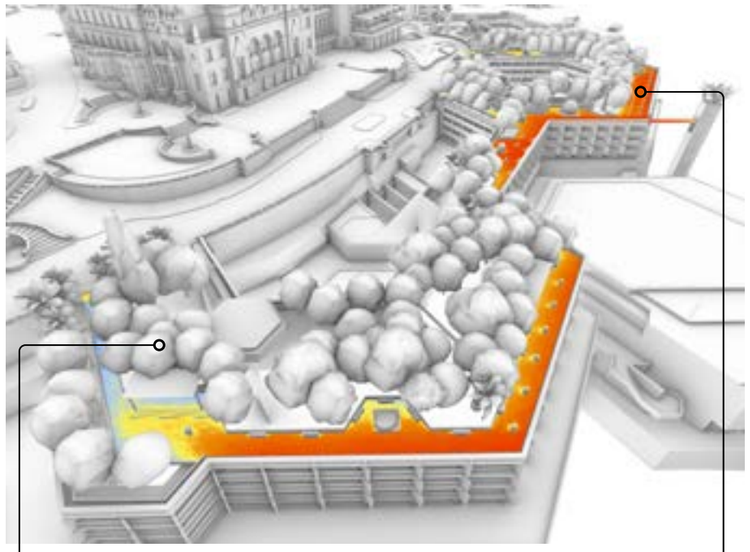
- D'après l'analyse et les images de rendu, il est évident que, bien que par rapport à la situation actuelle, il y ait eu une augmentation significative de la densité de la végétation sur ce site, il y a de grandes zones de pavage/de revêtement dur qui sont soumises à des niveaux élevés d'exposition solaire.
- L'impact sur le confort extérieur est d'autant plus important que le site est entièrement ouvert au sud (puisqu'il fait face à la mer) et ne reçoit aucun répit de la part des formes bâties ou du terrain adjacent.
- Il peut également y avoir des limitations dues aux droits de propriété.
- La proposition doit être complétée pour créer davantage de zones d'assise ombragées et d'itinéraires de promenade protégés.

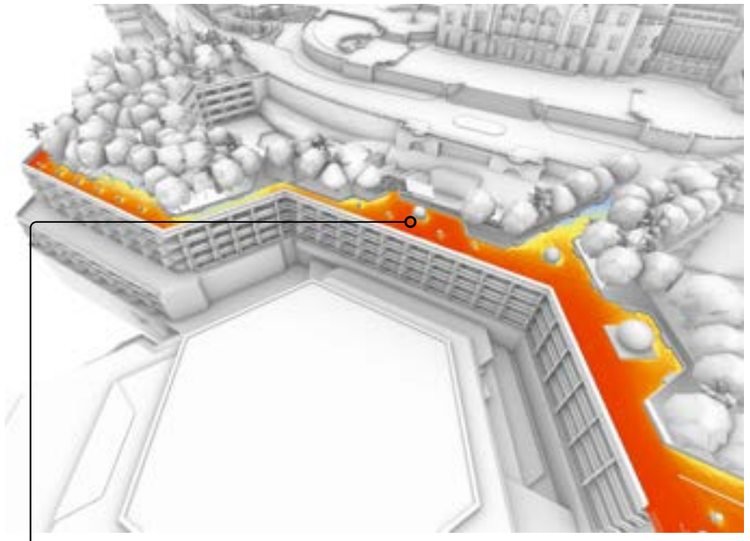


Avec contexte environnant



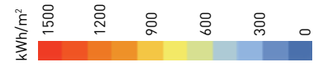
Sans contexte environnant





La fermeture et la réduction de l'échelle de l'espace ouvert par la végétation et les structures bâties entraînent une réduction d'environ 50 % des gains solaires et donc une amélioration du confort extérieur.

De grandes parties de la proposition restent encore exposées et pavées, probablement en raison des limites du site et de la structure.



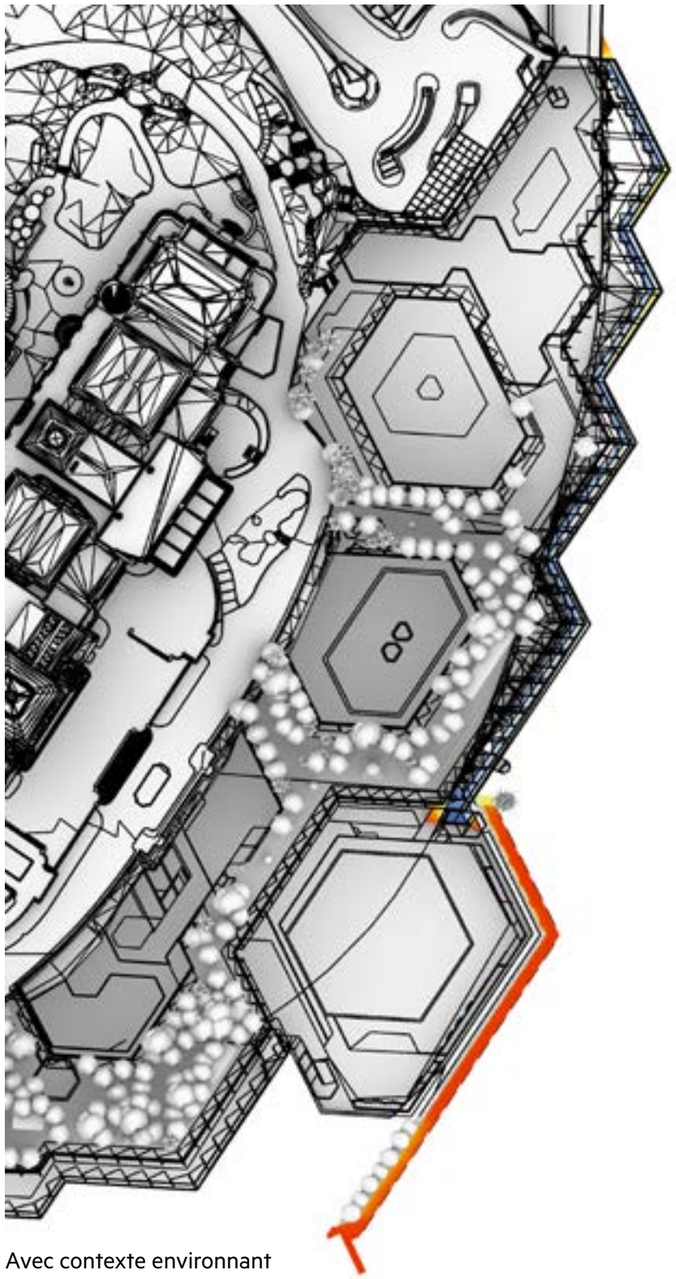
11.11 PROMENADE MARITIME

STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

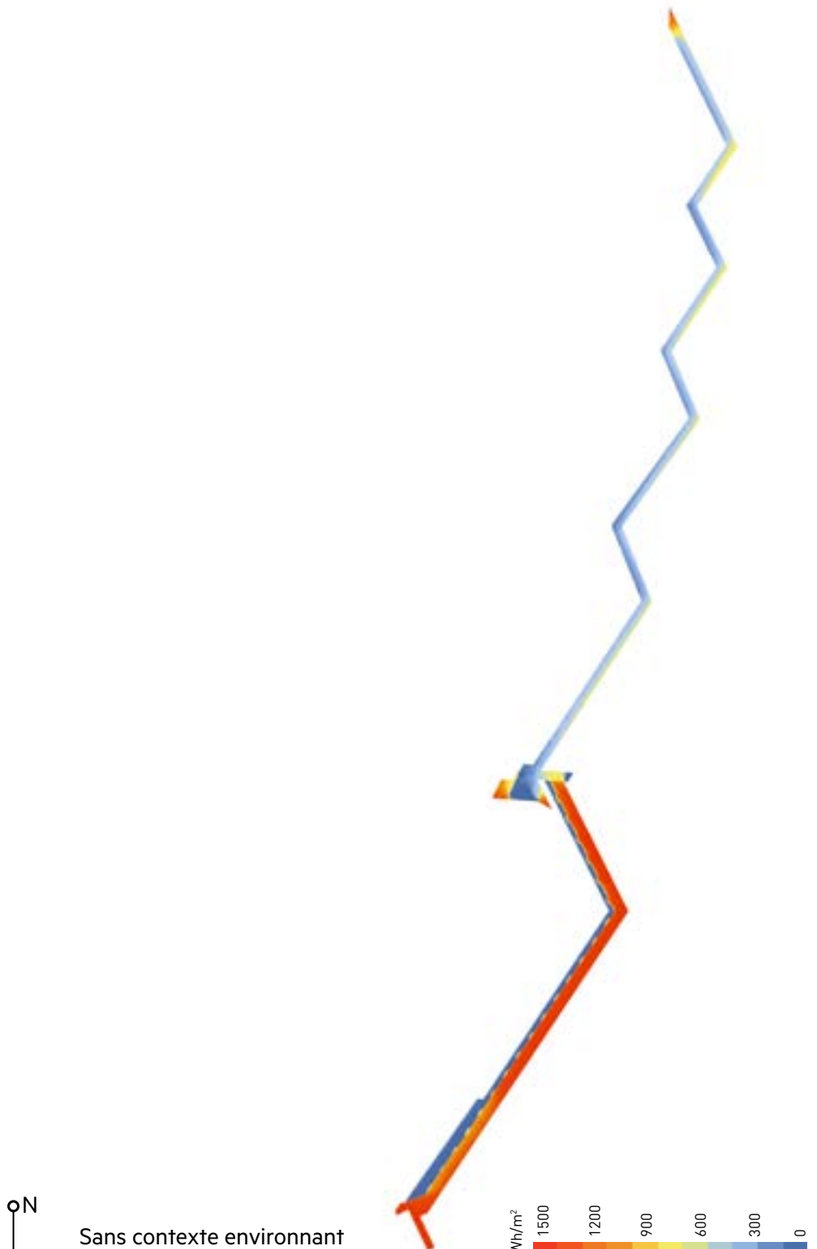
1. Proposer des itinéraires de promenade ombragés.
2. Créer / contribuer activement à un réseau de promenade continu et ombragé à l'échelle de Monaco.
3. Fournir des zones ombragées pour s'asseoir et se détendre.
4. Créer des îlots de fraîcheur et abaisser les températures de surface en utilisant la végétation et les éléments aquatiques.
5. Des sections ombragées et ensoleillées sont prévues pour répondre aux besoins saisonniers de l'été et de l'hiver.

POINTS SPÉCIFIQUES AU SITE

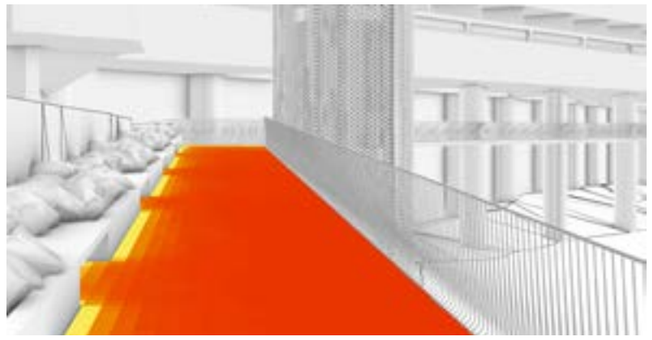
- Bien que certaines parties du projet proposé montrent des niveaux élevés de gains solaires, l'accès à la brise de mer et l'effet de refroidissement de celle-ci seront un facteur dominant dans la définition du confort extérieur.
- Comme pour les gradins de l'Av. De la Porte-Neuve, les gens viennent ici pour profiter de la vue et du lien avec la mer Méditerranée et ont donc des attentes différentes quant au niveau de confort/inconfort.
- Le site offre à la fois des parties exposées et des parties protégées - idéales respectivement pour les mois les plus frais/la nuit et les périodes les plus chaudes de l'année.
- Le projet pourrait aller plus loin en créant une passerelle ombragée, mais cela pourrait affecter les vues sur l'extérieur et donc ne pas être favorable.

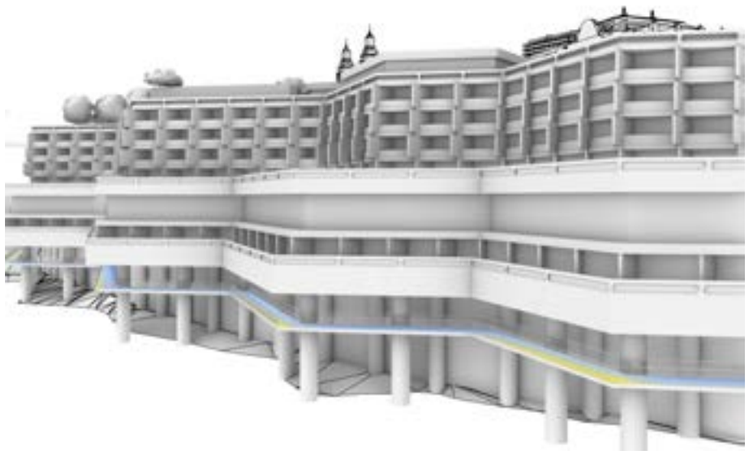


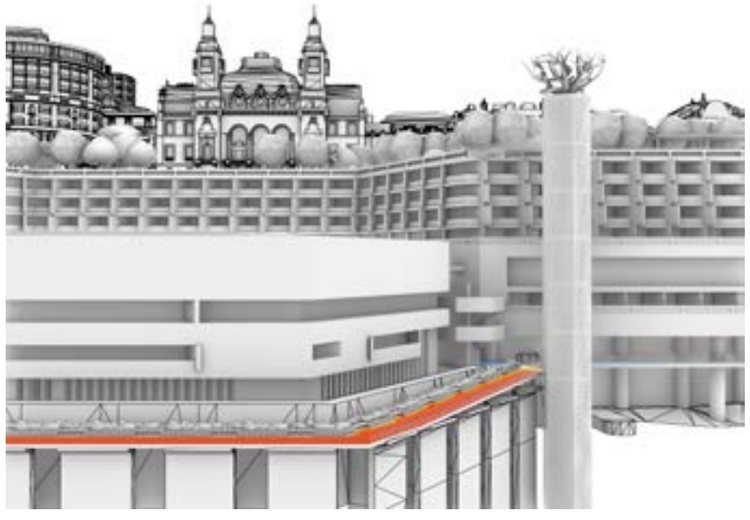
Avec contexte environnant



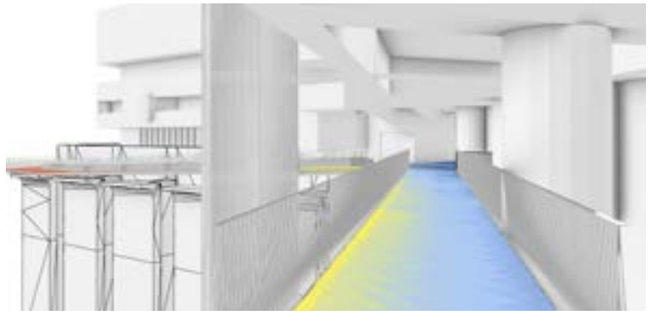
Sans contexte environnant



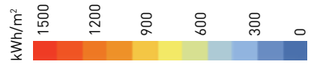




Les utilisateurs pourraient être découragés de venir dans ce lieu dû aux niveaux élevés d'exposition solaire pendant la journée, mais il pourrait éventuellement devenir une destination populaire pendant la nuit.



L'ombre est fournie par le bâtiment situé au-dessus. Associée à la brise marine fraîche, elle peut constituer un îlot de fraîcheur très efficace.



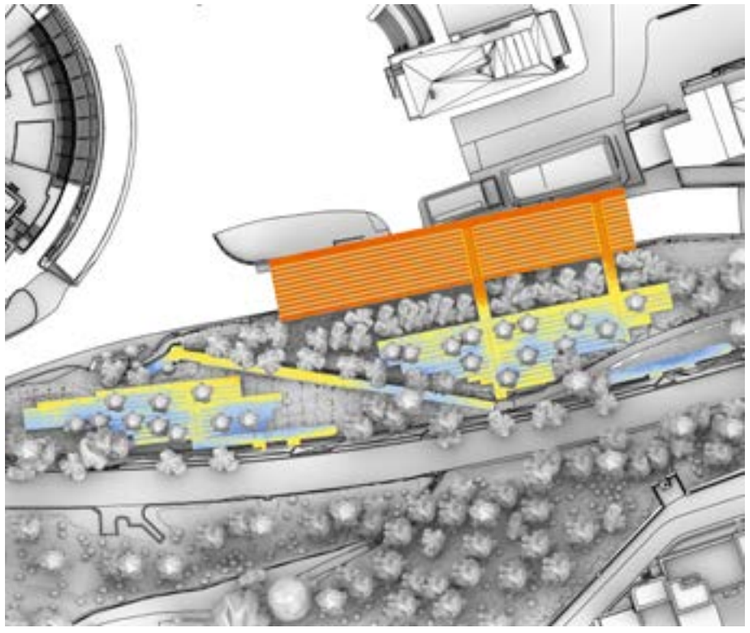
11.12 AV. DE LA PORTE NEUVE

STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

1. Proposer des itinéraires de promenade ombragés.
2. Créer / contribuer activement à un réseau de promenade continu et ombragé à l'échelle de Monaco.
3. Fournir des zones ombragées pour s'asseoir et se détendre.
4. Créer des îlots de fraîcheur et abaisser les températures de surface en utilisant la végétation et les éléments aquatiques.
5. Des sections ombragées et ensoleillées sont prévues pour répondre aux besoins saisonniers de l'été et de l'hiver.

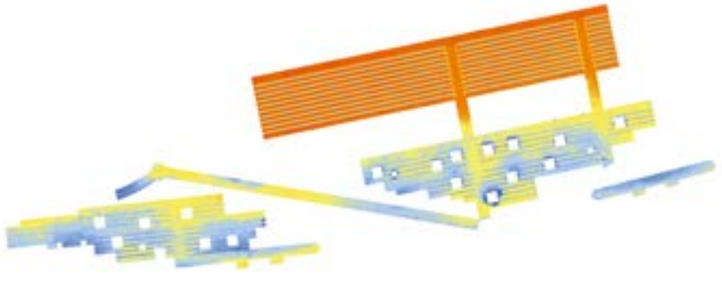
POINTS SPÉCIFIQUES AU SITE

- Les trois éléments clés du site - les sièges le long de la route, les sièges dans le paysage et les tribunes d'observation des événements - ont des modes d'occupation différents et donc des attentes différentes en matière de confort extérieur.
- D'après l'analyse, les points de repos proposés le long de route ont bien fonctionné en créant de bons niveaux d'ombre, tout en offrant des vues sur la ville.
- Les sièges dans le paysage comportent des zones ensoleillées et ombragées et s'adaptent bien aux variations saisonnières de température.
- Les gradins en plein air sont spécifiques aux événements et ne sont censés être occupés qu'à certaines périodes de l'année. Les attentes en matière de confort et d'ombrage ne sont donc pas les mêmes que pour les deux fonctions ci-dessus.



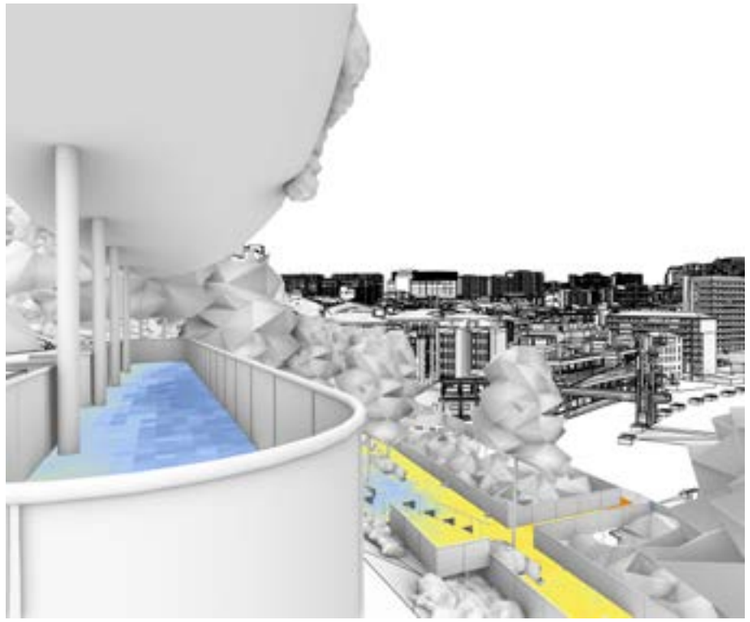
Avec contexte environnant

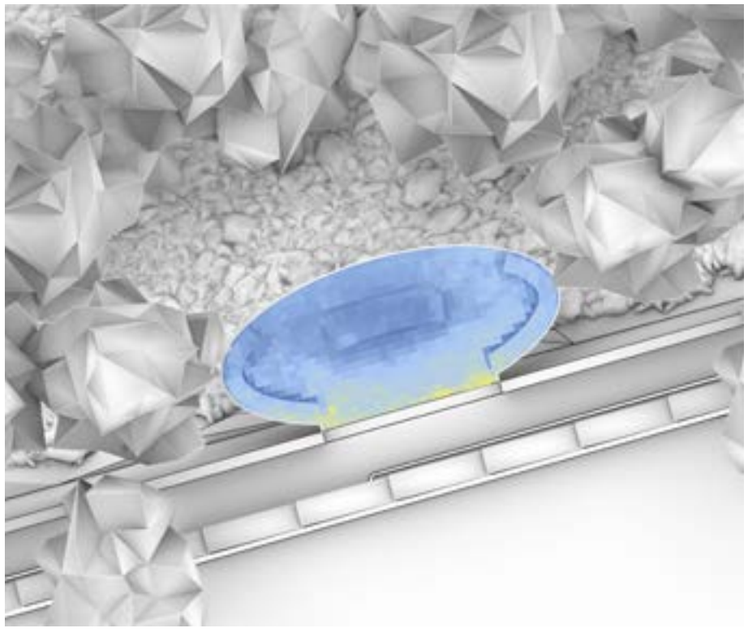
N



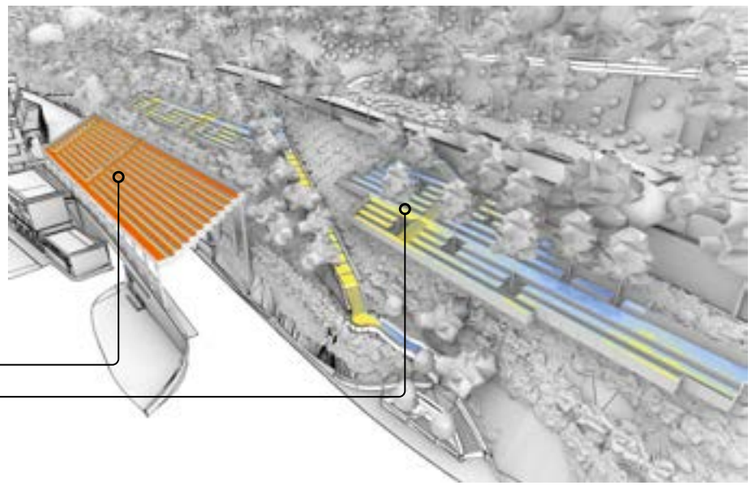
Sans contexte environnant

N





Points d'assise le long de la route



grant associates

12. SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Performance des services écosystémiques de référence

Ce chapitre vise à fournir une introduction et une analyse générale de la performance des services écosystémiques des interventions proposées.

Dix services écosystémiques ont été identifiés comme étant les plus pertinents pour le projet lors de l'étape 2 et sont énumérés dans la légende ci-contre.

Le processus de sélection s'est basé sur le cadrage initial et les commentaires des clients au cours de la phase 2. Les 10 services écosystémiques sont répertoriés dans une matrice de notation. Chaque service écosystémique a un score calibré par mètre carré. Cette mesure reflète la capacité d'un mètre carré de terrain à remplir des fonctions écologiques et à fournir des services écosystémiques. Cette performance est déterminée par la combinaison d'attributs écologiques clés, tels que le couvert végétal, le type de substrat, etc. qui affectent la performance du paysage.

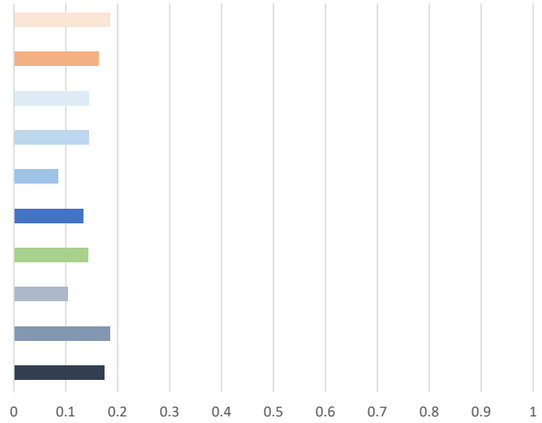
Un score de référence moyen global pour les services écosystémiques a été calculé sur la base de la couverture terrestre et arborée moyenne existante de la Principauté. À partir de là, une performance "typique" pour chaque mesure par type de couverture du sol (basée sur des attributs présumés) a été calculée. Cette référence de base reflète la performance moyenne des services écosystémiques de Monaco et est utilisée comme outil de comparaison avec la performance écosystémique de l'intervention proposée. Il est important de noter les limites de l'utilisation de la moyenne globale lorsqu'on l'applique à des sites spécifiques, cependant, il n'entrait pas dans le cadre de cette étude de comprendre une référence de base pour chacun des sites.

Les scores de performance sont très dépendants du contexte, ce qui rend les comparaisons avec d'autres villes peu judicieuses. Dans l'ensemble, les scores de performance des services écosystémiques de base pour Monaco sont faibles. Les valeurs de performance pour l'air et le bruit sont faibles en termes de santé humaine et de confort, en raison de la quantité relativement faible de végétation qui assure des fonctions d'écran/de blocage et de filtration. Les performances de l'azote total de l'eau sont également très faibles en raison du manque de substrats naturels saturés/inondés, végétalisés (en particulier les sols organiques) avec une faible pente, qui augmentent le temps de rétention et permettent l'absorption.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES POUR MONACO

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Infiltration
- Azote total (eau)
- Filtration de l'eau
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'air
- Régulation de la température de l'air

SCORE DE BASE MOYEN DE MONACO



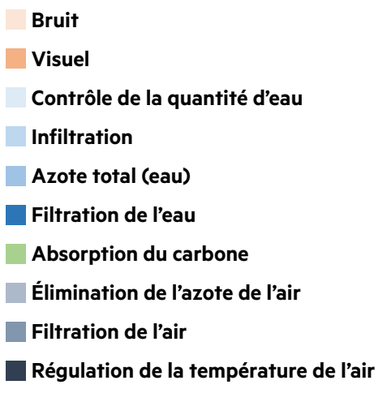
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

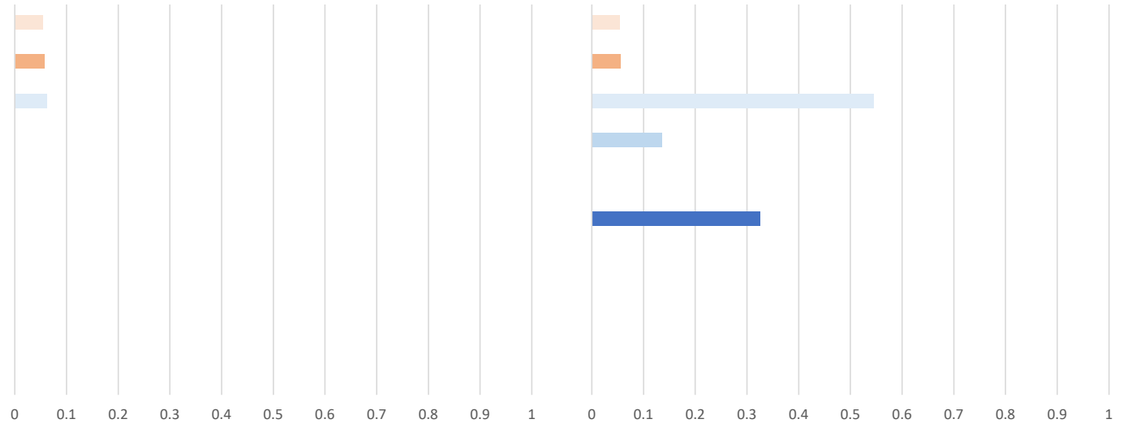
Typologies proposées et services écosystémiques

Il existe 16 typologies de conception paysagère proposées sur les sites d'intervention du projet. Les graphiques suivants identifient les scores de performance des services écosystémiques de chacune de ces typologies. Pour plus d'informations sur ces typologies, veuillez consulter le chapitre sur les solutions basées sur la Nature du rapport de l'étape 3.

Chaque graphique montre dans quelle mesure un mètre carré d'une typologie proposée fournira les 10 services écosystémiques identifiés. Ceci est exprimé sous la forme d'un score unitaire. Un profil général des avantages des services écosystémiques de chaque typologie est visualisé. Ces graphiques communiquent le profil individuel des bénéfices pour chacune des typologies.

Il est tentant d'essayer de classer les typologies du moins bon au meilleur, mais tout dépend du résultat recherché. Par exemple, la typologie aquatique est très performante pour le contrôle des eaux pluviales, mais pas pour la qualité de l'air - mais elle n'est pas censée l'être, cela n'est pas l'intention. Au sein des typologies de conception et entre les sites d'intervention, il est important de déterminer quel est le principal résultat visé. La typologie des jardins pluviaux est la plus performante pour la plupart des mesures, mais ce n'est peut-être pas la priorité dans un site d'intervention donné où elle ne conviendrait pas.

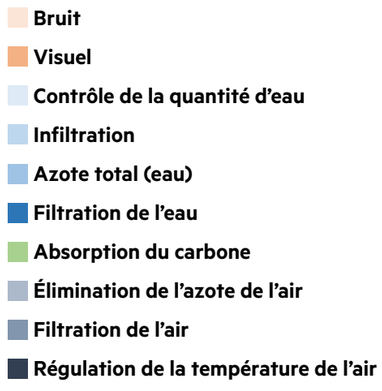


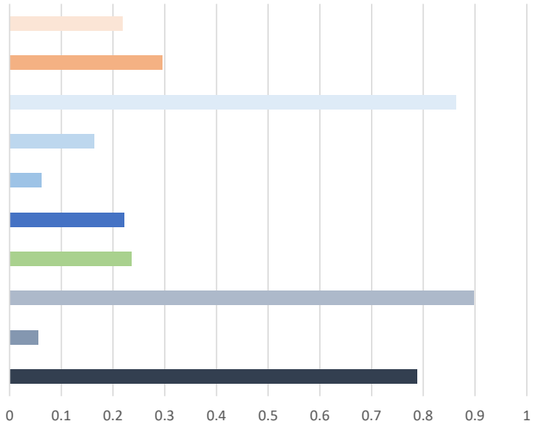


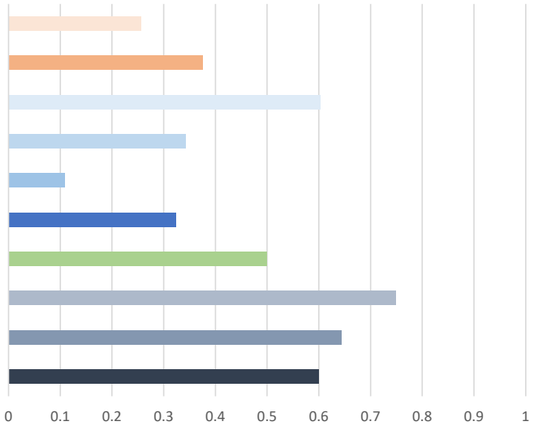
Cellule de l’arbre structurel

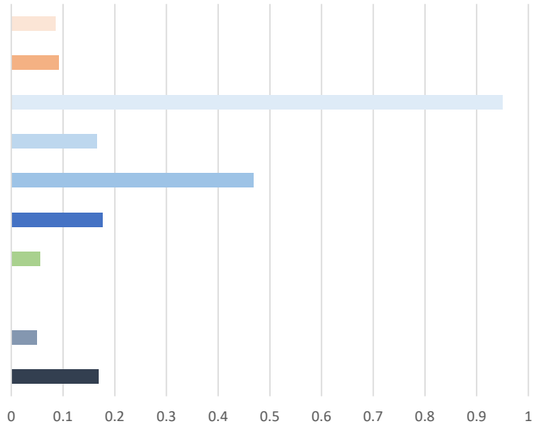
Jardin de pluie

Jardin d’eau végétalisé à 30%









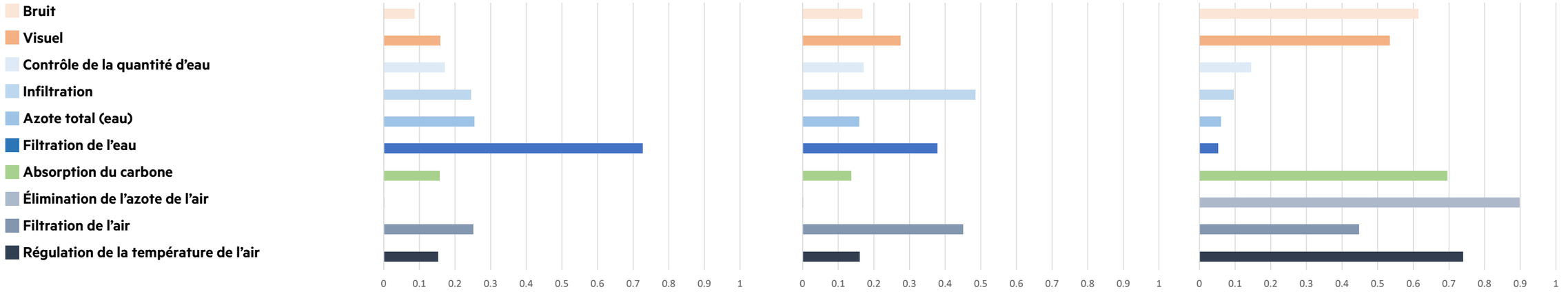
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Typologies proposées et services écosystémiques

Herbacées

Herbacées+Arbustes

Mur végétalisé à 50 %

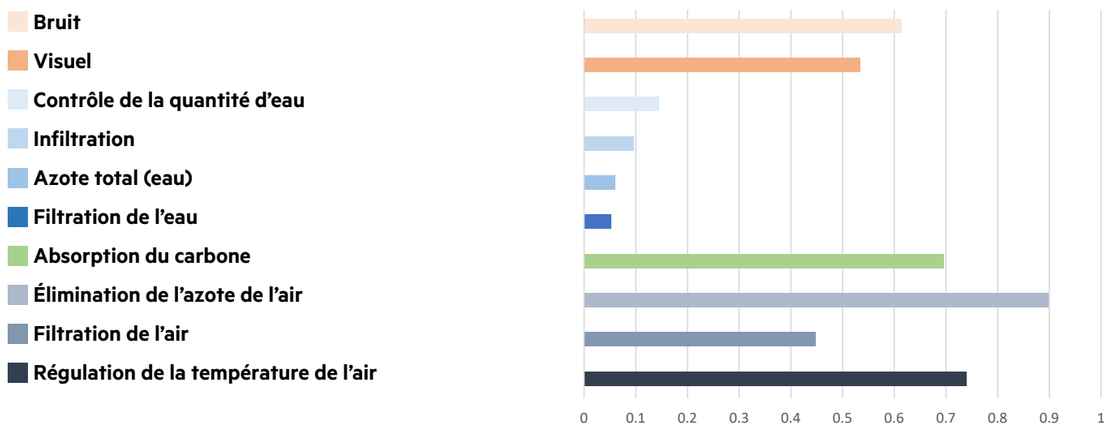


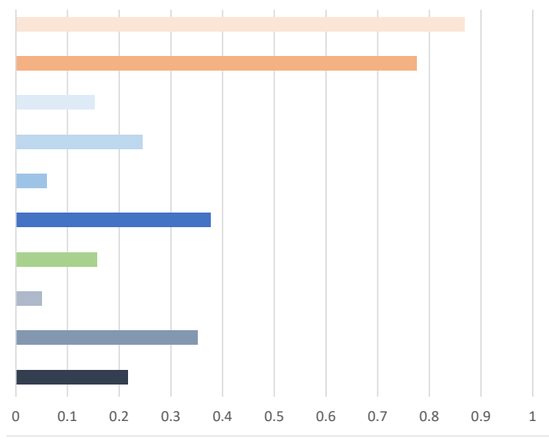
grant associates

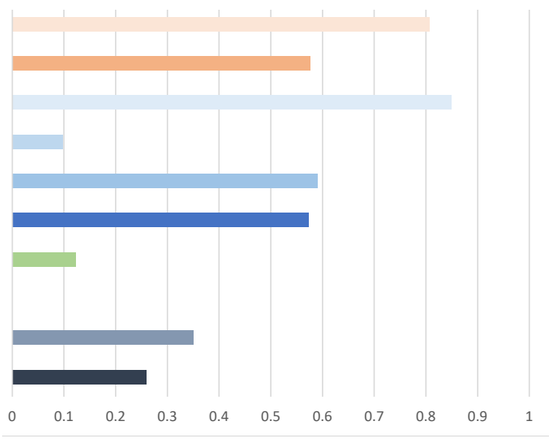
Mur vert serpentin

Plantes suspendues/Mur végétal

Plantation de plantes herbacées sur le toit de l'abri avec une base calcaire







grant associates

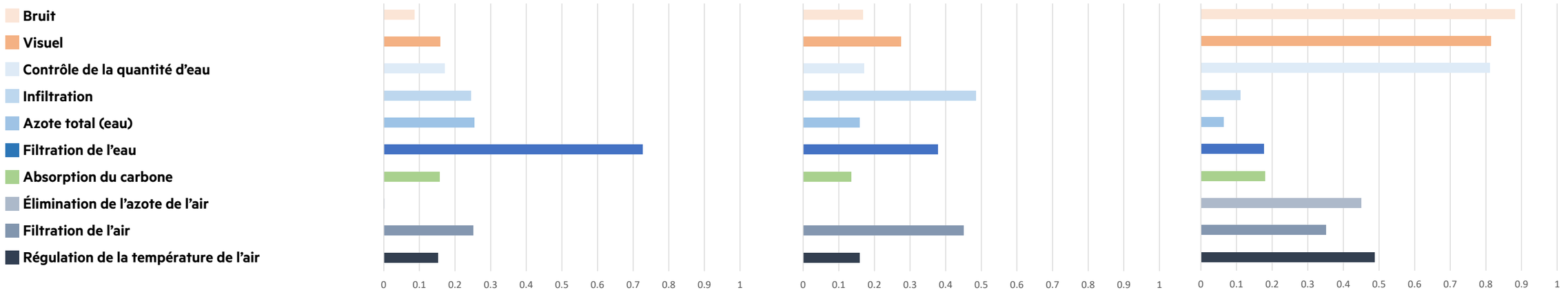
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Typologies proposées et services écosystémiques

Plantation de monacolithe

Haie

Plantation de treillis et de plantes herbacées

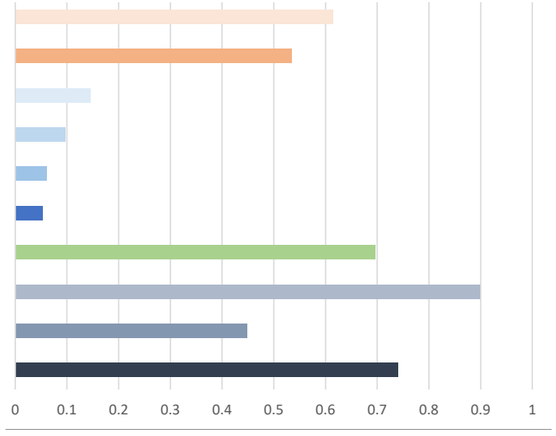


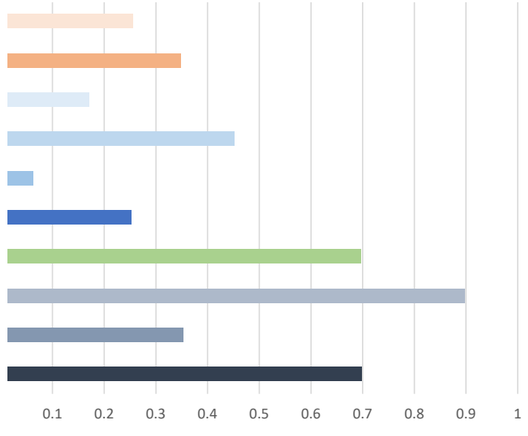
grant associates

Falaise mur végétal (VSD)

Couvertures d'arbres

- **Bruit**
- **Visuel**
- **Contrôle de la quantité d'eau**
- **Infiltration**
- **Azote total (eau)**
- **Filtration de l'eau**
- **Absorption du carbone**
- **Élimination de l'azote de l'air**
- **Filtration de l'air**
- **Régulation de la température de l'air**





SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

DISTRIBUTION ET FRÉQUENCE DES TYPOLOGIES DANS LES SITES D'INTERVENTION

Le tableau suivant énumère les 17 sites d'intervention ainsi que les typologies d'aménagement paysager proposées. Celles-ci sont exprimées à la fois en dimension horizontale (sol, toit) et verticale (mur, plantes grimpantes).

La surface totale a été utilisée pour calculer la performance des services écosystémiques de chaque site.

Ce tableau permet de comprendre la distribution relative des typologies sur les sites d'intervention. Certaines typologies sont plus fréquemment utilisées que d'autres. Par exemple, la couverture arborée est la seule typologie commune à tous les sites, alors que les murs en serpentin ne sont utilisés que sur un des sites d'intervention.

	Zone du site	Pavage perméable	Pavage imperméable	Couvertures d'arbres	Cellule de l'arbre structurel
	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Bd du Jardin Exotique - Entrée du Jardin Exotique	2389	792	981	260	0
BD du Jardin Exotique- Entrée du Parc Princesse Antoinette	1870	665	941	120	25
BD du Jardin Exotique- Square Lamarck	2601	883	777	540	50
BD du Jardin Exotique- Surélevé du Bd Rainier III	1662	559	943	380	40
BD du Jardin Exotique- Échangeur du BD du Jardin Exotique, pont Sainte-Dévote, Bd Rainier III	4552	1190	2767	520	264
BD du Jardin Exotique- Autres	12303	5269	5430	1960	657
Écoduc+ Tunnel+ Belgique Ascenseur	1496	513	0	40	0
Honoré II + Sauvaigo + Avenue Prince Pierre	11756	7455	1140	760	6
Bd Rainier III- (de les agaves à herakleia)	2168	553	1238	440	164
Bd Rainier III- Autres	6074	1838	3518	1040	446
Vallon Sainte-Dévote	13950	4153	1469	860	249
Av de la Porte-Neuve	10519	103	0	1480	0
Jardins d'Ostende	3690	1655	0	425	0
Terrasse FMCS	6793	2564	0	1760	0
Promenade maritime	1469	0	0	40	0
SBM	3460	2668	0	85	0
Bd de Belgique	1399	516	387	240	0

Raingarden	Aquatiques 30% plantés	Herbacées	Herbacées+ Arbustes	Le mur vert est planté à 50 %.	Mur vert serpentin	Plantes suspendues Mur végétal	Plantation de plantes herbacées sur le toit de l'abri avec une base calcaire	Plantation de monacolithe	Haie	Plantation de treillis et de plantes herbacées		Falaise mur végétal (VSD)
Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical et horizontal	Vertical (1m)	Horizontal	Vertical	Horizontal	Horizontal	Vertical(3.5m)	VerticalCliff(25m)+Vertical wall (4m)
0	0	126	166	0	0	0	247	32	0	0	0	0
0	0	10	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0
0	37	0	0	0	0	0	88	96	0	334	56	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
671	35	116	0	91	172	75	0	160	0	0	0	0
0	0	0	7.3	0	0	390	742	0	0	0	0	0
194	10	125	362	114	0	0	44	0	0	722	1436	0
204	0	0	0	896	0	0	0	0	0	0	0	0
281	0	0	0	1449	0	0	0	32	0	0	0	0
0	222	235	430	0	0	0	0	0	0	0	0	2695
0	0	0	0	0	0	0	394	0	0	0	0	0
0	44	21	172	0	0	0	142	32	0	657	105	0
0	0	0	3174	0	0	0	166	0	0	0	0	0
0	0	0	160	555	0	0	0	45	0	0	0	0
0	29	0	298	0	0	0	0	0	0	327	441	0
0	113	0	90	0	0	0	0	92	0	229	210	0

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Performance des services écosystémiques par site

Les graphiques suivants montrent les résultats SE de base, les résultats SE proposés et la différence entre ces deux mesures, exprimée en tant que mesure de “changement”.

Le score de référence de la performance des services écosystémiques est calculé selon la formule ci-dessous :

Score moyen de référence de Monaco (1,4) **x** *superficie du site* **=** *score de performance des services écosystémiques de base*

Le score de performance des services écosystémiques proposé est calculé selon la formule ci-dessous :

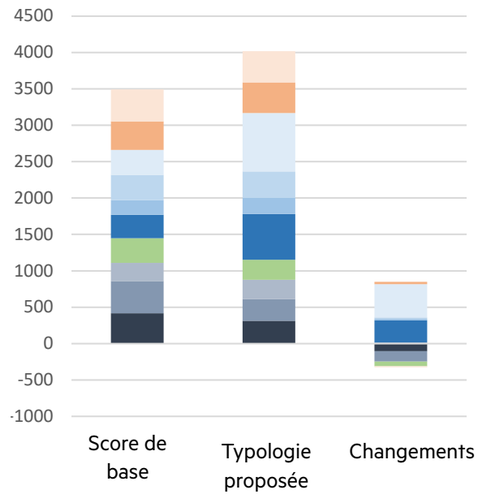
Score défini de chaque multiplicateur de typologie **x** *chaque zone de site d’intervention* **=** *Score total de la performance des services écosystémiques*

Les changements correspondent à la différence entre la moyenne de Monaco et le score proposé, ce qui met en évidence le principal avantage de l’intervention proposée. Tous les graphiques doivent être lus individuellement, car chaque graphique a été créé à des échelles différentes pour montrer la comparaison entre la situation de départ et l’intervention proposée pour chaque site.

Certains sites d’intervention entraînent un changement négatif du score de performance. Dans ces cas, il est important de se rappeler que la ligne de base est un score moyen sur l’ensemble de la Principauté, et constitue donc une limite de l’étude puisqu’elle ne se compare pas au score existant de chaque site.

Bd du Jardin Exotique

Entrée du Jardin Exotique

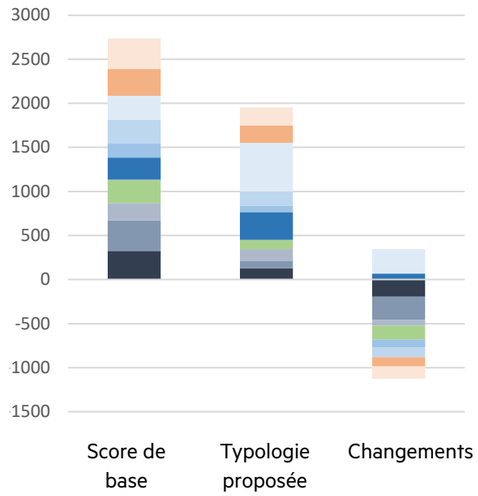


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d’eau
- Filtration de l’eau

Bd du Jardin Exotique

Entrée du Parc Princesse Antoinette



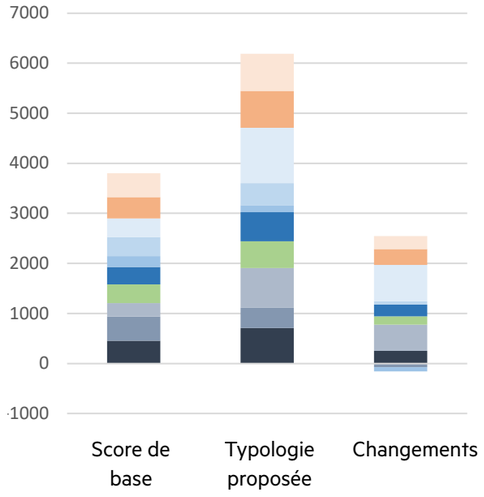
Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d’eau

- **Bruit**
- **Visuel**
- **Contrôle de la quantité d’eau**
- **Infiltration**
- **Azote total (eau)**
- **Filtration de l’eau**
- **Absorption du carbone**
- **Élimination de l’azote de l’air**
- **Filtration de l’air**
- **Régulation de la température de l’air**

Bd du Jardin Exotique

Square Lamarck

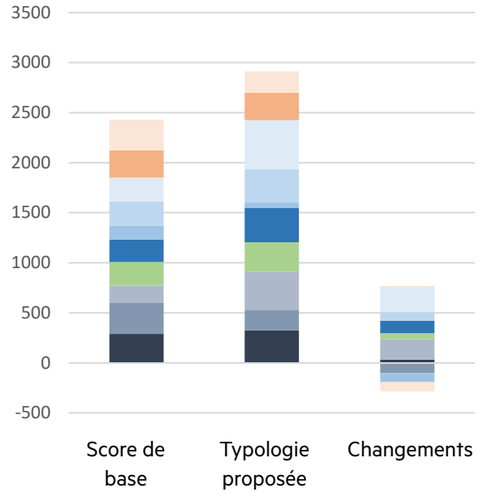


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Filtration de l'eau

Bd du Jardin Exotique

Surélevé du Bd Rainier III

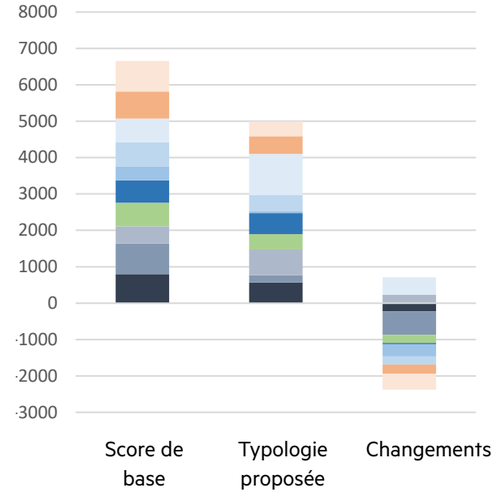


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Élimination de l'azote de l'air

Bd du Jardin Exotique

Échangeur du BD du Jardin Exotique, pont Sainte-Dévote, Bd Rainier III



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Élimination de l'azote de l'air

- **Bruit**
- **Visuel**
- **Contrôle de la quantité d'eau**
- **Infiltration**
- **Azote total (eau)**
- **Filtration de l'eau**
- **Absorption du carbone**
- **Élimination de l'azote de l'air**
- **Filtration de l'air**
- **Régulation de la température de l'air**

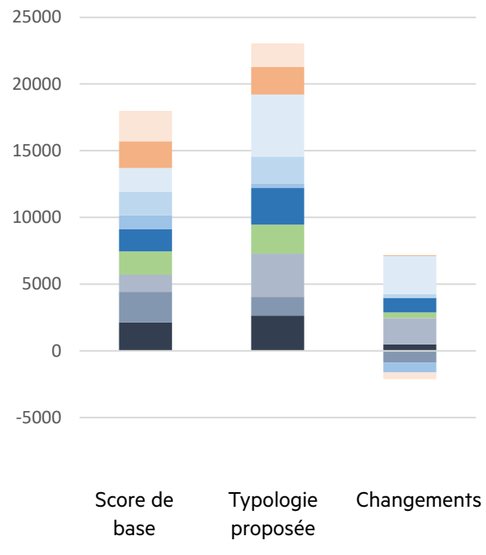
grant associates

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Performance des services écosystémiques par site

Bd du Jardin Exotique

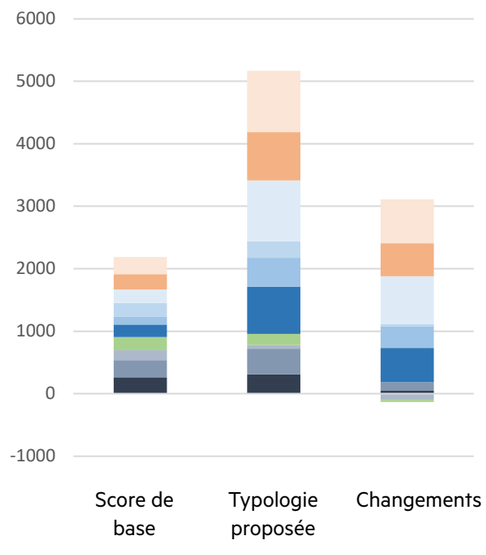
Autres



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'eau

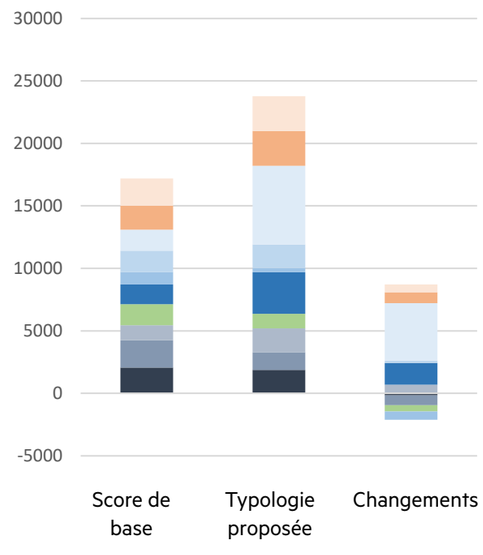
Écoduc+ Tunnel+ Belgique Ascenseur



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Azote total (eau)
- Filtration de l'eau

Honoré II + Sauvaigo + Avenue Prince Pierre

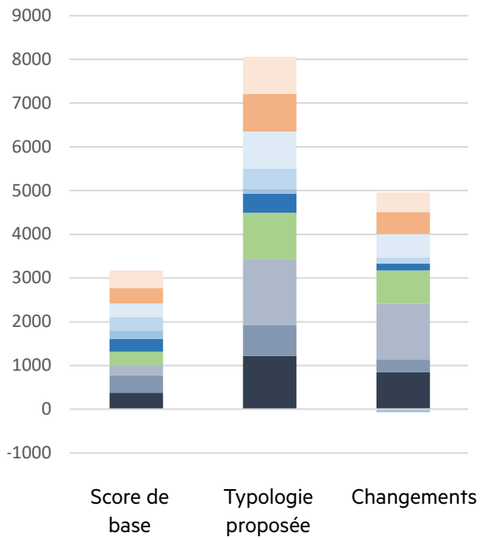


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Filtration de l'eau

- **Bruit**
- **Visuel**
- **Contrôle de la quantité d'eau**
- **Infiltration**
- **Azote total (eau)**
- **Filtration de l'eau**
- **Absorption du carbone**
- **Élimination de l'azote de l'air**
- **Filtration de l'air**
- **Régulation de la température de l'air**

Bd Rainier III- (de les agaves à herakleia)

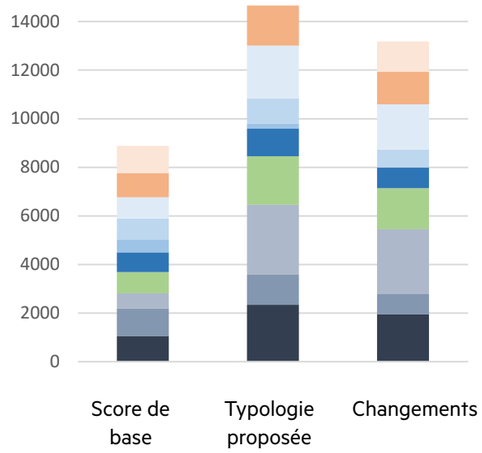


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Filtration de l'eau
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'air
- Régulation de la température de l'air

Bruit
Visuel
Contrôle de la quantité d'eau
Infiltration
Azote total (eau)
Filtration de l'eau
Absorption du carbone
Élimination de l'azote de l'air
Filtration de l'air
Régulation de la température de l'air

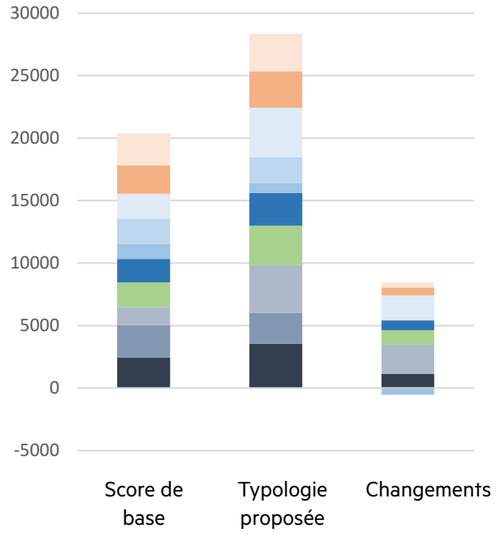
Bd Rainier III- Autres



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Infiltration
- Azote total (eau)
- Filtration de l'eau
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'air
- Régulation de la température de l'air

Vallon Sainte-Dévote



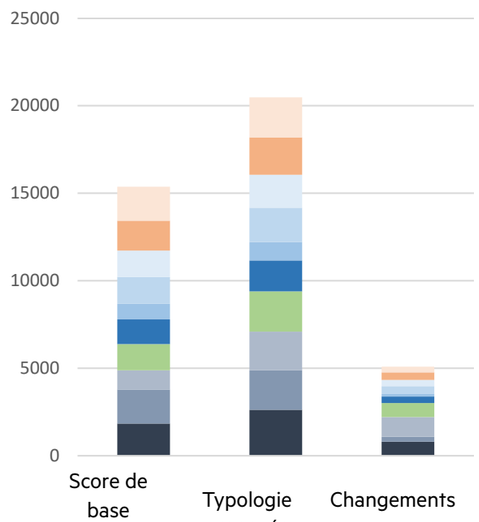
Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Régulation de la température de l'air

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Performance des services écosystémiques par site

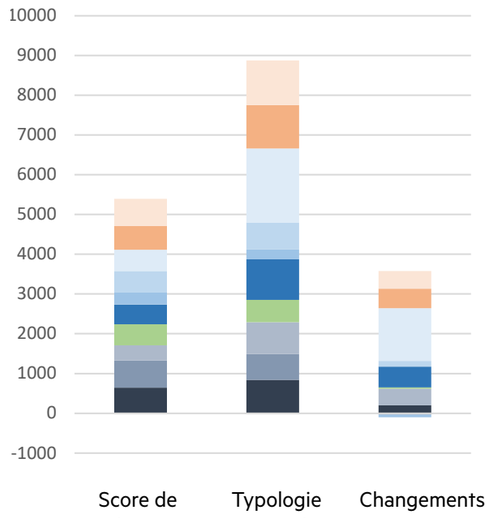
Av de la Porte-Neuve



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Régulation de la température de l'air

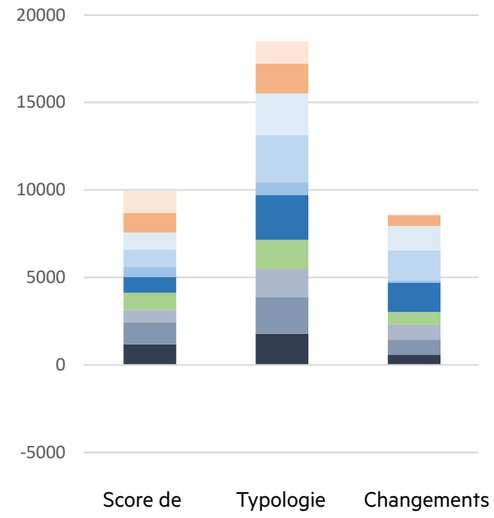
Jardins d'Ostende



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Azote total (eau)
- Filtration de l'eau

Terrasse FMCS

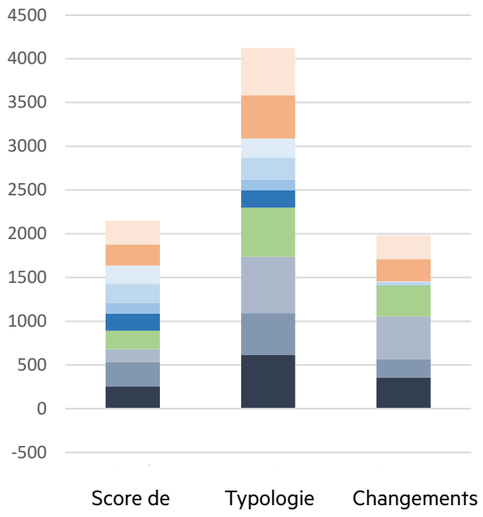


Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Infiltration
- Filtration de l'eau
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'air

- **Bruit**
- **Visuel**
- **Contrôle de la quantité d'eau**
- **Infiltration**
- **Azote total (eau)**
- **Filtration de l'eau**
- **Absorption du carbone**
- **Élimination de l'azote de l'air**
- **Filtration de l'air**
- **Régulation de la température de l'air**

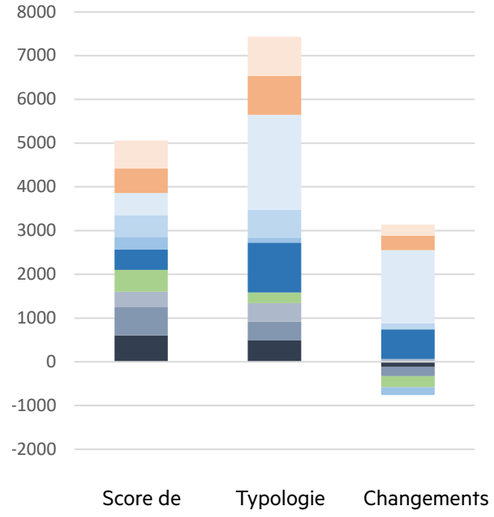
Promenade maritime



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Absorption du carbone
- Élimination de l'azote de l'air
- Filtration de l'air
- Régulation de la température de l'air

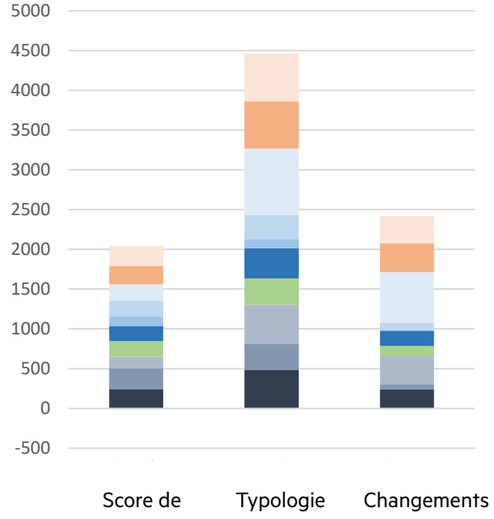
SBM



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Contrôle de la quantité d'eau
- Filtration de l'eau

Bd de Belgique



Principaux contributeurs à la performance des services écosystémiques :

- Bruit
- Visuel
- Contrôle de la quantité d'eau
- Élimination de l'azote de l'air
- Régulation de la température de l'air

Bruit
Visuel
Contrôle de la quantité d'eau
Infiltration
Azote total (eau)
Filtration de l'eau
Absorption du carbone
Élimination de l'azote de l'air
Filtration de l'air
Régulation de la température de l'air

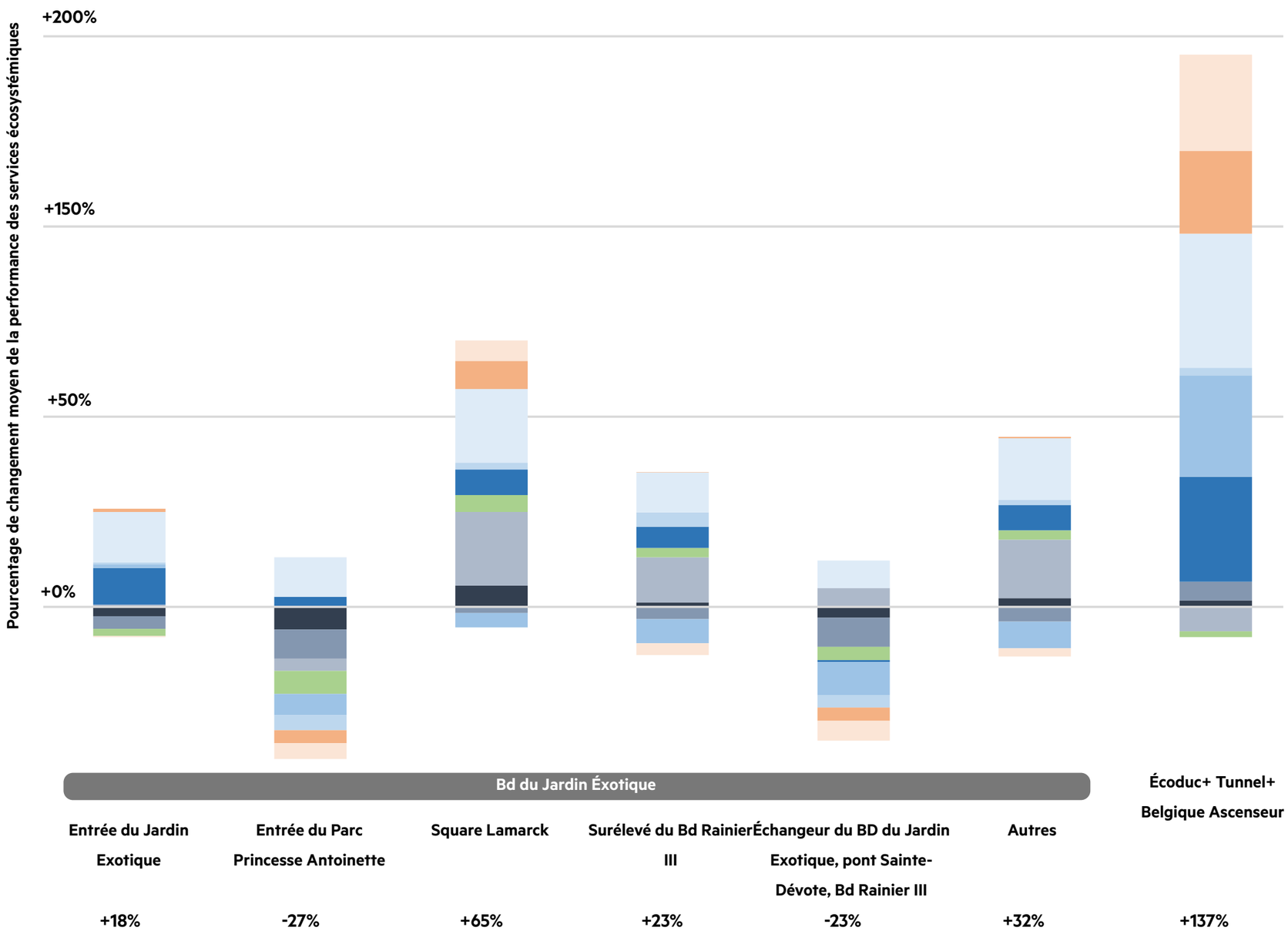
grant associates

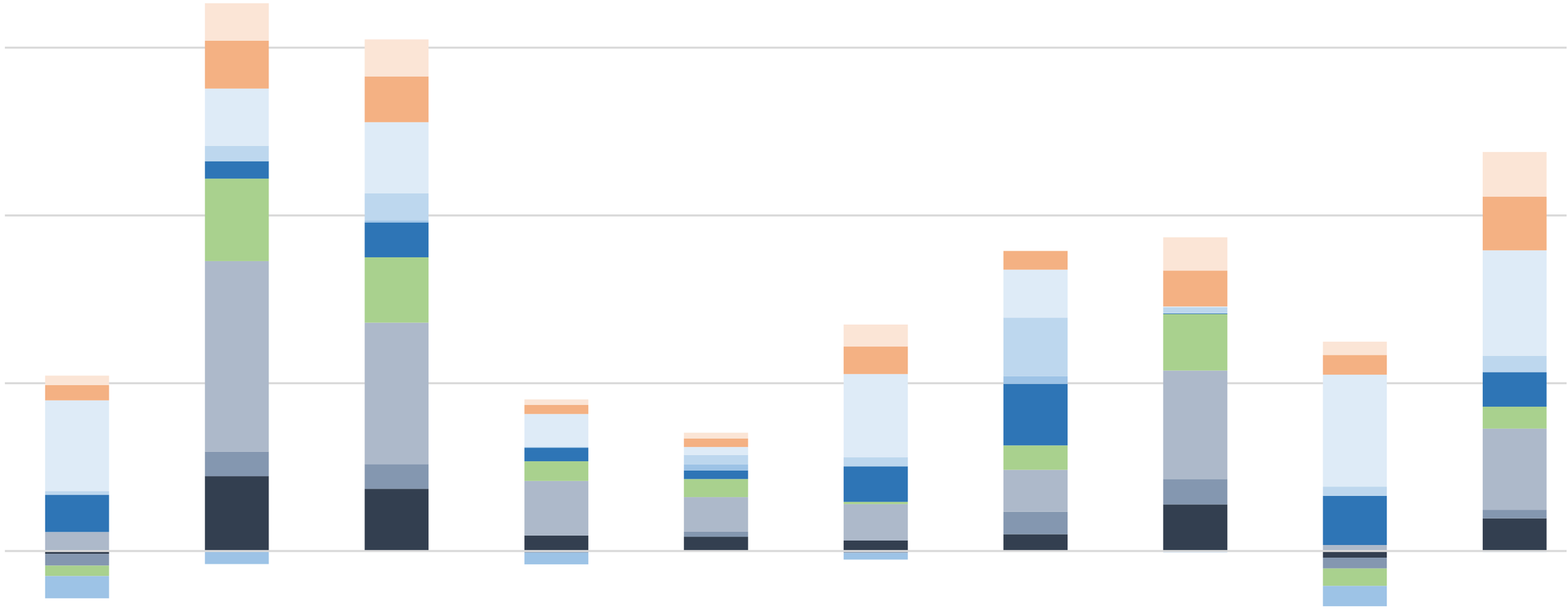
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Comparaison de la performance des services écosystémiques par site

Le graphique adjacent compare les changements de performance des services écosystémiques sur tous les sites d'intervention, représentés par le pourcentage entre le score de référence et le score de l'intervention proposée.

Ce qui est important pour comprendre ce graphique, ce sont les profils des avantages fournis par les différents sites d'intervention. Comme il y a différents besoins et objectifs associés à chaque site et conception, cette visualisation aide à informer les décisions sur ce qui est nécessaire et/ou, pour optimiser les conditions en réponse aux priorités. Une fois de plus, en comparant, le contexte est essentiel, car il permet de déterminer dans quelle mesure une typologie de conception donnée contribue à orienter les propositions de conception dans la direction souhaitée. Une typologie ne peut pas être réduite à être mauvaise ou bonne, chacune contribue différemment. Ces informations renforcent la solidité de l'implantation de la typologie proposée et de la décision de conception prise.





Honoré II + Sauvaigo + Avenue Prince Pierre	Bd Rainier III (de les agaves à herakleia)	Bd Rainier III Autres	Vallon Sainte-Dévote	Av. de la Porte-Neuve	Jardins d'Ostende	Terrasse FMCS	Promenade maritime	SBM	Bd de Belgique
+38%	+159%	+152%	+41%	+35%	+65%	+89%	+93%	+46%	+119%

grant associates

13. SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS
Préface

Les informations ci-dessous sont destinées à étayer le Code de conception, dans le but de sélectionner les sols, les matériaux granulaires et les améliorants les plus appropriés, ainsi que les profondeurs et les volumes dans lesquels chaque sol doit être utilisé.

Type de sol
Les types de sols sélectionnés représentent les principaux utilisés pour la construction de nouveaux aménagements paysagers dans l'environnement urbain, avec l'intention de soutenir un large éventail de communautés végétales, y compris celles des jardins à la française, des habitats indigènes riches en espèces, des arbres de rue, des toits verts et des systèmes de drainage durables conçus. Il est possible de sélectionner différents types de sols afin de créer une 'mosaïque' de conditions de sol variables au sein d'un même schéma.

Le tableau comprend un 'exemple de composition' qui répertorie les composants possibles et leurs rapports de mélange pour créer chaque type de sol. Ceux-ci doivent être traités comme conceptuels, et les matériaux spécifiques, leur composition et les rapports de mélange requis pour chaque programme de plantation devront être déterminés par une sélection ciblée des matériaux, des essais de mélange et des tests de conformité site par site.

L'accent est mis sur la maximisation de la réutilisation des matériaux locaux, en privilégiant les matériaux générés par le réaménagement du territoire (ex. déblais de tunnel et béton concassé), ou ceux produits par les opérations de recyclage des déchets (ex. compost vert).

Profondeurs et volumes du sol
Les profondeurs et les volumes du sol doivent être traités comme des 'valeurs cibles' minimales basées sur les exigences générales d'enracinement pour chaque typologie de paysage. Il peut être possible de réduire ces profondeurs et/ou volumes dans certaines circonstances à condition qu'une évaluation et une atténuation adéquates des risques soient entreprises pour faire face aux contraintes accrues qui peuvent être encourues.

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Sols

LE TYPE DE SOL	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE	EXEMPLE DE COMPOSITION
TERRE VÉGÉTALE À HAUTE FERTILITÉ *(destiné aux plantations non indigènes)*	• Utilisation flexible dans de nombreux environnements paysagers où de la terre végétale fertile est nécessaire, y compris les massifs de plantation, les arbres de rue (y compris lorsqu'ils sont utilisés avec un système de caisses souterraines) et les arbres dans un environnement plus large. • À utiliser dans la partie supérieure des cellules d'arbres où les systèmes de drainage durable ne sont pas une fonction principale	• Haute capacité d'échange cationique • Activité microbienne élevée • Statut de fertilitélevé • Teneur élevée en matière organique sous forme active et inactive pour assurer une proportion élevée de charbon actif • Capacité de rétention d'eau disponible modérée à élevée • Lentement perméable • Minéralogie argileuse appropriée pour faciliter l'auto-réparation/conditionnement de la structure du sol par un mécanisme de 'rétrécissement/ gonflement' en réponse à l'évolution de la teneur en humidité • Faible teneur en pierre sauf si une amélioration avec du calcaire granulaire ou des granulats légers est nécessaire • Aucune contamination chimique ou physique importante	• Sol limoneux argileux 70% • Compost vert 25% • Biocharbon de bois 5% • + conditionneur de sol minéral • + chaux si nécessaire • Possibilité d'utiliser des matériaux recyclés, par ex. des excavations de sous-sol ou des forages de tunnel

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Sols

LE TYPE DE SOL	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE	EXEMPLE DE COMPOSITION
SOL DE BIORÉTENTION	• Partie du système de drainage durable (arbres ou plates-bandes) où une dispersion rapide de l'eau est nécessaire à partir de la surface • Filtration des polluants – par ex. des routes adjacentes	• Forte infiltration (>20 mm/h) • Taux de perméabilité élevé (>150 mm/h) • Capacité de rétention d'eau disponible élevée à partir d'un calibrage étroit du sable de taille moyenne à grossière (0,25-1,0 mm) • Capacité d'échange de cations modérée soutenue par l'utilisation d'améliorants appropriés • Statut de fertilité faible à modéré • Teneur en matière organique faible à modérée • Faible population microbienne • Aucune contamination chimique ou physique importante • Résistant au compactage et facile à manipuler et à installer	• Sable lavé 85% • Compost vert 10% • Biochar 5% • + conditionneur de sol minéral

SOLS DE L'HABITAT INDIGÈNE
(destiné à la création d'analogues d'habitats indigènes)
	• Environnements de plantation naturalistes, par exemple:
	  ° monacolithes (plantation cre-vasse de petites herbes)
	  ° arbustes indigènes sur un toit
	  ° planter une rigole de zone humide
	  ° éco-vérandas
	  ° rocailles
	• 'Couloirs' fauniques
	• Positions de plantation où les contraintes environnementales freinent l'établissement de plantes plus compétitives
		• Faible état de fertilité, en particulier le phosphore extractible
		• Teneur modérée en matière organique sous forme majoritairement inactive, forme stable
		• Teneur modérée en azote organique
		• Faible activité microbienne, mais avec un potentiel de croissance
		• Haute capacité d'échange de cations
		• Teneur élevée en carbone organique
		• Capacité de rétention d'eau disponible faible à modérée
		• Aucune banque de semences inhérente (cela peut restreindre l'utilisation de la terre végétale naturelle)
		• Classement de la taille des pierres en fonction des exigences écologiques, par ex. pour les invertébrés, etc.
			• Sol argileux ou sablonneux (selon la performance cible) 50%
			• Calcaire ou béton concassé (taille variable des agrégats) ou roche volcanique 35-40%
			• Compost vert 5-10%
			• Biochar 5%

LE TYPE DE SOL	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE	EXEMPLE DE COMPOSITION
SOUS-SOL À HAUTE PERMÉABILITÉ	• Couche aveuglante dans la partie inférieure du profil du sol sur un tapis de drainage ou une couche d'agrégats de drainage • Grands arbres, y compris les arbres de rue dans un paysage dur ou mou • Une partie du système de drainage urbain durable (arbres ou plates-bandes) • Pour une utilisation dans la partie inférieure des cellules de l'arborescence où les systèmes de drainage durable est une fonction principale	• Taux de perméabilité élevé (> 150-300 mm/h) • Vidange gratuite • Granulométrie étroite formée principalement de sable de taille moyenne à grossière (0,25-1,0 mm) • Faible teneur en matière organique • Aucune activité microbienne (inerte) • Aucune contamination chimique ou physique importante • Résistant au compactage et facile à manipuler et à installer	• Sable lavé
SOUS-SOL À FAIBLE PERMÉABILITÉ	• Pour une utilisation dans la partie inférieure des cellules de l'arborescence où les systèmes de drainage urbain durable n'est pas une fonction principale • Plates-bandes • NB. Sols argileux - attention au sodium des embruns/sel - défloculation	• Faible taux de perméabilité (Max. 10 mm/h) • Capacité de rétention d'eau disponible modérée • Capacité d'échange de cations modérée à élevée • Faible teneur en matière organique • Aucune activité microbienne (inerte) • Aucune contamination chimique ou physique importante	• Sous-sol à base d'argile • Possibilité d'ajouter du biochar pour permettre le stockage du carbone organique • NB. Lors de l'approvisionnement en sols argileux, il faut tenir compte de la teneur en sodium
OPTIONS DE SOL LÉGER *(Plantation/Biorétention/Écologique/Sous-sol)*	• Plantation de podiums, y compris cours, terrasses et jardinières surélevées	• Réduire la densité apparente du sol (par exemple en tonnes/m3) pour s'adapter aux restrictions de charge grâce à l'utilisation d'agents de charge légers appropriés	• Agent de charge léger ajouté au mélange de sol au besoin

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Matériaux granulaires

TYPE DE MATÉRIAU	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE	EXEMPLE DE MATÉRIEL
MATÉRIAUX LÉGERS	• Agent de charge dans les mélanges de sol manufacturés pour réduire le poids • Média de drainage (LECA uniquement)	• Poids léger • Sans chaux (sauf si nécessaire à des fins écologiques) - la brique concassée doit être composée uniquement de briques de rejet vierges sans contenu de mortier • Contribue à la capacité de rétention d'eau disponible avec une composition poreuse • Potentiel d'amélioration de la capacité d'échange de cations - volcanique (par exemple, pierre ponce)	• Roche volcanique poreuse (p. ex. pierre ponce) • Rejeter la brique concassée • Agrégat léger d'argile expansée (LECA) *Sélection en fonction du coût et de la disponibilité*
AGRÉGAT	• Drainage paysager	• Agrégat de taille unique, de préférence arrondi pour maintenir la porosité à l'état consolidé • Taille de pente appropriée pour assurer l'interface avec les sols et maintenir la continuité hydraulique. Taille nominale de 6 mm ou 10 mm idéale pour cette fonction	• Galet de pois / gravier fin / matériau concassé tamisé
SABLE ABRASIF	• Drainage paysager – couche aveuglante ou couche de drainage à part entière	• Grade 1-4 mm (pas de fines)	• Grain horticole

TYPE DE MATÉRIAU	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE	EXEMPLE DE MATÉRIEL
SABLE LAVÉ	• Composant dans les mélanges de sol manufacturés • Matériau d'enrobage dans les zones gazonnées • Drainage paysager (par ex. couche aveuglante) • Utiliser comme sous-sol à haute perméabilité à part entière	• Sable bien calibré avec une distribution granulométrique globale étroite avec peu ou pas de 'fines' (particules de moins de 0,15 mm de diamètre). • Principalement du sable de taille moyenne à grossière (0,25-1,0 mm) ou du sable de taille moyenne à fine (0,15-0,50 mm) selon l'application • Non salin, non sodique • Aucune contamination chimique ou physique importante • Dépôts extraits de carrières primaires (sables recyclés ou dragués en mer peu susceptibles de répondre aux exigences en matière de nivellement ou de produits chimiques)	• Sable extrait, lavé et calibré

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Améliorants du sol

TYPE DE MATÉRIAU	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE
COMPOST VERT	• Améliorant du sol pour améliorer la teneur en nutriments et en matière organique (forme active) et la capacité d'échange cationique. • Améliore la capacité de rétention des nutriments et de l'eau • Soit utilisé comme composant dans la fabrication du sol ou appliqué lors de la plantation/entretien) • Inocule le sol avec des microbes bénéfiques du sol • Peut être utilisé en combinaison avec des formes inactives de matière organique (par exemple, le biochar) pour maximiser l'effet bénéfique.	• Suffisamment composté, mûr • Teneur modérée à élevée en éléments nutritifs sous forme soluble et résiduelle – doit être suffisamment compostée pour éliminer les concentrations excessives d'éléments nutritifs solubles qui peuvent nuire aux nouveaux semis ou créer un déséquilibre des autres éléments nutritifs • Teneur élevée en matière organique • CEC élevée • Non salin, non sodique • Faible teneur en calcaire (le compost vert est intrinsèquement alcalin mais généralement sans calcaire) • Aucune contamination chimique ou physique importante • Aucune teneur significative en agents pathogènes ou en graines de mauvaises herbes
BIOCHAR *(formé par pyrolyse ou par un matériau organique (par exemple du bois))*	• Améliorant du sol pour améliorer la capacité d'échange de cations et faciliter la capacité de rétention des nutriments et de l'eau • Fournit une forme de matière organique stable qui réside dans le sol pendant de longues périodes • L'utilisation de biochar dans le mélange de sol a la capacité de séquestrer le carbone dans le sol à long terme, contribuant ainsi aux objectifs politiques liés au changement climatique • Améliore la teneur en nutriments et en matière organique (forme active) et la capacité d'échange cationique • Fournit un habitat aux microbes du sol • Contribue à l'immobilisation des contaminants potentiels • Lorsqu'il est combiné avec des formes 'actives' de matière organique (par exemple, dans le compost vert), cela peut améliorer considérablement l'activité microbienne et le cycle des nutriments dans le sol, réduisant ainsi la dépendance aux apports d'engrais artificiels	• Biochar formé par pyrolyse de matière organique d'origine durable • La forme granulée est préférable à la poudre pour faciliter l'application et réduire la création de poussière. Un mélange de particules plus grosses avec de petites particules améliore également la longévité fonctionnelle du produit dans le sol • Biologiquement inerte (peut être combiné avec des formes 'actives' de matière organique (par exemple, le compost vert) • Haute teneur en carbone

TYPE DE MATÉRIAU	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE
FUMIER *(par exemple, cheval, bétail, poulet)*	• Améliorant du sol pour améliorer la teneur en nutriments et en matière organique	• Bien décomposé, convenablement composté • Teneur modérée à élevée en éléments nutritifs sous forme soluble et résiduelle - doit être suffisamment composté pour éliminer les concentrations excessives d'éléments nutritifs solubles qui peuvent nuire aux nouveaux semis ou créer un déséquilibre des autres éléments nutritifs (par exemple, le fumier de poulet peut être trop riche en azote au départ) • Teneur élevée en matière organique • Non salin, non sodique • Aucune contamination chimique ou physique importante • Aucune teneur significative en agents pathogènes ou en graines de mauvaises herbes
FINES D'ÉCORCE COMPOSTÉES	• Améliorant du sol pour améliorer la teneur en matière organique sans augmenter de manière significative la teneur en éléments nutritifs • Paillis de surface	• Écorce broyée et déchiquetée, convenablement compostée • Teneur élevée en matière organique • Faible teneur en nutriments minéraux disponibles
SOUS-PRODUITS DES EAUX USÉES	• Améliorant du sol pour améliorer la teneur en nutriments et en matière organique	• Sous-produit des eaux usées traitées (par exemple, produit en granulés) • Teneur modérée à élevée en éléments nutritifs sous forme soluble et résiduelle – doit être convenablement traitée pour éviter des concentrations excessives d'éléments nutritifs solubles qui pourraient nuire aux nouveaux semis ou créer un déséquilibre des autres éléments nutritifs • Teneur élevée en matière organique • Non salin, non sodique • Aucune contamination chimique ou physique importante • Aucune teneur significative en agents pathogènes ou en graines de mauvaises herbes

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Améliorants du sol

TYPE DE MATÉRIAU	APPLICATIONS	PROPRIÉTÉS DE LA CIBLE
CONDITIONNEURS DE SOLS MINÉRAUX	• Améliorant du sol pour améliorer la capacité d'échange de cations et faciliter la capacité de rétention des nutriments et de l'eau	• Dérivé de dépôts appropriés de roche volcanique ou d'argile • Forme granulaire • Grande capacité d'échange cationique • L'inclusion d'un polymère de stockage d'eau peut encore améliorer la capacité de stockage d'eau
ENGRAIS MINÉRAUX	• Améliorant du sol pour compléter la teneur en éléments nutritifs du sol	• Engrais minéral produit commercialement sous forme granulaire ou liquide • Formulaires à libération lente ou facilement disponibles • Type de composé contenant un équilibre de plus d'un élément nutritif majeur pour les plantes ou de types d'éléments uniques • Certains produits contiennent également des oligo-éléments
CHAUX	• Augmenter le pH des sols intrinsèquement acides. • Doit être appliqué fréquemment pour maintenir l'effet neutralisant • Effet sur le pH du sol dépendant de la capacité tampon du sol récepteur (ne convient pas aux sols à CEC élevée)	• Chaux agricole (granulés ou poudre) ou agents de chaux liquides • Teneur élevée en carbonate de calcium • Haut pouvoir neutralisant

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Profondeurs de sol cibles

TYPE DE PLANTATION	ÉPAISSEUR TOTALE PROVISOIRE MINIMALE DU SOL (MM) #	ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE TERRE VÉGÉTALE (MM)	PROFONDEUR DE LA COUCHE DE SOUS-SOL (MM)
Plantation d'arbres –Surface végétale	800-1000#	300-400#	400-600#
Plantation d'arbres - Surface minérale		La profondeur des couches de sol dépendra du système sélectionné	
Plates-bandes (Arbustes)	600	300	300
Plantation couvre-sol	400	200	200
Herbe	300	300	--
Plantation écologique	100-500^	La profondeur des couches de sol dépendra des besoins en habitat	

En fonction de la taille du stock / de l'espèce / de la situation de plantation

^ Selon les exigences de l'habitat

SOLS, MATÉRIAUX GRANULAIRES ET AMÉLIORANTS – PROPRIÉTÉS, PROFONDEURS ET APPLICATIONS

Volumes de sol cibles – fosses d'arbres

Le volume de sol à allouer aux fosses d'arbres dépendra d'un certain nombre de facteurs. Ceux-ci incluent l'espèce d'arbre et sa taille à maturité, la taille de l'arbre à la plantation (pour accueillir la motte) et si les racines des arbres peuvent finalement pousser hors des limites de la fosse d'arbre et dans le sol environnant. Une fois que les arbres se sont établis, ils s'adaptent à un large éventail de conditions. Si toutefois, la fosse de l'arbre est entourée d'un sol inhospitalier, ou si l'extension des racines au-delà de la fosse est limitée par des barrières racinaires, le volume immédiat de la fosse de l'arbre devra être suffisant pour supporter l'arbre pendant toute sa durée de vie requise.

Le regroupement des arbres dans des tranchées ou des fosses de plantation plus grandes est avantageux dans la mesure du possible et peut réduire dans une certaine mesure le volume global requis par chaque arbre. Cela peut également simplifier le processus d'installation et maximiser la zone d'enracinement des arbres et de la plantation. En outre, cela rationaliserait toute disposition de drainage.

Si les barrières racinaires sont destinées à être utilisées dans le cadre de la conception (par exemple, la protection des tranchées de service, etc.), leurs emplacements spécifiés doivent permettre une disponibilité maximale du volume de sol pour la plantation.

Le tableau ci-dessous fournit une estimation indicative des besoins en volume prévus pour différentes tailles d'arbres. Cela variera considérablement selon les espèces d'arbres et la situation de plantation et ne doit donc être considéré qu'à titre indicatif. Les chiffres donnés ci-dessous se rapportent au volume de sol enracinable dont l'arbre peut avoir besoin au total pendant sa durée de vie et ne reflètent pas nécessairement le volume nécessaire dans la fosse d'arbre d'origine en supposant que l'arbre s'enracinera dans le sol environnant au-delà de la fosse.

TAILLE DE L'ARBRE	VOLUME DE SOL CIBLE DE LA FOSSE D'ARBRES (M3)
Petites espèces d'arbres	5 – 10m3
Espèces d'arbres moyennes	18m3
Grandes espèces d'arbres	30m3

grant associates