

Le développement du concept d'infrastructure verte dans la pratique de la planification spatiale slovène

Le terme d'« infrastructure verte » a émergé à la fin du 20^e siècle aux États-Unis et en Europe occidentale. Le concept a lui-même évolué dans le temps au gré des problématiques environnementales à appréhender. Il répond aux enjeux en combinant des méthodes de planification paysagère et écologique ainsi que des connaissances sur les systèmes naturels et sociaux. S'appuyant sur des cas d'étude slovènes, cet article expose le potentiel du concept d'infrastructure verte pour opérer à travers les échelles, les disciplines et les frontières administratives.



et article vise à présenter les fondements et le développement du concept d'infrastructure verte en tant qu'approche contemporaine de la planification paysagère, puis à mettre en évidence quelques études de cas slovènes considérés comme des exemples pertinents

de l'application du concept. La connectivité étant l'un des principes majeurs de l'infrastructure verte, un accent tout particulier sera mis sur la connectivité écologique en tant que fonction essentielle du concept.

Le concept d'infrastructure verte a émergé il y a une vingtaine d'années et a intégré la pratique contemporaine de l'aménagement du paysage depuis lors. Si le terme constituait une nouveauté, le concept découle lui-même de plusieurs concepts aménagistes historiques s'étant développés majoritairement en réponse à deux crises environnementales, à savoir la première révolution industrielle au tournant du XIX^e siècle et la période de croissance économique post-Seconde Guerre mondiale. La révolution industrielle, s'étant accompagnée d'une expansion des villes et d'un accroissement de la pollution, a provoqué une détérioration du cadre de vie et suscité les premières tentatives d'amélioration de sa qualité. L'accumulation des problèmes environnementaux associée à la prise de conscience, à la fin des années 1960, de l'irréversibilité de certains dommages environnementaux (l'extinction des espèces, par exemple) a donné naissance à un mouvement environnemental fort, axé sur l'amélioration de la qualité de l'environnement non seulement humain, mais aussi naturel, faisant de la conservation de la nature et de la protection de l'environnement des questions centrales de la société contemporaine.

De nos jours, l'infrastructure verte est un concept bien connu des praticiens de la planification territoriale et/ou paysagère, des chercheurs, des décideurs politiques,

ainsi que de la sphère publique de manière plus large. L'extension du concept donne également lieu à diverses interprétations, se concentrant chacune sur des aspects différents – à savoir, par exemple, l'importance de l'infrastructure verte (IV) dans une logique de protection de la nature et des habitats, dans une interprétation anthropocentrée faisant de l'IV un cadre structurant l'offre de services écosystémiques, ou comme alternative à l'infrastructure grise sous forme de solutions fondées sur la nature. L'objectif de cet article est par ailleurs de souligner la complexité du concept et son potentiel de fonctionnement à travers les échelles, les disciplines et les frontières administratives.

Contexte théorique

Définition du concept d'infrastructure verte (IV)

Le terme « infrastructure verte » a vu le jour aux États-Unis et en Europe occidentale à la fin du XX^e siècle. En l'espace de vingt ans, il s'est répandu dans le monde entier. Mell (2017) explique son développement en trois périodes : (1) la phase d'exploration (1998-2007) lorsque le concept a été établi, (2) la phase d'expansion (2005-2010) avec un accent particulier sur la mise en œuvre et des échanges de vue entre chercheurs ainsi qu'entre décideurs, puis (3) la phase de consolidation (à partir de 2010) avec des bases théoriques solides s'accompagnant d'une vision et d'une mise en œuvre clairement définies du concept.

Les premières définitions reposaient sur la dimension physique de l'IV, alors que l'évolution du concept s'attache à appréhender l'IV en tant qu'approche de la planification. Benedict et McMahon (2002) ont défini l'IV comme « un réseau interconnecté d'espaces verts qui préserve les valeurs et les fonctions des écosystèmes

1 Similarités et différences entre les concepts d'infrastructure verte et de connectivité écologique.

	Infrastructure verte	Connectivité écologique
Le contexte de l'émergence/diffusion du concept	Crise environnementale, pollution, dégradation de l'environnement humain et naturel.	Perte et isolement des habitats (et des espèces), perturbation de la connectivité et des migrations.
Fondement théorique	Origine dans (1) l'aménagement du paysage et (2) l'écologie du paysage : (1) l'infrastructure verte en tant que concept de planification où les espaces verts ne sont pas considérés comme un reliquat de développement mais sont planifiés parallèlement à d'autres utilisations du sol comme : (2) un système d'éléments interconnectés et interdépendants.	Origine dans l'écologie du paysage : principe de connectivité du paysage, reliant les habitats et permettant les flux d'énergie, ainsi que la migration des espèces et la recolonisation des parcelles.
Organisation spatiale	Système hiérarchique : niveau local – régional – national – transnational; infrastructure verte urbaine comme composante particulière de ce système.	Système hiérarchique : écosystèmes – paysages – régions. Mosaïques de paysages. Matrice – parcelle – corridor.
Objectifs	Connectivité, multifonctionnalité et hétérogénéité du système. Aspect anthropocentrique (services écosystémiques), ainsi qu'éco/biocentrique.	La taille et la répartition des habitats qui permettent leur fonctionnement. Une organisation structurelle et fonctionnelle du paysage qui assure la connectivité.

naturels et profite aux populations humaines ». À mesure que le concept d'infrastructure verte a évolué, sa compréhension s'est élargie et a conduit à la définir non seulement comme un système d'éléments interconnectés, mais surtout comme une approche de la planification ou, comme le soulignent Dige *et al.* (2014) : « ... un outil permettant de fournir des bénéfices écologiques, économiques et sociaux par le biais de solutions naturelles, nous aidant à comprendre les bénéfices qu'offre la nature à la société humaine, puis à mobiliser les investissements pour les maintenir et les renforcer ».

Principes de base de l'infrastructure verte

Le terme « infrastructure » comporte en soi le premier principe de l'IV : pour que l'ensemble du système fonctionne, ses éléments et processus doivent être (1) structurellement et/ou fonctionnellement connectés, l'infrastructure verte étant censée apporter des bénéfices à la société, à l'environnement et à l'économie ; (2) la multifonctionnalité du système est nécessaire. Les différentes parties du système diffèrent par leur taille, leur fonction et leur caractère et contribuent donc à (3) l'hétérogénéité du système. Enfin, et c'est important, l'IV procure ses bénéfices à travers les échelles, c'est pourquoi (4) l'une de ses principales caractéristiques est sa dimension hiérarchique.

Infrastructure verte et connectivité écologique

Le thème principal de ce numéro étant la connectivité écologique, il est nécessaire d'apporter quelques précisions concernant la relation entre infrastructure verte et connectivité écologique. Les concepts se chevauchent et sont partiellement interdépendants, mais ne sont pas cependant des synonymes complets. L'IV a été exposée plus haut comme une approche de la planification, ainsi que comme un réseau d'espaces verts procurant des bénéfices pour l'environnement, la société et l'économie. Comme souligné précédemment,

la connectivité écologique est la première des quatre conditions principales devant être préalablement remplies pour assurer le fonctionnement de l'infrastructure verte. La connectivité écologique peut éventuellement se concevoir comme la composante environnementale de l'IV, sa fonction première découlant d'une prise de conscience quant à l'insuffisance de l'« approche insulaire » de la conservation de la nature et à la nécessité de mettre l'accent sur la garantie de la connectivité du système. Outre les bénéfices pour la nature (connexion des habitats et amélioration de leur résilience), se voient également reconnus les avantages fournis à la société et l'économie – plus communément appelés « services écosystémiques » – par ces connexions de réseaux. Ces derniers peuvent se concevoir comme la composante anthropocentrique du concept d'infrastructure verte, la connectivité écologique représentant en quelque sorte la composante écocentrique de l'IV. La connectivité écologique décrit le bon fonctionnement d'un réseau écologique et, comme l'IV, peut s'appréhender à différentes échelles : connectivité entre parcelles d'habitat, à l'échelle de la mosaïque paysagère et à l'échelle large ou régionale. Le concept de connectivité écologique se voit défini au sein de l'écologie du paysage, de laquelle il découle, comme « le degré selon lequel le paysage facilite ou entrave le mouvement entre les parcelles d'habitats » (Taylor *et al.*, 1993). Elle comprend la connectivité structurelle (la distribution spatiale des parcelles et les perturbations entre elles) ainsi que la connectivité fonctionnelle (la capacité des espèces à se déplacer). Par conséquent, il n'exige pas (nécessairement) la continuité d'une seule catégorie de couverture du sol, mais un continuum d'habitats naturels interconnectés qui permet la migration des espèces. Pour une meilleure compréhension, les principales différences entre les concepts d'IV et de connectivité écologique sont présentées dans le tableau 1.

L'infrastructure verte dans la politique et la pratique de la planification spatiale

Largement reconnue pour ses apports en tant qu'approche de la planification, les principes de l'infrastructure verte ont été intégrés dans la législation et la pratique de la planification spatiale aux États-Unis, en Grande-Bretagne et en Irlande, suivis par plusieurs autres pays européens. En 2013, la stratégie de l'Union européenne pour l'infrastructure verte a mis l'accent sur la dimension internationale et transfrontalière de l'IV et a établi un cadre solide pour l'application de celle-ci dans d'autres politiques et stratégies européennes (stratégie de l'Union européenne en matière de biodiversité, politique agricole commune) et macro-régionales (pour les régions alpine, danubienne, adriatique et ionienne, baltique).

L'infrastructure verte et la connectivité écologique dans la pratique de la planification spatiale slovène

L'intégration de la connectivité écologique dans la pratique de la planification spatiale slovène est exposée dans ce numéro à travers l'article de J. Hudoklin, intitulé « La connectivité écologique dans la planification spatiale en Slovénie ». L'objectif principal de cet article est de retracer le développement du concept d'infrastructure verte dans la pratique slovène de planification spatiale avec quelques exemples, en commençant immédiatement après la Seconde Guerre mondiale avec l'étude de cas de Nova Gorica, et en terminant avec la Stratégie de développement territorial slovène qui n'a pas encore été adoptée (au moment de la rédaction de cet article). Le terme « infrastructure verte » ne se voit pas explicitement employé sur les deux premiers exemples présentés, mais ceux-là abordent les questions qui sont au centre de la planification des infrastructures vertes. Quatre exemples seront présentés dans les sous-chapitres suivants, couvrant les niveaux local, régional et national de la planification de l'IV : l'IV dans les villes de Nova Gorica et Ljubljana, l'IV de la région urbaine de Ljubljana et l'IV dans le cadre de la stratégie nationale de développement territorial.

Les pionniers de l'infrastructure verte, l'IV au niveau local/urbain : Nova Gorica et Ljubljana

Les deux premiers exemples sont sans aucun doute les pionniers de la planification de l'IV en Slovénie. Ils ont été choisis également en raison des différences qui existent entre eux. Nova Gorica est un exemple d'approche déductive de la planification, où la conception de la forme urbaine et le réseau vert de la ville sont tirés du modèle théorique de « Ville Radieuse » de Le Corbusier, adapté aux conditions naturelles. La trame verte de Ljubljana est une combinaison d'approche inductive et déductive. Alors que la première vise à améliorer et à relier les espaces verts existants, la seconde teste les possibilités d'application de plusieurs concepts établis pour améliorer sa conception et son fonctionnement (Ogrin *et al.*, 1994).

Nova Gorica a été planifiée suite au Traité de Paix de 1947 entre l'Italie et la Yougoslavie, qui a attribué la ville de Gorica à l'Italie, laissant son arrière-pays essentiellement rural en Slovénie (Yougoslavie). Peu après, les autorités ont commencé à chercher un emplacement pour la construction d'une nouvelle ville qui constituerait un centre pour les régions de Goriška et Vipavska dolina. Deux alternatives furent proposées, l'une près de Šempeter et l'autre près de Solkan. Finalement, cette dernière a été choisie, principalement en raison de la continuité géographique et donc des possibilités de relier la nouvelle ville à Gorica. L'architecte et planificateur Edvard Ravnikar a été choisi pour planifier et concevoir la nouvelle ville, sa vision étant alors de « ... construire quelque chose de grand, de beau et de fier, quelque chose qui rayonnerait au-delà de la frontière... ».

La trame verte de Nova Gorica a été planifiée comme l'un des éléments de base du plan d'urbanisme. La ville a été planifiée et construite « à partir de rien » et Edvard Ravnikar s'est inspiré de l'idée corbuséenne de « la Ville Radieuse », agréable à vivre essentiellement grâce à de nombreux espaces verts étendus. La ville a été construite sur un terrain plat à l'endroit où la rivière Soča (Isonzo) quitte sa vallée étroite entre les collines Sabotin (609 m) à l'ouest et Škabrijel (646 m) à l'est. L'altitude de la ville n'étant que de 100 mètres au-dessus du niveau de la

1 La vision de Ravnikar du boulevard vert (source : site officiel de RTV SLO :
<http://www.rtvsllo.si/kultura/drugo/ideje-na-katerih-je-rasla-a-ne-dorasla-nova-gorica/155540>).



mer, le terrain escarpé, accidenté et rocheux des deux collines crée une « défense » naturelle au nord, laissant la vallée ouverte vers le sud-ouest et la mer. Des collines de plus faible altitude et la forêt de Panovec bordent Nova Gorica au sud et offrent à la ville une zone de loisirs naturelle. La principale artère de la ville avec toutes les institutions publiques a été conçue comme un large boulevard, planté de platanes, où les bâtiments sont plus espacés des autres, les déplacements sur ce boulevard se faisant sous les frondaisons de ces arbres. Les places et les parcs ont fait l'objet d'une attention particulière. Après les années 1950, le développement urbain de Nova Gorica (et le développement de son infrastructure verte) s'est écarté de son plan initial. Malgré sa réalisation incomplète, Nova Gorica a conservé son caractère de ville-jardin et reste réputée pour son réseau vert (figure 1).

Contrairement à Nova Gorica, Ljubljana est une ville « qui a évolué pour ainsi dire naturellement ». Par conséquent, sa trame verte a suivi cette évolution. Avec son centre médiéval situé sur un passage entre deux collines – Rožnik au nord-ouest et Golovec avec la colline du château au sud-est –, Ljubljana s'est développée selon plusieurs axes, en contournant les collines abruptes, les zones marécageuses et inondées et les terres arables. Le passage entre les deux collines n'est large que de 500 m ; c'est à cet endroit que la rivière Ljubljanica quitte la zone marécageuse de Ljubljansko barje pour entrer dans la zone bien drainée de Ljubljansko polje. Les éléments verts (zones naturelles et agricoles) donnent à la ville autant de caractère que ses zones bâties, car ils sont interdépendants et entremêlés. Un projet, intitulé « La trame verte de Ljubljana » (Ogrin *et al.*, 1994), a reconnu les qualités et le potentiel des éléments verts préservés, ainsi que les menaces qui se dégagent des propositions de développement. L'équipe-projet a non seulement planifié l'infrastructure verte de la ville avec toutes ses fonctions, mais a également considéré opportun de développer la stratégie spatiale en prenant ces éléments comme points de départ. Cela fait de ce travail un précurseur parmi les premiers plans d'infrastructure verte, puisque les espaces verts n'étaient plus considérés comme un vestige du développement passé, mais comme l'épine dorsale d'un développement à venir.

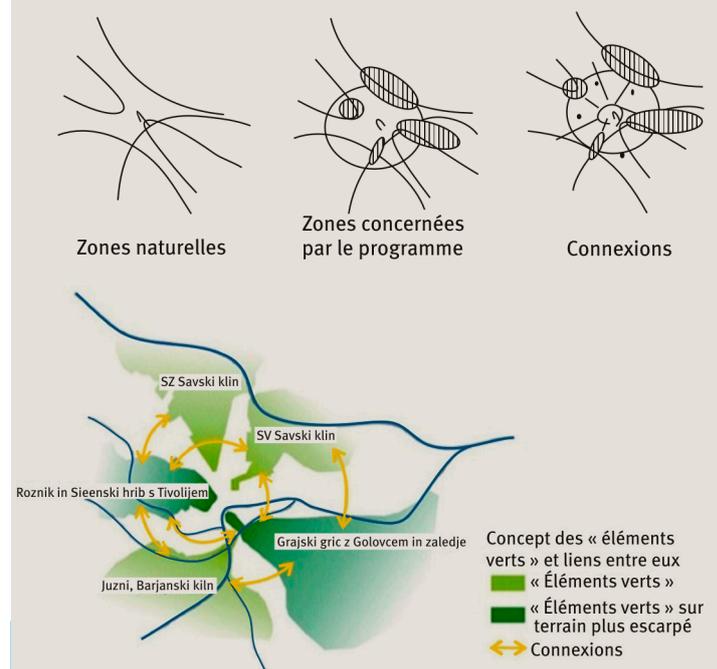
La mise en réseau des éléments verts est apparue nécessaire d'une part pour établir un réseau fonctionnel au cœur de la ville, faisant ainsi de la trame verte de Ljubljana un exemple reconnu d'infrastructure verte urbaine, et d'autre part définir la relation entre la ville et son environnement, « flirtant » ainsi avec l'IV régionale et soulignant la nécessité de penser, planifier et agir à plusieurs échelles afin d'accéder à l'ensemble des bénéfices de l'IV. La connectivité écologique en constitue l'un des principaux puisque les deux collines et la rivière Ljubljanica sont dans la région de Ljubljana des pièces importantes du puzzle que constitue l'IV régionale. Comme le montre la figure 2, l'IV de Ljubljana respecte jusqu'à ce jour le concept établi en 1994.

Deux approches de planification des infrastructures vertes « matures » : stratégie d'IV pour la région urbaine de Ljubljana et concept d'IV dans la stratégie de développement territorial de la Slovénie (SPRS).

Bien que la région urbaine de Ljubljana (LUR) soit centrale et la plus densément peuplée, celle-ci ne doit pas se voir seulement comme le centre économique et démographique du pays et un nœud d'infrastructures. C'est aussi une région aux paysages diversifiés et à l'environnement naturel préservé, où se rencontrent deux zones centrales européennes importantes pour l'infrastructure verte : les massifs alpins et dinariques. La préservation et/ou l'amélioration de la connectivité écologique entre ces deux zones est considérée comme extrêmement importante, notamment pour permettre la migration de grands mammifères. La région participe actuellement (de 2017 à 2021) à un projet Interreg « PERFECT » (<https://www.interregeurope.eu/perfect/>), qui vise à maximiser les bénéfices de l'IV en intégrant ses objectifs dans la planification ainsi que dans l'élaboration des politiques. L'un des principaux objectifs du projet LUR est l'identification, l'analyse et l'adoption de bonnes pratiques en matière d'IV dans les principaux programmes de fonds structurels, tandis que le principal résultat du projet sera la « Stratégie d'infrastructure verte pour la région urbaine de Ljubljana » ainsi que le plan d'action pour sa mise en œuvre (<https://mailchi.mp/3333535745e2/perfect-novicnik-82945?e=ae3b4984d2>).

La Slovénie a adopté son actuelle stratégie de développement territorial (SPRS) en 2004, le document étant en cours de révision depuis 2015. L'étalement urbain, l'utilisation non rationnelle des sols, en particulier pour le développement de zones industrielles et infrastructures attenantes, ont tous des impacts négatifs sur l'environnement naturel et sur l'IV. C'est pourquoi cette dernière

2 Le concept de trame verte de Ljubljana, 1994 (Kučan, 1994) en haut et la trame verte de Ljubljana dans le plan d'aménagement municipal (OPN MOL, 2010) en bas.



► a été reconnue comme l'un des thèmes clés devant être traité dans le cadre de la nouvelle stratégie de développement territorial (SPRS). À travers celle-ci, l'IV est conçue comme un système hiérarchique assurant des connections avec l'IV internationale et proposant des lignes directrices pour la planification de l'IV au niveau régional inférieur.

La Slovénie est un pays où se rencontrent quatre zones géographiquement très diverses : la plaine de Pannonie au nord-est, les Alpes au nord, les Alpes dinariques au sud et la mer Adriatique au sud-ouest. Compte tenu des conditions naturelles, des influences historiques et culturelles, l'environnement du pays est très diversifié. En raison de la forte proportion de terrains montagneux, vallonnés et karstiques, environ 60% du pays est boisé, ce qui constitue l'un des rares habitats naturels préservés pour les grands mammifères en Europe. La forte proportion de terrains inadaptés implique une concentration de la majorité des terres agricoles, des zones urbaines et des infrastructures sur quelques plaines fluviales, ce qui entraîne une forte concurrence pour le foncier et des conflits inévitables entre développement et conservation (par exemple, l'industrie et la protection de l'eau), ainsi qu'entre différents types de développement (par exemple, l'agriculture et le logement).

Le concept d'infrastructure verte au niveau national a dû intégrer plusieurs enjeux, mais nous allons pour les besoins de cet article en souligner deux étant considérés comme les plus importants :

- assurer la connectivité écologique sur le territoire national de la Slovénie en vue de relier les habitats de différentes espèces, ainsi qu'offrir un corridor écologique de caractère international pour connecter les Alpes et Alpes dinariques et permettre la migration des grands mammifères – en particulier le loup et l'ours. Le plus grand obstacle à la connectivité écologique à l'échelle internationale tient au fait que le corridor écologique alpin-dinamique (NO-SE) doit traverser le principal corridor de développement et d'infrastructure (NE-SO). Plusieurs conflits peuvent apparaître, en particulier si/ quand les lignes directrices nationales ne sont pas mises en œuvre aux niveaux de planification inférieurs et/ou quand les objectifs nationaux/internationaux ne couvrent pas les objectifs locaux. Afin d'atteindre les objectifs et d'éviter les conflits, un projet de deux ans visant à définir des corridors écologiques sur la base d'études existantes, en tant que soutien à l'aménagement du territoire, vient de démarrer en novembre 2019 ;
- fournir un cadre solide pour la planification de l'IV aux niveaux régional et local. Plusieurs objectifs, déterminés au niveau national, ne pourront être mis en œuvre qu'au travers de plans d'aménagement/urbanisme régionaux et locaux. En élaborant des lignes directrices nationales sur l'IV et en ajoutant des fonctions pertinentes aux niveaux régional et local, un cadre hiérarchique solide pour l'IV pourrait être établi. La Slovénie n'a pas encore de niveau de planification régionale (voir l'article de Hudoklin, dans ce numéro), mais il faut espérer que des plans d'aménagement régionaux seront élaborés dans les prochaines années, car ils sont le chaînon manquant entre documents de planification nationaux et locaux.

Discussion et conclusion

Comme le montrent les études de cas présentées, le concept de connectivité écologique s'est développé et a vu son importance s'accroître au cours de cette période, devenant ainsi une composante essentielle de la planification de l'IV. Toutes les études de cas présentées tiennent compte de la connectivité écologique, bien que l'importance lui étant portée dans la planification de l'infrastructure verte dépende (1) du contexte temporel, (2) spatial et (3) conceptuel. (1) Les premières approches de la planification de l'IV étaient principalement axées sur les avantages pour la société en développant de nouveaux espaces verts et en les intégrant dans un réseau vert plus large ou existant. Les approches plus récentes sont plus équilibrées quant aux bénéfices pour la société ainsi que pour la nature et la biodiversité. À ce stade, il convient de noter que l'ampleur de ces projets (régionaux et nationaux) entraîne une demande supplémentaire d'intégration de la connectivité écologique dans la planification de l'IV. (2) Par conséquent, la plus grande priorité accordée à la connectivité écologique à des niveaux de planification plus larges s'avère logique. La connectivité écologique est un concept qui, bien qu'il fonctionne à différentes échelles (de l'écosystème, du paysage et jusqu'au niveau régional), nécessite une ébauche conceptuelle à des échelles plus larges pour être appréhendée pleinement, et ensuite approfondie à des niveaux hiérarchiques inférieurs. L'infrastructure verte est avant tout un système, devant être planifié et conçu comme un tout. (3) Différentes approches de la planification de l'IV se sont développées et coexistent, adaptant les méthodes de planification (paysagère et urbaine) et en mobilisant les connaissances de l'écologie du paysage. Celle-ci offre, à travers ses principes, des informations précieuses pour la planification. Néanmoins, cette dernière se conçoit comme une discipline orientée vers l'introduction et la gestion de modifications dans le paysage, à travers laquelle de nombreux intérêts, – souvent concurrents – doivent être considérés. La connectivité écologique n'en est qu'un parmi d'autres. ■

L'auteur

Nadja PENKO SEIDL
Université de Ljubljana,
Faculté de biotechnologie,
Département Paysage et Architecture,
Jamnikarjeva 101 000 Ljubljana, Slovénie.

✉ nadja.penko@bf.uni-lj.si

EN SAVOIR PLUS...

- 📖 **BENEDICT, M.A., MCMAHON, E.T.**, 2002, Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century, *Renewable resources journal*, 20, 3, p. 12-17.
- 📖 **MARUŠIČ, B.**, 2017, Mesto, ki bo sijalo prek meje, DELO official website.
🔗 <http://www.delo.si/sobotna/mesto-ki-bo-sijalo-prek-meje.html>
- 📖 **MELL, I.**, 2017, Green infrastructure: reflections on past, present and future praxis, *Landscape Research*, 42(2), p. 135-145.
- 📖 **OGRIN, D., MARUŠIČ, I., KUČAN, A., SIMONETI, M., KOPAČ, M., DOLEŽAL, M.**, 1994, Zeleni sistem Ljubljane. Zasnova. Ljubljana, UL, BF, Inštitut za krajinsko arhitekturo, 97 p.
- 📖 **TAYLOR, P.D., FAHRIG L., HENEIN K, MERRIAM G.**, 1993, Connectivity is a vital element of landscape structure, *Oikos*, 68, 3, p. 571-573.

Références des figures

- 📖 **KUČAN, A.**, 1994, Zeleni sistem Ljubljane, *Urbani izziv* 26-27, p. 65-72.
- 📖 **OBČINSKI PROSTORSKI NAČRT MESTNE OBČINE LJUBLJANA**, Ur. list RS 78/2010.
- 📖 **RTV SLO OFFICIAL WEBSITE**,
🔗 <http://www.rtv slo.si/kultura/drugo/ideje-na-katerih-je-rasla-a-ne-dorasila-nova-gorica/155540>

Nova Gorica, Slovénie, Europe.