IDDRI

Mise en œuvre des solutions fondées sur la nature (SFN) : une revue de littérature

Andrea Ferret, Yann Laurans (Iddri)

Méthodologie

Une recherche bibliographique a été menée sur la base de données Scopus avec les mots clés suivants : "*Nature-based solutions*" AND "*implementation*" OR "*barriers*" OR "*mitigation*" OR "*adaptation*" OR "*case study*", et "Solutions fondées sur la nature" avec les termes "freins" et "mise en oeuvre". Une deuxième recherche a ensuite élargi le champ d'étude pour analyser les conditions de mise en œuvre des concepts proches des Solutions fondées sur la Nature (SfN) avec les mots-clés "*Ecosystem-based adaptation*", "*Green Infrastructure*" et "*Ecosystem services*". 1,696 références ont ainsi été obtenues. Un tri a ensuite été effectué en lisant les résumés de chaque article, dans le but d'exclure les articles qui n'étudient pas les conditions politiques de réussite et d'échec des Solutions fondées sur la Nature. Ainsi, ont été exclus (1) les articles traitant uniquement des conditions écologiques de la mise en oeuvre des SfN et qui ne traitent pas des conditions sociales, économiques ou plus généralement anthropiques, (2) les articles traitant en termes techniques de nouveaux outils de suivi et de monitoring des SfN, et (3) les articles débattant uniquement des avantages et des inconvénients des SfN en les comparant aux solutions grises traditionnelles. Après ce tri, 85 références ont été retenues et leur bibliographie examinée afin de trouver plus d'articles par méthode de snowballing. Au total, 117 articles, rapports et chapitres de livres (ci-après "articles") ont été analysés.

Dans un premier temps, 35 de ces documents ont été lus afin d'identifier les facteurs avancés comme expliquant les difficultés de mise en oeuvre des SfN et les facteurs identifiés comme étant des bonnes pratiques à reproduire pour remédier à ces difficultés. Les facteurs qui revenaient à plusieurs reprises ont été regroupés en 32 idées principales. Les articles restants ont ensuite été lus à la lumière de ces axes de réflexion afin d'estimer si ces freins et recommandations étaient reconnues par une grande partie des auteurs et afin de relever de nouvelles idées. Ainsi, 42 idées principales ont été décelées, parmi lesquelles 20 "recommandations" et 22 "freins".

Résultats

Les freins à la mise en oeuvre des SfN

Les facteurs qui ralentissent ou empêchent la mise en oeuvre des SfN peuvent être divisés en quatre catégories : les freins institutionnels et politiques, les incertitudes et le manque de connaissance, les freins économiques liés au financement des projets, et enfin les freins techniques et écologiques.

La gouvernance, les freins politiques et institutionnels

La façon dont sont planifiés et mis en oeuvre les projets d'aménagement et d'infrastructure a une grand influence sur l'adoption ou le rejet des Solutions fondées sur la Nature.

32 des 117 articles étudiés mentionnent la persistance d'une culture favorable aux infrastructures grises, tant au niveau des individus que des institutions, ainsi qu'une inertie institutionnelle, qui contribuent au défaut de mise en oeuvre des SfN. Cette dépendance de trajectoire pousse les institutions à continuer à investir dans des projets similaires à ceux qu'elles connaissent, alors même que des alternatives SfN existent et sont connues des décideurs. (Balian et al., 2014 ; Cortinovis et al., 2018 ; Cowan et al., 2010 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Wasembeck et al., 2014 ; Lennon et Scott 2016 ; Haase 2016 ; Clabby 2016 ; Davies & Lafortezza 2019 ; Kabisch et al., 2016a ; ADB 2016 ; Pontee et al., 2016 ; Davis et al., 2015 ; Matthews et al., 2015 ; BenDor et al., 2018 ; Diep et al., 2019 ; Evans et al., 2017 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Girma et al., 2019 ; Hamin et al., 2018 ; Hills et al., 2013 ; Huq et al., 2017 ; Johns, 2019 ; Kaczorowska et al., 2016 ; Lavorel et al., 2019 ; Liu & Jensen, 2018 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Vogl et al., 2017 ; Cilliers et al., 2013 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Tauhid & Zawani, 2018). Matthews et al. (2015), expliquent cette tendance des institutions à se tourner vers des solutions déjà testées par les bénéfices qu'elles en tirent : la dépendance de trajectoire permet de répliquer rapidement des solutions perçues comme efficaces, tout en réduisant les coûts de négociation.

Le manque de standards et de lignes directrices préétablis pour la mise en oeuvre des SfN, alors que ces outils existent déjà pour les solutions grises, n'encourage pas les décideurs à dévier de cette trajectoire établie pour investir dans les SfN. Ce n'est que lorsque les SfN sont véritablement intégrées dans le processus de décision que ces standards peuvent apparaître. Les SfN, parce qu'elles demandent une gouvernance différente des solutions grises, peuvent requérir des changements dans la législation ou dans l'organisation des institutions. La création de ces standards représente des coûts, financiers mais aussi légaux et organisationnels, qui viennent allonger la liste des pré-requis pour la réalisation du projet et le rendent moins attractif. (Ojea 2015 ; Cortinovis et al., 2018 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Rizvi et al., 2015 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Faivre et al., 2017 ; Beck & Lange 2016 ; Pontee et al., 2016 ;

Davis et al., 2015 ; Xing et al., 2017 ; Young et al., 2019 ; BenDor et al., 2018 ; Hamin et al., 2018 ; Huq et al., 2017 ; Johns, 2019 ; Marissa Matsler, 2019 ; Nalau et al., 2018 ; Short et al., 2019 ; Vogl et al., 2017 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Simíc et al., 2017)

24 des 117 articles relèvent l'écart qui existe entre les priorités des décideurs politiques et les attitudes nécessaires à la bonne gouvernance des SfN (Albert et al., 2019; Balian et al., 2014 ; Ojea 2015 ; Cortinovis et al., 2018 ; Cowan et al., 2010 ; Kazmierczak 2016 ; Kabisch 2015 ; Kabisch et al., 2016a ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; ADB 2016 ; Davis et al., 2015 ; Matthews et al., 2015 ; Hoyle et al., 2017 ; Evans et al., 2017 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Girma et al., 2019 ; Hills et al., 2013 ; Huq et al., 2017 ; Johns, 2019 ; Roberts et al., 2012 ; Cilliers et al., 2013 ; Chong, 2014 ; Young, 2011 ; Tauhid & Zawani, 2018). Non seulement le choix d'investir dans les SfN peut entraîner un conflit avec les autres priorités des décideurs, ainsi que le soulignent Kabisch (2015) et Droste et al. (2017), mais les changements fréquents d'équipe et les échéances électorales trop courtes freinent encore davantage la mise en oeuvre en ralentissant l'apprentissage des équipes responsables des projets, ce qui conduit à la répétition d'erreurs passées et à une plus grande incertitude sur les ressources nécessaires. (Zuniga-Teran et al., 2019). De plus, les décideurs politiques exigent des résultats visibles et immédiats afin de justifier auprès de la population les financements avancés, mais les bénéfices des SfN, si nombreux et variés soient-ils, ne deviennent souvent apparents que plusieurs années après leur mise en oeuvre (Kabisch et al., 2016a). Alors que la gouvernance des SfN doit s'organiser sur un temps long, les contraintes politiques et la vision à court terme qu'elles engendrent rendent les solutions d'ingénierie traditionnelle plus attractives. Cowan et al. (2010) et Chong (2014) relèvent aussi le faible taux d'application des régulations environnementales déjà promulguées ce qui complique la mise en oeuvre des SfN et remet en question la crédibilité des institutions publiques.

Il existe aussi parfois un manque de cohérence entre les politiques d'une même institution, qui peut prendre la forme de mauvaises incitations qui ont l'effet de décourager l'investissement dans les SfN (Diep et al., 2019). Le manque de coordination et de transparence entre les différents acteurs ou pôles des projets mène à des répétitions ou des oublis qui ralentissent le processus de mise en oeuvre. (Hills et al., 2013 ; Huq et al., 2017 ; Johns, 2019 ; Kronenberg et al., 2015 ; Lennon et al., 2016 ; Liu & Jensen, 2018 ; Nalau et al., 2018 ; Chong, 2014 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Szulczewska et al., 2017) Cela peut provenir du fait que personne ne sait qui a le rôle de s'occuper des SfN, qui sont des solutions qui requièrent une expertise à la fois écologique et politique sur de nombreux aspects de la communauté. Ce défaut de leadership entraîne l'inaction et la confusion. (Davis et al 2015, Cowan et al 2010, Angelstram et al, 2017); Hamin et al., 2018 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Johns, 2019 ; Lange et al., 2016 ; Nickel et al., 2014 ; Roberts et al., 2012)

Manque de connaissance et incertitudes, les freins psychologiques

L'ignorance totale du concept chez les décideurs et autres acteurs est peu mentionnée par les auteurs du corpus de textes. Au contraire, Beery et al. (2016) notent que le concept des services écosystémiques est connu des acteurs dans leur étude sur les municipalités suédoises, et que le problème semble plutôt se situer dans la définition floue des termes "solutions fondées sur la nature" et les nombreuses incertitudes qui entourent les projets SfN.

11 des articles soulèvent le problème de la définition du concept SfN, qui reste vague et mal comprise par les acteurs (Albert et al., 2019 ; Balian et al., 2014 ; Nesshöver et al., 2017, Faivre et al., 2017 ; Pontee et al., 2016 ; Potschin et al., 2016 ; Doswald et al., 2013, Allen, 2012 ; Beery et al., 2016 ; Lindholm, 2017 ; Toribio & Ramos, 2017). Peu de décideurs identifient clairement les types d'actions qui peuvent être qualifiées de solutions fondées sur la nature, ce qui rend difficile la comparaison entre les exemples existants (Albert et al., 2019). Il existe différentes interprétations des termes "solutions fondées sur la nature" qui sous-tendent des actions différentes allant de la restauration d'écosystèmes au biomimétisme, et un élu local n'abordera pas le concept de la même manière qu'un ingénieur agronome. Nesshöver et al. (2017) entament un effort de définition des SfN en les comparant aux nombreux concepts proches, tels que les infrastructures bleues et vertes, le capital naturel ou l'adaptation fondée sur les écosystèmes, qui peuvent désorienter les décideurs et les dissuader d'investir dans les SfN.

De plus, il existe de nombreuses incertitudes scientifiques quant aux impacts du changement climatique sur les écosystèmes, les villes et leurs infrastructures, ce qui complique la compréhension des acteurs qui préfèrent la certitude d'une solution qu'ils ont déjà rencontrée et qui est facilement réplicable. (Avishek et al. (2012); Cortinovis & Geneletti (2019); Evans et al. (2017) ; Fitzgerald and Laufer (2017) ; Geneletti & Zardo (2016) ; Girma et al. (2019) ; Hamin et al. (2018) ; Haruna et al. (2018) ; Hills et al. (2013) ; Johns (2019) ; Lange et al. (2016) ; Nalau et al. (2018) ; O'Donnell et al. (2017) ; Roberts et al. (2012) ; Sierra-Correa & Cantera-Kintz (2015) ; Cilliers et al. (2013) ; Chong (2014) ; Thorne et al. (2018) ; Tauhid & Zawani (2018)

Le manque de preuves de l'efficacité des SfN est mentionné par 26 des 117 articles (Demuzerre et al., 2014 ; Pauleit et al., 2019 ; Albert et al., 2019 ; Ojea 2015 ; Cowan et al., 2010 ; Rizvi et al., 2015 ; Pontee et al., 2016 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Baró & Gomez-Baggethun 2017 ; Davis et al., 2015 : Doswald et al., 2013 ; Kabisch et al., 2016b ; Xing et al., 2017 ; UNFCCC 2011 ; Santoro et al., 2019 ; Pagano et al., 2019 ; Bowen & Lynch, 2017 ; BenDor et al., 2018 ; Faivre et al., 2018 ; Johns, 2019 ; McVittie et al., 2018 ; Nalau et al., 2018 ; Short et al., 2019 ; Sierra-Correa & Cantera-Kintz, 2015 ; Thorne et al., 2018 ; Connop et al., 2016). Selon Pontee et al. (2016), qui ont analysé le choix du recours aux SfN pour la protection d'un oléoduc en Louisiane, montrent que le niveau de protection certaine d'une solution a été le facteur

décisif dans la prise de décision. Ainsi, la difficulté de quantifier et de comparer les résultats obtenus avec les solutions grises rendent les SfN peu attractives aux yeux des décideurs (Doswald et al., 2013).

S'ajoute à cela une incertitude au sujet des coûts et des bénéfices des SfN, qui ne sont pas toujours connus, ni même quantifiables. (Demuzerre et al., 2014 ; Ojea 2015; Rizvi et al., 2015 ; Vallecillo et al., 2018 ; Kabisch et al., 2016a ; van Ham & Klimmek 2017 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Kabisch et al., 2016b ; UNFCCC 2011 ; Matthews et al., 2015 ; Fink 2016 ; Santoro et al., 2019 ; Pagano et al., 2019 ; Hoyle et al., 2017 ; Bowen & Lynch, 2017 ; Cortinovis & Geneletti, 2019 ; Geneletti & Zardo, 2016 ; Hamin et al., 2018 ; Hills et al., 2013 ; Johns, 2019 ; Kaczorowska et al., 2016 ; Marissa Matsler, 2019 ; McVittie et al., 2018 ; Vogl et al., 2017 ; Cilliers et al., 2013 ; Thorne et al., 2018 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Connop et al., 2016) C'est aussi la conséquence du manque de standards et d'outils d'aide à la décision mentionné plus haut. Les SfN n'étant pas encore véritablement intégrées au processus de décision, les outils d'aide à la décision comme des méthodes pour quantifier les multiples bénéfices additionnels que procurent les SfN ne sont pas employées, et ces avantages ne sont pas perçus par les décideurs.

La mise en oeuvre des SfN nécessite aussi une connaissance avancée de l'environnement local, tant sur les écosystèmes et que sur les sociétés humaines avec lesquelles ils interagissent. (Rizvi et al., 2015 ; Diep et al., 2019 ; Connop et al., 2016) Les données doivent donc être spécifiques au contexte, mais ne sont pas toujours disponibles. La production de connaissance et le diagnostic du territoire représentent ainsi un coût supplémentaire non-négligeable et ce avant même la prise de décision.

<u>Financement des projets et freins économiques</u>

Connaître à l'avance les coûts nécessaires à la mise en oeuvre et au maintien des SfN est capital pour les institutions publiques au budget serré, d'autant plus que le manque de fonds dédiés aux SfN et disponibles sur le long terme est un facteur ralentissant important, cité par 26 des 117 articles (Ojea 2015 ; Cowan et al., 2010 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Rizvi et al., 2015 ; Vallecillo et al., 2018 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Maes & Jacobs 2015 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Hoyle et al., 2017 ; BenDor et al., 2018 ; Evans et al., 2017 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Flakne & Keller, 2012 ; Girma et al., 2019 ; Haruna et al., 2018 ; Johns, 2019 ; Liu & Jensen, 2018 ; Nalau et al., 2018 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Chong, 2014 ; Young, 2011 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Tauhid & Zawani, 2018).

Il faut relever que les SfN sont des projets différents des projets d'infrastructures grises, dont le financement est déjà difficile. Tout d'abord, beaucoup des financements disponibles pour les décideurs sont des financements uniques, qui correspondent aux coûts de construction de la structure, mais qui ne prennent pas en compte les coûts

de maintenance nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes sur le long terme (Cowan et al., 2010). Ces financements, peu flexibles, ne conviennent pas aux SfN car ils sont imaginés pour les infrastructures grises. Le financement des SfN est tout particulièrement difficile au niveau municipal, où les fonds sont déjà attachés à un type d'action et d'investissement prédéfini, et où il est légalement impossible pour les décideurs locaux d'allouer ces fonds pour d'autres projets (Droste et al., 2017). Le rapport de Toxopeus & Friedemann (2017), relève le caractère publique de nombreux des bénéfices des SFN, dont la valeur peut difficilement être capturée, ce qui les rend peu attractifs aux yeux de potentiels investisseurs privés.

Dans certains cas, le manque de confiance de la sphère privée dans le gouvernement freine l'investissement (Toxopeus & Friedemann 2017, Angelstram et al, 2017 ; Thorne et al., 2018). Lorsque le gouvernement est perçu comme inconsistant, les investisseurs privés ne sont pas sûrs de la durabilité et de la rentabilité du projet et préfèrent les schémas connus et éprouvés dont ils sont certains de profiter.

Enfin, le caractère innovant et même expérimental des SfN, ainsi que l'incertitude et la lenteur de leurs résultats, représentent pour les investisseurs, publics comme privés, un risque important : les pouvoirs publics ont besoin du soutien et de l'approbation de la population avant l'échéance des prochaines élections, et les investisseurs privés préfèrent les solutions qui promettent un profit fiable et un retour sur investissement rapide.

Réalisation technique, les freins écologiques et technologiques

Si les problèmes identifiés étaient jusque là fonction d'un défaut de gouvernance, de connaissance ou de financement, certaines barrières soulevées par les auteurs semblent émaner du principe même des SfN, et en particulier des caractéristiques intrinsèques des écosystèmes sur lesquelles elles reposent. Beaucoup soulèvent la variabilité de la performance des écosystèmes et la complexité de leur installation comme un facteur ralentissant la mise en en oeuvre des SfN (Ojea 2015 ; Kabisch et al., 2016a ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Pontee et al., 2016 ; Baró and Gomez-Baggethun 2017 ; Davis et al., 2015 ; Xing et al., 2017 ; Accastello et al., 2019 ; Santoro et al., 2019 ; Pagano et al., 2019 ; Avishek et al., 2012 ; Hills et al., 2013 ; Nalau et al., 2018 ; Roberts et al., 2012 ; Thorne et al., 2018). Baró & Gomez-Baggethun (2017) et Xing et al. (2017) identifient leur imprédictibilité comme une des raisons principales de la réticence des décideurs politiques.

De plus, certains écosystèmes peuvent avoir des effets indésirables, voire dangereux. Zuniga-Teran et al. (2019) citent l'exemple d'un parc dans la ville de Kumasi, au Ghana, qui, étant l'habitat naturel de serpents dangereux ainsi qu'un endroit où peuvent se cacher des criminels, représentait un danger pour la population.

Enfin, les limites de l'efficacité des écosystèmes face à des bouleversements trop importants, tels ceux attendus en résultat de la crise climatique, justifient parfois le recours aux solutions grises (Song et al., 2019 ; Rizvi et al., 2015 ; Pontee et al., 2016 ; Baró and Gomez-Baggethun 2017 ; UNFCCC 2011 ; Accastello et al., 2019 ; Nalau et al., 2018).

Le manque de main d'oeuvre et des compétences techniques nécessaires au déploiement des SfN sur le terrain est quant à lui moins mentionné : seulement 9 des articles étudiés y font explicitement référence. (Emilsson & Ode Sang 2017; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Girma et al., 2019 ; Hills et al., 2013 ; Nalau et al., 2018 ; Roberts et al., 2012 ; Chong, 2014). C'est un obstacle de taille notamment dans les communes les plus petites, pour qui le recrutement ou la formation des agents représentent un coût supplémentaire important.

Enfin, le manque de place et de terrains évoqué par Pontee et al. (2016) et Baró & Gomez-Baggethun (2017) n'est pas le facteur ralentissant le plus important ou le plus cité dans la littérature. Il semble plutôt que le problème réside dans le type de propriété sur lequel peuvent être mises en place les SfN. La propriété locale, publique et communautaire des terrains favorise les SFN, tandis que la propriété privée des terrains signifie que l'acteur du projet, lorsqu'il est public, doit composer avec les propriétaires ou acheter les terrains ce qui représente un coût supplémentaire. (Clabby 2016, Kazmierczak 2016, Flakne & Keller, 2012 ; Haruna et al., 2018 ; Johns, 2019 ; Lieberherr & Green, 2018 ; Lindholm, 2017 ; Nalau et al., 2018 ; Short et al., 2019 ; Chong, 2014 ; Tauhid & Zawani, 2018).

Ce qui ressort de l'analyse du corpus de littérature pour les barrières à la mise en oeuvre des SfN est que les décideurs, réticents face à l'incertitude, préfèrent les solutions dites "grises" car elles sont perçues comme moins imprédictibles que les SfN. Les coûts, bénéfices, et procédures pour la mise en oeuvre des infrastructures grises sont bien connus des acteurs et des investisseurs, ce qui n'est pas le cas des SfN, qui n'ont ni financement dédiés, ni standards de construction facilement réplicables. De plus, les résultats des SfN ne sont pas aussi visibles ou certains que ceux des solutions grises, et sont donc plus difficiles à justifier pour les décideurs politiques.

Recommandations de la littérature

Une gouvernance nouvelle pour les SfN

La plupart des articles étudiés recommandent une gouvernance nouvelle afin de mieux intégrer les SfN dans la prise de décision, réduire les incertitudes, et faciliter leur mise en oeuvre. 17 des articles étudiés recommandent une gouvernance flexible et adaptative, qui n'hésite pas à revenir sur ses décisions afin de s'adapter aux nouvelles circonstances et à ajuster les politiques aux besoins des écosystèmes et

des populations concernés (Andrade et al., 2011 ; Ojea 2015 ; Wasembeck et al., 2014 ; Haase 2016 ; Nesshöver et al., 2017 ; Kabisch et al., 2016a ; Andersson et al., 2017 ; Matthews et al., 2015 ; Diep et al., 2019 ; Dorst et al., 2019 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Lavorel et al., 2019 ; Lennon et al., 2016 ; Nickel et al., 2014 ; Short et al., 2019 ; Connop et al., 2016).

Cette gouvernance devrait encourager l'expérimentation politique et technique, autoriser les erreurs et percevoir les innovations comme des opportunités. (Evans et al., 2017 ; Fitzgerald and Laufer, 2017 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Lennon et al., 2016 ; Short et al., 2019 ; Connop et al., 2016) Cela permet de surmonter la dépendance de trajectoire, qui était le frein le plus cité par les acteurs.

Cette gouvernance nouvelle et adaptative doit aussi intégrer un large éventail de parties prenantes, ainsi que l'ont fait remarquer 45 des articles (Pauleit et al., 2019 ; Albert et al., 2019 ; Andrade et al., 2011 ; Balian et al., 2014 ; Cowan et al., 2010 ; IIED 2016 ; Joseph and Humphries 2018 ; Liquete et al., 2016 ; Haase 2016 ; Clabby 2016 ; UICN 2018 ; Cohen-Shacham et al., 2016 ; Kabisch et al., 2016a ; Frantzeskaki 2019 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Andersson et al., 2017 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Kabisch et al., 2016b ; Raymond et al., 2017 ; UNFCCC 2011 ; Matthews et al., 2015 ; Accastello et al., 2019 ; Santoro et al., 2019 ; Pagano et al., 2019 ; Allen, 2012), Angelstram et al., 2017); Bissonnette et al., 2018 ; Faivre et al., 2018 ; Flakne & Keller, 2012 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Johns, 2019 ; Kronenberg et al., 2015 ; Lennon et al., 2016 ; McVittie et al., 2018 ; Nickel et al., 2014 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Short et al., 2019 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Toribio & Ramos, 2017 ; Szulczewska et al., 2017 ; Simíc et al., 2017 ; Connop et al., 2016). Plus qu'une simple recommandation, ce facteur est identifié par l'UICN comme l'un des éléments au coeur de la définition des SfN (UICN, 2018).

L'inclusion d'une multitude d'acteurs permet de se défaire des silos sectoriels qui ralentissent la mise en oeuvre des SfN. Le rapport de l'ADB (2016) souligne que les SfN, qui ont par nature de multiples co-bénéfices, doivent être coordonnées entre différents départements des institutions en charge. Par exemple, à l'échelle d'une ville, les services voiries, espaces verts, et eau peuvent être amenés à collaborer pour assurer le bon fonctionnement d'une SfN pour la réduction des inondations. Droste et al. (2017) remarquent que la coopération entre différents pôles municipaux peut permettre de résoudre les problèmes de manque de budget, identifiés plus haut comme un frein majeur à la mise en oeuvre des SfN. Cela nécessite une réorganisation des institutions en charge des SfN et un bouleversement des processus de décision, ce qui permet de contrer l'inertie institutionnelle et le manque de leadership, mais implique des coûts importants pour les acteurs.

La participation de la communauté locale est particulièrement recommandée par les auteurs, avec 37 des articles étudiés qui soulignent son importance (Pauleit et al., 2019 ; Andrade et al., 2011 ; Ojea 2015 ; Cowan et al., 2010 ; IIED 2016 ; Toxopeus

& Friedemann 2017 ; Clabby 2016 ; Cohen-Shacham et al., 2016 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; ADB 2016 ; Emilsson & Ode Sang 2017 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Kabisch et al., 2016b ; Xing et al., 2017 ; Santoro et al., 2019 ; Young et al., 2019; Avishek et al., 2012); Angelstram et al, 2017); Bissonnette et al., 2018 ; Diep et al., 2019 ; Flakne & Keller, 2012 ; Girma et al., 2019 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Klein et al., 2019 ; Lange et al., 2016 ; Lavorel et al., 2019 ; Liu & Jensen, 2018 ; Nalau et al., 2018 ; Roberts et al., 2012 ; Short et al., 2019 ; Chong, 2014 ; Young, 2011 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Thorne et al., 2018 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Simíc et al., 2017 ; Connop et al., 2016). Cohen-Shacham et al. (2016) remarquent que les projets qui émanent et qui sont conduits par les communautés locales ont souvent moins besoin de financements externes et sont donc plus à même d'aboutir et de perdurer.

Kazmierczak (2016), Cohen-Shacham et al., (2016), Davies & Lafortezza (2019), et Kabisch et al., (2016a) conseillent d'identifier et de mettre à profit des agents du changement, sorte d'ambassadeurs pour les SfN, qui guident la communauté et cristallisent la volonté politique autour du projet afin de le maintenir sur la durée.

Joseph & Humphries (2018) soulignent qu'une telle façon de gouverner n'est possible qu'à la condition du soutien et de la compréhension de la population des avantages et des limites de l'approche fondée sur la nature. Le soutien de la population et son éducation aux approches écosystémiques est d'ailleurs mentionnée par 25 des articles comme un pré-requis nécessaire au bon déroulement des projets SfN (Joseph and Humphries 2018 ; Song et al., 2019 ; Clabby 2016 ; Davies & Lafortezza 2019 ; Frantzeskaki 2019 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Andersson et al., 2017 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Kabisch et al., 2016b ; Fink 2016 ; Santoro et al., 2019 ; Hoyle et al., 2017 ; Angelstram et al, 2017); Evans et al., 2017 ; Flakne & Keller, 2012 ; Girma et al., 2019 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Klein et al., 2019 ; Lange et al., 2016 ; Lavorel et al., 2019 ; Liu & Jensen, 2018 ; O'Donnell et al., 2017 ; Short et al., 2019 ; Thorne et al., 2018 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Connop et al., 2016).

Enfin, s'assurer de la participation d'un grand nombre d'acteurs permet de mieux prendre en compte les facteurs socio-culturels qui pourraient freiner la mise en oeuvre du projet et de s'assurer de la juste distribution des coûts et des bénéfices du projet dans une optique de justice environnementale et de cohésion sociale (Demuzerre et al., 2014, Andrade et al., 2011, Cortinovis et al., 2018, Joseph and Humphries 2018, Kazmierczak 2016, Rizvi et al., 2015, Nesshöver et al., 2017, Kabisch et al., 2016a, Frantzeskaki 2019, Zuniga-Teran et al., 2019, Maes & Jacobs 2015, Emilsson & Ode Sang 2017, Kabisch et al., 2016b, Santoro et al., 2019 ; Girma et al., 2019 ; Huq et al., 2017 ; Klein et al., 2019). Les projets doivent prendre en compte les griefs et les demandes de tous les acteurs, et ce dès leur conception et tout au long de leur mise en oeuvre.

La mise en oeuvre des SfN doit être cohérente entre les échelles de gouvernance. Ainsi, 22 des 117 articles recommandent d'inclure différentes institutions et différents

niveaux de gouvernance dans la prise de décision afin de faire des SfN des solutions multiscalaires (Demuzerre et al., 2014 ; Andrade et al., 2011; Ojea 2015 ; Cowan et al., 2010 ; Scott et al., 2016 ; Cohen-Shacham et al., 2019 ; Wamsler et al., 2017 ; ADB 2016 ; Andersson et al., 2017 ; Droste et al., 2017 ; Baró and Gomez-Baggethun 2017 ; Matthews et al., 2015 ; Accastello et al., 2019, Allen, 2012), Angelstram et al., 2017 ; Flakne & Keller, 2012 ; Kronenberg et al., 2015 ; Liu & Jensen, 2018 ; Nalau et al., 2018 ; Toribio & Ramos, 2017 ; Szulczewska et al., 2017 ; Connop et al., 2016).

Une gouvernance adaptative sous-entend un suivi sur le long-terme des projets SfN, ce que conseillent 19 des articles étudiés, afin de pouvoir surveiller l'évolution de la performance des écosystèmes et documenter les erreurs passées dans une optique de constante amélioration (Andrade et al., 2011 ; Cowan et al., 2010 ; IIED 2016 ; Lennon & Scott 2016 ; UICN 2018 ; Nesshöver et al., 2017 ; ADB 2016 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Doswald et al., 2013 ; UNFCCC 2011 ; Accastello et al., 2019, Evans et al., 2017 ; Hamin et al., 2018 ; Roberts et al., 2012 ; Short et al., 2019 ; Vogl et al., 2017 ; Whelchel & Beck, 2016 ; Connop et al., 2016). Ce suivi doit être quantifié et détaillé afin de pouvoir partager les résultats des projets SfN et réduire l'incertitude.

<u>Stratégies pour réduire l'incertitude</u>

Pour remédier au problème de l'incertitude et de la difficile définition des SfN, 47 des 117 papiers recommandent le partage de connaissance et de bonnes pratiques entre acteurs de la prise de décision, par exemple au moyen d'une plateforme sur laquelle les chefs de projet pourraient décrire les résultats de leurs expériences et échanger sur les problèmes qu'ils ont rencontrés (Pauleit et al., 2019 ; Albert et al., 2019 ; Andrade et al., 2011 ; Balian et al., 2014 ; Ojea 2015 ; Cortinovis et al., 2018 ; Cowan et al., 2010 ; IIED 2016 ; Song et al., 2019 ; Rizvi et al., 2015 ; UICN 2018 ; Kabisch et al., 2016a ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Faivre et al., 2017 ; Maes & Jacobs 2015 ; van Ham & Klimmek 2017 ; Droste et al., 2017 ; Baró & Gomez-Baggethun 2017 ; Davis et al., 2015 ; Doswald et al., 2013 ; Kabisch et al., 2016b ; UNFCCC 2011 ; Matthews et al., 2015 ; Santoro et al., 2019 ; Pagano et al., 2019 ; Avishek et al., 2012 ; Angelstram et al, 2017 ; Cortinovis & Geneletti, 2018, Evans et al., 2017 ; Faivre et al., 2018 ; Geneletti & Zardo, 2016 ; Hamin et al., 2018 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Huq et al., 2017 ; Klein et al., 2019 ; Lange et al., 2016 ; Lennon et al., 2016 ; McVittie et al., 2018 ; Nalau et al., 2018 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Sierra-Correa & Cantera-Kintz, 2015 ; Vogl et al., 2017 ; Cilliers et al., 2013 ; Thorne et al., 2018 ; Tauhid & Zawani, 2018 ; Connop et al., 2016). La Commission Européenne a par exemple établi la plateforme ThinkNature, qui vise à connecter tous types d'acteurs pour favoriser la compréhension des SfN (EC, 2015). Cela contribue à combler l'écart de connaissance entre les solutions fondées sur la nature et les solutions grises traditionnelles qui freine l'adoption des projets SfN.

Le suivi doit aussi, selon 44 des articles, prendre en compte les multiples bénéfices des SfN, ainsi que les éventuels inconvénients (Demuzerre et al., 2014 ; Pauleit et al., 2019 ; Albert et al., 2019 ; Andrade et al., 2011 ; Balian et al., 2014 ; Ojea 2015 ; Cortinovis et al., 2018 ; Cowan et al., 2010 ; Liquete et al., 2016 ; Song et al., 2019 ; Lennon et Scott 2016 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Kazmierczak 2016 ; Clabby 2016 ; Rizvi et al., 2015 ; Vallecillo et al., 2018 ; UICN 2018 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Beck & Lange 2016 ; ADB 2016 ; Andersson et al., 2017 ; Baró & Gomez-Baggethun 2017 ; Davis et al., 2015 ; Kabisch et al., 2016b ; Xing et al., 2017 ; Matthews et al., 2015 ; Pagano et al., 2019 ; Bowen & Lynch, 2017 ; BenDor et al., 2018 ; Cortinovis & Geneletti, 2018 ; Cortinovis & Geneletti, 2019 ; Dorst et al., 2019 ; Evans et al., 2017 ; Geneletti & Zardo, 2016 ; Girma et al., 2019 ; Hamin et al., 2018 ; Harrington & Hsu, 2018 ; Hills et al., 2013 ; McVittie et al., 2018 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Short et al., 2019 ; Szulczewska et al., 2017 ; Simíc et al., 2017). La prise en copte de ces bénéfices additionnels est primordiale car les avantages écologiques, sociaux et climatiques des SfN les différencient des infrastructures grises qui ne fournissent souvent que le seul service pour lequel elles ont été conçues.

L'évaluation des co-bénéfices est un argument de poids auprès des décideurs, ainsi que le soulignent Kabisch et al. (2016b). 32 articles mentionnent la nécessité d'une analyse coûts-bénéfices complète avant la mise en oeuvre de chaque projet afin de permettre aux décideurs de comparer les avantages et les inconvénients des SfN face aux solutions "grises" dont ils ont l'habitude (Demuzerre et al., 2014 ; Albert et al., 2019 ; Ojea 2015 ; Cowan et al., 2010 ; IIED 2016 ; Liquete et al., 2016 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Rizvi et al., 2015 ; Vallecillo et al., 2018 ; UICN 2018 ; Cohen-Shacham et al., 2016 ; Davies & Lafortezza 2019 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Beck & Lange 2016 ; Pontee et al., 2016 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; Kabisch et al., 2016b ; Raymond et al., 2017 ; Fink 2016 ; Young et al., 2019 ; Pagano et al., 2019; Bowen & Lynch, 2017 ; BenDor et al., 2018 ; Cortinovis & Geneletti, 2019 ; Johns, 2019 ; Kaczorowska et al., 2016 ; McVittie et al., 2018 ; Nickel et al., 2014 ; O'Donnell et al., 2017 ; Roberts et al., 2012 ; Vogl et al., 2017 ; Whelchel & Beck, 2016). 27 des articles du corpus conseillent la création de standards et de lignes directrices pour les SfN, car leur absence, on l'avait noté, est une des barrières principales à l'intégration des SfN dans le processus de prise de décision (Demuzerre et al., 2014 ; Albert et al., 2019 ; Cortinovis et al., 2018 ; Kazmierczak 2016 ; Rizvi et al., 2015 ; Davies & Lafortezza 2019 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Droste et al., 2017 ; Davis et al., 2015 ; UNFCCC 2011 ; Accastello et al., 2019 ; Young et al., 2019). Ces standards doivent être des outils qui aident à la prise de décision et permettent de combler l'écart de connaissance entre les SfN et les solutions grises traditionnelles. Cela signifie par exemple s'accorder sur des critères selon lesquels évaluer la performance des SfN afin de pouvoir les comparer avec d'autre méthodes ou d'autres solutions du même type (Davis et al., 2015), ou des lignes directrices pour s'assurer du bon maintien et du suivi des écosystèmes (UICN, 2018). Cependant, comme le font remarquer Zuniga-Teran et al. (2019), la création de standards pour les

infrastructures vertes implique une approche uniformisée pour tous les cas, alors que les méthodes de mise en oeuvre des SfN doivent être adaptés à chaque situation.

Méthodes de financement des projets SfN

Le suivi que recommandent ces auteurs sous-entend un financement durable et long terme, tel que le soulignent 15 des 117 papiers (Cowan et al., 2010 ; Toxopeus & Friedemann 2017 ; Clabby 2016 ; Rizvi et al., 2015 ; Cohen-Shacham et al., 2016 ; Nesshöver et al., 2017 ; Kabisch et al., 2016a ; ADB 2016 ; Andersson et al., 2017 ; Kabisch et al., 2016b). C'est à cette seule condition que le maintien de la performance des écosystèmes peut avoir lieu. Le financement doit être prévu et assuré dès la conception du projet pour ne pas courir le risque de voir les fonds pour le maintien des SfN disparaître si le budget de l'institution en charge est restreint (Kabisch et al., 2016a).

Cohen-Shacham et al. (2016), Toxopeus & Friedemann (2017), UICN (2018), Zuniga-Teran et al. (2019), et Andersson et al. (2017) recommandent pour cela d'avoir recours à différentes sources de financement, y compris des financement d'origine privée, afin de ne pas dépendre d'un seul investisseur, bien que ces schémas financiers complexes puissent ralentir le montage et le suivi des projets (Cohen-Shacham et al., 2016).

Conseils pour la mise en oeuvre des projets sur le terrain

Enfin, le suivi des SfN doit s'assurer du bon fonctionnement écologique des écosystèmes concernés. 20 des 117 articles recommandent que les SfN prennent la forme d'écosystèmes complexes, résilients aux bouleversements comme les changements climatiques, et connectés entre eux (Pauleit et al., 2019 ; Andrade et al., 2011 ; Balian et al., 2014 ; Ojea 2015 ; Wasembeck et al., 2014 ; Haase 2016 ; Clabby 2016 ; Rizvi et al., 2015 ; Vallecillo et al., 2018 ; ADB 2016 ; Andersson et al., 2017 ; Kabisch et al., 2016b ; Matthews et al., 2015 ; Accastello et al., 2019; Allen, 2012 ; Dorst et al., 2019 ; Girma et al., 2019 ; O'Donnell et al., 2017 ; Szulczewska et al., 2017, UICN, 2018). Une plus grande complexité des écosystèmes améliore leur performance écologique et favorise la biodiversité, mais demande une expertise technique et scientifique poussée, qui ne peut être atteinte que grâce au partage des connaissances et à l'implication de diverses parties prenantes, y compris des acteurs académiques et scientifiques, mentionnés plus haut.

Dans les cas où les SfN seules ne peuvent pas apporter de résultats suffisants, les auteurs de 11 des articles recommandent de combiner les infrastructures grises aux infrastructures vertes. (Wasembeck et al., 2014 ; Zuniga-Teran et al., 2019 ; Pontee et al., 2016 ; Davis et al., 2015 ; Kabisch et al., 2016b ; UNFCCC 2011 ; Accastello et al., 2019, Girma et al., 2019 ; Hamin et al., 2018 ; Johns, 2019 ; Nickel et al., 2014). Cohen-Shacham et al. (2016) considèrent d'ailleurs la capacité des SfN à être

implémentés en complément à des solutions d'ingénierie comme un principe fondamental au coeur du concept des SfN.

Conclusion

Le défaut de mise en oeuvre des SfN tient beaucoup aux incertitudes qui entourent encore le concept et ses applications. Les organisations en charge des infrastructures, de l'adaptation au changement climatique et de la gestion des ressources naturelles se sont développées autour des solutions d'ingénierie traditionnellement choisie par les décideurs politique. Le manque d'intégration de l'approche écosystémique dans les institutions ne permet pas aux acteurs de la prise de décision d'apprécier les multiples bénéfices qu'apportent les SfN. Au contraire, leur intégration au processus de décision nécessite pour l'instant de nombreux coûts supplémentaires pour le diagnostic des écosystèmes, la formation des individus, la création de standards et l'adaptation des lois existantes aux besoins de la gouvernance des SfN. Ainsi, les SfN sont encore perçues comme des projets trop complexes, trop incertains, trop peu efficaces par des acteurs, publiques et privés, qui préfèrent la certitude et la rapidité des résultats aux bénéfices sociaux et environnementaux additionnels que promettent les infrastructures grises sur le long terme.

Les recommandations de la littérature pour favoriser la mise en oeuvre des SfN visent à repenser la façon dont ces décisions sont prises en promouvant une gouvernance adaptative, multiscalaire, et anti-silos. Le rassemblement de nombreuses parties prenantes et la prise en compte les besoins et des points forts de la communauté locale est au centre de la réflexion autour de l'intégration des SfN. Le risque est de créer des organisations à part parfaitement adaptée à la gestion des SfN mais trop compliquée pour véritablement intégrer celles-ci dans la prise de décision quotidienne des institutions existantes.

Bibliographie

Accastello, C., Blanc, S., & Brun, F. (2019). A framework for the integration of Nature-based solutions into environmental risk management strategies. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(2). https://doi.org/10.3390/su11020489

Albert, C., Schröter, B., Haase, D., Brillinger, M., Henze, J., Herrmann, S., … Matzdorf, B. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? *Landscape and Urban Planning*, *182*, 12–21. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.003

Allen, W. L. (2012). Advancing green infrastructure at all scales: From landscape to site. *Environmental Practice*, *14*(1), 17–25. https://doi.org/10.1017/S1466046611000469

Andersson, E., Borgström, S., & McPhearson, T. (2017). Double Insurance in Dealing with Extremes: Ecological and Social Factors for Making Nature-Based Solutions Last. In *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice* (pp. 51–64).

Andrade, Angela; Cordoba, Rosio; Dave, Radhika; Girot, P. (2011). Ecosystem-based Approaches to Adaptation in Project and Policy Design. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica*, 1–30.

Angelstam, P., Barnes, G., Elbakidze, M., Marais, C., Marsh, A., Polonsky, S., … Stafford, W. (2017). Collaborative learning to unlock investments for functional ecological infrastructure: Bridging barriers in social-ecological systems in South Africa. *Ecosystem Services*, *27*, 291–304. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.04.012

Asian Development Bank. (2016). *Nature-based solutions for building resilience in towns and cities: Case studies from the Greater Mekong subregion*.

Avishek, K., Yu, X., & Liu, J. (2012). Ecosystem management in Asia Pacific: Bridging science-policy gap. *Environmental Development*, *3*(1), 77–90. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2012.03.014

Balian, E., Eggermont, H., & Le Roux, X. (2014). *Outputs of the Strategic Foresight workshop "Nature-Based Solutions in a BiodivERsA context"*. Brussels.

Baró, F., & Gómez-Baggethun, E. (2017). Assessing the Potential of Regulating Ecosystem Services as Nature-Based Solutions in Urban Areas. In *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas, Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions* (pp. 139–158).

Beck, M. W., & Lange, G. M. (2016). *Managing Coasts with Natural Solutions: Guidelines for Measuring and Valuing the Coastal Protection Services of Mangroves and Coral Reefs Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services Partnership (WAVES) Technical Report*. (January). Retrieved from http://documents.worldbank.org/curated/en/995341467995379786/pdf/103340-WP-Technical-Rept-WAVES-Coastal-2-11-16-web-PUBLIC.pdf

Beery, T., Stålhammar, S., Jönsson, K. I., Wamsler, C., Bramryd, T., Brink, E., … Schubert, P. (2016). Perceptions of the ecosystem services concept: Opportunities and challenges in the Swedish municipal context. *Ecosystem Services*, *17*, 123–130. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.12.002

BenDor, T. K., Shandas, V., Miles, B., Belt, K., & Olander, L. (2018). Ecosystem services and U.S. stormwater planning: An approach for improving urban stormwater decisions. *Environmental Science and Policy*, *88*, 92–103. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.006

Bissonnette, J.-F., Dupras, J., Messier, C., Lechowicz, M., Dagenais, D., Paquette, A., … Gonzalez, A. (2018). Moving forward in implementing green infrastructures: Stakeholder perceptions of opportunities and obstacles in a major North American metropolitan area. *Cities*, *81*, 61–70. https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.014

Bowen, K. J., & Lynch, Y. (2017). The public health benefits of green infrastructure: the potential of economic framing for enhanced decision-making. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *25*, 90–95. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.003

Brink, E., Wamsler, C., Adolfsson, M., Axelsson, M., Beery, T., Björn, H., … Thiere, G. (2018). On the road to 'research municipalities': analysing transdisciplinarity in municipal ecosystem services and adaptation planning. *Sustainability Science*, *13*(3), 765–784. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0499-0

Chong, J. (2014). Ecosystem-based approaches to climate change adaptation: progress and challenges. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, *14*(4), 391–405. https://doi.org/10.1007/s10784-014-9242-9

Cilliers, S., Cilliers, J., Lubbe, R., & Siebert, S. (2013). Ecosystem services of urban green spaces in African countries-perspectives and challenges. *Urban Ecosystems*, *16*(4), 681–702. https://doi.org/10.1007/s11252-012-0254-3

Clabby, G. (2016). Delivering green infrastructure through planning: insights from practice in Fingal, Ireland. *Planning Theory and Practice*, *17*(2).

Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., … Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science and Policy*, *98*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. In *Nature-based solutions to address global societal challenges*. https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en

Connop, S., Vandergert, P., Eisenberg, B., Collier, M. J., Nash, C., Clough, J., & Newport, D. (2015). Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. *Environmental Science and Policy*, *62*, 99–111. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.013

Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land Use Policy*, *70*, 298–312. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.017

Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2019). A framework to explore the effects of urban planning decisions on regulating ecosystem services in cities. *Ecosystem Services*, *38*. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100946

Cowan, C., Epple, C., Korn, H., Schliep, R., & Stadler, J. (2010). Working with Nature to Tackle Climate Change. In *Report of the Enca/BfN Workshop on "Developing ecosystem-based approaches to climate change - why, what and how."*

Davies, C., & Lafortezza, R. (2019). Transitional path to the adoption of nature-based solutions. *Land Use Policy*, *80*(October 2018), 406–409. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.020

Davis, M., Krüger, I., & Hinzmann, M. (2015). COASTAL PROTECTION AND SUDS-NATURE-BASED SOLUTIONS. In *POLICY BRIEF*. Retrieved from www.recreate-net.eu

Delangue, J., Teillac-Deschamps, P., & Moncorps, S. (2018). *Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France*.

Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., … Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, *146*, 107–115. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025

Diep, L., Dodman, D., & Parikh, P. (2019). Green Infrastructure in informal settlements through a multiple-level perspective. *Water Alternatives*, *12*(2), 554–570. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069527999&partnerID=40&md5=91777547ceac1be5ff07ea5c52dbcf2c

Dorst, H., van der Jagt, A., Raven, R., & Runhaar, H. (2019). Urban greening through nature-based solutions – Key characteristics of an emerging concept. *Sustainable Cities and Society*, *49*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101620

Doswald, N., Munroe, R., Roe, D., Giuliani, A., Castelli, I., Stephens, J., … Reid, H. (2014). Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. *Climate and Development*, *6*(2), 185–201. https://doi.org/10.1080/17565529.2013.867247

Droste, N., Schröter-Schlaack, C., Hasjürgens, B., & Zimmermann, H. (2017). Implementing Nature-Based Solutions in Urban Areas: Financing and Governance Aspects. In *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice* (pp. 307–322). https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5

Emilsson, T., & Ode Sang, Å. (2017). Impacts of Climate Change on Urban Areas and Nature-Based Solutions for Adaptation. In *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas, Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions* (pp. 15–27).

European Commission. (2015). Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. https://doi.org/10.2777/765301

Evans, A. J., Garrod, B., Firth, L. B., Hawkins, S. J., Morris-Webb, E. S., Goudge, H., & Moore, P. J. (2017). Stakeholder priorities for multi-functional coastal defence developments and steps to effective implementation. *Marine Policy*, *75*, 143–155. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.10.006

Evans, A. J., Garrod, B., Firth, L. B., Hawkins, S. J., Morris-Webb, E. S., Goudge, H., & Moore, P. J. (2017). Stakeholder priorities for multi-functional coastal defence developments and steps to effective implementation. *Marine Policy*, *75*(June 2016), 143–155. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.10.006

Faivre, N., Fritz, M., Freitas, T., de Boissezon, B., & Vandewoestijne, S. (2017). Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. *Environmental Research*, *159*, 509–518. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032

Faivre, N., Sgobbi, A., Happaerts, S., Raynal, J., & Schmidt, L. (2018). Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *32*, 4–10. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.12.015

Fink, H. S. (2016). Human-nature for climate action: Nature-based solutions for urban sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/su8030254

Fitzgerald, J., & Laufer, J. (2017). Governing green stormwater infrastructure: the Philadelphia experience. *Local Environment*, *22*(2), 256–268. https://doi.org/10.1080/13549839.2016.1191063

Flakne, R., & Keller, R. (2012). A plan for nature in glenview: Creating and implementing a natural resources plan at the community level. *Environmental Practice*, *14*(1), 35–44. https://doi.org/10.1017/S1466046611000482

Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science and Policy*, *93*, 101–111. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033

Frantzeskaki, N., Borgström, S., Gorissen, L., Egermann, M., & Ehnert, F. (2017). *Nature-Based Solutions Accelerating Urban Sustainability Transitions in Cities: Lessons from Dresden, Genk and Stockholm Cities*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_5

Geneletti, D., & Zardo, L. (2016). Ecosystem-based adaptation in cities: An analysis of European urban climate adaptation plans. *Land Use Policy*, *50*, 38–47. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003

Girma, Y., Terefe, H., Pauleit, S., & Kindu, M. (2019). Urban green infrastructure planning in Ethiopia: The case of emerging towns of Oromia special zone surrounding Finfinne. *Journal of Urban Management*, *8*(1), 75–88. https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.09.004

Haase, D. (2016). Reflections on urban landscapes, ecosystems services and nature-based solutions in cities. *Planning Theory & Practice*, 267–300.

Hamin, E. M., Abunnasr, Y., Dilthey, M. R., Judge, P. K., Kenney, M. A., Kirshen, P., … Fricke, R. (2018). Pathways to coastal resiliency: The Adaptive Gradients Framework. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(8). https://doi.org/10.3390/su10082629

Harrington, E., & Hsu, D. (2018). Roles for government and other sectors in the governance of green infrastructure in the U.S. *Environmental Science and Policy*, *88*, 104–115. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.003

Haruna, A. I., Oppong, R. A., & Marful, A. B. (2018). Exploring eco-aesthetics for urban green infrastructure development and building resilient cities: A theoretical overview. *Cogent Social Sciences*, *4*(1), 1–18. https://doi.org/10.1080/23311886.2018.1478492

Hills, T., Carruthers, T. J. B., Chape, S., & Donohoe, P. (2013). A social and ecological imperative for ecosystem-based adaptation to climate change in the Pacific Islands. *Sustainability Science*, *8*(3), 455–467. https://doi.org/10.1007/s11625-013-0217-5

Hoyle, H., Jorgensen, A., Warren, P., Dunnett, N., & Evans, K. (2017). “Not in their front yard” The opportunities and challenges of introducing perennial urban meadows: A local authority stakeholder perspective. *Urban Forestry and Urban Greening*, *25*, 139–149. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.009

Huq, N., Bruns, A., Ribbe, L., & Huq, S. (2017). Mainstreaming ecosystem services based climate change adaptation (EbA) in Bangladesh: Status, challenges and opportunities. *Sustainability (Switzerland)*, *9*(6). https://doi.org/10.3390/su9060926

IIED. (2016). *Ecosystem-based adaptation: a win–win formula for sustainability in a warming world?* (Figure 1), 1–89. https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.06.003

Johns, C. M. (2019). Understanding barriers to green infrastructure policy and stormwater management in the City of Toronto: a shift from grey to green or policy layering and conversion? *Journal of Environmental Planning and Management*. https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1496072

Josephs, L. I., & Humphries, A. T. (2018). Identifying social factors that undermine support for nature-based coastal management. *Journal of Environmental Management*, *212*, 32–38. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.085

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., … Bonn, A. (2016a). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, *21*(2). https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239

Kabisch, N., & Deutschland. Bundesamt für Naturschutz. (2016b). *Proceedings of the European Conference "Nature-based solutions to climate change in urban areas and their rural surroundings" : Bonn, Germany, 17 - 19. November 2015 :*

Kabisch, N., Stadler, J., Korn, H., & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas. BfN Skript 446. *Ecology and Society*, *21*(2), 39. https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239

Kaczorowska, A., Kain, J.-H., Kronenberg, J., & Haase, D. (2016). Ecosystem services in urban land use planning: Integration challenges in complex urban settings—Case of Stockholm. *Ecosystem Services*, *22*, 204–212. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.04.006

Kazmierczak, A. (2016). Multifunctional green infrastructure and climate change adaptation: brownfield greening as an adaptation strategy for vulnerable communities? *Planning Theory and Practice*, *17*(2).

Klein, J. A., Tucker, C. M., Steger, C. E., Nolin, A., Reid, R., Hopping, K. A., … Yager, K. (2019). An integrated community and ecosystem-based approach to disaster risk reduction in mountain systems. *Environmental Science and Policy*, *94*, 143–152. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.034

Kronenberg, J., Pietrzyk-Kaszyńska, A., Zbieg, A., & Żak, B. (2015). Wasting collaboration potential: A study in urban green space governance in a post-transition country. *Environmental Science and Policy*, *62*, 69–78. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.06.018

Lange, W., Pirzer, C., Dünow, L., & Schelchen, A. (2016). Risk perception for participatory ecosystem-based adaptation to climate change in the mata Atlântica of Rio de Janeiro State, Brazil. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 42, pp. 483–506. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43633-3_21

Lavorel, S., Colloff, M. J., Locatelli, B., Gorddard, R., Prober, S. M., Gabillet, M., … Peyrache-Gadeau, V. (2019). Mustering the power of ecosystems for adaptation to climate change. *Environmental Science and Policy*, *92*, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.010

Lennon, M., Scott, M., Collier, M., & Foley, K. (2016). Developing green infrastructure 'thinking': devising and applying an interactive group-based methodology for practitioners. *Journal of Environmental Planning and Management*, *59*(5), 843–865. https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1042152

Lieberherr, E., & Green, O. O. (2018). Green infrastructure through Citizen Stormwater Management: Policy instruments, participation and engagement. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(6). https://doi.org/10.3390/su10062099

Lindholm, G. (2017). The implementation of green infrastructure: Relating a general concept to context and site. *Sustainability (Switzerland)*, *9*(4). https://doi.org/10.3390/su9040610

Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, *22*, 392–401. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.011

Liu, L., & Jensen, M. B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, *74*, 126–133. https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.11.013

Maes, J., & Jacobs, S. (2017). Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. *Conservation Letters*, *10*(1), 121–124. https://doi.org/10.1111/conl.12216

Marissa Matsler, A. (2019). Making 'green' fit in a 'grey' accounting system: The institutional knowledge system challenges of valuing urban nature as infrastructural assets. *Environmental Science and Policy*, *99*, 160–168. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.023

Matthews, T., Lo, A. Y., & Byrne, J. A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. *Landscape and Urban Planning*, *138*, 155–163. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.010

McVittie, A., Cole, L., Wreford, A., Sgobbi, A., & Yordi, B. (2018). Ecosystem-based solutions for disaster risk reduction: Lessons from European applications of ecosystem-based adaptation measures. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *32*, 42–54. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.12.014

Nalau, J., Becken, S., & Mackey, B. (2018). Ecosystem-based Adaptation: A review of the constraints. *Environmental Science and Policy*, *89*, 357–364. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.08.014

Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., … Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the Total Environment*, *579*, 1215–1227. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106

Nickel, D., Schoenfelder, W., Medearis, D., Dolowitz, D. P., Keeley, M., & Shuster, W. (2014). German experience in managing stormwater with green infrastructure. *Journal of Environmental Planning and Management*, *57*(3), 403–423. https://doi.org/10.1080/09640568.2012.748652

O'Donnell, E. C., Lamond, J. E., & Thorne, C. R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, *14*(9), 964–971. https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1279190

Ojea, E. (2015). Challenges for mainstreaming Ecosystem-based Adaptation into the international climate agenda. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *14*, 41–48. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.03.006

Pagano, A., Pluchinotta, I., Pengal, P., Cokan, B., & Giordano, R. (2019). Engaging stakeholders in the assessment of NBS effectiveness in flood risk reduction: A participatory System Dynamics Model for benefits and co-benefits evaluation. *Science of the Total Environment*, *690*, 543–555. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.059

Pauleit, S., Ambrose-Oji, B., Andersson, E., Anton, B., Buijs, A., Haase, D., … Konijnendijk van den Bosch, C. (2019). Advancing urban green infrastructure in Europe: Outcomes and reflections from the GREEN SURGE project. *Urban Forestry and Urban Greening*, *40*(October 2018), 4–16. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.006

Pontee, N., Narayan, S., Beck, M. W., & Hosking, A. H. (2016). Nature-based solutions: Lessons from around the world. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Maritime Engineering*, *169*(1), 29–36. https://doi.org/10.1680/jmaen.15.00027

Potschin, M., Kretsch, C., Haines-Young, R., Furman, E., Berry, P., & Baró, F. (2018). Nature-Based Solutions. *A Technology Portfolio of Nature Based Solutions*, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73281-7_1

Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., … Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science and Policy*, *77*(June), 15–24. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008

Rizvi, A. R., Baig, S., & Verdone, M. (2015). L' Adaptation Fondée sur les Ecosystèmes : Arguments Economiques pour Promouvoir les Solutions Fondées sur la Nature en réponse au Changement Climatique. *Union Internationale Pour La Conservation de La Nature*, 1–47.

Roberts, D., Boon, R., Diederichs, N., Douwes, E., Govender, N., Mcinnes, A., … Spires, M. (2012). Exploring ecosystem-based adaptation in Durban, South Africa: "learning-by-doing" at the local government coal face. *Environment and Urbanization*, *24*(1), 167–195. https://doi.org/10.1177/0956247811431412

Santoro, S., Pluchinotta, I., Pagano, A., Pengal, P., Cokan, B., & Giordano, R. (2019). Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: The case of the Glinščica river (Slovenia). *Science of the Total Environment*, *655*, 188–201. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.116

Scott, M., Lennon, M., Haase, D., Kazmierczak, A., Clabby, G., & Beatley, T. (2016). Nature-based solutions for the contemporary city/Re-naturing the city/Reflections on urban landscapes, ecosystems services and nature-based solutions in cities/Multifunctional green infrastructure and climate change adaptation: brownfield greening as an a. *Planning Theory and Practice*, *17*(2), 267–300. https://doi.org/10.1080/14649357.2016.1158907

Short, C., Clarke, L., Carnelli, F., Uttley, C., & Smith, B. (2019). Capturing the multiple benefits associated with nature-based solutions: Lessons from a natural flood management project in the Cotswolds, UK. *Land Degradation and Development*, *30*(3), 241–252. https://doi.org/10.1002/ldr.3205

Sierra-Correa, P. C., & Cantera Kintz, J. R. (2015). Ecosystem-based adaptation for improving coastal planning for sea-level rise: A systematic review for mangrove coasts. *Marine Policy*, *51*, 385–393. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.013

Simíc, I., Stupar, A., & Djokíc, V. (2017). Building the green infrastructure of Belgrade: The importance of community greening. *Sustainability (Switzerland)*, *9*(7). https://doi.org/10.3390/su9071183

Song, Y., Kirkwood, N., Maksimović, Č., Zhen, X., O'Connor, D., Jin, Y., & Hou, D. (2019). Nature based solutions for contaminated land remediation and brownfield redevelopment in cities: A review. *Science of the Total Environment*, *663*, 568–579. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.347

Szulczewska, B., Giedych, R., & Maksymiuk, G. (2017). Can we face the challenge: how to implement a theoretical concept of green infrastructure into

planning practice? Warsaw case study. *Landscape Research*, *42*(2), 176–194. https://doi.org/10.1080/01426397.2016.1240764

Tauhid, F. A., & Zawani, H. (2018). Mitigating climate change related floods in urban poor areas: Green infrastructure approach. *Journal of Regional and City Planning*, *29*(2), 98–112. https://doi.org/10.5614/jrcp.2018.29.2.2

Thorne, C. R., Lawson, E. C., Ozawa, C., Hamlin, S. L., & Smith, L. A. (2018). Overcoming uncertainty and barriers to adoption of Blue-Green Infrastructure for urban flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*, *11*, S960–S972. https://doi.org/10.1111/jfr3.12218

Toribio, J. M. F., & Ramos, J. S. (2017). Nature and the city. prospects for the integration of green infrastructure in Spanish metropolitan plans . *Boletin de La Asociacion de Geografos Espanoles*, *2017*(74), 141–539. https://doi.org/10.21138/bage.2447

Toxopeus, H., & Friedemann, P. (2017). *Characterizing nature-based solutions from a business model and financing perspective*. (May). Retrieved from https://naturvation.eu/sites/default/files/news/files/naturvation_characterizing_nature-based_solutions_from_a_business_model_and_financing_perspective.pdf

UNFCCC. (2011). *Ecosystem-Based approaches to Adaptation: compilation of information*. Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2011/sbsta/eng/inf08.pdf

Vallecillo, S., Polce, C., Barbosa, A., Perpiña Castillo, C., Vandecasteele, I., Rusch, G. M., & Maes, J. (2018). Spatial alternatives for Green Infrastructure planning across the EU: An ecosystem service perspective. *Landscape and Urban Planning*, *174*(February), 41–54. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.03.001

Van Ham, C., & Klimmek, H. (2017). Partnerships for Nature-Based Solutions in Urban Areas – Showcasing Successful Examples. In *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas, Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions* (pp. 275–289).

Vogl, A. L., Goldstein, J. H., Daily, G. C., Vira, B., Bremer, L., McDonald, R. I., … Cassin, J. (2017). Mainstreaming investments in watershed services to enhance water security: Barriers and opportunities. *Environmental Science and Policy*, *75*, 19–27. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.007

Wamsler, C., Pauleit, S., Zölch, T., Schetke, S., & Mascarenhas, A. (2017). Mainstreaming Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation in Urban Governance and Planning. In *Nature-based Solutions to Climate*

Change Adaptation in Urban Areas, Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions (pp. 257–273).

Whelchel, A. W., & Beck, M. W. (2016). Decision tools and approaches to advance ecosystem-based disaster risk reduction and climate change adaptation in the twenty-first century. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 42, pp. 133–160. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43633-3_6

Xing, Y., Jones, P., & Donnison, I. (2017). Characterisation of Nature-Based Solutions for the Built Environment. *Sustainability*, *9*(1), 149. https://doi.org/10.3390/su9010149

Young, A. F., Marengo, J. A., Martins Coelho, J. O., Scofield, G. B., de Oliveira Silva, C. C., & Prieto, C. C. (2019). The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *39*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101219

Young, R. F. (2011). Planting the living city: Best practices in planning green infrastructure - Results from major U.S. cities. *Journal of the American Planning Association*, *77*(4), 368–381. https://doi.org/10.1080/01944363.2011.616996

Zuniga-Teran, A. A., Staddon, C., de Vito, L., Gerlak, A. K., Ward, S., Schoeman, Y., … Booth, G. (2019). Challenges of mainstreaming green infrastructure in built environment professions. *Journal of Environmental Planning and Management*. https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1605890