



HAL
open science

Aide à la décision multicritère pour la planification des solutions fondées sur la nature (SFN)

Morgane Bousquet, Roxane Lavoie, Françoise Bichai, Peter Vanrolleghem

► **To cite this version:**

Morgane Bousquet, Roxane Lavoie, Françoise Bichai, Peter Vanrolleghem. Aide à la décision multicritère pour la planification des solutions fondées sur la nature (SFN). Novatech 2023, Jul 2023, Lyon, France. ⟨hal-04166136⟩

HAL Id: hal-04166136

<https://hal.science/hal-04166136v1>

Submitted on 19 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Aide à la décision multicritère pour la planification des solutions fondées sur la nature (SFN)

Multicriteria decision support for urban planning of Nature-based solutions (NBS)

Bousquet Morgane, Roxane Lavoie, Françoise Bichai, Peter A. Vanrolleghem

modelEAU, Université Laval, morgane.bousquet.1@ulaval.ca

ESAD, Université Laval, roxane.lavoie@esad.ulaval.ca

Polytechnique Montréal, fbichai@polymtl.ca

modelEAU, Université Laval, peter.vanrolleghem@gci.ulaval.ca

RÉSUMÉ

L'aménagement du territoire par l'implantation stratégique de solutions fondées sur la nature (SFN) en milieu urbain est de plus en plus considéré comme une alternative durable et complémentaire à la gestion de l'eau pluviale actuelle. Il existe plusieurs types de SFN (jardins de pluie, toits et murs végétalisés, zones humides, etc.) pouvant apporter de nombreux co-bénéfices tels que l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau, la réduction des îlots de chaleur, la protection de la biodiversité tout en améliorant la qualité de vie des citoyens en ville. La majorité des études scientifiques pour la planification des SFN n'adopte pas une approche holistique et se concentre sur un seul aspect, généralement environnemental, et selon un seul critère. De plus, l'implication des parties prenantes est minime voire inexistante. La recherche vise à améliorer le processus d'aide à la décision pour l'implantation des SFN en intégrant les méthodes d'aide à la décision multicritère aux outils du génie des eaux existants et en impliquant les parties prenantes tout au long du processus. Trois études de cas ont été réalisées afin de développer cette approche transdisciplinaire : Trois-Rivières (Canada), Toulouse (France) et Melbourne (Australie). Pour chaque étude, nous avons conduit des ateliers participatifs avec diverses parties prenantes selon la méthode MACBETH et obtenu un modèle multicritère de préférences. Cette approche a le potentiel d'être appliquée sur d'autres études de cas.

ABSTRACT

Urban planning through the strategic implementation of nature-based solutions (NBS) is increasingly considered as a sustainable and complementary alternative to current rainwater management. There are several types of NBS (rain gardens, green roofs and walls, wetlands, etc.) that can bring many co-benefits such as improved air quality and water, the reduction of heat islands or the biodiversity protection while improving the quality of life of citizens in the city. Most scientific studies for NBS planning do not take a holistic approach and focus on a single aspect, usually environmental, and according to a single criterion. In addition, stakeholder involvement is minimal to non-existent. The research aims at improving the decision support process for the implementation of NBS by integrating multi-criteria decision support methods into existing water engineering tools and involving stakeholders throughout the process. Three case studies have been carried out to develop this transdisciplinary work: Trois-Rivières (Canada), Toulouse (France) and Melbourne (Australia). For each study, we conducted participatory workshops according to the MACBETH method and obtained a multi-criteria model of preferences. This approach has the potential to be applied to other case studies.

MOTS CLÉS

(aide à la décision multicritère, participation, solutions fondées sur la nature, transdisciplinaire, urbanisme)

KEY WORDS

(multicriteria decision aid, participation, nature-based solutions, transdisciplinary, urban planning)

1 INTRODUCTION

Les solutions fondées sur la nature (SFN) sont de plus en plus considérées comme une alternative urbaine innovante complémentaire et plus durable à la gestion de l'eau actuelle par les infrastructures dites grises (Steis Thorsby *et al.*, 2020 ; Hamouz *et al.*, 2020). Ce sont des systèmes tels que les jardins de pluie, les toits et murs végétalisés, les étangs, les noues, les zones humides, les forêts urbaines, etc. qui permettent un contrôle à la source et peuvent assurer, parfois simultanément, des fonctions d'infiltration, de filtration, d'évapotranspiration, d'adduction, de traitement pour la qualité de l'eau et de rétention (Kuller *et al.*, 2017). Elles contribuent ainsi au maintien de la qualité des eaux de surface par la réduction de la pollution, la prévention des risques d'inondations et le contrôle de l'utilisation de la ressource (ex. récupération et réutilisation de l'eau). Elles apportent également de nombreux autres bénéfices secondaires ou co-bénéfiques (Choi *et al.*, 2021 ; Horton *et al.*, 2019 ; 2015 ; Skrydstrup *et al.*, 2020) comme l'amélioration de la qualité paysagère, la réduction des effets d'îlots de chaleur urbain, ou encore l'augmentation de la biodiversité.

La planification urbaine des SFN reste peu et mal mise en œuvre dans la politique et la gouvernance urbaine (Hanna & Comín, 2021 ; Langemeyer *et al.*, 2016). La majorité des études n'adopte pas une approche holistique (Boggia *et al.*, 2018 ; Hanna & Comín, 2021) et se concentre sur un seul aspect, généralement environnemental, et selon un seul critère (Meerow, 2020 ; 2019 ; Meerow & Newell, 2017). De plus, les parties prenantes sont peu impliquées dans le processus. La recherche vise à améliorer le processus d'aide à la décision pour l'implantation des SFN en intégrant les méthodes d'aide à la décision multicritère (MCDA) aux outils du génie des eaux existants et en impliquant les parties prenantes tout au long du processus.

2 ÉTUDES DE CAS

Le projet de recherche s'appuie sur trois études de cas : Trois-Rivières au Canada, Toulouse en France et Melbourne en Australie. Le choix de ces sites d'étude pays repose sur la volonté d'avoir des conditions géographiques, biophysiques et climatiques (continental froid, océanique, aride), politiques et culturelles pouvant impacter les processus décisionnels et critères de décision.

3 METHODOLOGIE

3.1 Une approche transdisciplinaire

Une approche transdisciplinaire, combinant l'outil de génie des eaux (UrbanBEATS) et une méthode MCDA (MACBETH) autour d'atelier participatifs avec diverses parties prenantes a été développée.

3.1.1 Identification

L'identification des parties prenantes s'est faite par le biais de contacts internes et à partir d'une liste préétablie de parties prenantes à considérer pour la planification des SFN (Skrydstrup *et al.*, 2020).

3.1.2 Participation

Des ateliers participatifs ont été conçus selon la méthode MACBETH (Costa *et al.*, 2003) (voir section 3.2) en vue d'obtenir un modèle multicritère de préférence. Les parties prenantes se sont investi l'équivalent de trois demi-journées. La première et la dernière étape se sont déroulées avec l'ensemble des parties prenantes et la seconde rencontre s'est effectuée en sous-groupe basés sur leurs expertises afin d'optimiser le temps de participation.

3.1.3 Simulation

La collecte et la préparation des données est une collaboration entre les chercheurs et les parties prenantes. Certaines de ces données ont été utilisées pour la production de scénarios d'implantation des SFN avec le logiciel de génie des eaux UrbanBEATS (Bach *et al.*, 2020). Un scénario est une proposition d'implantation de diverses SFN sur un territoire donné, où chaque scénario est considéré comme équivalent du point de vue génie et de la gestion des eaux pluviales.

3.1.4 Évaluation

Chaque scénario est évalué avec le modèle multicritère et un classement est produit.

3.1.5 Analyse

Le modèle multicritère et son impact sur l'évaluation des scénarios UrbanBEATS sont analysés.

3.1.6 Validation

Les résultats sont présentés aux parties prenantes, discutés puis affinés jusqu'à satisfaction des parties prenantes et être exploitables pour les municipalités.

3.2 La méthode MACBETH

La méthode MACBETH (Measuring-Attractiveness by a Category-Based Evaluation Technique) est une méthode MCDA qui permet de construire une pondération (aussi appelé poids de passage) des critères ainsi que des échelles cardinales pour évaluer les performances de plusieurs options.

3.2.1 Identification des critères

Cette étape est sous la forme d'une discussion ouverte de génération d'idées (brainstorming) avec le groupe de parties prenantes afin de choisir les critères à considérer pour l'étude. Tous les aspects, sociaux, techniques, économiques et environnementaux, peuvent être abordés selon une appréciation quantitative ou qualitative. La façon d'évaluer ces critères est très flexible (ex. chiffres, pourcentage, mots, etc.) et il n'est pas nécessaire qu'elle soit mesurable quantitativement.

3.2.2 Construction des échelles des critères

Cette étape est à répéter pour chacun des critères qui ont été répartis entre différents sous-groupes de parties prenantes. Pour créer l'échelle, deux repères sont définis sur le critère X : le repère « neutre », faisant référence à la valeur tout juste satisfaisante, et le repère « bon », la valeur pleinement satisfaisante. Par convention, on alloue la valeur d'attractivité 0 au repère « neutre » et 100 au repère « bon ». Des valeurs supplémentaires autour de ces deux repères permettent de construire une échelle de valeurs, représentant les niveaux de performance sur ce critère. Par la suite, la différence d'attractivité qu'il y a entre les valeurs de référence doit être évaluée selon 7 catégories sémantiques (extrême, très forte, forte, modérée, faible, très faible, nulle) afin de traduire l'échelle d'attractivité en valeurs cardinales (quantitative). La différence d'attractivité fait référence à l'importance du passage d'une valeur à une autre.

3.2.3 Construction des poids de passage entre critères

Cette étape est réalisée avec l'ensemble du groupe. Le poids des différents critères est construit en comparant des paires d'options ayant des performances différentes sur les critères (neutre/bon). Le poids exprime l'importance relative du passage du neutre au bon sur un critère que l'on appelle « poids de passage ». Cette importance relative est évaluée selon les mêmes catégories sémantiques qu'à l'étape précédente (extrême, très forte, forte, modérée, faible, très faible, nulle). Le score d'un critère peut être calculé tel que : poids * attractivité.

4 RESULTATS

4.1 Les parties prenantes

Les types de parties prenantes ayant participé aux ateliers sont organisés dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Analyse du type de parties prenantes pour Trois-Rivières et Toulouse.

Niveau	Categorie	Type	Trois-Rivières (3R)	Toulouse Métropole (TM)
Micro	Société civile	Représentant citoyen		
		Association		
	Professionnel / Consultant	Architecte-Urbaniste	✓ (x3)	✓
		Architecte-Paysagiste		✓
		Ingénieur (eau, environnement, urbain) Agent immobilier / Assurance / Gestionnaire Investisseur	✓ (x3)	✓
Technicien	Technicien (reseaux, infrastructures)	✓	✓	
Académique	Chercheur (eau, environnement, changements climatiques, risques)			
Meso	Municipalité / Ville / Métropole	Eau & Environnement	✓	✓
		Santé & Social	✓	
		Urbanisme	✓ (x2)	✓
		Routes & Infrastructures	✓	✓
Macro (optional)	Gouvernemental	Ministère		
		Organisation gouvernementale		✓
		Politicien		
		Organisation internationale		
		Total	12	8

4.2 Les modèles multicritères

Les modèles multicritères obtenus ont été analysés et organisés dans la Figure 1.

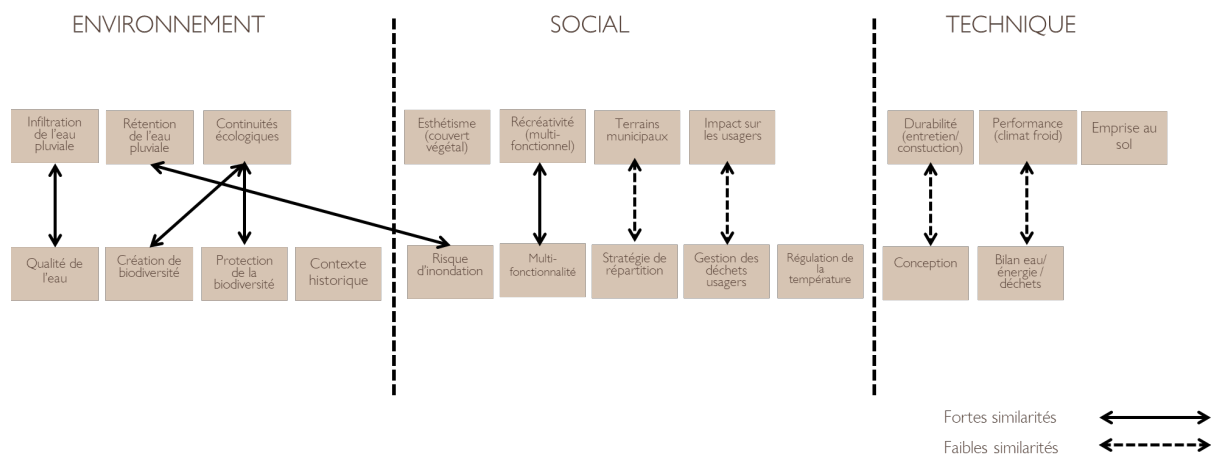


Figure 1- Modèles multicritères pour Trois-Rivières (ligne haute), Toulouse (ligne basse) et Melbourne (à venir).

5 CONCLUSION

L'approche transdisciplinaire proposée a su montrer de bons résultats lors de son application avec les villes de Trois-Rivières et Toulouse et a donc le potentiel d'être appliquée à d'autres contextes. Il faut cependant tenir compte de l'expertise que nécessite la mise en place d'un tel processus. Un facilitateur est donc fortement recommandé pour conduire les réunions et les activités de groupe (Griffith *et al.*, 1998), pour guider et analyser chacune des étapes du processus (Franco et Montibeller, 2010), ainsi que pour utiliser les outils informatiques (Lagroue III, 2008; Thorpe, 2016).

BIBLIOGRAPHIE

- Bach, P. M., Kuller, M., McCarthy, D. T., & Deletic, A. (2020). A spatial planning-support system for generating decentralised urban stormwater management schemes. *Science of The Total Environment*, 726, 138282.
- Boggia, A., Massei, G., Pace, E., Rocchi, L., Paolotti, L., & Attard, M. (2018). Spatial multicriteria analysis for sustainability assessment: A new model for decision making. *Land Use Policy*, 71, 281-292.
- Choi, C., Berry, P., & Smith, A. (2021). The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*, 291, 112583.
- Costa, C. A. B. e, De Corte, J.-M., Vansnick, J.-C., London School of Economics and Political Science, & Department of Operational Research. (2003). *MACBETH*. LSE, Dep. of Operational Research.
- Franco, L. A., & Montibeller, G. (2010). Facilitated modelling in operational research. *European Journal of Operational Research*, 205(3), 489-500.
- Griffith, T. L., Fuller, M. A., & Northcraft, G. B. (1998). Facilitator influence in group support systems: Intended and unintended effects. *Information Systems Research*, 9(1), 20-36.
- Hamouz, V., Møller-Pedersen, P., & Muthanna, T. M. (2020). Modelling runoff reduction through implementation of green and grey roofs in urban catchments using PCSWMM. *Urban Water Journal*, 17(9), 813-826.
- Hanna, E., & Comin, F. A. (2021). Urban green infrastructure and sustainable development: A review. *Sustainability*, 13(20), 11498.
- Horton, B., Digman, C. J., Ashley, R. M., & McMullan, J. (2019). *W047b B£ST Guidance – Guidance to assess the benefits of blue and green infrastructure using B£ST*. CIRIA Publisher.
- Kuller, M., Bach, P. M., Ramirez-Lovering, D., & Deletic, A. (2017). Framing water sensitive urban design as part of the urban form: A critical review of tools for best planning practice. *Environmental Modelling & Software*, 96, 265-282.
- Lagroue III, H. J. (2008). Supporting structured group decision making through system-directed user guidance: An experimental study. *International Journal of Intelligent Information Technologies*, 4(2), 57-74.
- Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S., & Elmqvist, T. (2016). Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *Environmental Science & Policy*, 62, 45-56.
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75.
- Meerow, S. (2019). A green infrastructure spatial planning model for evaluating ecosystem service tradeoffs and synergies across three coastal megacities. *Environmental Research Letters*, 14(12), 125011.
- Meerow, S. (2020). The politics of multifunctional green infrastructure planning in New York City. *Cities*, 100, 102621.
- Skrydstrup, J., Madsen, H. M., Löwe, R., Gregersen, I. B., Pedersen, A. N., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2020). Incorporating objectives of stakeholders in strategic planning of urban water management. *Urban Water Journal*, 17(2), 87-99.
- Steis Thorsby, J., Miller, C. J., & Treemore-Spears, L. (2020). The role of green stormwater infrastructure in flood mitigation (Detroit, MI USA) – case study. *Urban Water Journal*, 17(9), 838-846.