



## Réponses du CSBQ aux questions complémentaires de la commission du BAPE du 7 octobre 2014 sur le projet de parachèvement de l'autoroute 19

Montreal le 9 octobre 2014

### Personne référence pour cet avis scientifique du CSBQ:

**Prof. Jochen Jaeger, Concordia University**

Dr. Jochen Jaeger, Professeur agrégé

Université Concordia

Département de géographie, urbanisme et environnement

1455 Bd de Maisonneuve O., Suite H1255

Montréal, Québec, H3G 1M8, Canada

Tel.: (+1) 514 – 848-2424 poste 5481

Email: [jochen.jaeger@concordia.ca](mailto:jochen.jaeger@concordia.ca)

Web: <http://gpe.concordia.ca/faculty-and-staff/jjaeger/>

### Personne contact pour le CSBQ:

**Philippe Auzel**

Coordonnateur

**Centre de la Science de la Biodiversité du Québec / Quebec Centre for  
Biodiversity Science**

Department of Biology | McGill University

Stewart Biology Building, 1205 ave. Docteur Penfield, Room W6/19, Montreal,

QC H3A 1B1

Tel: 514.398.8719 | Fax: 514.398.5069

Email : [philippe.auzel@mcgill.ca](mailto:philippe.auzel@mcgill.ca)

Site web: <http://qcbs.ca/>

**Question 1: Comment définissez-vous la notion de connectivité écologique et quelle en est l'importance?**

La connectivité se définit comme '**la mesure à partir de laquelle le paysage facilite ou entrave les mouvements entre les zones de ressources**'. Elle peut se mesurer par la probabilité des déplacements entre tous les points ou zones de ressources dans un paysage donné (Taylor et al. 1993, p. 571).

Les méthodes couramment utilisées pour augmenter **la connectivité en zone urbaine sont les réseaux de voies vertes** qui sont constitués par une variété d'espaces naturels ou d'espaces verts interconnectés comme des parcs, des terrains de golf, des cimetières et d'autres zones boisées au même titre que la végétation plantée le long des routes résidentielles, les boulevards, les zones d'écoulements des eaux ou les toits verts. Tous ces endroits contribuent à augmenter le taux de survie des espèces indigènes en préservant leurs habitats et leurs voies de dispersions. Ces zones améliorent également l'accès à des espaces récréatifs de plein air pour les habitants des zones urbaines (Li et al. 2004).

Il est de plus en plus reconnu que les **villes peuvent contribuer de façon significative à l'effort global en vue de réduire le niveau de perte de biodiversité**. Si les zones urbaines sont souvent synonymes de dégradation de l'environnement, elles peuvent néanmoins être à l'origine de solutions efficaces pour le suivi et la conservation des espaces naturels et de la biodiversité. C'est particulièrement important du fait de l'actuel niveau très élevé de perte de la biodiversité dans les villes, un phénomène global significatif dont les effets ont toutes les chances de continuer à augmenter avec l'accroissement de l'urbanisation. Le défi de la mise en œuvre de mesures de conservation est double : premièrement il faut comprendre l'étendue et l'importance de la perte de biodiversité dans les villes, ce dont la plupart des gens ne sont pas informés; et deuxièmement, comprendre qu'il reste souvent des zones de nature en ville qui peuvent contribuer à la biodiversité et de ce fait nécessitent des mesures de conservation ou de restauration par la ville.

Au sein de la communauté scientifique, il existe un consensus sur le fait que la connectivité écologique est d'une grande importance pour la biodiversité, particulièrement pour la biodiversité locale, et il existe une littérature scientifique déjà importante et en augmentation constante à ce sujet. L'importance de la connectivité écologique n'est pas aussi élevée que la quantité d'habitats et la qualité de ces habitats, mais dans un contexte où il est difficile d'augmenter la quantité ou la qualité des habitats (comme c'est souvent le cas dans les villes), la connectivité écologique devient alors le facteur le plus important à considérer. Néanmoins, la connectivité ne peut pas compenser la perte ou la dégradation de la qualité des habitats. Si ce point est ignoré, le plus grand danger est que la

construction de routes soit considérée comme ne présentant aucun problème par les décideurs dès lors qu'un nouveau projet comporte des mesures d'atténuation comme des passages pour la faune ou des clôtures. Ceci peut être trompeur quand les habitats continuent de disparaître et quand leur qualité est affectée (Fahrig 2001, 2002). Les passages pour la faune et les corridors écologiques seront inutiles dès lors qu'il n'y a pas d'habitats à connecter. De ce fait, la conservation et la restauration des habitats fauniques doit être la première priorité.

A cause de cette importance, la **connectivité entre les espaces naturels a été incluse comme un indicateur** dans la mesure de l'**indice de biodiversité pour les villes (City Biodiversity Index - CBI)** (CBD 2012). Le CBI est un outil pour évaluer et suivre l'état de la biodiversité dans les villes et pour fournir des idées sur les améliorations potentielles pour mieux orienter les efforts de conservation. Cet indice a été proposé à la 9<sup>ième</sup> réunion des parties (COP-9) de la convention sur la diversité biologique (CBD) en mai 2008 (Chan and Djoghlaif 2009, CBD 2012), du fait d'une prise de conscience croissante du rôle du développement urbain dans la perte de biodiversité (Brook et al. 2003). Beaucoup d'espèces ont besoin d'un accès à différents types d'habitats pour leurs cycles de vie. De ce fait les populations fauniques ont de la difficulté à se déplacer entre les fragments d'habitats, réduisant leur accès aux ressources et à des partenaires pour la reproduction, ce qui induit une perte de diversité génétique et un taux d'extinction important au sein même des espèces locales (Brook et al. 2003; Di Giulio et al. 2009; Tischendorf & Fahrig 2000).

Le CBI comporte 3 principales composantes :

- La biodiversité locale dans la ville
- Les services écosystémiques fournis par cette biodiversité dans la ville
- La gouvernance et la gestion de la biodiversité dans la ville

Ces trois composantes sont évaluées par 23 indicateurs (CBD 2012). La connectivité des habitats naturels dans la ville est le second indicateur CBI (la quantité d'espaces naturels dans la ville l'indicateur 1), et cela peut être utilisé pour évaluer dans quelle mesure l'environnement bâti permet à la faune (et aux humains) de se déplacer entre les habitats et sites de loisirs par exemple.

## Références

- Brook, B.W., Sodhi, N.S. & Peter, K.L. (2003). Catastrophic extinctions follow deforestation in Singapore. *Nature* 424, 420-425.
- Chan, L., Djoghlaif, A. (2009). Invitation to help compile an index of biodiversity in cities. *Nature* 460, 33.
- Convention on Biological Diversity. (2012). *User's manual for the City Biodiversity Index*. Retrieved from <http://www.cbd.int/authorities/doc/User's%20Manual-for-the-City-Biodiversity-Index18April2012.pdf>
- Di Giulio, M., Holderegger, R., & Tobias, S. (2009). Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 2959-2968.
- Fahrig, L. (2001). How much habitat is enough? *Biological Conservation* 100, 65–74.
- Fahrig, L. (2002). Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: A synthesis. *Ecological Applications* 12, 346–353.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K. and Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3) 571-573.
- Li, F., Liu, X., Paulussen, J., & Wang, R. (2004). Comprehensive concept panning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 72(2005), 325-226.
- Tischendorf, L., & Fahrig, L. (2000). On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 90(1), 7-19.

**Question 2: Le projet de parachèvement de l'autoroute 19 avec voies réservées au transport collectif à Laval et à Bois-des-Filion par le MTQ pourrait-il, par les mesures d'atténuation et de compensation prévues au projet, contribuer à améliorer la connectivité entre les habitats et les écosystèmes régionaux, stimulant ainsi la diversité biologique?**

**Vous référer à l'étude d'impact du promoteur (PR3.1, section 5.3 et p. 287 et suivantes) sur le site du BAPE à l'adresse suivante :**

**[www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/autoroute\\_19-bois-des-filion\\_laval/documents/liste\\_cotes.htm](http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/autoroute_19-bois-des-filion_laval/documents/liste_cotes.htm)**

Pour répondre à cette question, il serait nécessaire de consulter le **plan du réseau des voies vertes** de la Ville de Laval ainsi que **l'information sur la biodiversité** sur l'île de Laval et à Bois-des-Filion. Si la Ville de Laval n'a pas encore de plan pour son réseau de voies vertes, **un tel plan devrait être créé**. Cette tâche nécessitera la collaboration avec la Ville de Laval qui devrait donner accès aux données disponibles sur son territoire. L'information sur un espace beaucoup plus grand qu'une zone tampon de 400 ou 500 mètres autour de l'Autoroute 19 sera requise. C'est plutôt, l'île de Laval toute entière qui devrait être considérée.

Dans le cadre de travaux similaires que nous avons menés pour l'île de Montréal (Asgary 2012, Deslauriers 2013), nous avons appliqué **les indicateurs de connectivité du BCI** en collaboration avec la Ville de Montréal et la Direction des grands parcs et du verdissement (Asgary 2012). Une méthode similaire a été utilisée au sud-ouest de Montréal, où un plan de réseau des voies vertes avait été proposé. Par exemple, des plans concernant le développement résidentiel sur le site du golf Meadowbrook pourrait compromettre la viabilité de ce réseau en diminuant l'accès à une zone d'habitat de haute qualité (pour la biodiversité) et à un espace public (pour les humains). La connectivité de ce réseau avait été mesurée pour évaluer le rôle du golf Meadowbrook pour la connectivité entre les voies vertes et l'effet qu'aurait son développement pour le sud-ouest de Montréal tout en comparant de différents scénarios. Les degrés de connectivité actuels et futurs ont été mesurés pour les zones utilisés par la faune sauvage et par les populations résidentes. Présentement, les espaces disponibles pour la faune sont limités et quelque peu isolé par de grandes distances et par des barrières comme les routes qui font obstacle à leurs mouvements entre zones. Cependant, l'identification des sites qui pourront être améliorés ou établis (ou rétablis) dans le futur comme habitats ou zones de récréation nous a montré qu'il était possible d'accroître de manière substantielle la connectivité dans le réseau. La destruction de Meadowbrook pourrait éliminer son grand potentiel d'être un élément essentiel du réseau des voies vertes dans le futur.

De façon similaire, les urbanistes et des représentants du gouvernement de la Ville de Laval devraient considérer la possibilité d'accroître ou de restaurer des habitats ou des zones de récréation afin d'améliorer la connectivité des voies vertes à Laval dans le futur, avec une attention toute particulière aux impacts de l'Autoroute 19. Veuillez trouver l'affiche élaborée par Asgary et Jaeger (2014) jointe à cette note (en format PDF) comme exemple de ce qui a pu se faire à ce sujet sur l'île de Montréal.

**Des méthodes plus avancées** que celles décrites précédemment sont également utiles, comme *Circuitscape*, qui peut être appliquée pour chaque espèce séparément ou pour des groupes d'espèces (Koen et al. 2014) (information de cette méthode est disponible auprès Dr. Jeff Cardille, McGill Univ., et à notre laboratoire à l'Université Concordia).

Malheureusement, **l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement de l'Autoroute 19 n'abordent aucunement la question de la connectivité pour les espèces terrestre**. La connectivité aquatique est mentionnée une seule fois (p.157) et le besoin de ponceaux pour des espèces de poissons est mentionné dans les mesures d'atténuation à la page 253 et 294 (6.3.5.2, AQUA6 - AQUA9). Ce type d'ouvrage est bien sûr nécessaire, mais ne reflète pas l'état de meilleures pratiques d'aujourd'hui. Ces ponceaux devraient être remplacés par des ouvrages beaucoup plus conséquents avec une travée ouverte qui permet aux espèces terrestres de passer au-dessous des routes. Pour guider les animaux vers ces passages, des clôtures devront être installés le long de la route afin d'empêcher que les animaux soient tués par la circulation sur la route (Jaeger and Fahrig 2004, Polak et al. 2014). C'est une pratique normale dans plusieurs pays en Europe (Luell et al. 2003), incluant la France (Carsignol et al. 2005), la Suisse, les Pays-Bas et l'Allemagne, entre autres; et dans plusieurs états aux États-Unis (par exemple au Vermont).

## Références

- Asgary, A. (2012): Measuring the connectivity of natural areas in the City Biodiversity Index (CBI) using the effective mesh size ( $m_{\text{eff}}$ ). Honour's thesis, Department of Geography, Planning and Environment, Concordia University Montréal. 90 pp.
- Asgary, A., and J. Jaeger (2014). Measuring the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI) using the effective mesh size ( $m_{\text{eff}}$ ). Poster presented at the conference "Partnerships for the Living City: Promoting Urban Biodiversity" at Concordia University in Montreal, QC, March 7, 2014.
- Carsignol, J., V. Billon, D. Chevalier, F. Lamarque, M. Lansiard, M. Owallier, P. Joly, E. Cuenot, P. Thievent, P. Fournier (2005). *Aménagements et mesures pour la petite faune*. Guide technique. Sétra (service d'études techniques des routes et autoroutes). Bagneux Cedex, France.
- Deslauriers, M. (2013). Measuring the connectivity of the greenway network in Southwest Montreal: Scenarios for enhancing the wellbeing of biodiversity and humans. Honour's thesis, Department of Geography, Planning and Environment, Concordia University Montréal. 84 pp.
- Iuell, B., G. J. Bekker, R. Cuperus, J. Dufek, G. Fry, C. Hicks, V. Hlaváč, V. Keller, B. Rosell, T. Sangwine, N. Tørsløv, and B. I. M. Wandall. 2003. *COST 341 - Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. KNNV Publishers, Brussels, Belgium.
- Jaeger, J.A.G., and L. Fahrig (2004). Effects of road fencing on population persistence. *Conservation Biology* 18(6): 1651-1657.
- Koen EL, Bowman J, Sadowski C, Walpole AA (2014). Landscape connectivity for wildlife: development and validation of multi-species linkage maps. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(7): 626-633.
- Polak, T., Rhodes, J.R., Jones, D., Possingham, H.P. (2014). Optimal planning for mitigating the impacts of roads on wildlife. *Journal of Applied Ecology*, 51 (3), 726-734.

# Measuring the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI) using the effective mesh size ( $m_{eff}$ )

Adrienne Asgary & Jochen A.G. Jaeger, Concordia University, Montréal, Dept. of Geography, Planning and Environment, Emails: adrienneasgary@hotmail.com, jochen.jaeger@concordia.ca

## Introduction

Cities can contribute significantly to global efforts to reduce the rate of biodiversity loss. The City Biodiversity Index (CBI) was developed as a tool to evaluate the state of biodiversity in cities and to provide insights for improving conservation efforts. The CBI was proposed at the 9<sup>th</sup> Meeting of the Conference of the Parties (COP-9) to the Convention on Biological Diversity (CBD) by the Minister for National Development of Singapore, Mr. Mah Bow Tan, in May 2008. The National Parks Board of Singapore and the Secretariat of the CBD organized three expert workshops in 2009, 2010 and 2011 in collaboration with the Global Partnership on Cities and Biodiversity. The CBI includes 23 indicators (Tab. 1).

Indicator 2 measures the connectivity of natural areas. The previous method used for this indicator was inconsistent. Therefore, we proposed an improvement that produces more reliable results without compromising practicality in the application of the metric by the cities.

## Research Questions:

- (1) How does the new method for measuring connectivity based on the effective mesh size compare with the previous method (strengths and weaknesses)?
- (2) What are the results for Montréal and Lisbon?

Tab. 1: The 23 indicators of the CBI

- 1: Proportion of natural area
- 2: **Connectivity of natural areas**
- 3: Native biodiversity in built-up areas
- 4-8: Change in number of native species
- 9: Proportion of protected natural areas
- 10: Proportion of invasive species
- 11: Regulation of quantity of water
- 12: Carbon storage and cooling effect of vegetation
- 13-14: Recreational and educational services
- 15: Budget allocated to biodiversity
- 16: Number of biodiversity projects implemented by the city annually
- 17: Existence of local biodiversity strategy and action plan
- 18-19: Biodiversity-related institutions
- 20-21: Participation and partnership in biodiversity projects
- 22-23: Education and awareness projects

**Landscape connectivity** = "the degree to which the landscape facilitates or impedes movement among resource patches" (Taylor et al. 1993).

**Previous method for calculating the connectivity indicator:**  
**IND2** = total area of natural areas that are less than 100 m apart (considered linked), divided by the total area of all natural areas.

**Problems with previous method:**  
**(1) Barriers between patches closer than 100 m (e.g., roads) are neglected.**  
**(2) Intra-patch connectivity is not considered.**

**Suggested method for improvement: effective mesh size ( $m_{eff}$ )** is the probability that two points randomly chosen in a landscape are in the same patch or are considered connected (< 100 m, no major barrier) (Jaeger 2000):

$$m_{eff} = \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2)$$

where  $n$  is the number of groups of linked patches,  $A_i$  is the size of the  $i$ -th group of linked patches (with  $i = 1, \dots, n$ ) and  $A_{total}$  is their total area.

Formula for the example above:

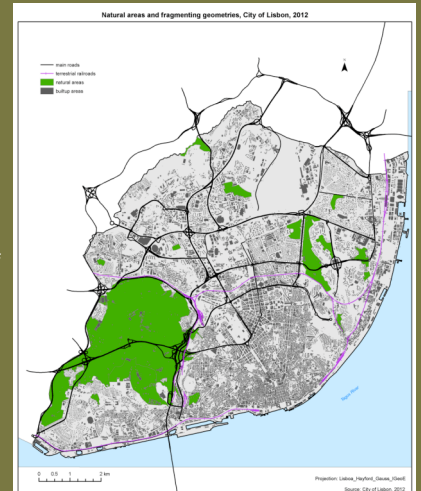
$$IND2 = \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2) = \frac{1}{27 \text{ ha}} (15 * 15 \text{ ha}^2 + 12 * 12 \text{ ha}^2) = \frac{369}{27} \text{ ha} = 13.67 \text{ ha}$$

Interpretation: the average amount of habitat that an individual randomly dropped within habitat patches will be able to access is  $m_{eff} = 13.67 \text{ ha}$ .



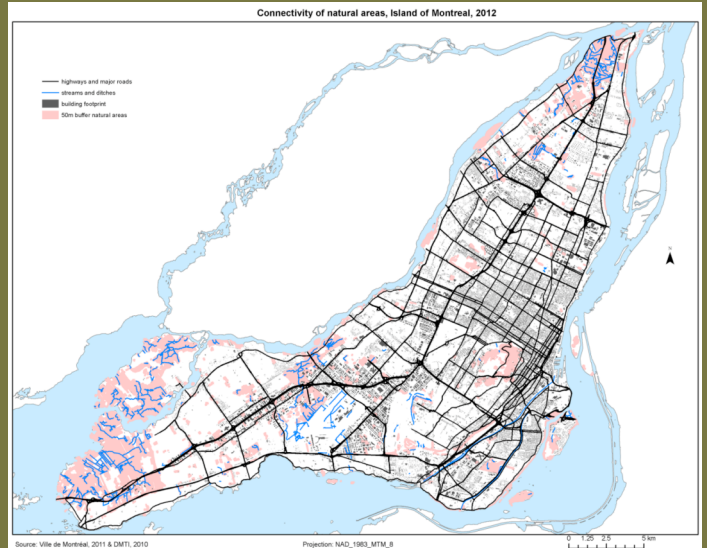
## Method

- The two methods (previous and new) were applied to Montréal and Lisbon and the results compared.
- The contribution of patches smaller than 15 ha to act as stepping stones was assessed.
- Criteria for assessment: ease of calculation, intra-patch connectivity, reliable indication of the development of connectivity.



Right: Natural areas and barriers considered in Lisbon

Below: Natural areas (with 50 m buffer) and barriers considered on the island of Montréal. Sources: City of Lisbon, 2012; City of Montréal, 2011; Can Map, 2010.



## Results

- The new version of the effective mesh size correctly considers intra-patch connectivity and all relevant barriers between patches
- The effective mesh size, i.e., the average amount of natural area an organism has access to (when randomly placed somewhere within habitat patches) is  $m_{eff} = 583.6 \text{ ha}$  for the natural areas in Montréal and  $342.1 \text{ ha}$  in Lisbon.
- Patches < 15 ha significantly contribute to connectivity ( $m_{eff} = 348 \text{ ha}$  when they are omitted in Montréal)

## Contributions

- To improve the connectivity indicator in the CBI to correctly measure connectivity
- A reliable method to monitor connectivity and to help justify actions for biodiversity conservation

## References

Chan, L., Djoghlaf, A. 2009. Invitation to help compile an index of biodiversity in cities. *Nature* 459(33); Jaeger, J.A.G. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15: 115-130; Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 90(1), 7-19.

## Acknowledgements

We thank S. Courcier, J. Roy-LeFrançois, and C. Thiffault from the Direction des grands parcs et du verdissement (Ville de Montréal) for their support and advice for this project and C. Souto-Cruz for permission to use the data from Lisbon.