

---

## BRYOPHYTES DES MURAILLES DU VIEUX-QUÉBEC

Bernard Têtu

*Département de biologie cellulaire, biochimie médicale et pathologie,  
Université Laval, Québec, Canada.*

[bernard.tetu.1@ulaval.ca]

Juan Carlos Villarreal A.

*Département de biologie, Université Laval, Québec, Canada*

[juan-carlos.villarreal-aguilar@bio.ulaval.ca]

Têtu, B., et J.C Villarreal A., 2019. Bryophytes des murailles du Vieux-Québec. *Carnets de bryologie* 24 : 1-5.<sup>1</sup>

*Résumé* – Un inventaire de la diversité bryologique des murailles du Vieux-Québec a permis d'identifier 24 espèces de mousses et une espèce d'hépatique. Parmi ces 25 espèces, 6 étaient présentes dans au moins 4 des zones de récolte, alors que 12 ont été trouvées dans une seule zone. Dix-huit espèces poussaient sur la pierre ou le mortier, alors que 8 ont été récoltées sur le sol au voisinage des murailles, et 4 étaient corticoles. En comparaison avec une étude précédente faite en 1990, nous avons retrouvé moins d'espèces, mais plus de la moitié de celles-ci n'avaient pas encore été signalées. Les différences entre les deux études pourraient s'expliquer en partie par les importants travaux de restauration des murailles ainsi que par les changements urbains liés notamment à la pollution atmosphérique.

*Mots-clés* : bryophytes, Vieux-Québec, murailles.

---

*Abstract* – A bryophyte diversity survey of the Old Quebec City walls produced 24 species of mosses and one species of liverwort. Among those 25 species, 6 occupied at least 4 collecting sites, while 12 were found in only one site. Eighteen species were found growing on stones or mortar, whereas 8 were collected on the ground, close to the walls, and 4 were on tree bark. Compared with an earlier survey (1990), this study reports fewer species, but more than half of these are new occurrences. The differences between the two studies may in part be explained by the important wall restoration work, along with urban changes, especially air pollution.

*Key words*: bryophytes, Old Quebec City, city walls.

---

<sup>1</sup> Manuscrit reçu le 11 mai 2018, accepté le 29 novembre 2018.

### Introduction

En décembre 1985, l'UNESCO reconnaissait le Vieux-Québec comme site du patrimoine mondial, notamment pour ses murailles érigées à partir du 17<sup>e</sup> siècle. La ville de Québec, capitale de la province de Québec, compte 532 000 habitants et occupe une superficie de 454 km<sup>2</sup>. L'arrondissement historique du Vieux-Québec occupe 1,35 km<sup>2</sup> (Ville de Québec, portrait, 2018).

Les quatre saisons sont représentées à Québec, mais l'été est relativement court, alors que l'hiver est plutôt long, la neige demeurant au sol de novembre à avril. L'été est généralement assez humide, et la ville reçoit en moyenne 899 mm de pluie annuellement. En juillet, la température minimale moyenne est de 14 °C, et la température maximale moyenne est de 25 °C. La ville reçoit en moyenne 303 cm de neige annuellement. En janvier, la température minimale moyenne est de -18 °C, et la température maximale moyenne est de -8 °C (Ville de Québec, météo, 2018).

Les murailles de Québec ceignent le cœur de la vieille ville et ont été érigées entre les 17<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles. Elles font partie d'un ensemble architectural de fortifications comprenant près de 4,6 km de murailles, quatre portes, une citadelle et trois tours Martello (Fortifications de Québec, 2018). Les murailles ont cependant connu plusieurs rénovations depuis leur construction, et peu de secteurs sont demeurés dans leur état d'origine. Elles occupent la ville haute et ont été construites sur un cap entouré de falaises sur trois des quatre côtés. Dignard (1990) a dressé un inventaire de leur flore bryologique, en classant les espèces selon leur fréquence. Le présent projet visait à faire un relevé complet des bryophytes croissant le long des murailles de Québec, en précisant leur emplacement exact, leur habitat ainsi que leur fréquence relative. Nos résultats ont été comparés à ceux de Dignard (1990) ainsi qu'à ceux d'autres publications portant sur les bryophytes de divers milieux urbains.

## Méthode

Au cours des étés 2016 et 2017, nous avons réalisé sept visites le long des murailles du Vieux-Québec, qui ont été divisées arbitrairement en 46 zones de récolte (figure 1). Dans le cas de chaque spécimen, nous avons noté l'emplacement exact, en précisant si la plante se

trouvait sur la muraille elle-même ou à proximité, soit au sol ou sur l'écorce d'un arbre. Nous avons également noté si la plante poussait à l'intérieur ou à l'extérieur des murailles.

Les spécimens ont été conservés dans l'herbier personnel du premier auteur.



Figure 1 – Plan des murailles du Vieux-Québec, avec numérotation des zones de récolte. Source des données géographiques : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGrid, IGN et GIS User Community.

## Résultats

Dans le tableau 1, on trouvera une liste des bryophytes identifiées, avec la zone exacte où chaque récolte a été faite le long de la muraille. Les zones de récoltes sont désignées par les numéros figurant dans le plan de la figure 1. Au total, 25 espèces ont été identifiées. Parmi celles-ci, 6 ont été récoltées dans au moins 4 zones, alors que 12 étaient présentes dans une seule zone. Voici les principales constatations que nous pouvons tirer de nos observations :

1. Une seule hépatique a été observée, le *Marchantia polymorpha*, espèce utilisée comme plante modèle dans des études évolutives et génomiques (Bowman *et al.*, 2017). Elle croissait sur le mortier, entre les pierres (figure 2), essentiellement sur le versant extérieur des parties ouest et nord des murailles. Quelques échantillons ont aussi été recueillis sur le sol au voisinage de murets de pierres près de la redoute Dauphine.

2. Les *Bryum*, particulièrement le *Bryum argenteum*, constituent le genre le plus répandu et ont été observés

Tableau 1 – Liste des bryophytes récoltées sur les murailles du Vieux-Québec et à proximité, avec indication du substrat et des zones de récolte.

Phylum	Famille	Espèce	Mur	Sol	Écorce	Zones de récolte
Marchantiophyta	Marchantiaceae	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	X	X		3, 5, 6, 29, 35
Bryophyta	Thuidiaceae	<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M. Fleisch.	X			40, 41
Bryophyta	Amblystegiaceae	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.		X		44
Bryophyta	Brachytheciaceae	<i>Brachythecium acutum</i> (Miitt.) Sull.	X	X		34, 40, 45
Bryophyta	Brachytheciaceae	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp.	X			39
Bryophyta	Pottiaceae	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) P.C. Chen		X		46
Bryophyta	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	X			6, 11, 22, 29, 34, 46
Bryophyta	Bryaceae	<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	X			34, 44
Bryophyta	Bryaceae	<i>Bryum creberrimum</i> Taylor	X			3, 22, 42
Bryophyta	Bryaceae	<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	X			33
Bryophyta	Bryaceae	<i>Bryum</i> sp.	X			1, 2, 3, 4, 29, 30, 40
Bryophyta	Amblystegiaceae	<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S. Kanda	X	X		9, 29, 41, 45
Bryophyta	Ditrichaceae	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	X			34, 41, 44
Bryophyta	Climaciaceae	<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Web. & D. Mohr	X			5
Bryophyta	Funariaceae	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	X			3, 6, 33, 34, 40
Bryophyta	Amblystegiaceae	<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk		X		35, 40, 44, 46
Bryophyta	Hypnaceae	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	X			29
Bryophyta	Meesiaceae	<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	X			30
Bryophyta	Leskeaceae	<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.			X	45
Bryophyta	Orthotrichaceae	<i>Nyholmiella obtusifolia</i> (Schrad. ex Brid.) Holmen & E. Warncke	X		X	20, 43
Bryophyta	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum strangulatum</i> P. Beauv.	X			29, 44
Bryophyta	Mniaceae	<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.		X		29, 34, 35
Bryophyta	Leskeaceae	<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm			X	44
Bryophyta	Leskeaceae	<i>Pseudoleskeella rupestris</i> (Berggr.) Hedenäs & L. Söderstr.			X	20
Bryophyta	Brachytheciaceae	<i>Rhynchostegium serrulatum</i> (Hedw.) A. Jaeger		X		46
Bryophyta	Pottiaceae	<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.	X			40

tout autour des murailles, et uniquement sur la pierre et le mortier. De nombreux échantillons de *Bryum* n'ont pas pu être identifiés à l'espèce, en raison de l'absence de sporophyte mûr. Dans le tableau 1, ces échantillons sont réunis sous le nom « *Bryum* sp. ».



Figure 2 – Le *Marchantia polymorpha* sur le mortier entre deux pierres de la muraille.

3. Le *Funaria hygrometrica* est une autre espèce commune récoltée uniquement sur la pierre et le mortier des versants intérieur et extérieur des murailles (figure 3). Elle était limitée au secteur ouest.



Figure 3 – Le *Funaria hygrometrica* sur la pierre et le mortier de la muraille.

4. Cinq espèces ont été observées sur le sol uniquement, à moins d'un mètre des murailles, soit les *Amblystegium serpens*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Hygroamblystegium varium*, *Plagiomnium cuspidatum* (figure 4) et *Rhynchostegium serrulatum*.

5. Trois espèces ont été trouvées uniquement sur l'écorce d'arbres, principalement des érables (*Acer* spp.), près des murailles : *Leskea polycarpa*, *Pseudoleskeella nervosa* et *Pseudoleskeella rupestris*.



Figure 4 – Le *Plagiomnium cuspidatum* sur le sol adjacent à la muraille.

### Discussion

La seule étude portant spécifiquement sur les bryophytes des murailles du Vieux-Québec est celle de Dignard (1990), qui signalait 40 espèces de bryophytes, dont 6 hépatiques. En comparant cet inventaire au nôtre, on retrouve 10 espèces communes aux deux études (*Marchantia polymorpha*, *Amblystegium serpens*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Bryum argenteum*, *Bryum caespiticium*, *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica*, *Leptobryum pyriforme*, *Plagiomnium cuspidatum* et *Pseudoleskeella nervosa*). Dans la présente étude, nous signalons un moins grand nombre d'espèces (25), mais 15 de celles-ci n'avaient pas été signalées antérieurement. La comparaison des deux études permet de faire certaines observations :

1. Dignard (1990) avait identifié plusieurs hépatiques, soit les *Barbilophozia barbata*, *Conocephalum conicum*, *Frullania tamarisci*, *Marchantia polymorpha*, *Porella platyphylloidea* et *Ptilidium pulcherrimum*. Dans notre étude, seul le *Marchantia polymorpha* a été observé. La faible présence d'hépatiques en milieu urbain avait déjà été signalée par Sabovljevic et Grdovic (2009), qui comparaient de nombreuses études effectuées dans une dizaine de villes européennes; les hépatiques n'y comptaient que pour 10 à 20 % des bryophytes recensées. Une observation similaire a été faite par Aleffi (2015) dans une étude des bryophytes du Vatican. La faible représentation des hépatiques le long des murailles du Vieux-Québec peut s'expliquer au moins en partie par les nombreuses restaurations effectuées depuis la publication de l'étude de Dignard (1990), par les changements climatiques et par l'augmentation de la population humaine et du parc automobile à Québec, qui a probablement contribué à un accroissement de la pollution atmosphérique, laquelle est peu favorable à la croissance des bryophytes en général et des hépatiques en particulier. Sabovljevic et Grdovic (2009) signalaient notamment une faible représentation des hépatiques dans la ville de Belgrade et expliquaient cette situation par les étés chauds et longs et par la dégradation de l'environnement.

2. Nous n'avons pas retrouvé certaines espèces communes signalées sur les murailles du Vieux-Québec dans l'étude de Dignard (1990), tels les *Andreaea rupestris*, *Hedwigia ciliata* et *Polytrichum piliferum*. Nous semblons donc assister à une perte de biodiversité pouvant être liée à l'influence des changements urbains, tel que suggéré par He *et al.* (2016), ou à la pollution atmosphérique, tel qu'évoqué par Bignal *et al.* (2008). Les autres espèces que nous n'avons pas retrouvées et qui sont énumérées par Dignard (1990) sont les suivantes : *Anomodon rugelii*, *Barbula unguiculata*, *Brachythecium campestre*, *Brachythecium populeum*, *Campyllum polygamum*, *Desmatodon obtusifolius*, *Dicranella cerviculata*, *Dicranum flagellare*, *Ditrichum flexicaule*, *Orthotrichum anomalum*, *Paraleucobryum longifolium*, *Plagiopus oederianus*, *Pohlia nutans*, *Racomitrium canescens*, *Schistidium apocarpum*, *Schistidium rivulare*, *Schistostega pennata*, *Tortella tortuosa*, *Tortula ruralis* et *Weissia controversa*.

En conclusion, il est intéressant de constater que la flore bryologique des murailles du Vieux-Québec a évolué au cours des 28 dernières années. Le nombre d'espèces présentes, représentatif de la biodiversité, a diminué, mais un certain nombre d'espèces sont apparues. Parmi celles qui n'ont pas été retrouvées se trouvent un bon nombre d'hépatiques, groupe reconnu pour sa sensibilité particulière aux changements de l'environnement urbain. Il faut cependant aussi noter qu'une étude a récemment démontré que, contrairement aux bryophytes, la couverture lichénique a connu une forte augmentation dans les quartiers centraux de Québec entre 1986 et 2016 (Bergeron *et al.*, 2017). Cette étude n'aborde pas la question de la biodiversité, mais elle semble indiquer que des facteurs différents influent sur le développement de ces deux types de végétation en milieu urbain.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Société québécoise de bryologie pour son soutien financier à la réalisation du projet. Ils souhaitent également remercier M. Marc Favreau, pour ses suggestions éditoriales, ainsi que M. Pierre-Louis Têtu, Ph.D., qui a réalisé la carte de la figure 1.

## Références

- ALEFFI, M., 2015. The bryophyte flora of the Vatican City State. *Cryptogamie, Bryologie* 36 (2) : 155-169.
- BERGERON, C., G. DENIS, R.J. RACINE ET M. LEBLANC, 2017. Les lichens à la reconquête de Québec : retour sur 30 ans d'efforts de dépollution de l'air. Pages 8-13 in *Perspecto, Revue des travaux des essais – Laboratoire d'aménagement du territoire et de développement régional 2016-2017*, École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, Université Laval, Québec.
- BIGNAL, K.L., M.R. ASHMORE ET A.D. HEADLEY, 2008. Effects of air pollution from road transport on growth and physiology of six transplanted bryophyte species. *Environmental Pollution* 156 (2) : 332-340.
- BOWMAN, J.L., T. KOHCHI, K.T. YAMATO, J. JENKINS, S. SHU, K. ISHIZAKI, S. YAMAOKA, R. NISHIHAMA, Y. NAKAMURA, F. BERGER ET [103] COLLABORATEURS, 2017. Insights into plant evolution garnered from the *Marchantia polymorpha* genome. *Cell* 171 : 287-304.
- DIGNARD, N., 1990. Bryophytes from the Old Quebec City walls, Canada. *Evansia* 7 (3) : 47-48.
- FORTIFICATIONS DE QUÉBEC, 2018. <https://www.Pc.Gc.Ca/fr/lhn-nhs/qc/fortifications/decouvrir-discover/natcul1> (consulté le 27 avril 2018)
- HE, X., K.S. HE ET J. HYVÖNEN, 2016. Will bryophytes survive in a warming world? Perspectives in *Plant Ecology, Evolution and Systematics* 19 : 49-60.
- SABOVLEVIC, M., ET S. GRDOVIC, 2009. Bryophyte diversity within urban areas: case study of the city of Belgrade (Serbia). *International Journal of Botany* 5 (1) : 85-92.
- VILLE DE QUÉBEC, PORTRAIT, 2018. [https://www.Ville.Quebec.Qc.Ca/apropos/portrait/quelques\\_chiffres/](https://www.Ville.Quebec.Qc.Ca/apropos/portrait/quelques_chiffres/) (consulté le 27 avril 2018)
- VILLE DE QUÉBEC, MÉTÉO, 2018. <https://www.Ville.Quebec.Qc.Ca/touristes/meteo/index.aspx> (consulté le 27 avril 2018)