

Analyse de l'évolution de la canopée genevoise en milieu urbain

Présentation forum SITG

Mélanie Schneider

Décembre 2025



Sommaire

Contexte

Objectifs

Méthodologie

Résultats

Conclusion

Contexte - Général

- Transformation des surfaces arborées par l'Homme pour ses besoins
 - Développement d'outil de gestion
- LiDAR
 - Télédétection
 - Modèle numérique de canopée
- Canopée urbaine
 - Augmentation des surfaces imperméables
 - Pression croissante sur la biodiversité urbaine



Contexte - Genève



Arbres à Genève

Rôle central dans l'aménagement du territoire

Lien direct avec la biodiversité locale



Stratégie d'arborisation de Genève, mai 2024

Objectif : 30% de canopée en 2070

Pérennisation et amélioration des bienfaits des arbres

Objectifs

1. Développement d'un modèle de croissance

2. Développement d'un modèle de détection

Méthodologie

Couches vectorielles

- Inventaire cantonal des arbres isolés (ICA)
- Modèle numérique de canopée (MNC), 2013, 2017, 2019 et 2023

Logiciels

- Utilisation d'outil et de scripts automatisé sur FME et sur ArcGIS

Sites d'étude

- Urbain : Route du Stand-de-Veyrier, MParc, Plainpalais, Chancy, Longemalle, Acacias, Rue de Veyrier

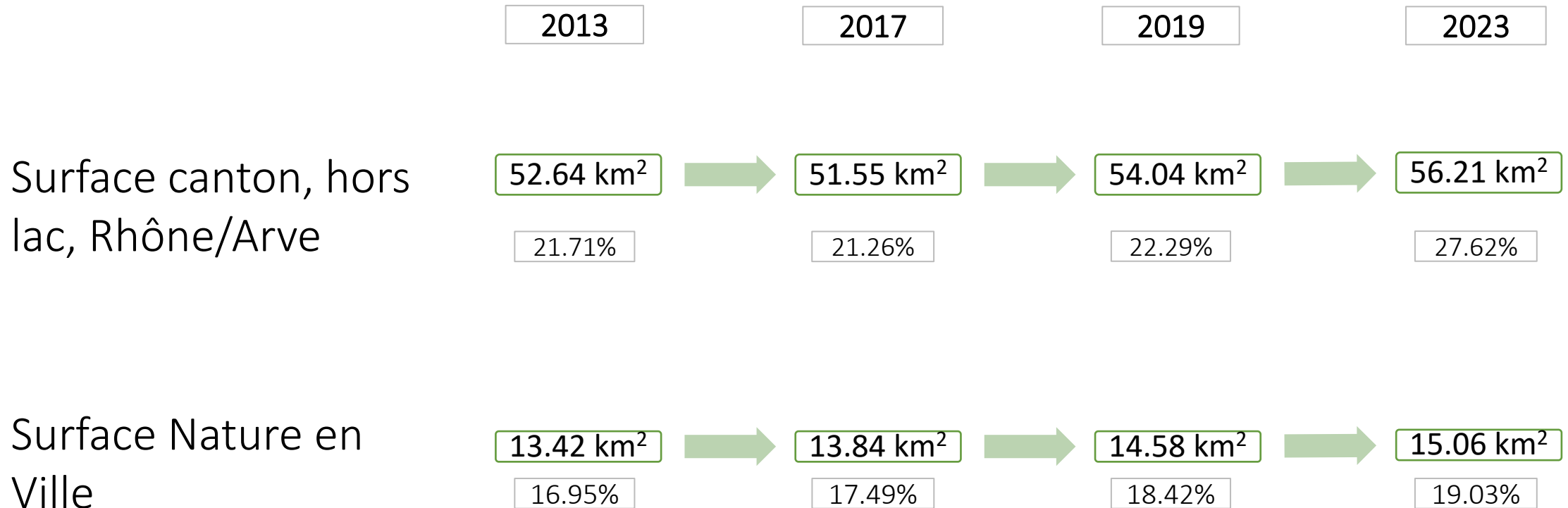
Echantillonnage

- 5 Espèces : *Acer campstre*, *Celtis australis*, ***Platanus xacerifolia***, *Platanus xhispanica*, *Tilia cordata*

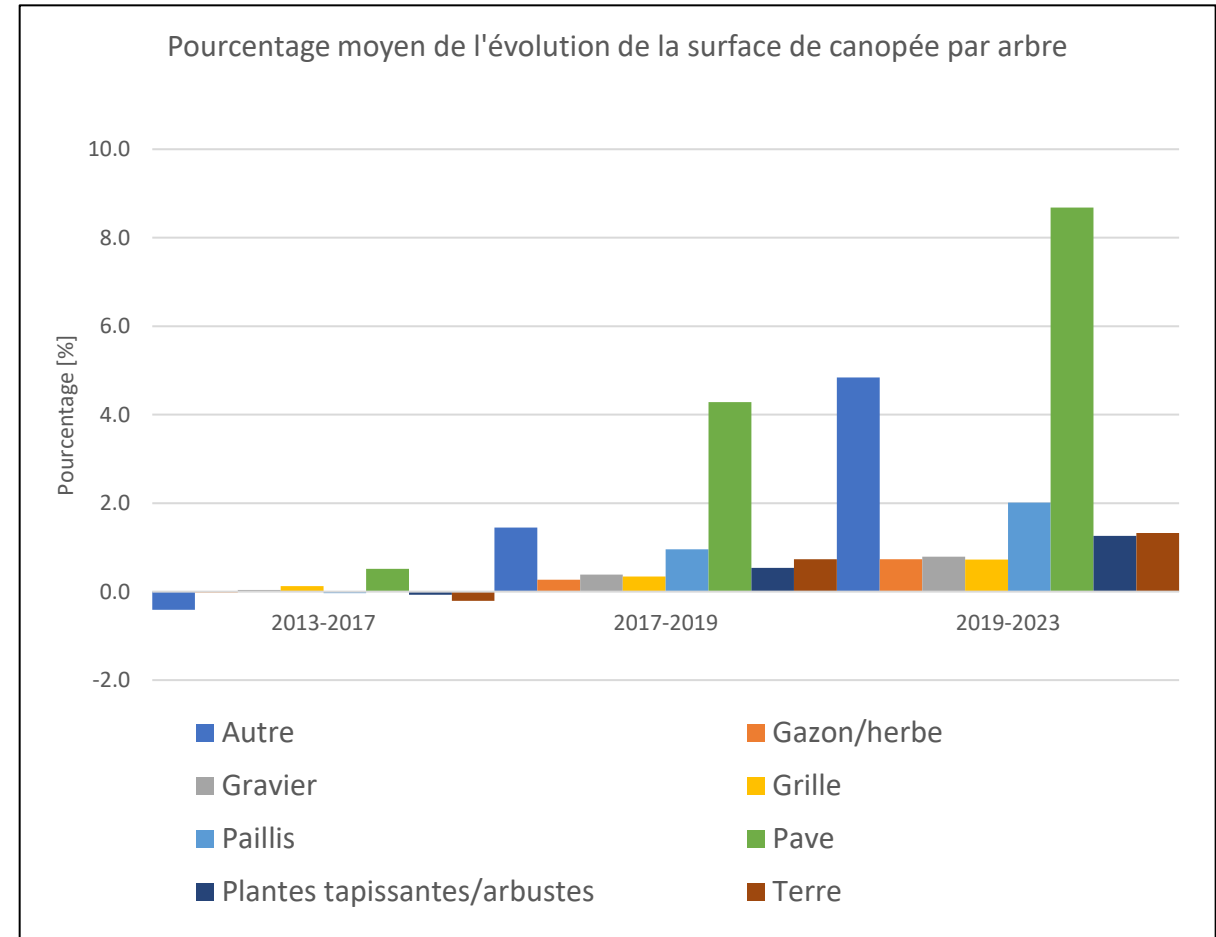
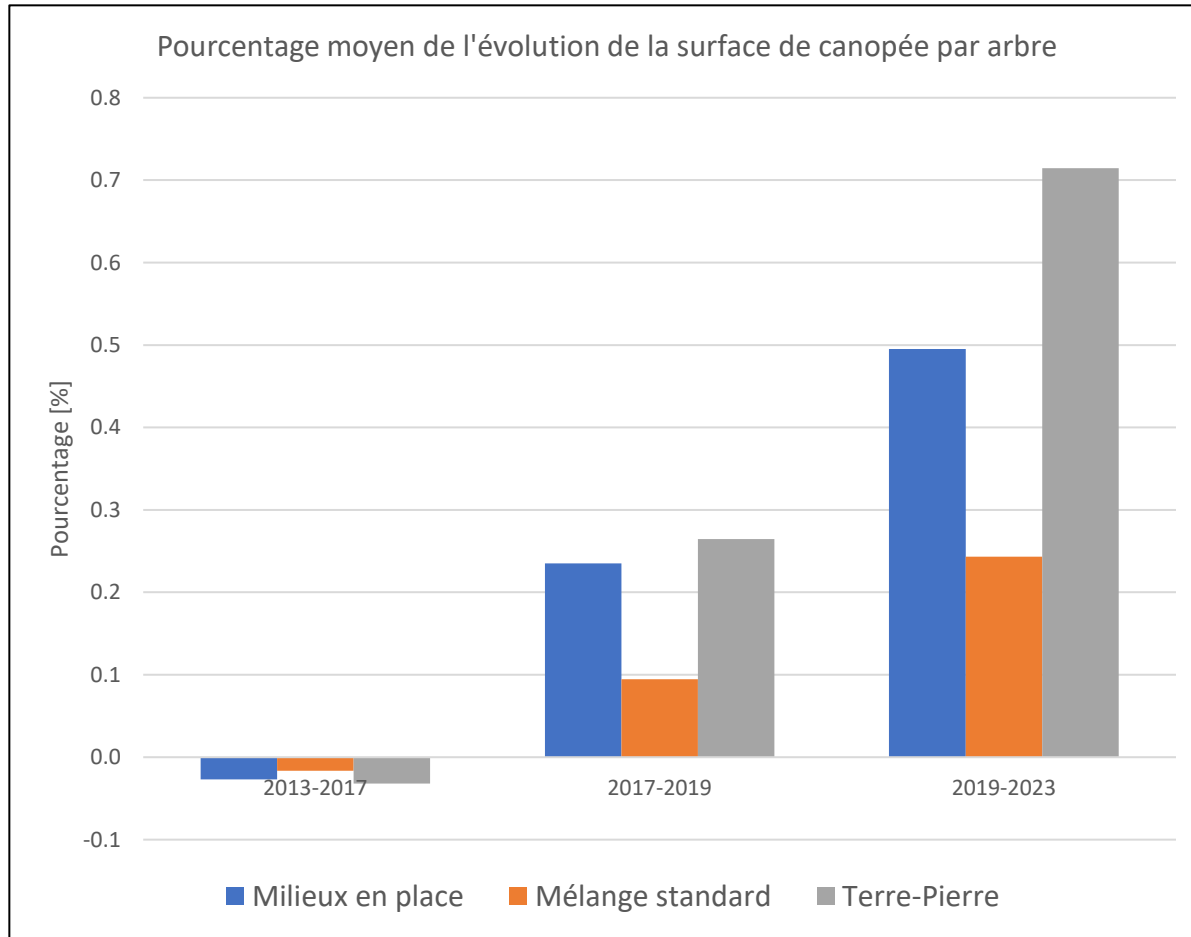
Méthode d'analyse comparative

- Type de sol, type de mélange, intraspécifique

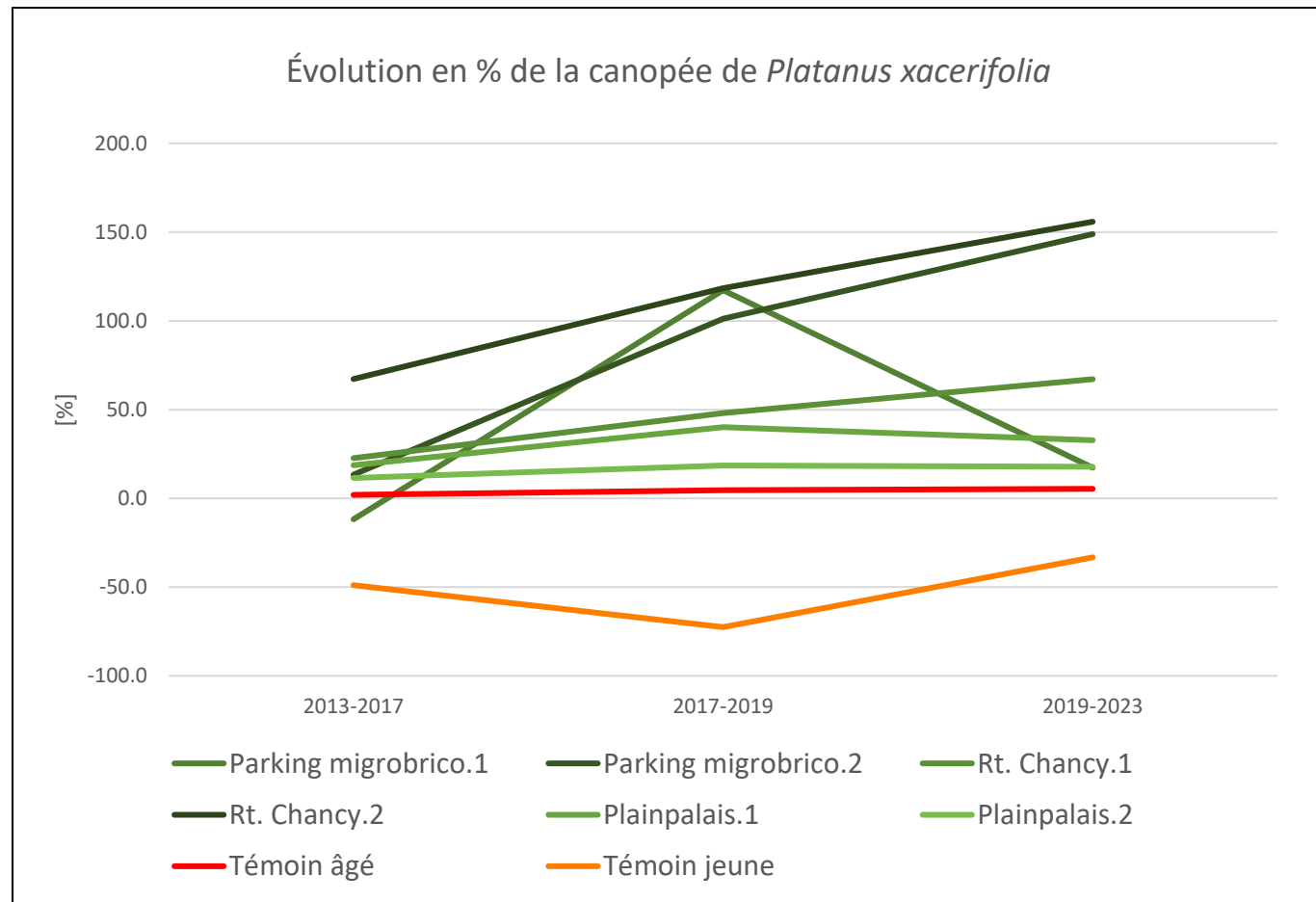
Résultats – Évolution de la canopée



Résultats – Évolution de la canopée

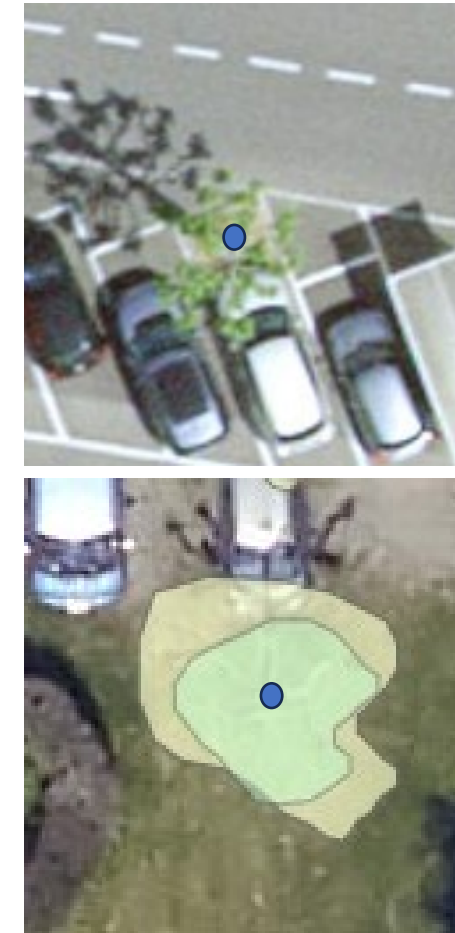
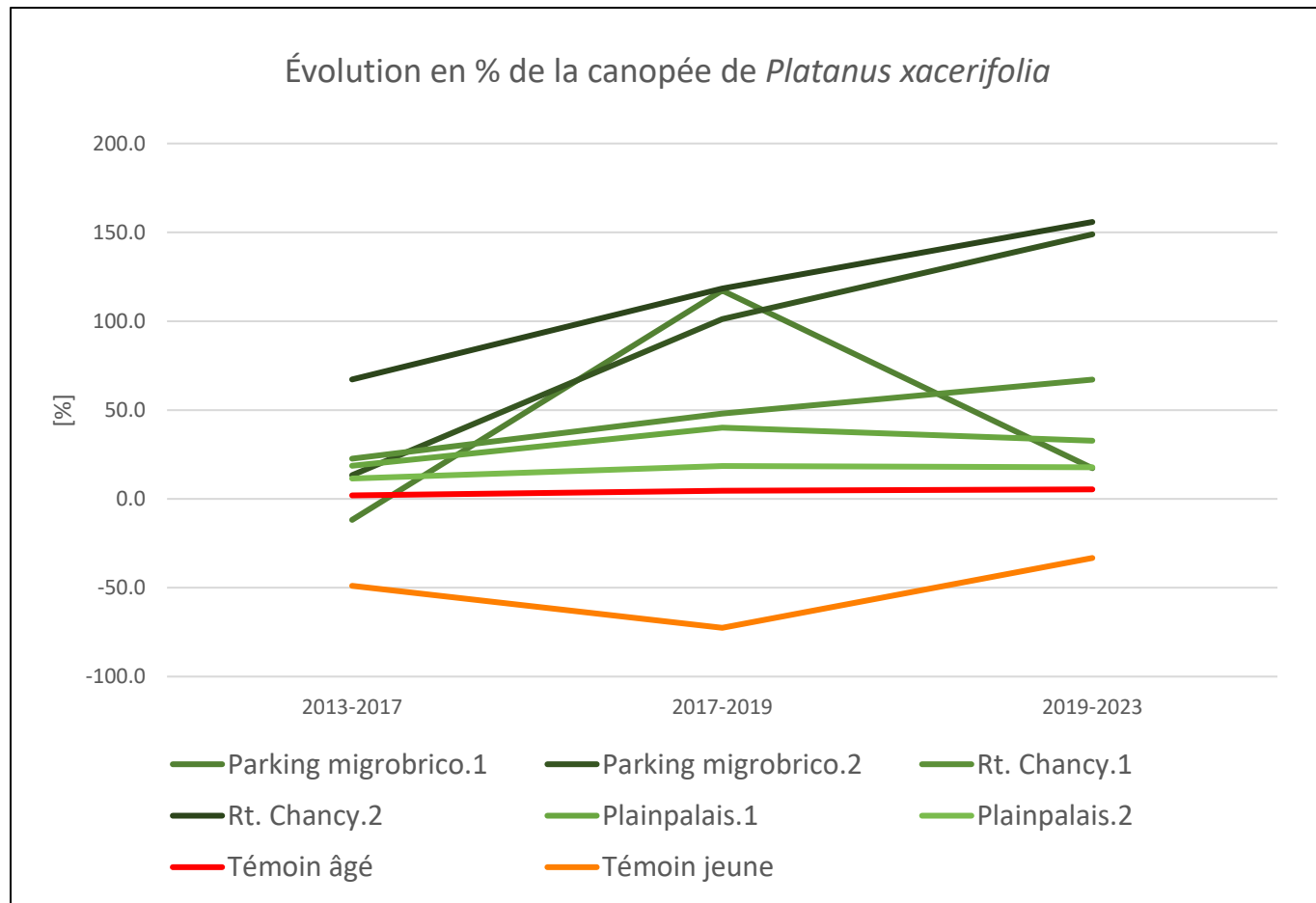


Résultats – Évolution de la canopée



- Arbres non-témoins
 - Plantés entre 2002 et 2005
 - Conduite semi-libre
 - Mélange standard
 - Terre, plantes tapissantes, paillis
- Arbres témoins
 - Plantés en 1812 et 2005
 - Conduite libre et semi-libre
 - Milieu en place
 - Gazon – herbe
- Potentielle taille pour expliquer les pics
- Augmentation "constante"

Résultats – Évolution de la canopée



Jaune: MNC 2017
Vert: MNC 2019

© SITG, 2015

Résultats – Détection des arbres

	année	nb arbres plantés	nb arbres détectés	nb arbres non détectés	% arbres détectés
MNC 2017	2015	938	402	536	43
	2016	855	350	505	41
	2017	515	118	397	23
MNC 2019	2017	515	326	189	63
	2018	376	200	176	53
	2019	544	86	458	16
MNC 2023	2021	1181	603	578	51
	2022	947	437	510	46
	2023	1007	279	728	28

- Taux détection 2ans après plantation : 43% et 63%
 - Taux détection 1an après plantation : 41% et 53%
 - Taux détection l'année de plantation : 16% et 28%
-
- Augmentation de la surface de la canopée
 - Augmentation de la densité de points

Résultats – Détection des arbres

Suivi arbres plantés en 2015

	année	nb arbres plantés	nb arbres détectés	nb arbres non détectés	% arbres détectés
MNC 2017	2015	938	402	536	43
MNC 2019	2015	938	551	387	59
MNC 2023	2015	938	746	192	80

Âge +8 taux de
détection de 80%



Résultats – Détection des arbres

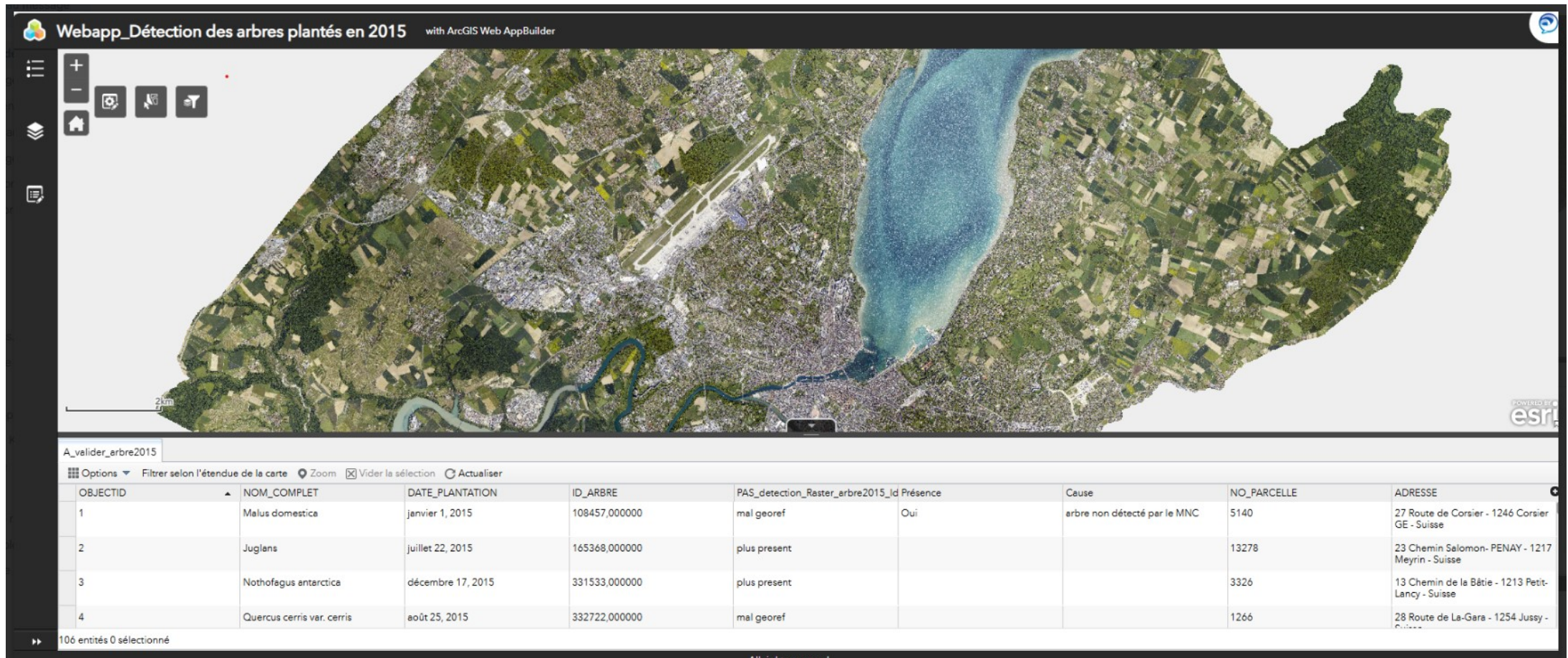
- Causes de non-détection
 - Arbre disparu
 - Mauvaise géolocalisation
 - Arbre présent mais masqué
 - Arbre non-déecté

Âge +8 taux de
détection de
99.9%



Résultats – Détection des arbres

[Webapp Détection des arbres plantés en 2015](#)



Conclusion

- Objectifs atteints
 - Analyse temporelle
 - Détection automatisée
- Limites
 - Qualité des données
- Perspectives
 - Développement d'un outil pour suivre la plantation des arbres subventionnés
 - Actualisation de l'inventaire cantonal des arbres isolés
 - Projet LaserDATA



«Les arbres sont des poèmes que la terre écrit dans le ciel»

Khalil Gibran (1883-1931)



Bibliographie

- Artmann, M., Inostroza, L., & Fan, P. (2019). Urban sprawl, compact urban development and green cities. How much do we know, how much do we agree? *Ecological Indicators*, 96, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.059>
- Artmann, M., Kohler, M., Meinel, G., Gan, J., & Iojă, I.-C. (2019). How smart growth and green infrastructure can mutually support each other—A conceptual framework for compact and green cities. *Ecological Indicators*, 96, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.001>
- Assirelli, A., Romano, E., Bisaglia, C., Lodolini, E. M., Neri, D., & Brambilla, M. (2021). Canopy Index Evaluation for Precision Management in an Intensive Olive Orchard. *Sustainability*, 13(15), 15. <https://doi.org/10.3390/su13158266>
- Bjerke, T., Østdahl, T., Thrane, C., & Strumse, E. (2006). Vegetation density of urban parks and perceived appropriateness for recreation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(1), 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.006>
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis : Forecasting and Control*. Holden-Day.
- Brandtberg, T., & Walter, F. (1998). Automated delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images by multiple-scale analysis. *Machine Vision and Applications*, 11, 64-73. <https://doi.org/10.1007/s001380050091>
- Brown, L. A., Dash, J., Ogutu, B. O., & Richardson, A. D. (2017). On the relationship between continuous measures of canopy greenness derived using near-surface remote sensing and satellite-derived vegetation products. *Agricultural and Forest Meteorology*, 247, 280-292. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.08.012>
- de Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Delmas, B. (2004). Pierre-François Verhulst et la loi logistique de la population. *Mathématiques et sciences humaines*. <https://doi.org/10.4000/msh.2893>
- Francis, J., Disney, M., & Law, S. (2023). Monitoring canopy quality and improving equitable outcomes of urban tree planting using LiDAR and machine learning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 89, 128115. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128115>
- Ginzler, C., & Hobi, M. L. (2015). Countrywide Stereo-Image Matching for Updating Digital Surface Models in the Framework of the Swiss National Forest Inventory. *Remote Sensing*, 7(4), 4. <https://doi.org/10.3390/rs70404343>
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Guinaudeau, B. (2016). *Services écosystémiques des arbres isolés du canton de Genève*. University of Geneva.
- Guo, Y., Zhang, H., Li, Q., Lin, Y., & Michalski, J. (2022). New morphological features for urban tree species identification using LiDAR point clouds. *Urban Forestry & Urban Greening*, 71, 127558. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127558>
- Hanssen, F., Barton, D. N., Venter, Z. S., Nowell, M. S., & Cimburova, Z. (2021). Utilizing LiDAR data to map tree canopy for urban ecosystem extent and condition accounts in Oslo. *Ecological Indicators*, 130, 108007. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108007>

Bibliographie

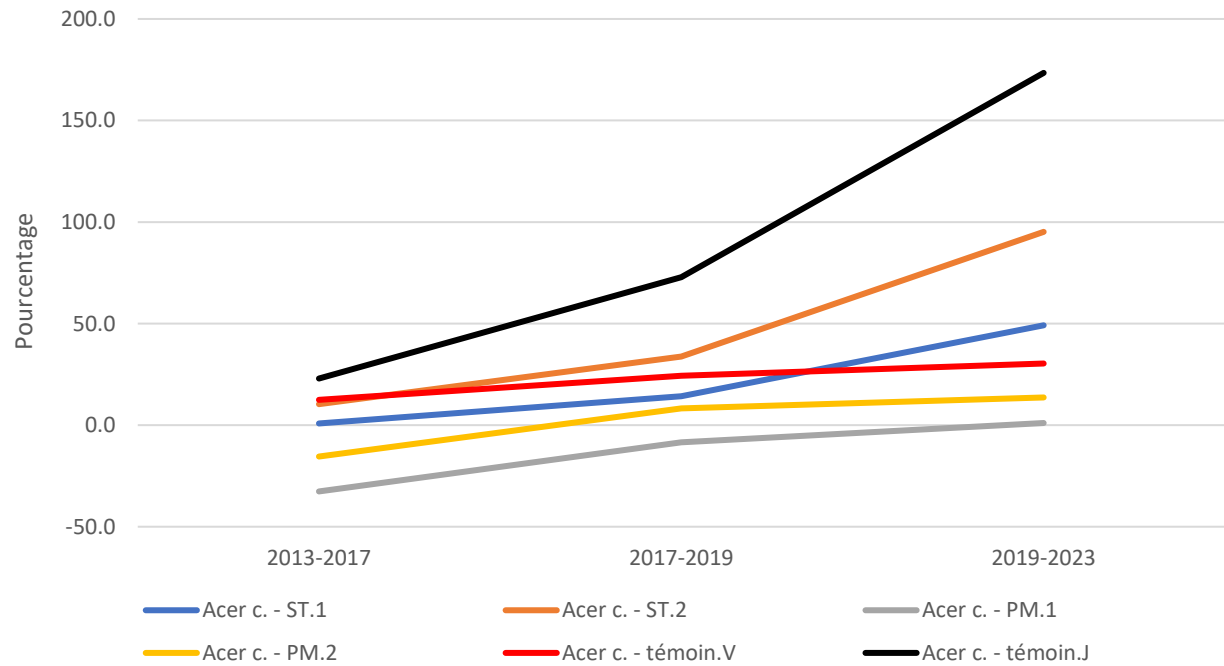
- Heo, H. K., Lee, D. K., Park, J. H., & Thorne, J. H. (2019). Estimating the heights and diameters at breast height of trees in an urban park and along a street using mobile LiDAR. *Landscape and Ecological Engineering*, 15(3), 253-263. <https://doi.org/10.1007/s11355-019-00379-6>
- Jones, H. G., & Vaughan, R. A. (2010). *Remote Sensing of Vegetation : Principles, Techniques, and Applications*. OUP Oxford.
- Kim, M., Park, S., Irwin, J., McCormick, C., Danielson, J., Stensaas, G., Sampath, A., Bauer, M., & Burgess, M. (2020). Positional Accuracy Assessment of Lidar Point Cloud from NAIP/3DEP Pilot Project. *Remote Sensing*, 12(12), 12. <https://doi.org/10.3390/rs12121974>
- Lisein, J., Bonnet, S., Lejeune, P., & Deseilligny, M. (2014). Modélisation de la canopée forestière par photogrammétrie depuis des images acquises par drone. *Revue Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection*, 45-54. <https://doi.org/10.52638/rfpt.2014.7>
- M.A., A., Pozo, J. L., Aguilar, F., García, A. M., Fernández, I., Negreiros, J., & Sánchez-Hermosilla, J. (2010). Application of close-range photogrammetry and digital photography analysis for the estimation of leaf area index in a greenhouse tomato culture. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 38, 5-10.
- Marsaglia, V., Brusa, G., & Paoletti, I. (2023). *Moss as a Multifunctional Material for Technological Greenery Systems*. 8. <https://www.doi.org/10.15274/tpj.2023.08.01.3>(link is external)
- Mcpherson, E., & Van Doorn, N. (2016). *Urban tree database and allometric equations*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35769.98405>
- Michez, A., Huylensbroeck, L., Bolyn, C., Latte, N., Bauwens, S., & Lejeune, P. (2020). Can regional aerial images from orthophoto surveys produce high quality photogrammetric Canopy Height Model? A single tree approach in Western Europe. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 92, 102190. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102190>
- Münzinger, M., Prechtel, N., & Behnisch, M. (2022). Mapping the urban forest in detail: From LiDAR point clouds to 3D tree models. *Urban Forestry & Urban Greening*, 74, 127637. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127637>
- Muscas, D., Fornaciari, M., Proietti, C., Ruga, L., & Orlandi, F. (2023). Tree growth rate under urban limiting conditions. *European Journal of Forest Research*, 142(6), 1423-1437. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01599-0>
- Nadkarni, N. M. (2001). Views from the Top : The Evolution of Forest Canopy Studies. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society*, 51, 253-259.
- Office cantonal de l'agriculture et la nature. (2024). *Stratégie d'arborisation de l'aire urbaine genevoise: Ambition canopée 2070* (p. 44). Département du territoire. <https://www.ge.ch/document/35320/telecharger>
- Omasa, K., Hosoi, F., Uenishi, T. M., Shimizu, Y., & Akiyama, Y. (2008). Three-Dimensional Modeling of an Urban Park and Trees by Combined Airborne and Portable On-Ground Scanning LiDAR Remote Sensing. *Environmental Modeling & Assessment*, 13(4), 473-481. <https://doi.org/10.1007/s10666-007-9115-5>
- Persson, Å., Holmgren, J., & Söderman, U. (2002). Detecting and measuring individual trees using an airborne LiDAR. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68, 925-932.
- Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., & Chopra, K. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being : Synthesis*.

Bibliographie

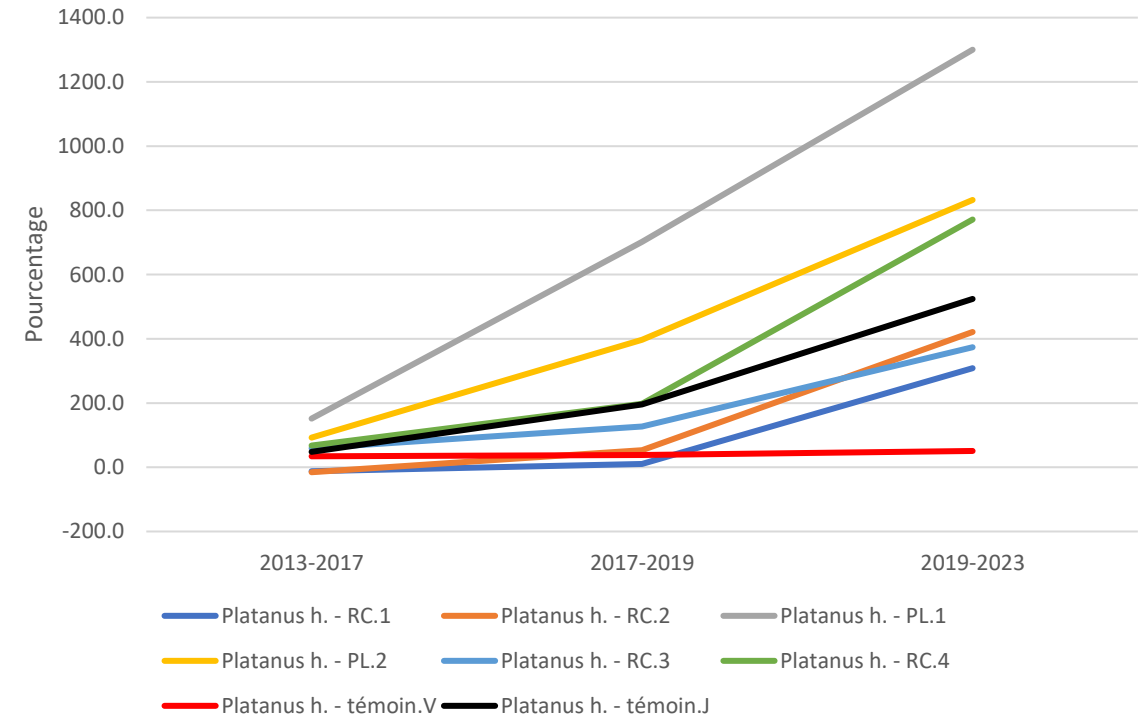
- Soto, G., Lorente, G., Mendoza, J., Báez, E. D., Lorenzo, C. M., Rodríguez, R., Hajari, E., Vicente, O., Lorenzo, J. C., & Baez, E. L. (2020). Growth of pineapple plantlets during acclimatisation can be monitored through automated image analysis of the canopy. *The EuroBiotech Journal*, 4(4), 223-229. <https://doi.org/10.2478/ebtj-2020-0026>
- Stereńczak, K., Kraszewski, B., Mielcarek, M., Piasecka, Ż., Lisiewicz, M., & Heurich, M. (2020). Mapping individual trees with airborne laser scanning data in an European lowland forest using a self-calibration algorithm. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 93, 102191. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102191>
- Turubanova, S., Potapov, P., Hansen, M. C., Li, X., Tyukavina, A., Pickens, A. H., Hernandez-Serna, A., Arranz, A. P., Guerra-Hernandez, J., Senf, C., Häme, T., Valbuena, R., Eklundh, L., Brovkina, O., Navrátilová, B., Novotný, J., Harris, N., & Stolle, F. (2023). Tree canopy extent and height change in Europe, 2001–2021, quantified using Landsat data archive. *Remote Sensing of Environment*, 298, 113797. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113797>
- van Leeuwen, M., Coops, N. C., Hilker, T., Wulder, M. A., Newnham, G. J., & Culvenor, D. S. (2013). Automated reconstruction of tree and canopy structure for modeling the internal canopy radiation regime. *Remote Sensing of Environment*, 136, 286-300. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.04.019>
- Vaz Monteiro, M., Doick, K. J., & Handley, P. (2016). Allometric relationships for urban trees in Great Britain. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 223-236. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.07.009>
- Yazdi, H., Shu, Q., Chen, X., Rötzer, T., & Ludwig, F. (2024). *GroTree -A Novel Toolbox for Simulating and Managing Urban Tree Canopy Growth*.

Résultat – Évolution de la canopée interspécifique

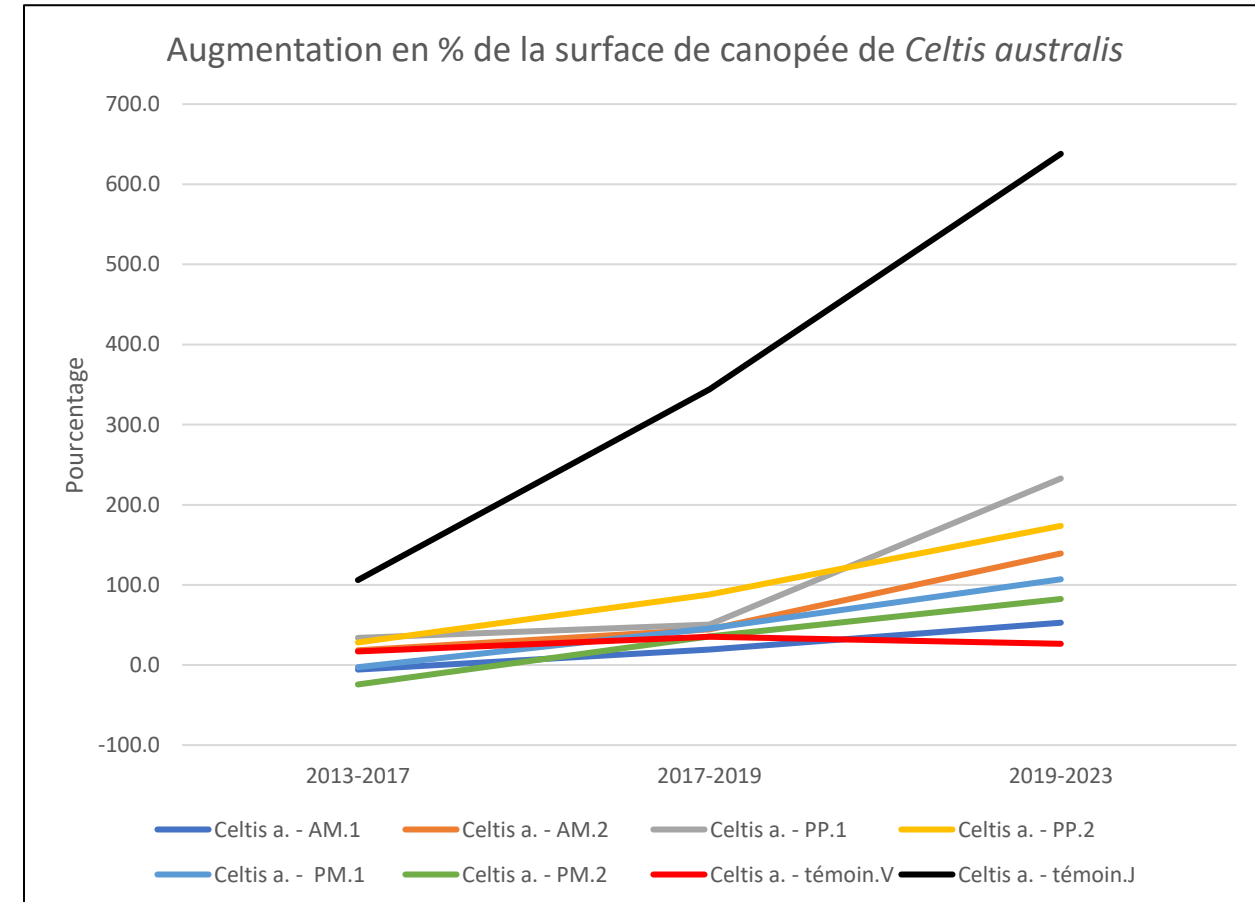
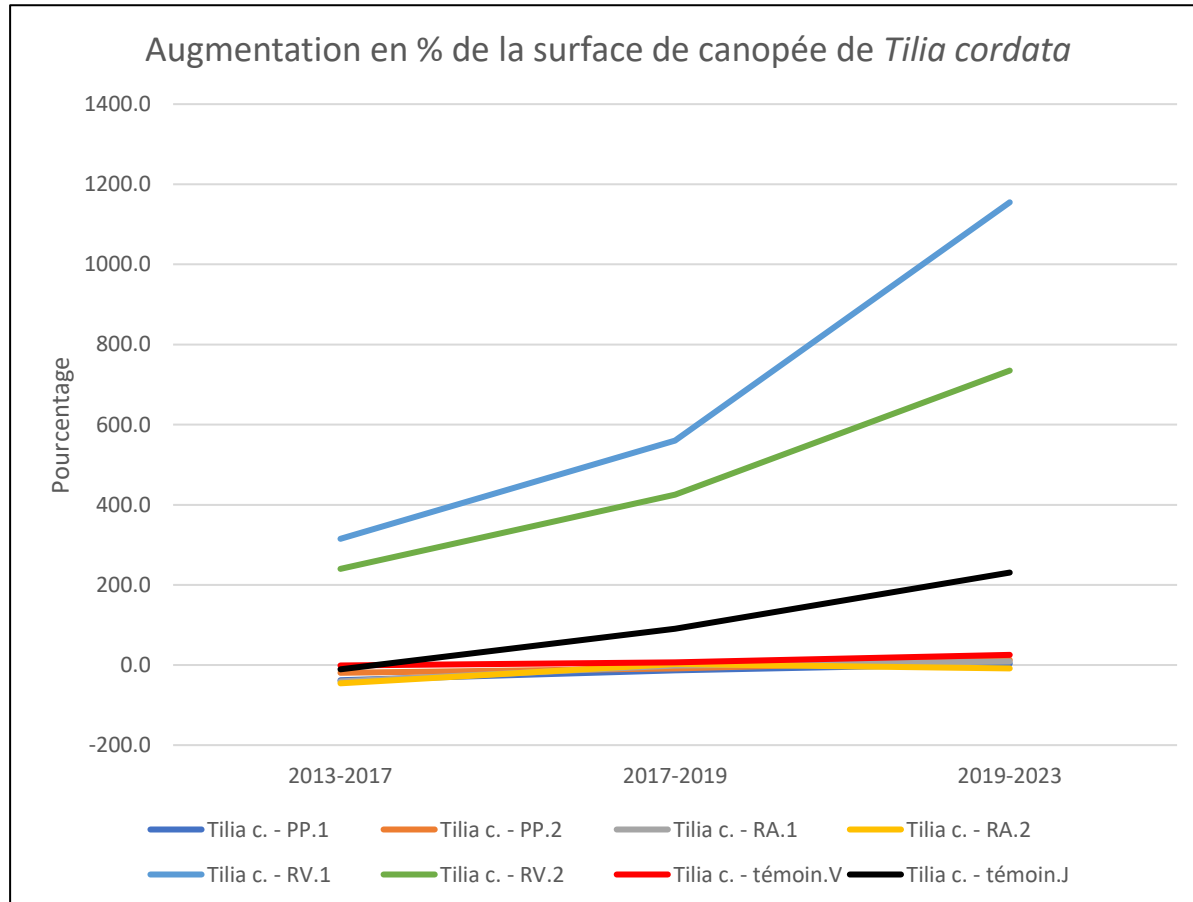
Augmentation en % de la surface de la canopée de *Acer campestre*



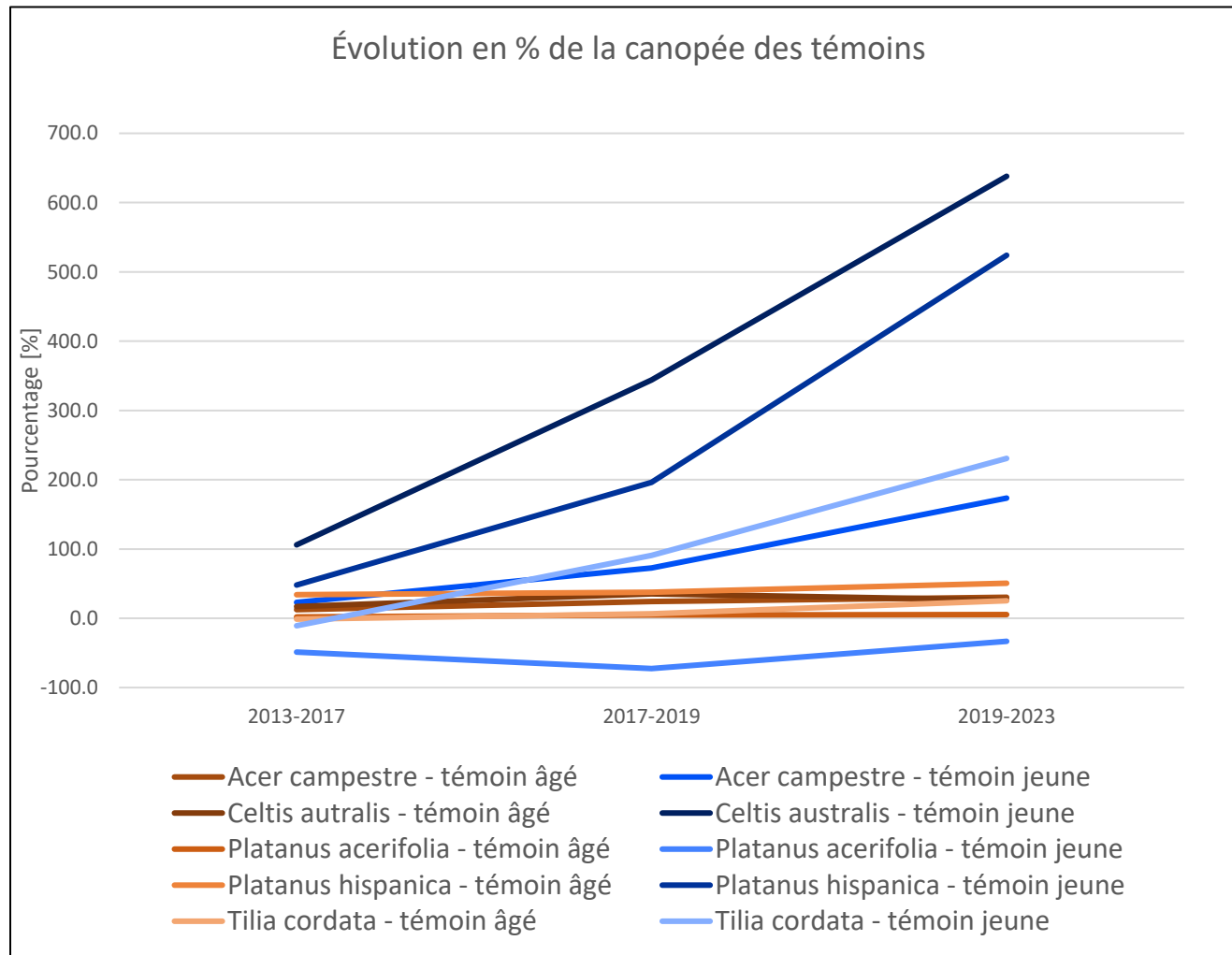
Augmentation en % de la surface de la canopée de *Platanus xhispanica*



Résultat – Évolution de la canopée interspécifique



Résultats – Évolution de la canopée intraspécifique



- Témoins jeunes
 - Plantés entre 2005 et 2012
 - Conduite entre libre et architecturée
 - Milieu en place
 - Gazon - herbe
- Témoins âgés plantés entre 1812 et 1962
- Croissance en continue pour tous les témoins
- Croissance plus forte pour les jeunes

Contexte - Genève

- Arbre
 - Plante vivace
 - Morphologie : Racines, tronc, branches, feuilles/aiguilles
- 239'481 arbres
- 272 genres
- 1'538 espèces



©iStockphoto, 2025

Contexte - Genève

