

L'Observatoire Aérien Canadien de la Biodiversité (CABO)

Le défi: les changements de biodiversité dépassent notre capacité à les mesurer

Nous sommes entrés dans « l'Anthropocène » : une époque caractérisée par la sixième extinction majeure d'espèces, causée par les activités humaines¹. Les changements d'utilisation des terres, les changements climatiques, les invasions biologiques et l'altération des cycles biogéochimiques transforment rapidement et profondément la biodiversité à travers la planète². Cependant, notre capacité à mesurer, comprendre et prédire ces changements de biodiversité à des échelles régionales et globales est fortement contrainte par l'étendue limitée et la lenteur à laquelle les données de biodiversité à haute résolution sont récoltées à l'aide d'inventaires sur le terrain. Par conséquent, d'immenses portions de la biosphère ne peuvent être étudiées, malgré qu'elles subissent l'influence de menaces multiples.

La « spectranomique » : un nouveau paradigme pour l'étude de la biodiversité

Les inventaires de terrain sont et demeureront toujours le standard pour l'acquisition de données à haute résolution de biodiversité. Cependant, de nouvelles approches sont requises pour étudier les changements de biodiversité à des échelles plus larges. Les capteurs satellitaires permettent d'obtenir des indicateurs de biodiversité à des échelles spatiales larges et à haute fréquence^{3,4}, mais la résolution spatiale est trop grossière (i.e. pixels de ~5-30 m de large) pour des inventaires précis et directs de la biodiversité végétale (Fig. 1).

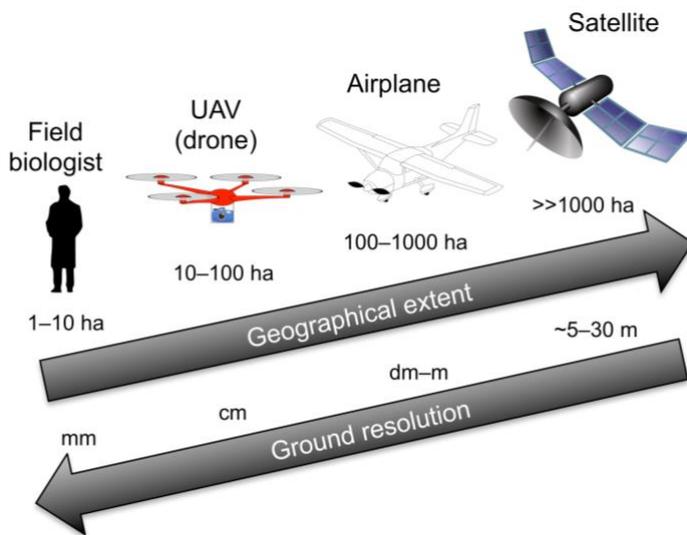


Figure 1. Les quatre approches complémentaires utilisées par l'Observatoire Aérien Canadien de la Biodiversité (CABO) pour mesurer les changements de biodiversité à différentes échelles spatiales. Les inventaires de terrain traditionnels (gauche) permettent une résolution spatiale fine, mais sont lents et coûteux et limités à des petites surfaces. À l'autre extrême, l'imagerie satellitaire (droite) permet la télédétection de la végétation à l'échelle continentale à fréquence élevée, mais la résolution spatiale est trop grossière pour des inventaires directs de biodiversité végétale. Des capteurs hyperspectraux portés par véhicules aériens non-habités (« drones ») et avions permettront à CABO d'acquérir des données de biodiversité végétale à relativement haute résolution à des échelles spatiales beaucoup plus larges que celles permises par les inventaires de terrain.

Une nouvelle technologie qui comble le vide entre les inventaires de terrain et l'imagerie satellitaire est en train de transformer la façon dont les données de biodiversité végétale sont acquises : la « spectranomique aérienne »⁵. La spectranomique utilise des capteurs hyperspectraux portés sur des véhicules aériens habités (avions) ou non-habités (« drones ») afin de capturer des images à haute résolution de la végétation, à partir desquelles les plantes peuvent être identifiées à l'espèce par leur signatures spectrales uniques de réflectance de la radiation électromagnétique solaire dans l'étendue visible jusqu'à l'infrarouge (400–2500 nm)⁶. La spectranomique permet ainsi l'acquisition de données de biodiversité végétale à une résolution spatiale qui se rapproche de celle des inventaires de terrain, mais sur des étendues beaucoup plus larges (Fig. 1).

Le potentiel énorme de la spectranomique est démontré par sa capacité à cartographier la biodiversité végétale d'endroits reculés, inaccessibles et riches en espèces telles que les forêts tropicales Amazoniennes⁷. De plus, étant donné que les signatures spectrales expriment la chimie et la structure des feuilles, la spectranomique permet la télédétection de la biodiversité fonctionnelle, ce qui permet de lier les changements de biodiversité végétales à leurs conséquences pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres et de guider les actions de conservation à l'échelle nationale¹⁰.

Objectif

L'Observatoire Aérien Canadien de la Biodiversité (CABO) implique cinq chercheurs canadiens en biodiversité et en télédétection. **L'objectif principal** est d'étudier et de comprendre les changements de biodiversité végétale à l'échelle du Canada, en utilisant la technologie émergente de la spectranomique⁵. Ce faisant, CABO va révolutionner la façon dont les données de biodiversité végétale sont acquises au Canada et à travers le monde. CABO renforcera d'autres initiatives internationales^{5,11} en spectranomique et positionnera le Canada comme leader mondial en science de biodiversité et de la conservation.

La fondation de CABO : une base de données spectrales des plantes canadiennes

CABO utilisera la spectroscopie à haute-fidélité pour mesurer les signatures spectrales de plantes canadiennes provenant de différents types d'écosystèmes, en utilisant des protocoles standardisés^{12,13}. Cette base de données spectrales sera la fondation de CABO qui permettra d'interpréter l'imagerie aérienne hyperspectrale au niveau de la biodiversité végétale.

L'une des grandes forces de la base de données spectrales de CABO sera sa traçabilité au niveau de l'identification taxonomique des espèces de plantes. Chaque signature spectrale sera associée à un spécimen d'herbier déposé à l'herbier Marie-Victorin de l'Université de Montréal, l'un des plus importants au Canada. Cette base de données de signatures spectrales sera d'une valeur inestimable pour la taxonomie, l'écologie et la télédétection de la végétation, et permettra de nombreuses applications futures de télédétection de la biodiversité végétale basée sur l'imagerie hyperspectrale.

Références

1. Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L. & Brooks, T. M. The future of biodiversity. *Science* **269**, 347–350 (1995).
2. Sala, O. E. *et al.* Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287**, 1770–1774 (2000).
3. Duro, D. C., Coops, N. C., Wulder, M. A. & Han, T. Development of a large area biodiversity monitoring system driven by remote sensing. *Prog. Phys. Geogr.* **31**, 235–260 (2007).
4. Pereira, H. M. *et al.* Essential Biodiversity Variables. *Science* **339**, 277–278 (2013).
5. Asner, G. P. & Martin, R. E. Spectranomics: Emerging science and conservation opportunities at the interface of biodiversity and remote sensing. *Glob. Ecol. Conserv.* **8**, 212–219 (2016).
6. Fassnacht, F. E. *et al.* Review of studies on tree species classification from remotely sensed data. *Remote Sens. Environ.* **186**, 64–87 (2016).
7. Féret, J.-B. & Asner, G. P. Mapping tropical forest canopy diversity using high-fidelity imaging spectroscopy. *Ecol. Appl.* **24**, 1289–1296 (2014).
8. Asner, G. P. *et al.* Airborne laser-guided imaging spectroscopy to map forest trait diversity and guide conservation. *Science* **355**, 385–389 (2017).
9. Jetz, W. *et al.* Monitoring plant functional diversity from space. *Nat. Plants* 16039 (2016). doi:10.1038/nplants.2016.39
10. Kapos, V. Seeing the forest through the trees. *Science* **355**, 347–349 (2017).
11. Zeng, Y., Zhao, Y., Zhao, D. & Wu, B. Forest biodiversity mapping using airborne LiDAR and hyperspectral data. in *2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)* 3561–3562 (2016). doi:10.1109/IGARSS.2016.7729922
12. Asner, G. P. *et al.* Functional and biological diversity of foliar spectra in tree canopies throughout the Andes to Amazon region. *New Phytol.* **204**, 127–139 (2014).
13. Pfizner, K., Bartolo, R., Carr, G., Esparon, A. & Bollhöfer, A. *Standards for reflectance spectral measurement of temporal vegetation plots.* (Supervising Scientist, Australian Government, Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, 2011).
14. McManus, K. M. *et al.* Phylogenetic structure of foliar spectral traits in tropical forest canopies. *Remote Sens.* **8**, 196 (2016).