

ÉTUDE DES DYNAMIQUES INTRA-ANNUELLES DE LA VÉGÉTATION ARBORÉE URBAINE : APPORT DE L'IMAGERIE SATELLITAIRE ET PROTOCOLE DE TERRAIN MIS EN PLACE

Clément BRESSANT¹, Anne PUISSANT¹, Pierre-Alexis HERRAULT¹

¹Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE) - UMR 7362 CNRS, Université de Strasbourg, F-67000 STRASBOURG

Les objectifs thématiques de la thèse sont de :

- ❖ cartographier et suivre la **composition** des arbres en ville, leur **état** et leurs **dynamiques** intra et inter-annuelles (cycles phénologiques, anomalies...)
- ❖ caractériser la strate arborée urbaine par des **attributs structurels** (morphotypes), analyser les agencements spatiaux et leurs dynamiques spatio-temporelles
- ❖ d'un point de vue méthodologique, exploiter la complémentarité spatiale et temporelle des images satellites à haute et très haute résolution spatiale

Les travaux ont démarré à Strasbourg avec la mise en place d'un **protocole d'observation in-situ** des arbres urbains, constitué de plusieurs étapes :

- 1 Choix des individus
- 2 Étape phénologique de la végétation (éch. BBCH)
- 3 Photographies hémisphériques (180°)
- 4 Photographies frontales optiques (RVB)

depuis mi-mars 2022 jusqu'à décembre 2022 (revisite tous les 15 à 30 jours)

Et la constitution d'une base de données **d'images satellites** :

- 5 Série temporelle Sentinel-2 / Planet (en cours)

2 STADES PHÉNOLOGIQUES



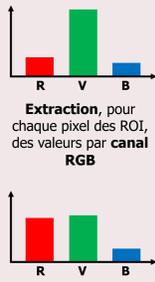
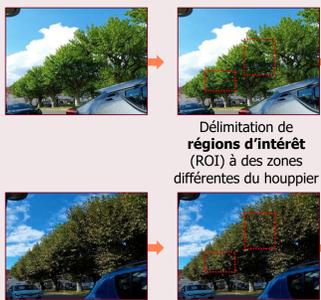
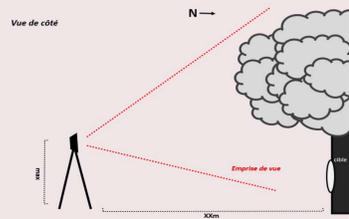
Estimation du **stade phénologique** sur la base du **codage BBCH** des plantes ligneuses simplifié

Stade 1	Débourrement
Stade 2	Début premières feuilles
Stade 3	Fin premières feuilles
Stade 4	Début elongation pousses/tiges
Stade 5	Fin elongation pousses/tiges
Stade 6	Floraison
Stade 7	Début fructification
Stade 8	Fin fructification
Stade 9	Début sénescence
Stade 10	Fin sénescence

4 PHOTOGRAPHIES FRONTALES

Photographie frontale RVB du houppier face au Nord (paramétrage fixe), dans des conditions d'**illumination semblables** et à un **point fixe**

Nécessite un **alignement** des images par détection automatique de **points de correspondance** puis application d'une **disposition** (perspective ou cylindrique) pour obtenir le meilleur composite

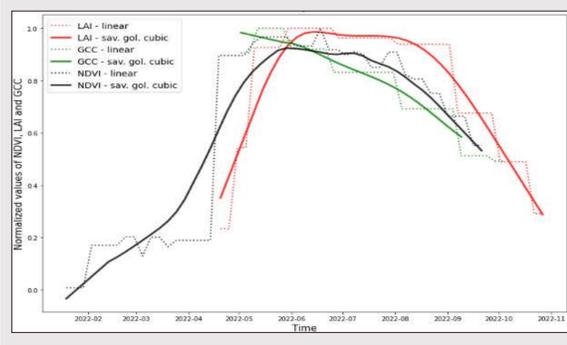


Suppression des pixels de ciel et d'ombrage

Obtention de l'information de la **couleur** du houppier par dérivation du « **Green Chromatic Coordinates** »
= intensité du canal vert par rapport à l'ensemble des canaux RVB

6 PREMIERS RÉSULTATS

Représentation des jeux de données sur l'un des sites verts
Alignement de marronnier commun (*Aesculus hippocastanum*) avenue de la Forêt-Noire, Strasbourg, FRANCE



Production des **courbes phénologiques** (interpolation et lissage Savitzky-Golay)

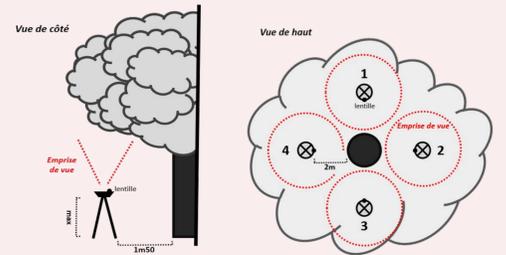
1 CHOIX DES INDIVIDUS



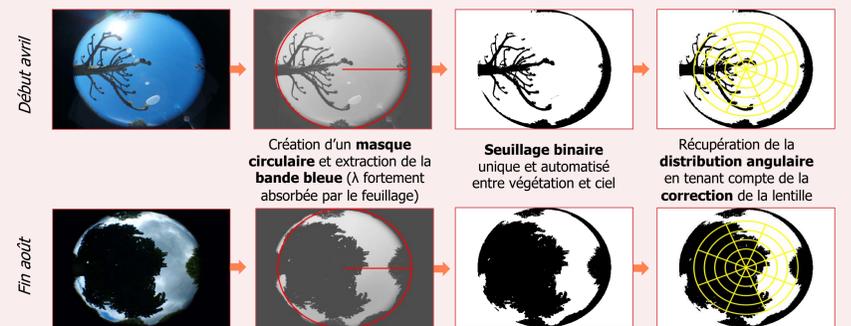
19 sites sélectionnés statistiquement selon **divers critères** à partir d'une base de données de l'EMS
(essence, gradient urbain, port, pied, entretien, agencement...)
sur lesquels plusieurs **relevés et mesures** sont effectués **tout au long de l'année**

3 PHOTOGRAPHIES HÉMISPHERIQUES

Photographie hémisphérique par utilisation d'une **lentille fish-eye 180°** fixée sur un smartphone pour capturer la **fraction d'ouverture de la canopée** (paramétrage fixe)



Acquisitions **autour** (à chaque direction cardinale) et **entre** trois arbres sur chaque site (hors arbres isolés) à des **points et hauteurs fixes**



Obtention de l'information de la **surface foliaire** du houppier par dérivation du « **Leaf Area Index** » effectif (L_e) = la moitié de la surface totale des éléments verts de la canopée par unité de surface horizontale au sol, selon la distribution spatiale des feuilles.

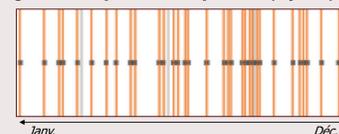
5 SÉRIE TEMPORELLE SENTINEL-2

Choix de la **constellation Sentinel-2** (programme Copernicus de l'ESA) pour trois raisons :

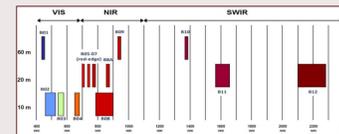
- Une haute **résolution spatiale** (10 et 20 mètres)



- Une grande **fréquence temporelle** (5 jours)



- Une large **gamme spectrale** (13 bandes)



Co-registation des images via la chaîne de traitement Cube-S2 - A2S



Obtention de l'information de **réflectance** puis calcul de différents **indices de végétation** divers :

- Activité végétale et chlorophyllienne
 - NDVI, MSAVI, Cirededge, EVI...
- Activité pigmentaire
 - SIPI, SRPI, Lanthoc, BRI...
- Activité hydrique
 - NDWI, GVM1...



Exemple : NDVI Sentinel-2