

Les micro-forêts urbaines Miyawaki : suivi par drone et bénéfices climatiques

Gilles DROGUE*, Nassima HASSANI*, Luc MANCEAU*, Alizée SCHERER**

Cet article présente les premiers résultats d'un suivi scientifique de micro-forêts urbaines (ou *pocket forests* en anglais) plantées selon la méthode du botaniste japonais Akira Miyawaki sur le territoire messin (quartier *Devant-les-Ponts*). Ce suivi est réalisé dans le cadre d'une contractualisation entre le LOTERR et le service biodiversité et espaces naturels de l'Eurométropole de Metz. L'objectif est d'évaluer l'évolution morphologique du couvert végétal par photogrammétrie aéroportée ainsi que les bénéfices climatiques apportés par la renaturation, en déployant une métrologie fixe et mobile.

Bref historique du projet

La Ville de Metz, en collaboration avec l'Eurométropole, s'efforce de préserver et de développer sa trame verte et bleue (TVB) qui représente actuellement 35% de son territoire. Dans ce contexte et face au défi climatique, deux micro-forêts ont été plantées en forte densité (3 plants/m²) en suivant la méthode Miyawaki¹ dans le quartier de *Devant-les-Ponts* : l'une, appelée « *Forêt des Ponts* », est située sur une ancienne friche militaire de 20 000 m² (site militaire Arsenal III voir figure 2a) ; l'autre appelée « *Sansonnet* » est située sur d'anciennes terres maraîchères (fig. 2a) réhabilitées en écoquartier. La *Forêt des Ponts* fait 8 500 m² environ pour un total de 25 000 arbres et arbustes ; la parcelle 1 a été plantée en mars 2022 avec 32 espèces d'arbres et la parcelle 2 en janvier 2023 avec 30 espèces d'arbre (fig. 2b et 2c). Les parcelles 3 et 4 seront, quant à elles, plantées fin 2024 selon une méthode inspirée des plantations par point d'appui. Dans le parc du *Sansonnet*, ce sont 3 050 arbres et arbustes de 38 espèces dif-

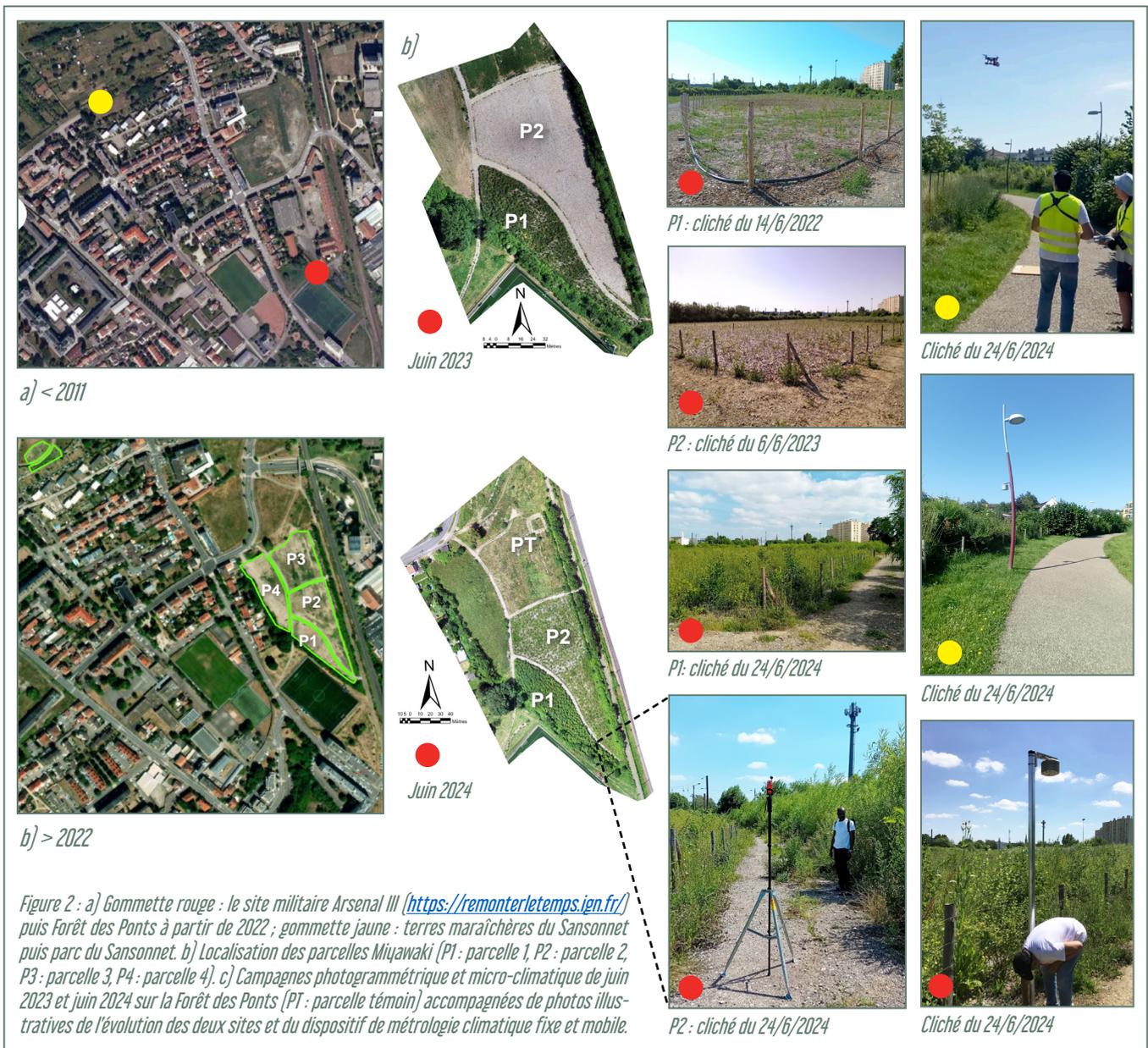
férentes qui sont plantés dans deux parcelles en octobre 2021 sur environ 1 500 m² (fig. 3). Dans les différentes parcelles, la végétation ligneuse est accompagnée d'un paillage au sol qui a vocation à bloquer la compétition herbacée. Un dispositif d'irrigation permet d'alimenter en eau les plants en cas de restriction hydrique.



Fig 1 : Levé au GPS différentiel Trimble sur le site de la *Forêt des Ponts* (6 juin 2023)

* LOTERR, Université de Lorraine, F-57000 Metz, ** Étudiante en 2^e année de master INTER (Intelligence Territoriale) à l'Université de Lorraine.

¹ <https://theconversation.com/microforets-urbaines-que-penser-de-la-methode-miyawaki-156822>



Les objectifs de ces deux micro-forêts sont multiples : captation de CO², refuge pour la biodiversité, création d'un havre de fraîcheur, épuration de l'air, etc. Leur suivi scientifique est planifié sur 5 ans, à raison d'une campagne de mesure annuelle, puis tous les 5 ans. Ce suivi cherche à documenter les services écosystémiques et sociologiques rendus par ces espaces verts.

Exploitation des données aéroportées

Le suivi annuel par drone et caméras embarquées des deux micro-forêts (fig. 2) a débuté en 2023. L'acquisition de données aéroportées a permis la réalisation d'orthoimages de précision centimétrique dans le visible et l'IRT² (fig. 3). La thermographie de la figure 3 montre bien le

rôle modérateur des surfaces végétales évaporantes et de l'ombrage généré par la végétation ligneuse sur la température de surface (parties bleues de l'image). Inversement, les surfaces minérales au sol (béton, bitume, etc.) ou les toitures, en rouge sur la thermographie, sont déjà bien chaudes en milieu de matinée. Or, « la surface du sol pilote en grande partie la température de l'air en l'absence d'advection »³. Ces surfaces minérales, par leur pouvoir stockant, constituent par ailleurs de véritables « batteries thermiques » contribuant à l'îlot de chaleur nocturne.

Des géotraitements ont été appliqués aux orthoimages de 2023 et 2024 à l'aide du logiciel ArcGIS Pro, dans le but d'évaluer quantitativement la progression du verdissement des parcelles et le gain moyen de hauteur

² InfraRouge Thermique (bande spectrale entre 7 et 14 µm).

³ <https://publis.icube.unistra.fr/9-Kast22>

des peuplements ligneux grâce à la production de MNE (fig. 3). La quantité de verdure des parcelles est évaluée par segmentation des images en utilisant le GVI⁴ qui rapporte le nombre de pixels verts au nombre de pixels total que contient chaque parcelle. En juin 2023, soit 15 mois après les plantations, le GVI de P1 s'élève à 79,6%. En juin 2024, soit 2 ans et 3 mois après les plantations, il atteint 87,7%. En juin 2023, 6 mois après les plantations, le GVI de P2 vaut 1% tandis qu'1 an et demi plus tard, en juin 2024, il atteint 81,4%.

La croissance de la canopée « forestière » a été estimée grâce à l'outil « recherche des pics locaux » d'ArcGIS Pro. Les semis de points cotés obtenus en 2024 sont représentés sur la figure 4 pour la Forêt des Ponts. Par différence entre deux dates, il est possible d'estimer la croissance moyenne (gain de hauteur) du peuplement dans une parcelle. Les résultats chiffrés sont les suivants : altitude moyenne en mNGF de P1 en 2023 (2024) : 166,6 m (168,4 m) soit une croissance moyenne de 1,80 m/an ; altitude moyenne en mNGF de P2 en 2023 (2024) : 165,4 m (166,8 m) soit une croissance moyenne de 1,40 m/an. La distribution spatiale des semis n'est pas la même d'une année sur l'autre ce qui traduit le fait que les plants de plus grande taille identifiés par l'algorithme en 2023 ne sont pas forcément ceux identifiés par l'algorithme en 2024. Les deux valeurs de croissance obtenues par extraction automatique sont corroborées par les données de hauteur relevées in situ pour les essences les plus compétitives que sont le saule et l'aulne avec 1,80 m/an pour l'étage dominant dans la placette d'inventaire de P1 et 1,20 m/an pour l'étage dominant dans la placette d'inventaire de P2 (voir figure 4 et Armange, 2024).

Régulation thermique du quartier Devant-les-Ponts

Le suivi scientifique des deux micro-forêts vise aussi à qualifier les ambiances thermiques créées par ces plan-

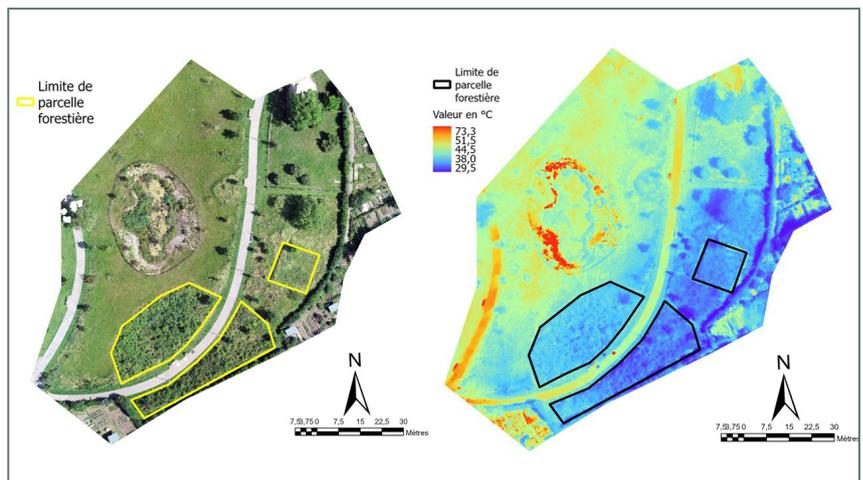


Figure 3 : À gauche : vue aérienne du parc du Sansonnet (précision de l'orthomage : 1 pixel = 1,36 cm avec en jaune : micro-forêts et parcelle témoin). À droite : thermographie du parc du Sansonnet (précision de l'orthomage : 1 pixel = 10 cm). Les images ont été prises le 26 juin 2024 à 10h30 par une journée chaude et ensoleillée.

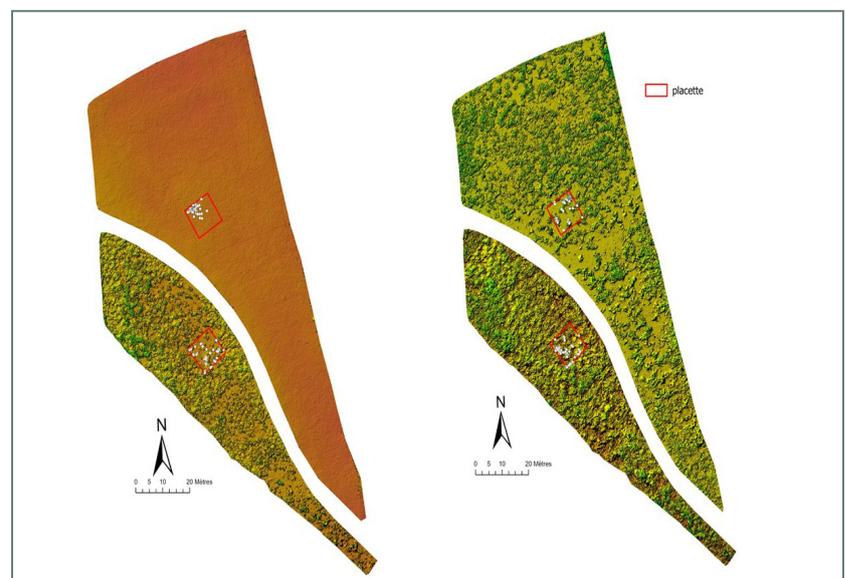


Figure 4 : Représentation en relief ombré des Modèles Numériques d'Élévation (en mNGF) de P1 et P2 (Forêt des Ponts) issus des missions drone de juin 2023 (à gauche) et de juin 2024 (à droite). Précision du MNE : 1 pixel = 1,35 cm. Les placettes d'inventaire forestier sont représentées par un carré rouge. Les ronds blancs sont les 100 pics locaux (altitudes maximales) de chaque placette.

tations. Un protocole expérimental inspiré du projet de recherche CoolParks (AAP Modeval-Urba 2019 de l'Ademe) a été mis au point dans le but de collecter des données météorologiques fixes et mobiles (Scherer, 2024). L'objectif est de répliquer ce protocole expérimental chaque année de manière à pouvoir quantifier, grâce à l'approche BACI⁵, l'impact du développement des micro-forêts sur le climat local et le confort thermique extérieur. Les mesures fixes ont été réalisées à l'aide de sondes de température et d'humidité relative de marque HOBO. Ces sondes sont déposées dans des abris anti-radiation fixés sur candélabre et font des enregistrements en continu (1 donnée/10

⁴ Green View Index. L'algorithme utilisé est décrit dans Li et al. (2015).

⁵ Before-After Control-Impact (Stewart-Oaten et Bence, 2001).

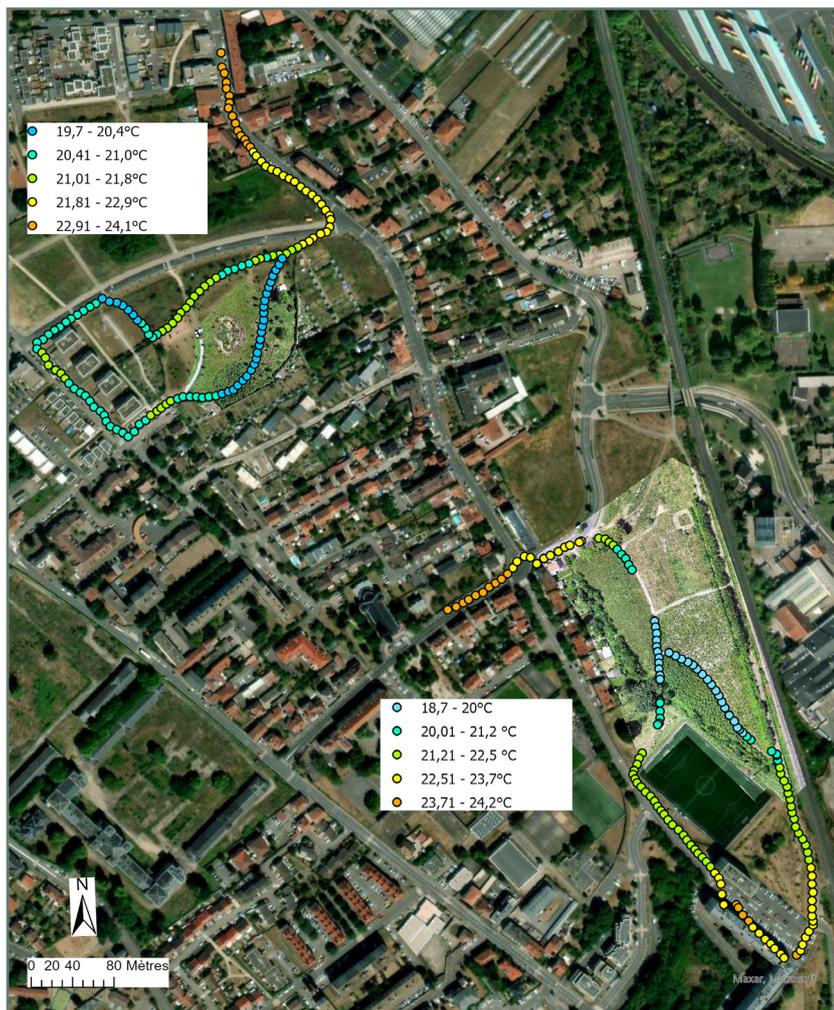


Figure 5 : Mesures mobiles de température réalisées à pied le 24 juin 2024 (parc du Sansonnet, 146 points de mesure) et le 25 juin 2024 (Forêt des Ponts, 144 points de mesure) entre 22h40 et 23h10 à l'aide de la sonde Kestrel 5500 (données issues de Scherer, 2024). Les orthoimages produites en juin 2024 ont été superposées au fond MAXAR 2022.

mn) à 3 m du sol. Pour les mesures mobiles, nous avons utilisé deux mini-stations Kestrel (modèles 5400 et 5500). Le modèle 5400 est doté d'un globe noir permettant de mesurer le stress thermique. Les mini-stations sont fixées sur un monopode de telle sorte que la mesure se fait à 2 m du sol au pas de 5 secondes (cf. figure 2). Les points de confort ont été choisis selon un ensemble de critères visant à optimiser la durée du parcours, à prendre en compte la diversité des environnements, et à assurer une bonne marchabilité. La méthode de recalage des données de température mobiles est décrite dans Scherer (2024). Les traces GPS des transects ont été enregistrées avec l'application MyTracks.

Deux transects traversants les deux micro-forêts en début de nuit sont présentés sur la figure 5. Les relevés ont été réalisés après une journée ensoleillée et relativement chaude. L'évolution spatiale de la température de l'air montre clairement des transitions entre un milieu urbanisé chaud et un milieu végétalisé plus frais. L'écart

entre les deux milieux est significatif et peut atteindre 4 à 5°C en début de nuit.

Synthèse

Les microforêts urbaines de type Miyawaki sont une solution fondée sur la nature produisant rapidement des services écosystémiques. Après quelques mois de croissance, les parcelles du quartier Devant-les-Ponts à Metz ont évolué rapidement en friches ligneuses très couvrantes. Elles permettent la création d'itinéraires de fraîcheur et le développement d'îlots de fraîcheur urbains (IFU) en produisant de l'ombrage en journée et en limitant le piégeage radiatif la nuit.

Remerciements

Au service biodiversité et espaces naturels de l'Eurométropole de Metz, à tous les agents publics ayant facilité la coordination et la réalisation de cette étude et en particulier à ceux du Pôle Tranquillité Publique Sécurité et Réglementation de la ville de Metz ainsi qu'aux étudiants du Master 1 INTER (J. Kouadio) et PPE (V. Poulain) de l'université de Lorraine qui ont apporté leur appui lors des manip' de terrain.

Références

- Armange T., 2024. Suivi scientifique de micro-forêts urbaines et comparaison avec la dynamique naturelle de la végétation. Rapport de stage de 2e année, AgroParis-Tech, 26 p. + annexes.
- Li X. *et al.*, 2015. Who lives in greener neighborhoods? The distribution of street greenery and its association with residents' socioeconomic conditions in Hartford, Connecticut, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, volume 14, Issue 4, pages 751-759.
- Scherer A., 2024. Les micro-forêts Miyawaki : suivi et évaluation de l'impact des micro-forêts sur le rafraîchissement urbain et le paysage végétal. Rapport de stage, Master INTER, Université de Lorraine, Metz, 72 p. + annexes.
- Stewart-Oaten, A. & Bence, J. R., 2001. Temporal and Spatial Variation in Environmental Impact Assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 72(3), 273-295.