

NOS-ARBRES

Synthèse
pour les instances de décision

2016-2018

Porteurs du projet :

Martin Schlaepfer (Université de Genève et GE-21)

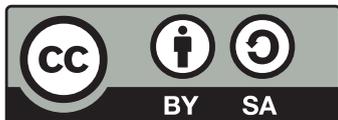
Eric Amos (Plante & Cité Suisse)

Olivier Robert, Service des espaces verts (Ville de Genève)

Avec le soutien du programme G'innove (Ville de Genève)

Citation : Schlaepfer, M.A., B.P. Guinaudeau, O. Robert et E. Amos (2018). Projet NOS-ARBRES - Synthèse pour les instances de décision.

Mise en page et graphisme : Stéphane Kluser (Komplo)



Attribution - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-SA)



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**



**Plante
& Cité
Suisse**
Ingénierie de la nature en ville
Center for landscape and urban horticulture

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

NOS-ARBRES

**Synthèse
pour les instances de décision**

2016-2018

Table des matières

1	Préfaces	4	8.1	Critères de priorisation pour l'accessibilité (300 mètres) aux espaces de détente ...	19
2	Résumé	6	8.2	Déficits biologiques	21
3	Remerciements	8	8.3	Réduction de l'effet îlot de chaleur	22
4	Objectifs du projet NOS-ARBRES.....	9	8.4	Épuration des micropolluants	23
	4.1 Cinq questions du projet.....	9	8.5	Synthèse des zones prioritaires pour des futures plantations	25
5	Méthodologie	10	9	Faudrait-il privilégier de nombreux petits arbres, ou quelques grands ?	29
	5.1 Calendrier et déroulement du projet	10	10	Quelles espèces faudrait-il planter ?	31
	5.2 Périmètre spatio-temporel du projet	10		10.1 Anticiper les changements climatiques	31
	5.3 Choix d'une approche participative.....	10		10.2 Éviter une surreprésentation taxonomique	32
6	Résultats	12	11	Comment améliorer la manière de planter des arbres ?.....	35
	6.1 Vision partagée	12	12	Conclusions et recommandations.....	37
	6.2 Nombre et types d'arbres.....	13	13	Questions de recherche.....	39
	6.3 Services écosystémiques des arbres	14			
7	Est-ce que la Ville et le canton de Genève manquent d'arbres ?	17			
8	Où faudrait-il planter des arbres en priorité ?	19			



Préfaces

En lançant en 2016 le Fonds G'innove, la Ville de Genève a souhaité stimuler l'innovation sociétale sur son territoire. Elle a pris le pari – jugé un peu fou par certain-e-s - que Genève, ses habitant-e-s, ses associations et même son administration pouvaient être capables de créer, d'oser et de mettre en œuvre des projets audacieux pouvant améliorer concrètement la qualité de vie dans notre cité. L'objectif sous-jacent? Construire une ville du 21ème siècle qui soit à la fois moderne, écologique et solidaire. Une ville durable donc, où chacun-e a bel et bien sa place et où il fait bon vivre.

Le projet « NOS-ARBRES » constitue un très bel exemple d'initiative allant dans ce sens. Grâce à une approche participative et la collaboration de nombreux expert-e-s, ce projet inédit – financé de 2016 à 2018 par G'innove - permet de mettre en avant la valeur inestimable du million d'arbres recensés dans notre canton. Car les arbres purifient l'air que nous respirons, atténuent la chaleur urbaine en été, procurent un habitat à de nombreuses espèces vivantes et offrent aux citoyen-e-s de multiples possibilités récréatives et spirituelles. Partout à Genève, les arbres améliorent la qualité de vie et la résilience locale. Ils représentent certainement l'un de nos biens parmi les plus précieux.

En parallèle, la présente étude a l'immense mérite d'apporter des pistes d'actions concrètes à l'administration genevoise. Elle identifie par exemple

plusieurs zones urbaines déficitaires en arbres, auxquelles il s'agira d'être particulièrement attentif-ve-s dans les années à venir si l'on entend garantir à toutes et tous une qualité de vie égale. En lien avec le réchauffement climatique, elle offre également des recommandations importantes concernant les types, les espèces et les essences d'arbres à planter selon les lieux, ainsi que la meilleure manière de procéder.

Avec cette étude, les instances de décision jouissent désormais d'un document de référence pour guider leurs actions en matière de végétalisation. Il s'agira d'en faire bon usage et de travailler de manière intelligente non seulement pour le bien-être de la population actuelle mais également pour celui des générations futures.



Sandrine Salerno

Conseillère administrative en charge du développement durable pour la Ville de Genève

Les arbres et Genève, une longue histoire de passion marquée par l'embellissement de la ville, la constitution de collections dendrologiques remarquables et la création de magnifiques parcs au 18^{ème} et 19^{ème} siècle. Plus tard, elle s'est poursuivie par l'engagement de citoyens pour la préservation des arbres dans les années septante formalisée par l'élaboration d'outils légaux innovants et par l'investissement dans la connaissance et la gestion du patrimoine arboré genevois au travers de l'inventaire cantonal des arbres (ICA) et la mise en valeur des arbres remarquables.

Le projet «NOS-ARBRES» s'inscrit dans cette passion des habitants, chercheurs, experts, politiciens genevois pour l'arbre, sa préservation et son enrichissement.

Fruit d'un travail de concertation et basé sur l'utilisation des nouvelles technologies d'acquisition d'image aérienne et de traitement des données, «NOS-ARBRES» rappelle opportunément l'importance des arbres pour la qualité de vie des Genevois qu'il importe d'assurer par leur protection.

Menés en parallèle à l'élaboration de la stratégie biodiversité Genève 2030, ses résultats ont influencé cette dernière et se retrouvent dans la vision formulée dans cette stratégie, à savoir la volonté d'assurer « **qu'en 2030, le canton abrite un patrimoine arboré de haute valeur pour la biodiversité grâce**

à une diversité de taille et d'âge des arbres, à la campagne comme en ville. L'urbanisation prévoit suffisamment de place pour renouveler les grands arbres. Les propriétaires et gestionnaires des espaces arborés sont soutenus dans leurs efforts pour maintenir les arbres remarquables et les sujets âgés». (Stratégie Biodiversité Genève 2030, État de Genève, janvier 2018).

Ce projet confirme le bien fondé des actions actuelles. Il fournit des pistes pour orienter les choix techniques, administratifs et politiques afin de garantir dans la durée la présence de suffisamment d'arbres à Genève. Pour cela, l'enjeu majeur consiste à garantir suffisamment d'espace pour les arbres qui nécessitent, rappelons-le, de disposer d'au minimum 100m³ de terre pour un développement adéquat. Ainsi, nos arrière-arrières petits-enfants pourront bénéficier d'exemplaires aussi remarquables que ceux plantés par nos prédécesseurs au 19^{ème} siècle et, à l'instar de tous les habitants de la Genève du 22^{ème} siècle, des services écosystémiques garants de leur qualité de vie.

Patrik Fouvy

Directeur du service du paysage et des forêts
DGAN – DT

Résumé

Il existe plus d'un million d'arbres sur le canton de Genève dont environ la moitié se trouve hors forêts. Le projet NOS-ARBRES (2016-2018) analyse ce patrimoine dans le but d'identifier ses forces, ses faiblesses, ainsi que les menaces et les opportunités pour sa gestion future. En particulier, il recommande des zones prioritaires dans chaque commune pour des futures plantations dans une optique de durabilité et de résilience face aux changements climatiques.

Le projet NOS-ARBRES a été mené de manière participative afin de renforcer l'intelligence collective, la crédibilité du résultat et une meilleure acceptabilité de ses conclusions. Quatre institutions (hepia, UNIGE, Ville de Genève, République et canton de Genève) et plus de 80 participants, issus des milieux académiques, de bureaux privés et de la société civile, ont contribué à définir une vision partagée du projet, ses objectifs, sa méthodologie et à valider son rapport final.

Un faisceau d'indices indique que Genève manque actuellement d'arbres. Le pourcentage du sol ombragé par les arbres sur le canton (sans le lac) est actuellement de 21%. Il serait vraisemblablement dans l'intérêt du bien-être des habitants du canton d'augmenter l'ombrage jusqu'à 25%, au moins, d'ici 2050. Cet objectif peut être atteint si globalement le

patrimoine arboré existant est entretenu de manière à augmenter la surface moyenne de chaque arbre de 5%, et si chaque commune plante annuellement, sur les 15 prochaines années, 80 nouveaux arbres (avec des futures couronnes de 8m minimum) et 20 futurs très grands arbres (diamètre de couronne de 21m).

Les arbres à Genève contribuent principalement à la détente, à la connectivité biologique, à l'atténuation des îlots de chaleur et à l'épuration des microparticules dans l'air. Des indicateurs pour ces services ont été cartographiés, ce qui a permis d'identifier des zones « prioritaires » pour la plantation de futurs arbres. Ces surfaces se retrouvent dans toutes les communes mais surtout dans les quartiers de Plainpalais-Jonction, des Pâquis et dans le périmètre du projet Praille-Acacias-Vernets.

Une analyse des contraintes à la plantation (réseaux souterrains et foncier) permet de cibler les parcelles les plus à même de potentiellement accueillir des arbres supplémentaires sur le foncier public, mais elle met aussi en lumière les espaces limités. Une augmentation de la couverture arborée dans les zones prioritaires passera donc aussi par des incitations à planter des arbres chez les particuliers et ainsi que dans les grands projets et les concours d'aménagement.

Une analyse financière coût-bénéfice n'a pas abouti, faute de données sur la survie des arbres, leur taux de croissance, et le coût direct engendré par leur plantation et leur gestion. La littérature indique que, typiquement, un arbre génère un surplus net (en valeur de services rendus) 10-20 ans après sa plantation. Les grands arbres (>20m hauteur) sont particulièrement utiles et appréciés.

Les arbres sont potentiellement vulnérables à la densification de la ville (diminution d'arbres au sein des « grands projets » urbains), aux nouvelles maladies, à un changement du climat et une accentuation de l'effet d'îlot de chaleur urbaine. Des pistes potentielles pour se prémunir partiellement contre la perte dramatique des services écosystémiques issus des arbres existents : exiger 25-30% de surface arborée dans les grands projets urbains; améliorer les conditions de plantation ; choisir des espèces et variétés méridionales capables de survivre dans un climat plus chaud et sec.

Bien géré, le patrimoine arboré peut contribuer à une bonne qualité de vie. Il mérite par conséquent de faire partie intégrante de l'aménagement du territoire. Un plan de gestion (« plan canopée ») devrait être établi de manière participative (citoyens et spécialistes) et mis à jour régulièrement.



Remerciements

Ce projet a été codirigé par Martin Schlaepfer (Université de Genève et GE-21), Olivier Robert (Service des espaces verts de la Ville de Genève) et Eric Amos (Association Plante & Cité Suisse). Le projet a été administré par l'Université de Genève. Nous remercions la Ville de Genève pour son soutien annuel de 25'000.- par le biais du fond G'innove ainsi que la mise à disposition de ses locaux pour la conférence de restitution finale ; l'État de Genève pour son soutien à l'organisation d'ateliers et de conférences (4'000.-), l'Université de Genève pour son soutien au fonctionnement de GE-21 et l'hepia pour la mise à disposition de salles lors des ateliers participatifs et autres présentations (« La place de l'arbre en ville », le 27 avril 2017, et « Planter la rue », le 30 novembre 2017). Nous remercions en particulier Benjamin Guinaudeau (GE-21) pour ses contributions essentielles au contenu de ce document. Olga Villarrubia (Etat de Genève), Alan Drieberg (Ville de Genève) et Nicolas Amann (Atelier Nature Paysage) ont donné des retours détaillés et constructifs sur des versions antérieures de ce rapport.

Ce rapport est le fruit d'un effort collectif. Nous remercions les personnes suivantes pour leur participation active aux conférences, au débat, aux ateliers, et groupes de travail dans le cadre du projet NOS-ARBRES (par ordre alphabétique):

Nadine ALLAL , Nicolas AMANN, Eric AMOS, Foteini ARPATZOGLOU, Bertrand VON ARX, Jean BARTH, Philippe BASTING, Roger BEER, Aline BLASER, Aurélie BOISSEZON, Thomas BOLOGNESI, Nicolas BORZYKOWSKI, Cédric BOUVIER, Hugo CAMPI, Nicola CANTOREGGI, Victorine CASTEX, Lionel CHABBEY, Olivier CHATELAIN, Gottlieb DANDILKER, Olivier DESSAMBRE, Laura DIAS, Emmanuelle DOMINIK, Alan DRIEBERG, Alain DUBOIS, Alain ETIENNE, Juliet FALL, Bertrand FAVRE, Andrea FINGER-STICH, Dominique FLEURY, Daniel FRIEDLI, Marie FOURNIER, Jean-Pascal GILLIG, Gregory GIULIANI, Benjamin GUINAUDEAU, Jesse HASTINGS, Yves HAUSSER, Charlène HEINIGER, Pierre JAILLET, Alison LACROIX, Céline LAVY, Jean-Yves LE BARON, Anthony LEHMANN, Sylvia LEUENBERGER, Pascal MARTIN, Joëlle MASSY, Christian MEISSER, Yves MICHELENA, Mathieu MIGEON, Florian MOMBRIAL, Gilles MULHAUSER, Beat OERTLI, Caroline PAQUET-VANNIER,

Sophie PASCHE, Robert PERROULAZ, Philippe POGET, Filipe POHLMANN GONZAGA, Damien REGENASS, Olivier ROBERT, Michaël ROSSELET, Ervan RUTISHAUSER, Arthur SANGET, Marianne SCHALLER, Martin SCHLAEPFER, Alicia TANNER, Vanna TATTI, Jacques THIEBAUD, Sophie VALLEE, Nicolas VARIDEL, Olga VILLARRUBIA, Jacques VOEFFRAY, Geraldine WÄLCHI, Fabien WEGMULLER, Marcos WEIL, Lukas WELKER, Nicolas WYLER, Hélène WYSS, et Candice YVON.

Objectifs du projet NOS-ARBRES

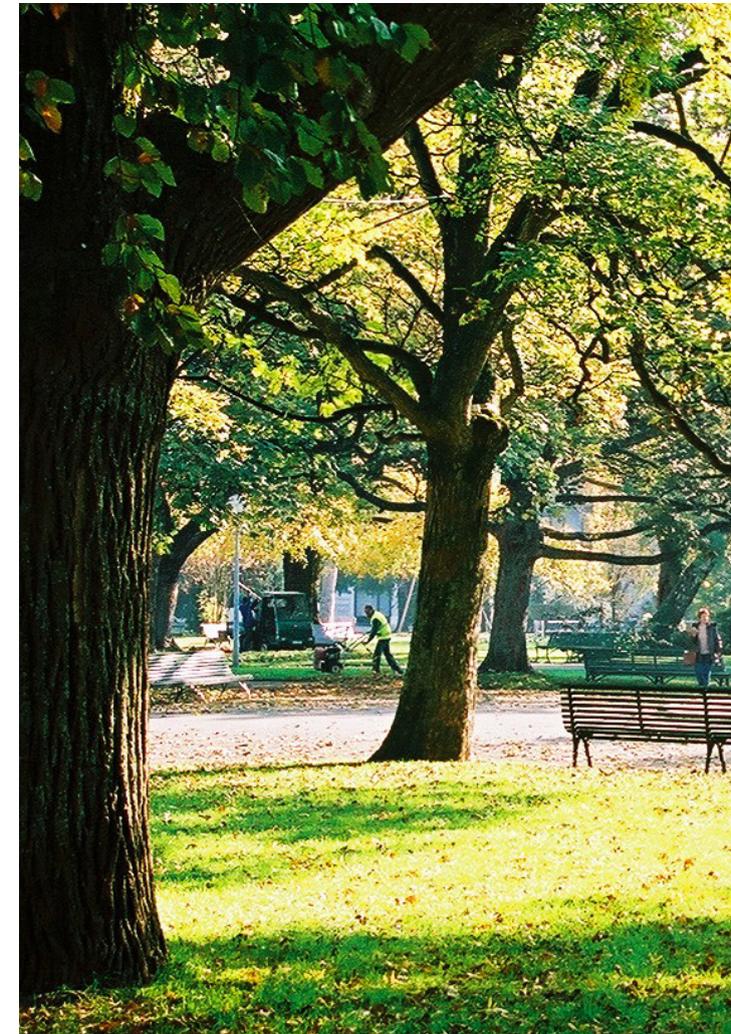
Le projet NOS-ARBRES a comme objectif principal de sensibiliser le public et les instances décisionnelles sur les valeurs cachées de la nature. En effet, le développement durable repose sur l'axiome qu'il existe un lien entre l'état de l'environnement et le bien-être des habitants. Il est donc important que des décisions politiques et stratégiques puissent prendre en compte les nombreuses prestations apportées sur le territoire par les éléments naturels.

4.1 Cinq questions du projet

Le projet répond à cinq questions qui émanent des échanges avec les membres de la Délégation G'innove de la Ville de Genève (Mme Salerno, M. Barazzone et M. Kanaan), du service Agenda 21 – Ville durable de la Ville de Genève, du Service des espaces verts de la Ville de Genève, et de la Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGAN) de l'Etat de Genève :

1. Existe-t-il trop, ou trop peu, d'arbres sur le canton de Genève ?
2. Où faudrait-il planter des arbres en priorité ?
3. Faudrait-il privilégier de nombreux petits arbres, ou quelques grands ?
4. Quelles espèces et essences faudrait-il privilégier pour les futures plantations ?
5. Comment améliorer la manière de planter des arbres ?

Ce rapport présente une synthèse des principaux résultats. De plus amples détails sur le projet, y compris un rapport plus détaillé, sont à disposition du lecteur sur www.ge21.ch, sous le projet « NOS-ARBRES ».



Méthodologie

5.1 Calendrier et déroulement du projet

Ce projet s'est déroulé en trois étapes, sur trois ans. Durant la première année (2016) a eu lieu une concertation des parties prenantes, afin de déterminer les questions et les enjeux prioritaires. La deuxième étape (2017) s'est concentrée sur la réalisation des livrables (analyse des services écosystémiques et production des cartes). Finalement, la troisième étape (2018) a consisté en l'organisation d'une conférence tout-public et d'un plan de communication, afin de disséminer les résultats des travaux.

5.2 Périmètre spatio-temporel du projet

La surface analysée est le canton de Genève. Le pas de temps considéré est de 50 ans (2018-2070). Un arbre est défini comme ayant une hauteur de 3 mètres. Les communes sont découpées en 475 sous-secteurs statistiques (SSS) qui sont relativement homogènes socio-économiquement.

La méthode dite des services écosystémiques est utilisée pour identifier des zones déficitaires en arbres. Les services écosystémiques sont les fonctions qui émanent de la nature et qui contribuent directement ou indirectement au bien-être humain. Une analyse par les services écosystémiques permet d'intégrer des notions de durabilité économique, sociale et environnementale.

5.3 Choix d'une approche participative

Les porteurs du projet ont choisi de mener cette étude de manière participative (Figure 1). La logique derrière ce choix est qu'un travail collectif serait certes couteux en temps de concertation, mais qu'il bénéficierait d'une plus grande intelligence collective, d'une crédibilité augmentée, et d'une acceptation politique supérieure. Trois ateliers, trois conférences, et quatre groupes de travail thématiques (Biodiversité, Climat, Santé & Bien-être, et Economie et Contraintes) réunissant au total 80 personnes ont été mis sur pied durant le projet.

Figure 1 : Partages lors de l'Atelier 1 du projet NOS-ARBRES, 2 novembre 2016, hepia.



Résultats

6.1 Vision partagée

Un livrable important des ateliers a été la rédaction d'une vision commune du projet. Ce texte permet d'explicitier les attentes des participant-e-s, et de poser les fondations pour les futures actions à mettre en œuvre.

VISION

Le patrimoine arboré du canton de Genève représente une richesse partagée (historique, patrimoniale, écologique et culturelle) qui contribue au bien-être des citoyen-ne-s. Il doit répondre au triple objectif du développement durable :

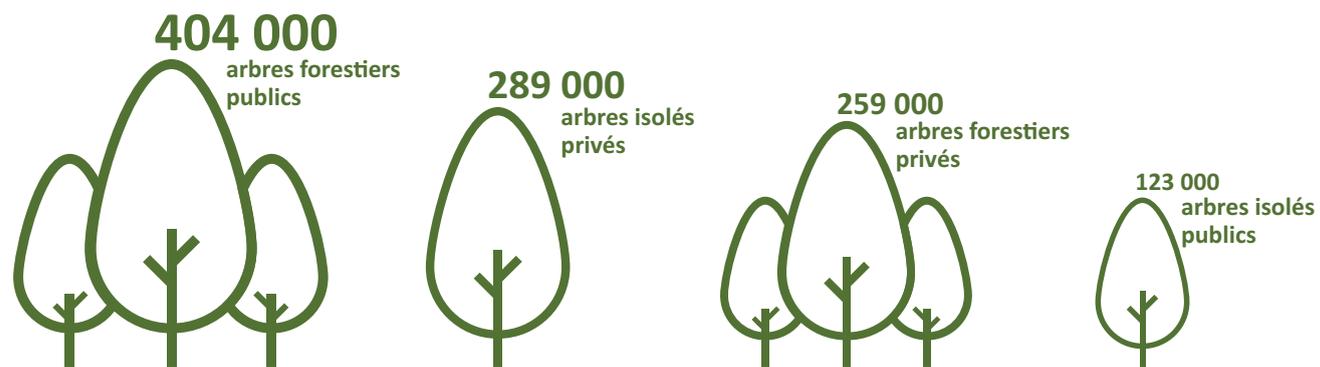
- offrir un environnement sain, biologiquement et structurellement diversifié, biologiquement connecté et résilient ;
- apporter une plus-value économique pour les aspects santé et bien-être de la population ;
- favoriser les relations sociales (entre humains, mais aussi entre les humains et la nature) et être accessible de manière équitable à l'échelle du territoire.

Le patrimoine arboré contribue à la qualité de vie des genevois-es. Bien géré, il peut favoriser l'adaptation aux changements climatiques. Il mérite par conséquent de faire partie intégrante de l'aménagement du territoire. Un plan de gestion devrait être établi de manière participative (citoyen-ne-s et spécialistes) avec des mises à jour périodiques.

6.2 Nombre et types d'arbres

Grâce aux images LIDAR, nous estimons qu'en 2009 il y avait 1'074'467 arbres isolés ou en forêt sur le canton de Genève (Figure 2). Environ 50% des arbres sont sur des parcelles privées. Des mise à jour d'images LIDAR sont en cours (2018).

Figure 2 : Nombre d'arbres estimés sur le canton de Genève en 2009



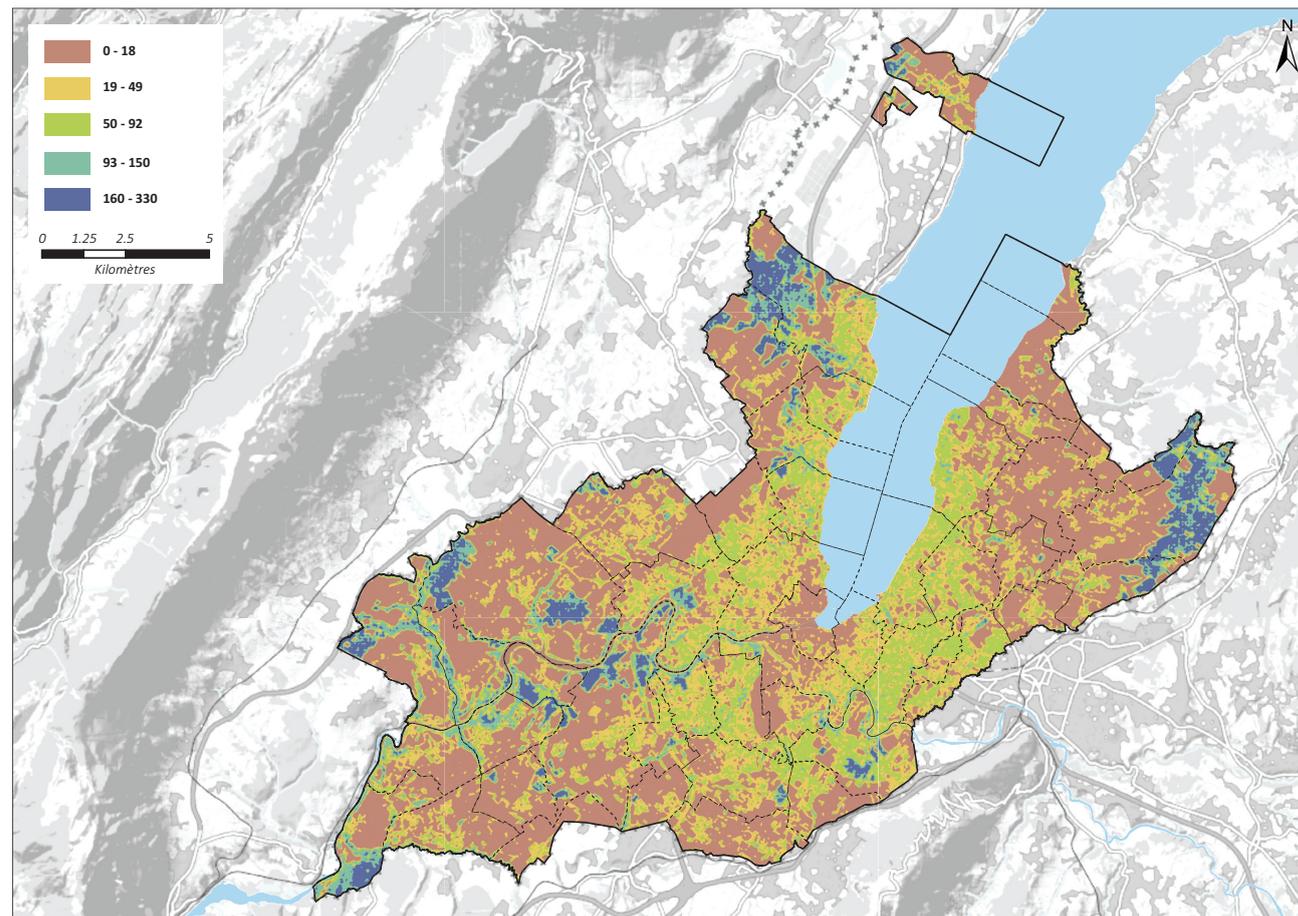
Une carte de la densité des arbres (nombre d'individus par hectare) a été calculée sur le canton de Genève (Figure 3). En dehors des forêts (bleu foncé), on observe un anneau (vert-limon ; 50-92 arbres par ha) autour du centre-ville. Il y a très peu de localités hors forêt avec plus de 100 arbres/ha. Le quartier Praille-Acacias-Vernets et les zones agricoles sont également des zones relativement dépourvues en arbres. De nombreuses villes visent une certaine densité d'arbres, mais cette approche est trop simpliste. Dans la suite de ce rapport, nous tentons d'identifier des zones prioritaires pour planter des arbres de manière ciblée et qui tiennent compte des bienfaits auxquels les arbres contribuent.

A partir de la cartographie des arbres, et d'une estimation de la taille de leur couronne, diverses statistiques descriptives ont été calculées (Tableau 1).

6.3 Services écosystémiques des arbres

Les arbres apportent de nombreux services écosystémiques (contributions au bien-être humain) mais aussi des inconvénients (Figure 4). Les plus importants services à Genève, selon un groupe de 27 participants à l'Atelier 1 du projet NOS-ARBRES, sont leur contribution à la détente et à la récréation, leur diversité biologique et leur capacité d'accueil pour d'autres espèces, leur capacité d'atténuer les pics de chaleurs estivales et l'épuration de micropolluants dans l'air. Les inconvénients principaux liés aux arbres

Figure 3 : Densité d'arbres par hectare sur le canton de Genève (2009).

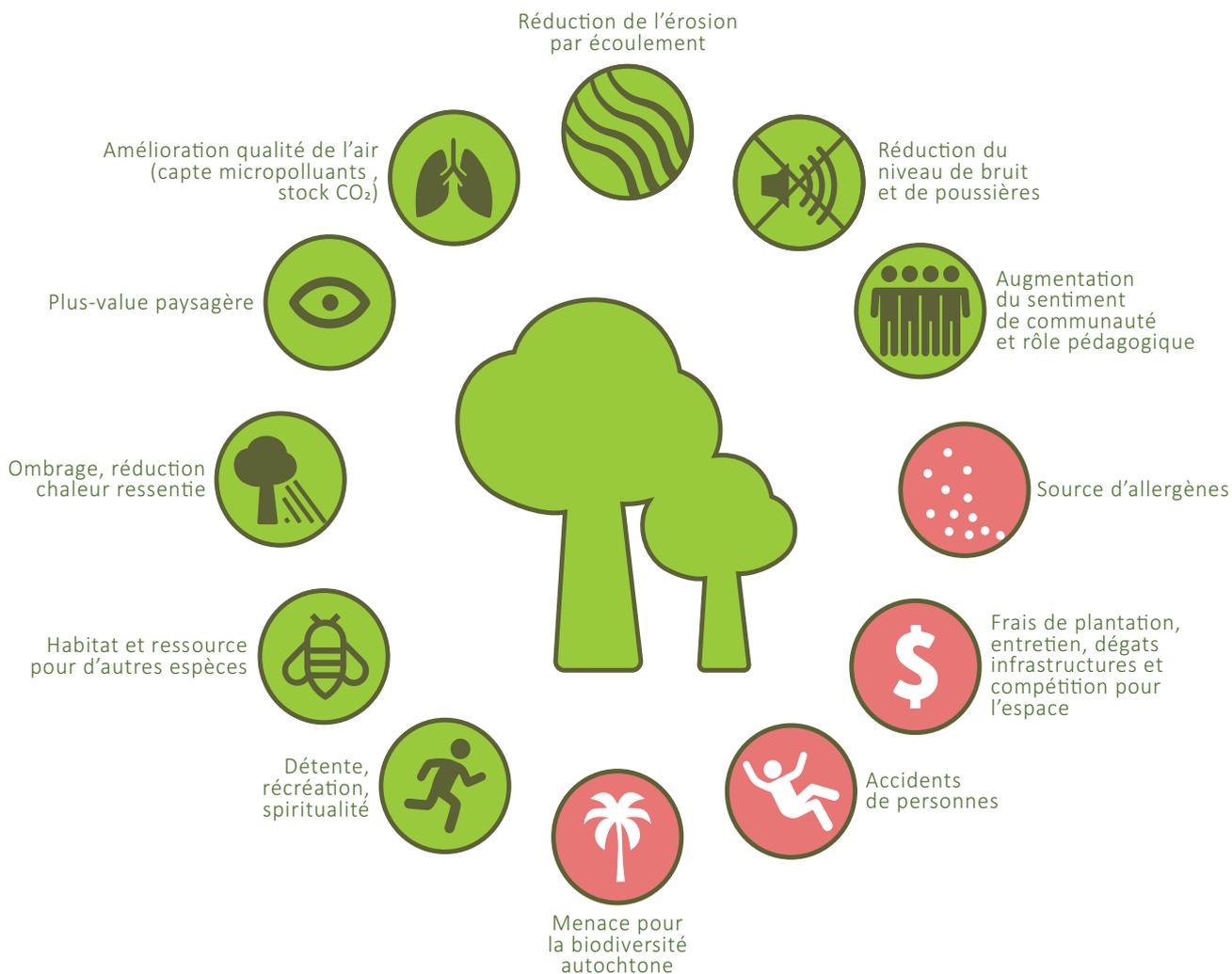


sont leurs effets allergisants, leur coût de gestion, et les dégâts qu'ils causent aux infrastructures (trottoirs, murs, routes).

Tableau 1 : Statistiques du patrimoine arboré dans la Ville et le Canton de Genève

Mesure	Ville de Genève		Canton de Genève	
	Avec lac	Sans lac	Avec lac	Sans lac
Superficie (km ²)	18.3	15.3	282.5	246
Population humaine	202'315	202'315	495'325	495'325
Surface arborée (km ²)	3.2	3.2	51.9	51.9
Sol ombragé par les arbres (%)	17.5	21.1	18.4	21.1
Ombre par personne (m ² /habitant)	15.8	15.8	104.9	104.9
Nombre d'arbres	41'982	41'982	1'074'467	1'074'467
Nombre d'arbres / habitant	0.2	0.2	2.2	2.2
Densité d'arbres / ha	22.9	26.4	38.0	43.7

Figure 4 : Les services et les inconvénients liés aux arbres





Est-ce que la Ville et le canton de Genève manquent d'arbres ?

Il est plus instructif de réfléchir en termes de pourcentage du sol ombragé par les arbres qu'en nombre d'arbres, car la plupart des services écosystémiques qui découlent des arbres sont liés à la canopée (ou la surface foliaire). Il n'y a pas de formule magique pour déterminer la surface ombragée idéale. L'association américaine des forestiers a longtemps préconisé 40% de couverture arborée pour les villes nord-américaines, mais depuis elle préconise une approche sur mesure pour chaque ville. A Genève, le taux de la couverture arborée en 2009 était de 21% (Tableau 1). Le taux en 2018 n'est pas connu.

Un faisceau d'indices laisse penser que ce taux de couverture arborée à Genève devrait être au moins de 25% : De nombreuses villes du monde ont des taux de couverture arborée plus élevés, et ont fixé des objectifs entre 25 et 60% dans les décennies à venir (Tableau 2) ; le désir d'augmenter le patrimoine arboré à Genève est exprimé par le peuple (votations populaires Plaine de Plainpalais) ; les participant-e-s de l'Atelier 1 ont exprimé des préférences personnelles pour une couverture arborée entre 30 et 40% ; et plusieurs études démontrent des bénéfices importants pour la santé qui augmentent de manière linéaire avec le taux de couverture arborée jusqu'à 25%. Collectivement, ces indices indiquent qu'un objectif conservateur serait une couverture d'au moins 25%.

Tableau 2 : Pourcentage de couverture arborée et objectifs fixés dans des villes d'Europe, d'Australie et d'Amérique du Nord

Ville	% canopée	Objectif (%) et Année
Sydney, Australie	15	27% en 2050
Philadelphie, É.-U.	15.7	30% en 2028
Copenhague, Danemark	16	20% en 2025
Vancouver, Canada	18.6	28% en 2030
Baltimore, É.-U.	20	40% en 2025
Montréal, Canada	20.3	25% en 2025
Genève (Canton), Suisse	21.1	Non-défini
Melbourne, Australie	22	40% en 2040
New York, É.-U.	24	30% en 2030
Barcelone, Espagne	25	30% en 2037
Lyon, France	27	30% en 2050
Moyenne de 21 villes É.-U.	27	40-60%
Boston, É.-U.	29	49% en 2020
Washington, DC, É.-U.	39	45% (sans date)

Pour atteindre un taux de 25%, la couverture arborée devra être augmentée de 9.6 km². Cette surface additionnelle peut être obtenue par la croissance des arbres existants et par de nouvelles plantations. Par exemple, l'objectif de 25% peut être atteint d'ici 2050 si l'ensemble du patrimoine arboré est entretenu de manière à augmenter la surface moyenne de chaque arbre de 5% (+2.5 km² au niveau cantonal) sur 15 ans, et si chaque commune (n = 45) plante annuellement sur les 15 prochaines années 80 nouveaux arbres (futurs couronnes de 8m, minimum, en 30 ans) et 20 futurs très grands arbres (futurs couronnes de 21m, minimum, en 30 ans) (+ 7.4 km² au niveau cantonale). On suppose une mortalité annuelle des arbres de 0.75% et que celle-ci est remplacée par des nouvelles plantations.

Dans certaines villes, une fois fixé, l'objectif d'une couverture arborée est appliqué de manière uniforme à chaque quartier. A notre avis, cette approche est trop simpliste. Par exemple, des surfaces agricoles ou l'aéroport ne sont pas des cibles judicieuses pour des futures plantations. Nous avons plutôt opté pour une approche qui décortique les principales fonctions (« services écosystémiques ») des arbres et identifie des zones où la demande pour un service n'est pas assouvie. Le résultat final tient compte de la proximité entre les habitant-e-s et les arbres et augmente la probabilité que les futures plantations d'arbres contribuent au bien-être humain et à la nature.

RECOMMANDATION

Le canton se fixe l'objectif d'atteindre un taux de couverture arborée d'au moins 25% d'ici 2050. Une hausse de la couverture arborée augmente la qualité de vie, réduit les inégalités sociales et limite les nuisances liées aux futurs îlots de chaleur.

Où faudrait-il planter des arbres en priorité ?

L'analyse cartographique par les services écosystémiques permet de mettre en lumière les surfaces où l'insuffisance d'arbres péjore la qualité de vie des genevois-e-s. Les participant-e-s des ateliers ont identifié les principaux enjeux environnementaux (augmenter la connectivité), sociaux (accessibilité aux espaces verts et bleus), socio-économiques et de santé (diminution de l'effet îlot de chaleur, qualité de l'air) liés aux arbres à Genève.

Pour chaque couche d'information, des règles de priorisation à trois niveaux (bas, intermédiaire, élevé) sont définies afin de cibler les lieux où les plantations futures devraient se concentrer. Un score est attribué à chaque niveau (0, 1 ou 2 respectivement) qui permettra d'ajouter les couches d'information.

8.1 Critères de priorisation pour l'accessibilité (300 mètres) aux espaces de détente

Le groupe de travail « Santé et Bien-être » a décidé de suivre les recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), qui préconise que chaque habitant-e devrait avoir accès à un espace de détente et de délasserment à moins de 5 minutes à pied (300 mètres) de son domicile. Ici, un petit espace de délasserment est défini comme un espace vert arboré (parc) d'au moins 0.5 hectares (par ex. parc Gourgas). Un grand parc est défini comme ayant 2 hectares. Nous avons également tenu compte du rôle important des cours d'eau et du lac pour le délasserment à Genève.

Tableau 3 : Définition des priorités pour l'accès aux espaces de détente (verts et bleus)

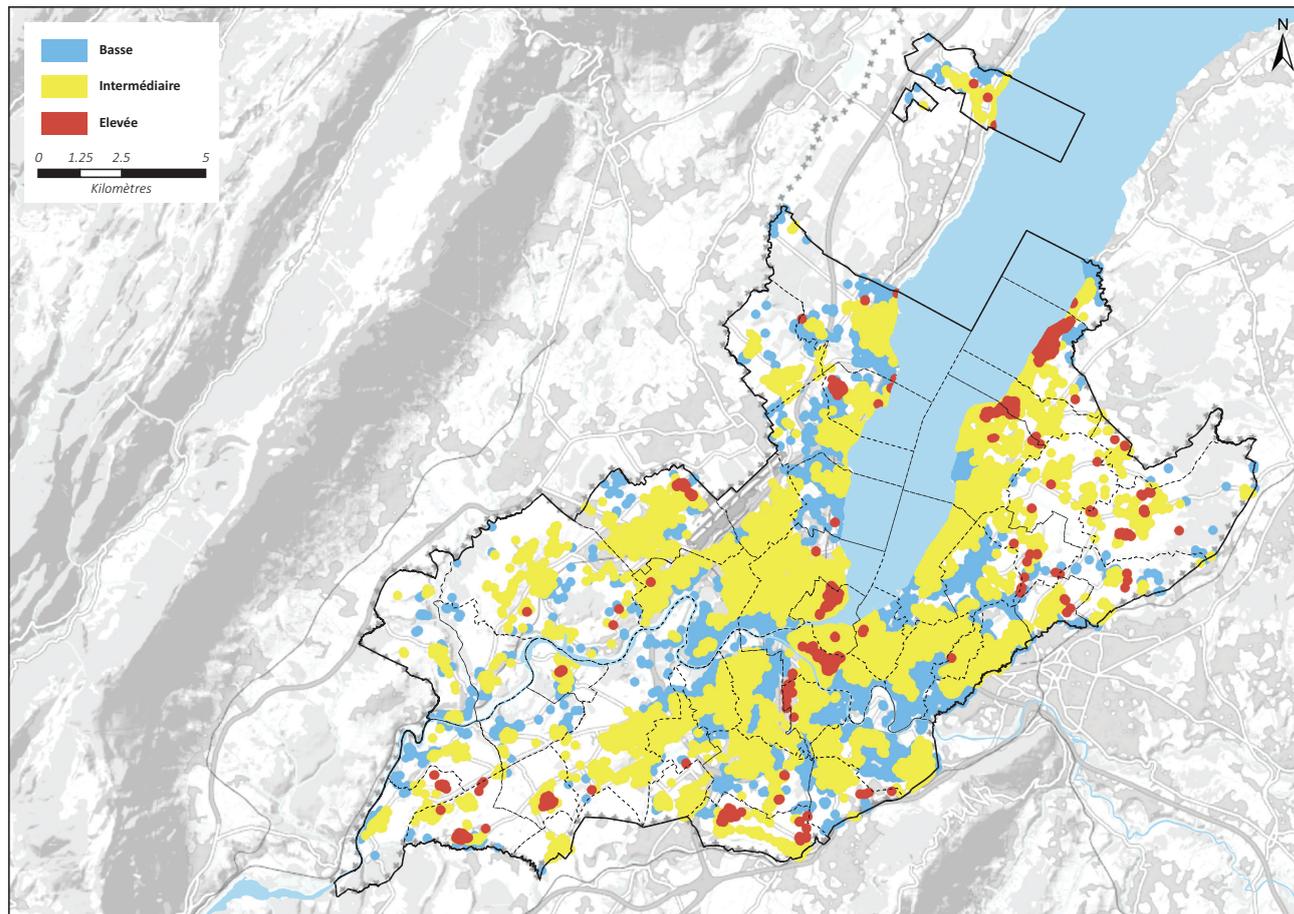
Accessibilité	Priorité	Explication
	Basse (0)	Adresses ayant un accès à un espace vert arboré de 2 ha
	Intermédiaire (1)	Adresses sans accès à un espace vert arboré de 2 ha
	Élevée (2)	Adresses sans accès à un espace bleu ou vert de 0,5ha

L'analyse cartographique de la distance entre chaque adresse genevoise (maison ou appartement) et les lieux de détente potentiels (Figure 5) indique que 3% des adresses – en rouge dans la carte ci-contre, n'ont aucun espace de détente (d'au moins 0.5 hectare) à moins de 300 mètres de leur résidence. 73% des adresses (en jaune) n'ont pas accès à un parc arboré de 2 ha à moins de 300m. Une analyse supplémentaire révèle que ces adresses ont également peu d'arbres sur les trottoirs.

RECOMMANDATION

La création de nouveaux parcs arborés et la plantation de nouveaux arbres de rues devraient être localisé à proximité (moins de 300 mètres par les trottoirs) des adresses en rouge dans la carte ci-contre, principalement dans les quartiers de Plainpalais-Jonction, les Pâquis et dans le périmètre du projet Praille-Acacias-Vernets.

Figure 5 : Carte des priorités pour des plantations d'arbres en fonction des besoins d'accessibilité aux espaces de détente.



8.2 Déficits biologiques

Le canton a déjà identifié un Réseau Écologique Genevois (REG) pour soutenir la connectivité de la faune et la flore. Par ailleurs, le projet d'agglomération du Grand Genève a identifié des « pénétrantes vertes ». Une priorité élevée (2) est alors donnée aux espaces non-arborés qui se trouvent à la fois au sein d'une voie dessinée par le REG et les pénétrantes vertes. Une priorité faible (1) est attribuée aux espaces non-arborés appartenant soit à un REG ou une pénétrante verte (Tableau 5). Le choix des espèces pour maintenir la biodiversité est abordé ci-dessous (section 11).

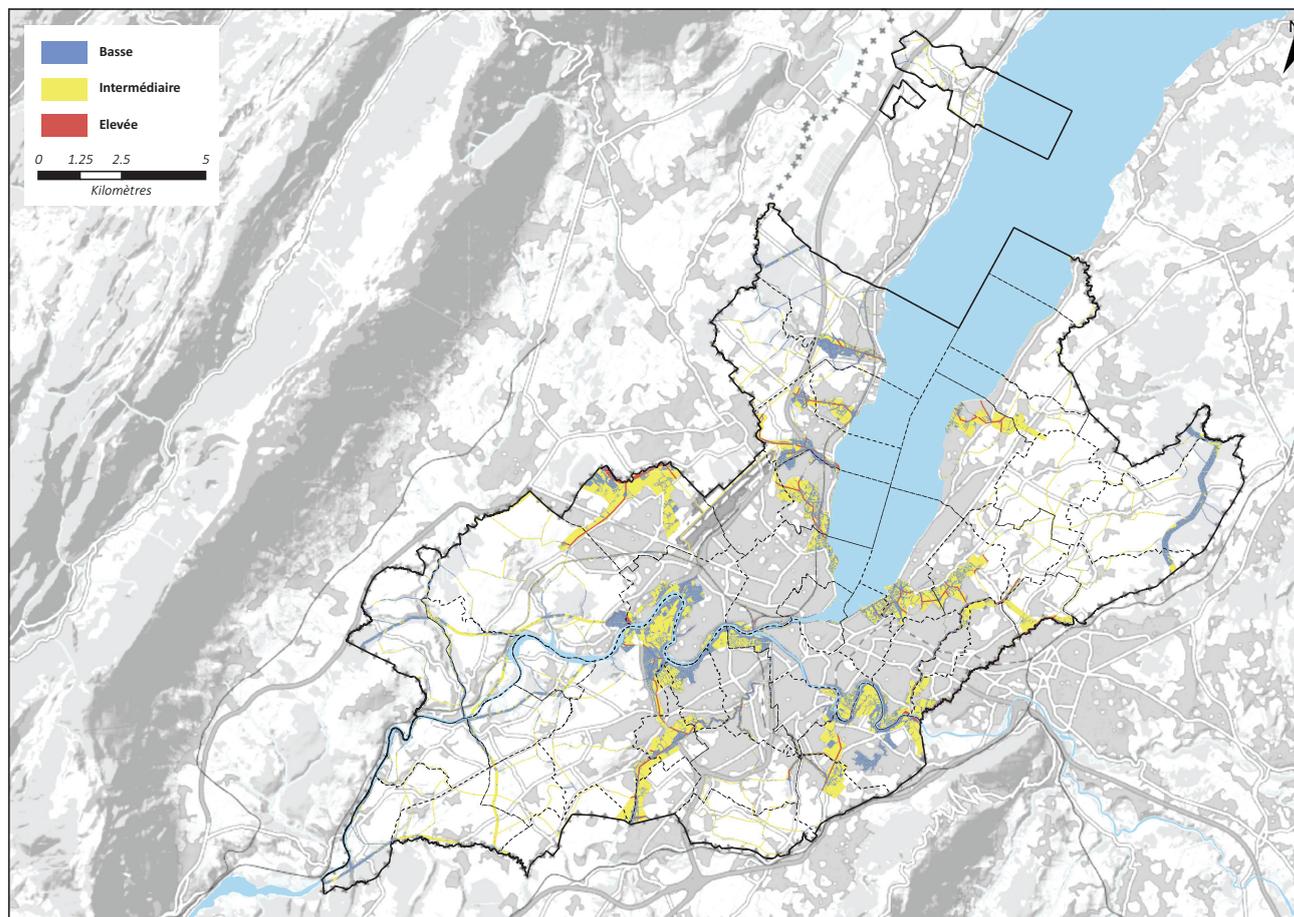
Tableau 5 : Définition des surfaces prioritaires pour améliorer la connectivité biologique

Corridor	Priorité	Explication
	Basse (0)	REG ou pénétrante verte, arborisé
	Intermédiaire (1)	REG ou pénétrante verte, non arborisé
	Élevée (2)	REG et pénétrante verte, non arborisé

RECOMMANDATION

Planter en priorité des arbres dans les zones en rouge et jaune dans la Figure 8, qui sont des surfaces identifiées comme importantes pour la connectivité terrestre, mais sans arbre à ce jour.

Figure 6 : Les corridors et les trames vertes se doivent d'être arborés pour faciliter la connectivité. En rouge les zones non arborées où il existe à la fois corridor et pénétrante verte, en jaune les zones non arborées qualifiées de corridor ou de pénétrante. En bleu, les corridors et pénétrantes déjà arborés.



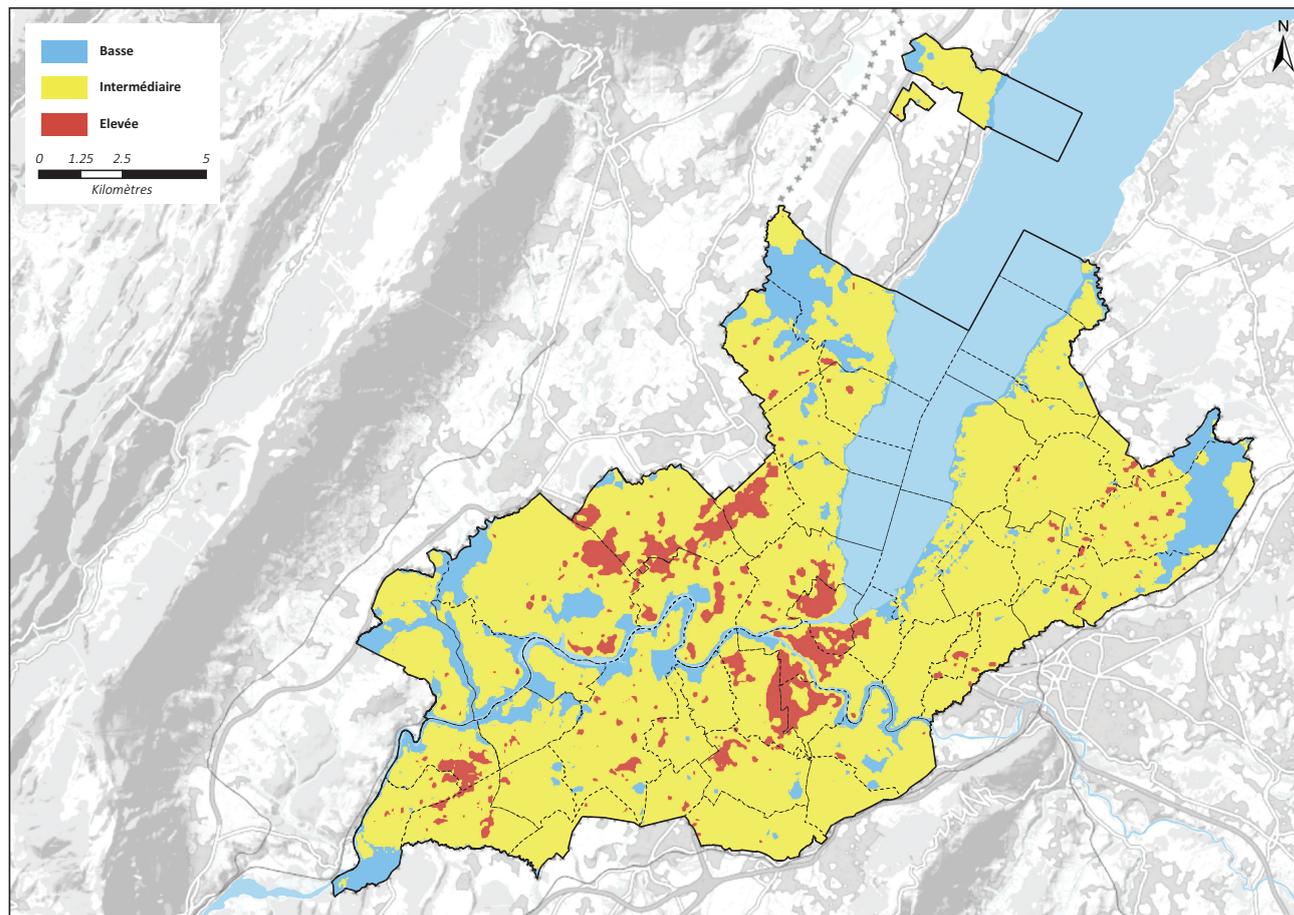
8.3 Réduction de l'effet îlot de chaleur

Les pics de chaleurs estivaux représentent une menace pour la santé humaine, surtout les personnes âgées. Une cartographie de la température de surface (moyenne sur 14 mesures faites entre les mois de mai et septembre, 2015-2017) a été établie grâce à des images satellites. Afin d'atténuer l'effet d'îlot de chaleur, les surfaces les plus chaudes sont des priorités pour des futures plantations.

Tableau 5 : Définitions des surfaces prioritaires pour atténuer l'îlot de chaleur

Îlot de chaleur	Priorité	Explication
	Basse (0)	Les surfaces les plus fraîches (20% de la surface du canton)
	Intermédiaire (1)	Les surfaces intermédiaires (60% des surfaces du canton)
	Élevée (2)	Les surfaces les plus chaudes (20% de la surface du canton)

Figure 7 : Lieux prioritaires pour atténuer l'îlot de chaleur



RECOMMANDATION

Planter en priorité des arbres dans les surfaces en rouge dans la figure 7, afin d'atténuer les températures estivales les plus chaudes, principalement dans les quartiers de Plainpalais-Jonction, Eaux-Vives, Satigny-Meyrin, les Pâquis et dans le périmètre du projet Praille-Acacias-Vernets.

8.4 Épuration des micropolluants

Les micropolluants (par ex. particules fines, ozone, dioxyde de nitrate, monoxyde de carbone) dans l'air contribuent à l'asthme et aux bronchites. La fonction de l'épuration des micropolluants de l'air par les arbres varie en fonction de la surface foliaire (SF) d'un arbre et de la concentration des polluants. La SF par habitant a été classée en 3 catégories (0-35, 36-2935 et > 2935 m²). Les limites de catégories correspondent au 33ème et au 66ème percentile des valeurs de SF par habitant. Un croisement entre l'indice de la pollution à longterme (IPL) et les classes de SF par habitant permet de définir des surfaces prioritaires (Tableau 6) et de les cartographier (Figure 8).

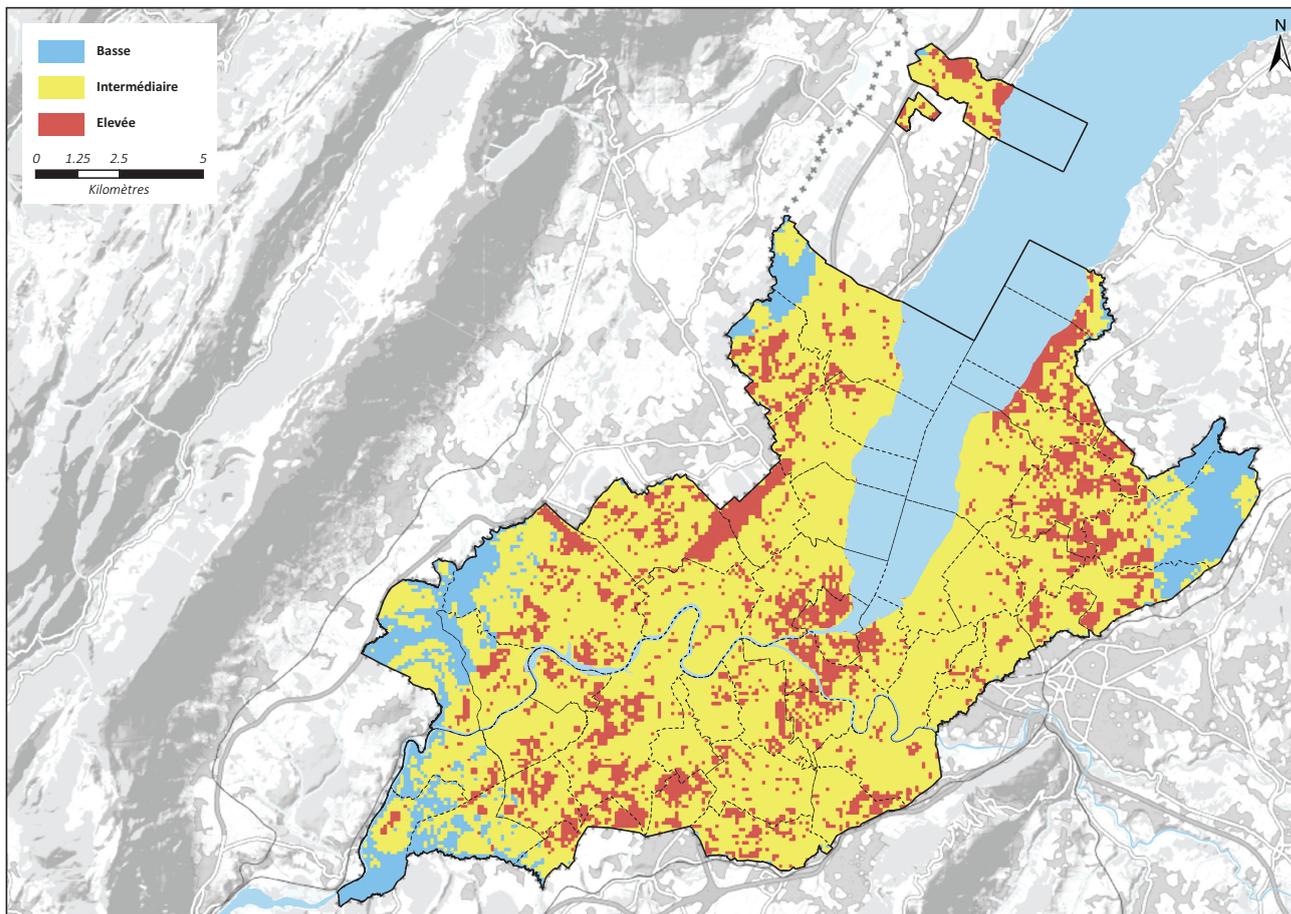
Tableau 6 : Lieux prioritaires pour réduire la pollution atmosphérique autour des zones densément peuplées

Épurations micropolluants	Priorité	Explication
	Basse (0)	Zone peu polluée (IPL 1-2) et surface foliaire / personne élevée (> 2935 m ² /hab)
	Intermédiaire (1)	- Zone polluée (IPL 3-4) et haute surface foliaire (>2935 m ² /hab), ou - Zone moins polluée (IPL 1-2) et faible surface foliaire(<35 m ² /hab) /
	Élevée (2)	Zone polluée (IPL 3-4) et faible surface foliaire/ personne (<35 m ² / hab)

RECOMMANDATION

La priorité pour des futures plantations devrait être donnée aux localités densément peuplées et dont le couvert arboré est faible, en rouge sur la carte, car c'est dans ces zones que l'arbre a la plus grande utilité pour l'épuration des micropolluants.

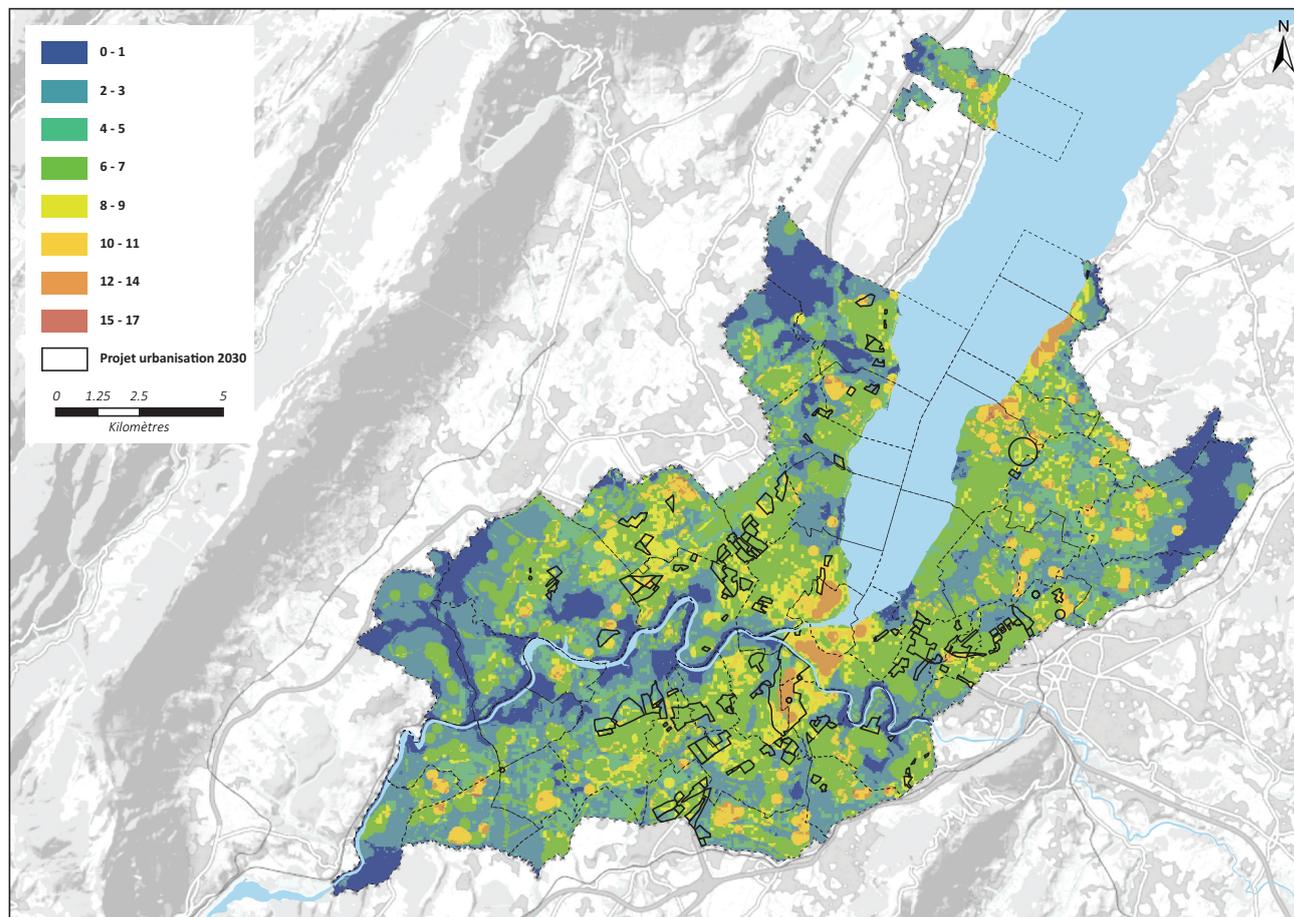
Figure 8 : Priorisation des zones en fonction de la pollution à long terme et de la surface foliaire par habitant.



8.5 Synthèse des zones prioritaires pour des futures plantations

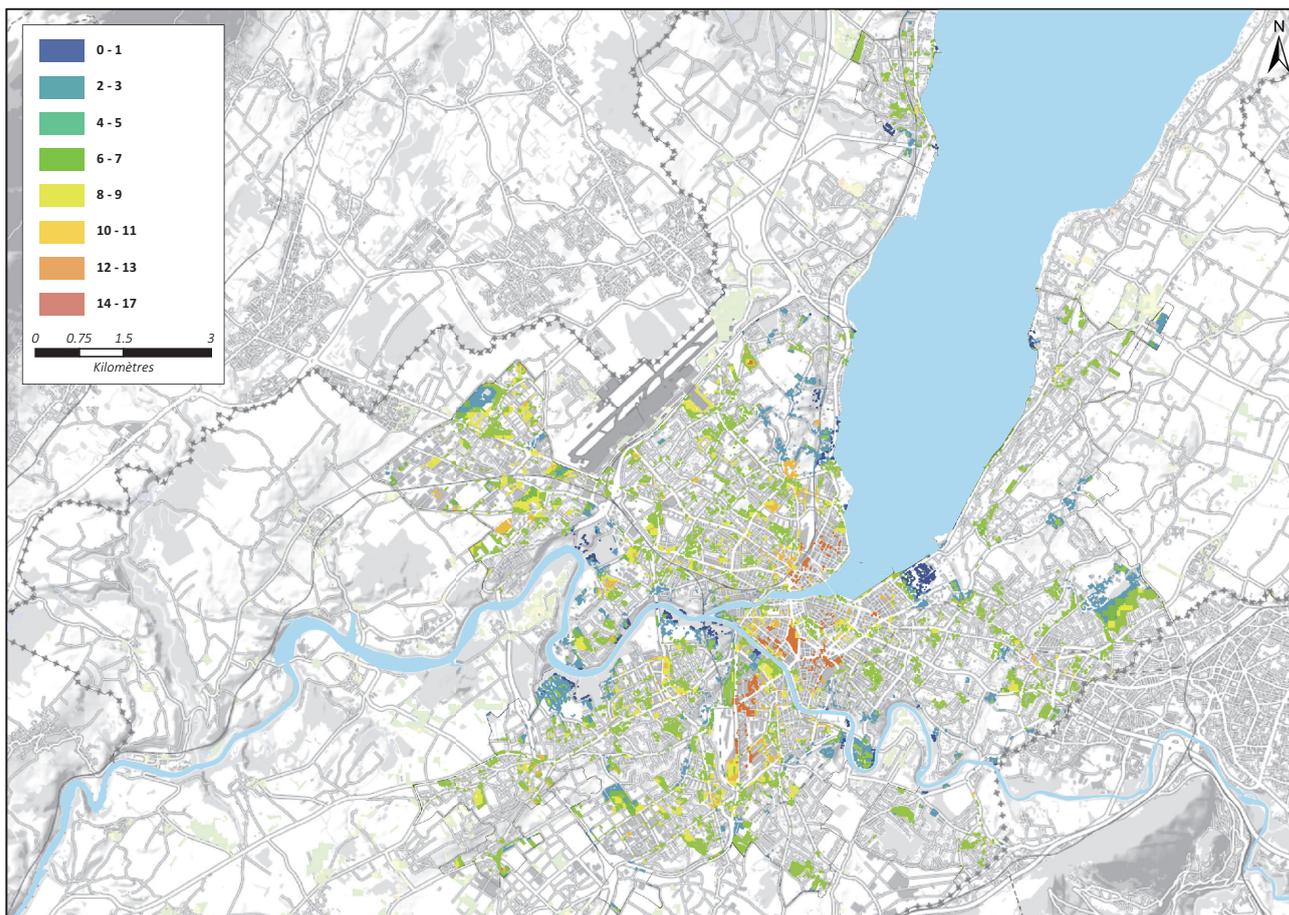
Les valeurs numériques des quatre couches d'informations (accès aux espaces de détente ; connectivité biologique ; réduction de l'îlot de chaleur ; épuration des micropolluants) sont additionnées, avec une pondération 4:3:2:1 qui reflète l'avis des spécialistes sur l'importance de ces quatre services écosystémiques (Figure 9). La valeur maximale théorique est 20. Cette représentation donne une vue globale des zones à prioriser pour des futures plantations, mais elle ne tient pas compte des contraintes à la plantation.

Figure 9 : Somme pondérée des déficits en arbres pour quatre services écosystémiques (SE). La valeur numérique (sur 20) correspond à la priorité pour la conservation et la plantation de futurs arbres. Les projets d'urbanisation (2030) sont délimités en noir.



Pour identifier les surfaces disponibles à la plantation, le groupe de travail « Economie et Contraintes » a identifié les surfaces à exclure (parcelles privées, routes, bâtiments, surfaces occupées par des réseaux aériens ou souterrains, surfaces déjà arborisées) ainsi que les zones tampon appropriées autour de chaque élément (voir rapport complet pour détails). Ceci mène à une carte des surfaces théoriquement disponibles pour des arbres (exemple de la partie urbaine de Genève ; Figure 10). La somme de toutes les surfaces disponibles d'après cette analyse est inférieure à 15 km². De plus, on sait qu'une majorité (80-90%) de ces surfaces ne pourront pas accueillir des arbres, pour des raisons diverses. Donc, si on souhaite augmenter la couverture arborée de 9.7km² pour atteindre 25% au niveau cantonal, cela devra aussi passer par une augmentation des couronnes existantes, et une augmentation des arbres sur des parcelles privées

Figure 10 : Zoom sur les zones prioritaires en périmètre Nature en Ville.



RECOMMANDATION

Les surfaces prioritaires pour des plantations se situent dans toutes les communes du canton, mais principalement dans les quartiers de Plainpalais-Jonction, les Pâquis et dans le périmètre du projet Praille-Acacias-Vernets (PAV). Les futures plantations d'arbres dans les surfaces prioritaires contribueront fortement au bien-être des citoyens. Chaque commune devrait viser des plantations en priorité dans les surfaces à haute valeur (8-16) dans les figures ci-dessus, en tenant compte des contraintes (voir rapport complet pour détails). Les propriétaires privés devront être incités à augmenter les surfaces de couverture arborée, surtout dans les zones prioritaires (Figure 10). Le PAV en particulier doit veiller à intégrer les arbres dans sa planification.

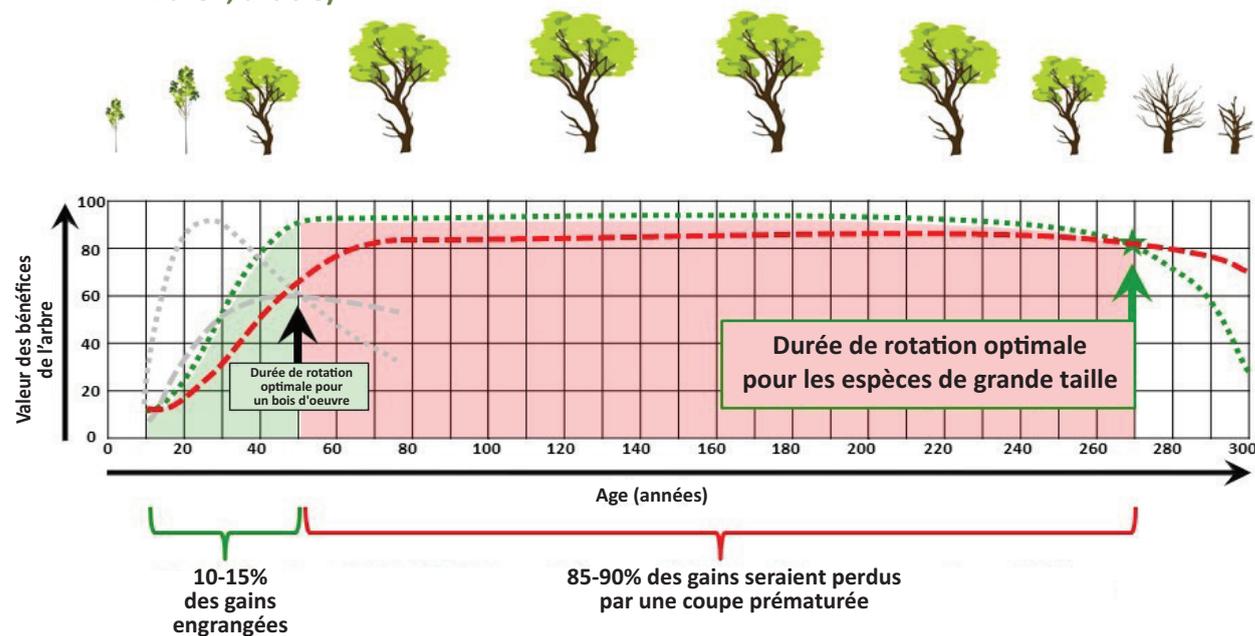


Faudrait-il privilégier de nombreux petits arbres, ou quelques grands ?

Il faut privilégier les grands arbres, ou bien un mélange de petits et grands arbres. Les grands arbres contribuent de manière disproportionnée au bien être humain. Leur coût de gestion annualisé ainsi que leur coût par unité de bien-être sont plus faibles que pour des petits arbres (Figure 11). En grandissant, les arbres augmentent leur surface foliaire et interceptent de plus en plus de micropolluants. Des arbres > 20m de hauteur sont particulièrement

efficaces pour atténuer les îlots de chaleur et sont appréciés pour leur valeur patrimoniale. En d'autres termes, si un arbre est coupé avant 20 ans, il aura coûté plus au contribuable que ce qu'il aura rapporté concernant le bien-être. Une stratégie qui favorise les grands arbres devra être accompagnée d'une réflexion plus poussée sur le volume des fosses de plantation et sur la qualité du sol.

Figure 11 : Schématique idéalisée des bénéfices d'un arbre au cours du temps (source : Jeremy Barell, article)



RECOMMANDATION

Lorsque c'est possible, planter des arbres qui ont le potentiel d'atteindre au moins 20 mètres de hauteur. Laisser les arbres en place aussi longtemps que possible car typiquement un arbre génère un surplus net (en valeur de services rendus) seulement 10-20 ans après sa plantation.

Quelles espèces faudrait-il planter ?

10.1 Anticiper les changements climatiques

Le climat à Genève évolue à cause des changements climatiques, ce qui représente un défi d'adaptation pour les arbres. Le groupe de travail « Climat » s'est basé sur un modèle de changement climatique intermédiaire (ni optimiste, ni pessimiste) du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) qui prédit qu'il fera entre 3 et 4 °C plus chaud à Genève d'ici 2070. Une

analyse de « villes-jumelées » qui tient compte de la température, des précipitations, de la couverture neigeuse et du vent, prédit que le climat de Genève en l'an 2100 sera approximativement le même que celui rencontré aujourd'hui en Bosnie-Herzégovine (Figure 13) ou au nord de l'Espagne. La densification de la ville accentue l'effet d'îlot de chaleur, ce qui fait grimper encore d'avantage la température et la sécheresse dans les zones urbaines.

Figure 12 : Illustration par les villes jumelées de l'évolution du climat de Genève entre 2010 et 2100 selon le modèle A2 du GIEC (source : Guillaume Rohat, UNIGE).



Le groupe de travail « Biodiversité » a identifié deux groupes d'arbres : (1) ceux qui peinent déjà à survivre dans le milieu urbain, et pour lesquels le groupe est pessimiste pour l'avenir (Tableau 5); et (2) des essences qui pourraient bien se porter dans un futur plus chaud et sec (Tableau 6). Deux pistes intéressantes à explorer pour des espèces adaptées aux changements climatiques sont (1) expérimenter avec des espèces méridionales (nord de l'Espagne, sud de l'Italie, Bosnie Herzégovine) et (2) expérimenter avec des génotypes méridionaux d'espèces indigènes qui seront vraisemblablement mieux adapté au chaud et sec. Des listes élargies d'espèces pour ces deux tableaux se trouvent dans le rapport final.

Tableau 5 : Exemples d'espèces pour lesquelles des spécialistes prédisent un taux de survie réduite à Genève dans les décennies à venir, à cause de la densification et du réchauffement de la ville.

Nom latin	Nom français
<i>Acer platanoides</i>	Erable plane
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erable sycomore
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Marronnier d'Inde
<i>Betula pendula</i>	Bouleau verruqueux
<i>Betula pubescens</i>	Bouleau pubescent
<i>Fagus sylvatica</i>	Hêtre

Tableau 6 : Exemples d'espèces pour lesquelles des spécialistes prédisent un taux de survie positif à Genève dans les décennies à venir, malgré la densification et le réchauffement de la ville.

Nom latin	Nom français
<i>Celtis australis</i>	Micocoulier de Provence
<i>Corylus colurna</i>	Noisetier de Byzance
<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert
<i>Sophora japonica</i>	Sophora du Japon
<i>Sorbus aria</i>	Alisier blanc
<i>Sorbus domestica</i>	Sorbier commun
<i>Sorbus torminalis</i>	Alisier torminal

10.2 Éviter une surreprésentation taxonomique

Certaines villes, comme Lyon (France), ont fixé des règles visant à ne laisser aucune famille/genre/espèce représenter respectivement plus de 30/20/10% des individus sur un territoire. La logique derrière ces choix est qu'un taxon dominant représente une vulnérabilité (soudainement mal adapté ou victime de maladie). Cela garantit aussi un grand nombre d'espèces moins communes dont certaines deviendront les espèces communes de demain.

A Genève il n'existe actuellement aucun problème de surreprésentation à l'échelle du canton. Quelques espèces représentent plus de 10% des arbres isolés au niveau communal, mais ce sont souvent des espèces fruitières (comme le noyer *Juglans regia*, merisier *Prunus avium*, pommier *Malus domestica*, poirier *Pyrus communis*) ou bien des espèces indigènes dominantes (chêne pédonculé *Quercus robur*, érable champêtre *Acer campestre*). Des futures plantations devront veiller à garder cette grande diversité taxonomique.

Au niveau esthétique, les préférences des Genevois sont mal connues. Des études dans d'autres villes indiquent que le public aime, par exemple, des grands arbres avec une couronne large et élevée (ombrelle ; Figure 13).

Figure 13 : Le pin parasol (*Pinus pinea*) est un exemple d'arbre méridional qui se trouve déjà sur le bassin lémanique (source : A. Sanguet, UNIGE).



RECOMMANDATION

Pour des nouvelles plantations, choisir une espèce dont la fréquence n'excède pas 5-10% au niveau communal, et qui a le potentiel de grandir au-delà de 20 mètres de hauteur, même sous un climat plus aride.



Comment améliorer la manière de planter des arbres ?

Trop d'arbres sont malades ou meurent car ils sont plantés dans un faible volume de terre (fosses) trop petite ou avec une terre inappropriée. Le groupe de travail « Biodiversité » a produit une synthèse de bonnes pratiques en matière de plantations.

RECOMMANDATION 1

Au niveau du site, planter des massifs avec des structures complexes (c'est-à-dire planter de grands et petits arbres simultanément), assemblages d'espèces variées, avec des arbres qui se touchent, dans des espaces plantables continus, avec un sol de bonne qualité. Assurer un volume nécessaire pour permettre aux grands arbres d'atteindre leur potentiel en volume et taille (idéalement 15-100 m³ de fosse par grand arbre).

RECOMMANDATION 2

Au niveau de l'espèce, favoriser les espèces indigènes dans les endroits avec une excellente qualité d'accueil (par ex. parcs) et être ouvert aux espèces introduites pour les trottoirs et alignements urbains. Veiller à maintenir la diversité taxonomique existante. L'utilisation d'outils existants (<https://ge.ch/tericareporting>) permet d'avoir rapidement un état des lieux de la richesse spécifique à l'échelle de la commune et de la parcelle.

RECOMMANDATION 3

Au niveau génétique, favoriser les pépiniéristes locaux qui produisent les arbres à partir de semis, ce qui augmente la diversité génétique et la résilience des individus plantés. Mener des tests avec des espèces et sous-espèces (variantes) provenant de régions méridionales pour favoriser une adaptation aux changements climatiques.



Conclusions et recommandations

Les arbres à Genève contribuent principalement à la détente, à la connectivité biologique, l'atténuation des îlots de chaleur, et l'épuration des micropolluants dans l'air. Une augmentation de la couverture arborée serait bénéfique pour la population. Certains quartiers urbains, comme les Pâquis, Plainpalais-Jonction et le PAV, ont actuellement trop peu d'arbres et mériteraient de faire l'objet d'efforts ciblés.

Nous émettons les recommandations globales suivantes, en ordre décroissant d'importance :

- 1. Augmenter la couverture arborée dans les zones identifiées comme prioritaires (Figure 9) et augmenter le taux à 25% d'ici 2050, afin de promouvoir une ville équitable, durable et prospère;**
- 2. Produire de futurs grands arbres avec des conditions exemplaires (par exemple, 10-100m³ de sol de très bonne qualité) car les grands arbres contribuent de manière particulièrement importante au bien-être humain ;**
- 3. Offrir des incitations pour planter des arbres sur le foncier privé ;**
- 4. Mieux considérer et inclure les arbres dans la planification de quartier et du territoire (PLQ, concours d'architectures, zones industrielles) ; maintenir la diversité taxonomique des espèces en choisissant des espèces avec une fréquence dans la commune inférieure à 5% ;**
- 5. Expérimenter avec des sous-espèces et espèces d'autres régions voisines et méridionales ;**
- 6. Créer des plantations d'arbres de tailles variées avec une hétérogénéité de structure pour produire un large éventail de services écosystémiques qui contribuent au bien-être.**



Questions de recherche

Plusieurs questions importantes doivent être réglées pour améliorer la compréhension et la gestion de notre patrimoine arboré.

- **Quelle a été l'évolution de la couverture arborée depuis 2009 ?**
- **Quelle est la durée de vie des arbres en ville et à la campagne ? Quelles sont les causes de mortalité ?**
- **Quels sont les coûts directs et indirects liés à la gestion des arbres de rue, de parc, en région urbaine, péri-urbaine et en forêt ?**
- **Quels seraient les coûts et les économies liés à des volumes de plantation plus importants, par exemple 9m³ vs 100m³?**
- **Quelles sont les préférences des citoyen-ne-s en termes d'arbres, de verdure, et d'autres structures « naturelles »?**
- **Dans quelle mesure est-ce que les arbres sont compatibles avec les espaces agricoles?**
- **Quelles alternatives existent pour alimenter le bien-être des personnes avec de la verdure dans les rues où les bonnes conditions de plantation ne sont pas présentes ?**

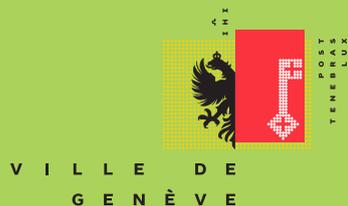
De plus amples détails sur le projet, y compris un rapport complet, sont à disposition du lecteur sur www.ge21.ch, sous le projet « NOS-ARBRES ». De nombreuses cartes peuvent être visionnées en ligne [ici](#).

Avec le soutien du programme G'innove (Ville de Genève)

Citation : Schlaepfer, M.A., B.P. Guinaudeau, O. Robert et E. Amos (2018). Projet NOS-ARBRES – Synthèse pour les instances de décision.



Attribution - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-SA)



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève