



Structure végétale de Chêne pédonculé à Chêne-Bougeries - Léon Tikhonov

# Comment le développement de continuités végétales peut-il devenir un outil de planification urbaine ?

Exemple de la trame turquoise de Chêne-Bougeries

Léon Tikhonov

Juin 2022

Domaine Ingénierie et Architecture

Master conjoint UNIGE-HES-SO en développement territorial

Orientation Architecture du paysage

Directeur/trice : Prof. Natacha Guillaumont & Prof. Christophe Veyrat-Parisien

Expert : Sébastien Casoni

Mémoire n° : 1026



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

**Hes·so**  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale



## Résumé

L'augmentation constante du besoin en logements dans le canton de Genève n'a jamais été aussi forte. Cela a une répercussion directe sur le territoire et son évolution, surtout dans la zone villa (zone 5). Dans ce contexte, les communes ont jusqu'au 1er janvier 2023 pour mettre à jour leur PDCom en y définissant les secteurs de densification. Néanmoins, les communes manquent aujourd'hui d'outils opérationnels pour développer leur stratégie de développement de la zone 5. De plus, s'ajoutent aujourd'hui les enjeux liés aux changements climatiques. Ces derniers ont un impact sur la végétation qui est déjà menacé par les nouvelles constructions. Pourtant, elle a le potentiel d'amoindrir les conséquences du changement climatique, notamment sur des questions de régulation de la température, d'infiltration des eaux de ruissellement ou de qualité de l'air. Ainsi, tout en répondant aux besoins en logements supplémentaires, il est essentiel d'assurer la pérennité des structures végétales existantes et de les renforcer afin de conserver une qualité de vie optimale. Ce travail ouvre des pistes de réflexion concernant le développement de la zone 5 selon des contraintes liées au végétal. En identifiant ces besoins et en les spatialisant, des conditions à la densification peuvent être émises. Alors, la densification a le potentiel de devenir un outil permettant de développer et de pérenniser le végétal.

## Abstract

The steady increase in housing needs in the canton of Geneva has never been so strong. This has a direct impact on the territory and its evolution, especially in the villa area (zone 5). In this context, municipalities have until 1 January 2023 to update their PDCom by defining densification areas. Nevertheless, the municipalities lack operational tools to develop their strategy of growth for Zone 5. In addition, there are issues related to climate change. The latter has an impact on the vegetation which is already threatened by the new constructions. Yet, she has the potential to lessen the consequences of climate change, particularly on issues of temperature regulation, infiltration of runoff waters or air quality. Thus, while meeting the need for additional housing, it is essential to ensure the sustainability of existing green structures and to strengthen them and maintain an optimal quality of life. This work opens avenues of reflection regarding the development of "zone 5" according to constraints of the vegetation. By identifying these needs and spatializing them, conditions for densification can be emitted. So, densification has the potential to become a tool for developing and sustaining the plant.

## Mots-clés

Trame verte, Densification, Structure arborée, Zone 5, Topographie, Ruissellement des eaux, Ville éponge

# GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
LAT	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire
LIDAR	Laser imaging detection and ranging
MNC	Modèle numérique de canopée
MNT	Modèle numérique de terrain
NBS	Nature-based solutions
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFS	Office fédéral de la statistique
PCC	Plan Climat cantonal
PDCn	Plan directeur cantonal
PDCom	Plans directeurs communal
SDA	Surfaces d'assolement
SFN	Solutions fondées sur la nature
SITG	Système d'Information du Territoire à Genève
TV	Trame verte
TVB	Trame verte et bleue
ZAB	Zone à bâtir

## Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Natacha Guillaumont pour son encadrement ainsi que pour ses nombreux conseils tout au long de la rédaction. Je tiens aussi à remercier Christophe Veyrat-Parisien pour nos échanges.

Je remercie également Sébastien Casoni et Magali Dubey pour leurs retours et leurs éclaircissements.

Mes remerciements vont aussi aux collaborateurs de la filière architecture du paysage de l'Hepia pour leur disponibilité et leurs suggestions.

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance auprès des membres de ma famille pour leur soutien durant ce travail.

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>11</b>
<i>CARTE 1 - Contexte géographique de Chêne-Bougeries</i>	12
<b>1.1 Contexte</b>	<b>13</b>
<i>CARTE 2 - Les couvertures végétales et agricoles des communes de l'Est de Genève</i>	14
<b>1.2 Problématique de recherche</b>	<b>15</b>
<b>2. CADRE THÉORIQUE</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Les enjeux de la densification urbaine</b>	<b>20</b>
2.1.1 Législation Fédérale et Cantonale	23
2.1.2 La commune de Chêne-Bougeries	25
<b>2.2 La place du végétal dans le développement urbain</b>	<b>27</b>
2.2.1 Bref rappel de l'utilisation du végétal en ville	27
2.2.2 Dichotomie entre verdissement et biodiversité	29
2.2.3 Définition de structure végétale	30
2.2.4 Définition de trame verte et bleue	31
2.2.5 Les services écosystémiques, paysager et patrimoniaux rendus par le végétal	33
2.2.5 Politisation des enjeux du développement durable liés au végétal	35
<b>2.3 Impacts du changement climatique sur la planification</b>	<b>36</b>
2.3.1 Impact du changement climatique sur les structures végétales	38
2.3.2 Adaptations du végétal	39
2.3.3 L'eau	40
2.3.4 Le sol	41
<b>2.4 Hypothèses pour repenser la planification</b>	<b>42</b>
2.4.1 « Les Solutions fondées sur la Nature »	42
2.4.2 Les opportunités pour repenser la planification	43

<b>3.</b>	<b>PROBLÉMATIQUE DE PROJET</b>	<b>45</b>
	<b>3.1 Comment le développement de continuités végétales peut-il devenir un outil de planification urbaine ?</b>	<b>46</b>
	3.1.1 Une trame turquoise pour Chêne-Bougeries	
<b>4.</b>	<b>PRÉSENTATION DU TERRAIN D'ÉTUDE</b>	<b>49</b>
	4.1.1 L'identité et les qualités de Chêne-Bougeries	50
	CARTE 3 - Les 3 bassins versants	52
	4.1.2 L'influence de la topographie sur l'organisation et le développement du territoire Chênois	53
	<i>CARTE4 - La ligne de crête et sa relation aux implantations historiques des domaines</i>	54
	4.1.3 Le parcours des crêtes	55
	<i>CARTE 5 - Évolution du domaine viaire historique sur la ligne de crête</i>	56
<b>5.</b>	<b>ANALYSE CARTOGRAPHIQUE ET MÉTHODOLOGIE</b>	<b>59</b>
	CARTE 6 - Le ruissellement des eaux pluviales	60
	<b>5.1 Relevés de terrain, analyses topographique, géologique et végétale</b>	<b>61</b>
	5.1.1 La Topographie et le ruissellement de l'eau	61
	<i>CARTE 7 - Les interactions entre le ruissellement et le domaine viaire</i>	62
	<i>CARTE 8 - Le potentiel hydrique : situation des «cuvettes»</i>	64
	5.1.2 Les dépressions et les potentiels d'infiltrations	65
	<i>CARTE 9 - Les zones d'infiltration présentes et potentielles</i>	66
	<i>CARTE 10 - Les principaux réseaux continus de pleine terre</i>	68
	5.1.3 Le sol : la pleine terre	69
	<i>CARTE 11 - Les continuités de pleine terre en relation avec la crête</i>	70

<i>CARTE 12 - La géologie à l'est du canton de Genève</i>	72
<i>CARTE 13 - Les nappes phréatiques à l'est du canton de Genève</i>	72
5.1.4 Le sol et les nappes phréatiques	73
<i>CARTE 14 - Typologie du sous-sol communal : relation des nappes phréatiques et des couches géologiques</i>	74
<i>CARTE 15 - Les structures végétales existantes</i>	76
5.1.5 Les structures végétales	77
5.1.6 Les tendances d'évolution globales pour les arbres communaux	79
<i>CARTE 16 - La zone d'étude de rapport d'impact entre la ligne de crête et l'état phytosanitaire des arbres</i>	80
<i>CARTE 17 - La trame turquoise et ses ramifications</i>	82
5.1.7 Tracé de la trame turquoise : intérêt de mise en évidence de la trame turquoise	83
<b>6. SYNTHÈSE D'ANALYSE</b>	<b>85</b>
<i>CARTE 18 - Synthèse : Carte des potentialités de développement de la trame turquoise sur la ligne de crête</i>	86
<b>6.1 Compilation des données analysées</b>	<b>87</b>
<i>CARTE 19 - Les affectations actuelles et planifiées par le PDCom</i>	88
<i>CARTE 20 - Les réseaux de parcs et promenades du PDCom</i>	89
<i>CARTE 21 - Les recommandations opérationnelles relatives aux affectations</i>	90
<b>6.2 Recommandations pour la construction de la trame turquoise</b>	<b>91</b>
6.2.1 Stratégie végétale	91
6.2.2 Recommandations relatives aux affectations des espaces	94
<i>CARTE 22 - Les recommandations opérationnelles relatives aux affectations</i>	98



<b>7.</b>	<b>EXEMPLES D'APPLICATIONS DES RECOMMANDATIONS</b>	<b>101</b>
7.1	L'exemple du quartier des Bougeries	102
7.2	L'exemple de Malagnou-Paumière	106
<b>8.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>113</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>117</b>
9.1	Bibliographie	118
9.2	Liste des cartes et illustrations	123
<b>10.</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>127</b>
10.1	Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.	128
10.2	PDCOM - Chêne-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5	132

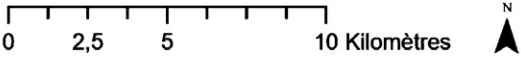
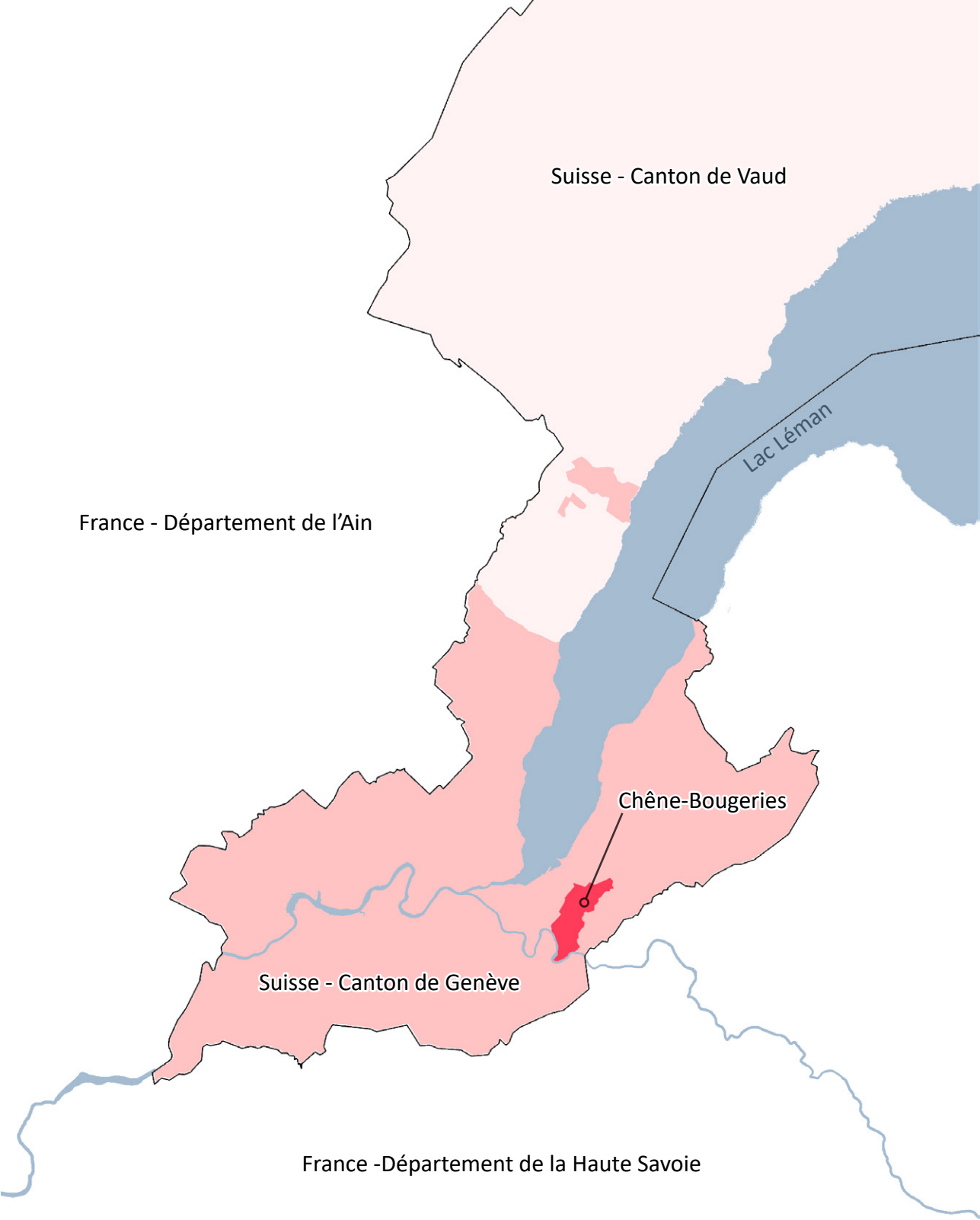


# **1. INTRODUCTION**

## **1.1 Contexte**

## **1.2 Problème de recherche**

CARTE 1 - Contexte géographique de Chêne-Bougeries



## 1.1 Contexte

Ce travail s'inscrit dans le contexte du nouveau plan directeur communal de Chêne-Bougeries soumis en 2020 à la consultation publique. Mais aussi de l'étude visant au « *Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries* », réalisée par le groupe de recherche «Paysage projet vivant» de l'Hepia. Enfin, il aborde les conditions de densification de la zone villa qui doivent être établies par les communes avant le 1er janvier 2023 en vertu de l'article 59-4 LCI.

Ce mémoire invite à repenser la planification urbaine en s'appuyant sur des éléments identifiables tels que la topographie et le végétal. Cela, afin de proposer des pistes et des outils de développement s'accordant avec les enjeux du changement climatique. Changement auquel sont confrontées les villes et dont Chêne-Bougeries sera le support pour ce travail.

Chêne-Bougeries, commune du canton de Genève, se positionne à l'entrée de la ville éponyme. Elle constitue un espace habité ayant la caractéristique d'être fortement végétalisé. La commune se positionne aujourd'hui comme une pièce urbaine dominée par les habitations de style villas. Avec un peu plus de 70 % de son territoire classé en zone résidentielle (zone 5), elle offre un cadre de vie réputé et attractif.

La ville de Genève étant le cœur économique de la région, elle offre la majorité des emplois avec des écarts de salaires très importants en sa faveur. Cette situation crée une forte pression démographique et il en résulte un déséquilibre entre un déficit de logements côté suisse et un manque d'emplois côté français. La situation géographique du canton de Genève qui partage 96% de sa frontière avec la France exacerbe ce phénomène. La situation se traduit par un manque de logements et se répercute sur le développement urbain de Chêne-Bougeries. « *Genève est arrivée au bout d'une densification par extension sur la zone agricole. Nous ne pouvons plus étaler la ville* », expliquait en 2019 l'architecte cantonal Francesco Della Casa au journal de 19h30 de la RTS.

La commune est composée à 86 %<sup>1</sup> de surfaces constituées en zones de développement, ainsi, il ne reste que 8 % de surfaces agricoles et 6 % de surfaces diverses, principalement composées de forêts et de surfaces de verdure (jardins, cordons boisés, alignements ...). Or, ces zones de forêts et de verdure ne peuvent bénéficier de dérogations que pour des constructions d'utilité publique. De plus, le canton de Genève applique une politique de préservation des surfaces d'assolement, ce qui implique une conservation des surfaces agricoles. Cette situation implique une évolution et donc une densification des zones déjà construites, notamment de la zone 5. C'est une problématique qui est partagée par les nombreuses communes du canton de Genève, en particulier les Trois-Chêne (Chêne-Bougeries, Chêne-Bourg et Thônex).

---

1. Site internet de l'OCSTAT : Communes genevoises

CARTE 2 - Les couvertures végétales et agricoles des communes de l'Est de Genève



## 1.2 Problématique de recherche

De nombreux enjeux sont énumérés dans le PDCom de Chêne-Bougeries, à savoir la densification, le développement des modes de transport doux et une stratégie de plantation afin de pérenniser le patrimoine végétal de la ville. Dans ce contexte d'accueil de nouveaux habitants et d'enjeux relatifs au changement climatique, une problématique émerge : comment maintenir la qualité des lieux, voire l'enrichir, tout en répondant à la demande croissante en logements et en services ? Le Plan directeur communal ouvre de nombreuses pistes, mais manque aujourd'hui d'outils opérationnels. De plus, au-delà du besoin en logements, l'évolution du climat souligne l'importance de conserver les espaces végétalisés, le développement de la commune devra donc fortement le prendre en compte. Sur ce territoire spatialement limité et au vu des enjeux liés au changement climatique (hausse des températures, changement de pluviométrie, qualité de l'air), on peut d'ores et déjà s'interroger sur la pérennité des structures végétales actuelles.

Ces dernières sont constituées par la végétation de Chêne-Bougeries et structurent le paysage par une grande variété de motifs et d'échelles (cordons boisés, bosquets, pelouses...) (Cohen, 2013). Les structures végétales sont essentielles pour leurs apports environnementaux (régulation des températures, des inondations, purification des eaux), de qualité de vie, mais aussi pour leurs apports culturels (esthétique, éducatif, récréatif). C'est d'autant plus le cas à Chêne-Bougeries où le Chêne a une dimension culturelle, symbolique, marqueur de l'identité locale. Le grand public est aussi traversé par un regain d'intérêt pour la nature en général et les arbres en particulier, cela se ressent aussi dans les votations. Le succès des « Verts » ayant été important aux dernières élections de 2020. Notamment à Chêne-Bougeries où ils représentent 10 sièges sur les 27 possibles au conseil municipal, ainsi que deux des trois conseillers administratifs<sup>2</sup>.

Ce contexte se présente aussi comme une opportunité pour repenser les interactions entre l'ensemble des protagonistes de ce territoire, à savoir la faune, la flore et les habitants. Pour cela, de nouvelles structures végétales gagneraient à être développées. L'étude « Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries » approfondit cette réflexion en suggérant, par exemple, des modes de plantations, des essences adaptées ou encore des principes d'évolution et de changements. Ce mémoire ne traitera pas de l'importance de mettre tout en œuvre pour entretenir et conserver les essences existantes, vivantes actuellement.

---

2. Élection des conseils municipaux du 15 mars 2020 à Chêne-Bougeries

Toutefois, une réponse à ces enjeux peut être incarnée par les trames vertes. Elles sont une forme de structure végétale orientée sur la notion de continuité. Pouvant mettre en réseau les espaces verts, qu'ils soient sous la forme de parcs publics ou de jardins privés ; elles permettent en se structurant autour de cheminements de créer des connexions végétales, faunistiques et humaines. Cependant, comme les trames vertes ont certaines exigences en termes de surface, de qualité de sol, d'eau et sont dépendantes de la contrainte temporelle pour atteindre leur plein potentiel, il est nécessaire de se saisir de ce contexte évolutif pour intégrer ces contraintes dans la planification et permettre un développement pérenne. Le proverbe « donner du temps au temps » résume bien les exigences liées au végétal.

À l'échelle de Chêne-Bougeries, émergent des enjeux majeurs :

- La zone villa, qui représente la majorité du territoire de Chêne-Bougeries, se développe et se densifie face à la demande croissante en logements et en services.
- La densification nécessitera d'être accompagnée par une stratégie végétale importante afin de garantir, non seulement une qualité de vie satisfaisante, mais aussi sa pérennité.
- Les structures végétales existantes qui font la qualité paysagère de la ville devront en partie évoluer afin de permettre la bonne adaptation aux nouvelles contraintes climatiques.

L'un des fils directeurs de ce travail sera le ruissellement des eaux de pluie, thème qui permet de rassembler les enjeux énumérés précédemment. En effet, l'eau est nécessaire au développement du végétal, or cette ressource se trouve grandement contrainte dans l'environnement urbain. L'association de ces eaux de ruissellement, aujourd'hui délaissée, avec le végétal, permettrait de développer une stratégie de plantation durable.

Les points abordés ci-dessus seront développés dans les chapitres suivants. Il s'agit dans un premier temps de détailler les enjeux de la densification de manière générale, puis de les préciser dans le but d'aboutir à l'échelle de la commune de Chêne-Bougeries. Cet éclaircissement permettra dans un second temps d'ajouter le volet du paysage et du végétal à la réflexion afin de mettre en lumière les parallèles de ces derniers avec la densification. Dans un troisième temps, sera analysé l'impact du développement durable et du changement climatique sur la planification afin de comprendre les ramifications qui lient ces enjeux entre eux.







## **2. CADRE THÉORIQUE**

**2.1 Les enjeux de la densification urbaine**

**2.2 La place du végétal dans le développement urbain**

**2.3 Impacts du changement climatique sur la planification**

**2.4 Hypothèses pour repenser la planification**

## 2.1 Les enjeux de la densification urbaine

Ces différentes réflexions théoriques permettront de faire un retour sur la problématique et d'aboutir sur la formulation de l'hypothèse de recherche. « *Le développement de l'urbanisation vers l'intérieur du milieu bâti (densification urbaine) vise à mieux utiliser les zones constructibles, par exemple en surélevant des bâtiments d'habitation existants ou en réaffectant des zones industrielles et commerciales laissées en friche.* »<sup>3</sup> La densification urbaine est donc définie comme le fait de faire vivre un plus grand nombre d'habitants dans un même espace. Néanmoins, la densification urbaine dépasse le cadre d'une simple urbanisation vers l'intérieur, elle « *recouvre des significations très diverses, qui oscillent entre des connotations techniques (définitions quantitatives), des connotations sociales (définitions qualitatives) et des connotations sensibles (définitions d'ambiances urbaines).* » (Amphoux, 2001).

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle « *la notion de densité est perçue comme un facteur de dissémination des maladies* » (Charmes, 2010). Largement associée à l'agencement moyenâgeux, elle est considérée comme désuète par les théories du courant hygiéniste. Théories prônant la circulation de l'air, de la lumière et donc l'inverse de la densité, sans pour autant parler d'étalement. Gardant un statut abstrait, la densité reste vectrice de valeurs connotées de manière négative et il faudra attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour que sa position évolue. À partir des Trente Glorieuses (1945-1975), la densité urbaine devient une solution technique aux problèmes de logements de l'après-guerre. Sa mise en pratique se traduira notamment par les grands ensembles et permettra de loger efficacement de grandes populations. C'est d'ailleurs l'image de ces derniers qui restera dans l'imaginaire de la densification, bien que dans les faits, ces aménagements ne soient pas les constructions les plus denses. Mais à la fin des années 1960, la tendance moderniste se tasse au profit d'un nouvel idéal que Monique Dagnaud qualifie en 1978 de « la qualité de vie ». Ainsi, le cadre de vie devient un objet recherché et rendu possible en partie grâce au développement de l'automobile. « *Le rejet de l'urbanisme moderne se traduit en particulier par un afflux des classes moyennes vers les périphéries pavillonnaires, [...] la quête de la qualité de vie se trouve en large part associée à l'affirmation de la maison individuelle comme idéal.* » (Charmes, 2010).

Le rapport du Brundtland publié en 1987, met en lumière la nécessité de la protection de l'environnement et instaure la notion de développement durable. Le rapport mentionne la densité urbaine comme une possible solution afin de limiter les émissions liées aux véhicules si longtemps promus. C'est dans ce contexte au début des années 1990, que commence la lutte contre l'étalement urbain et que la densification devient la solution aux problèmes environnementaux mais aussi sociaux. Elle « *se trouve associée à des valeurs sociales qui bénéficient d'un intérêt renouvelé telles que l'urbanité et la mixité.* » (Charmes, 2010). La publication de la courbe de Peter Newman et Jeffrey Kenworthy en 1999 a largement participé au changement de perception de la notion de densité urbaine. Elle montre que les villes les plus denses ont une consommation de carburant annuelle par habitant bien plus faible que les villes largement étalées d'Amérique du Nord. Ainsi, le statut de la densité urbaine a changé plusieurs fois au cours du XX<sup>e</sup> siècle, passant de modèle obsolète et pathologique à une solution permettant de répondre aux nombreux enjeux que les villes doivent affronter aujourd'hui.

---

3. Définition du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

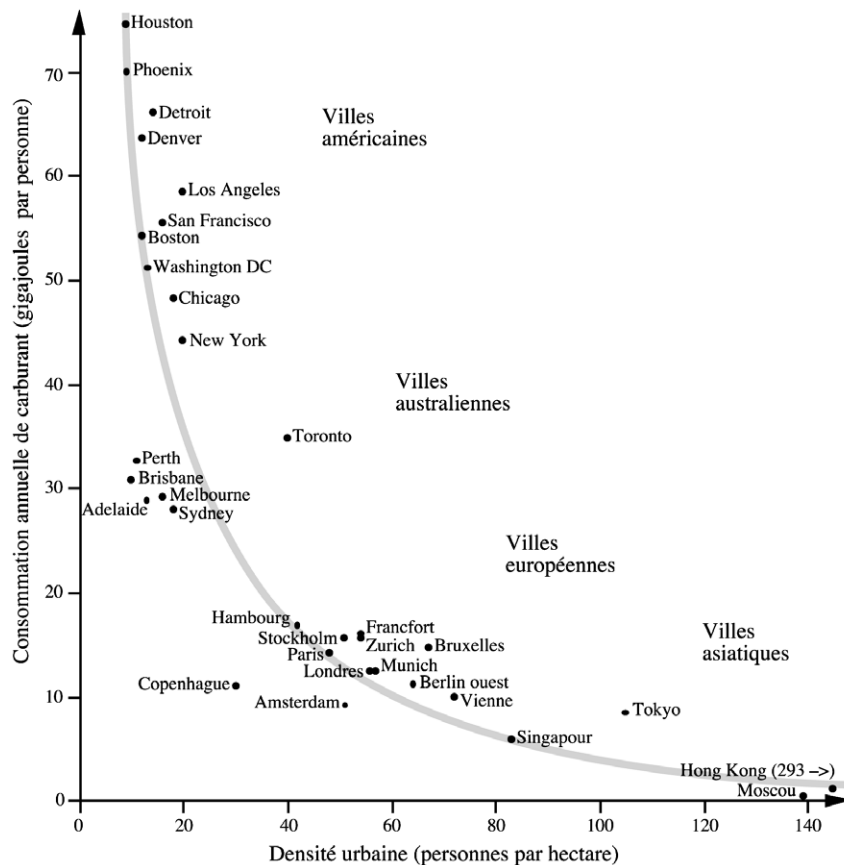


Figure 1 - Courbe de Peter Newman et Jeffrey Kenworthy (version française publiée par Frédéric Héran, 2001).

En Suisse, depuis la révision de la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire en 2012, c'est un terme récurrent des questions relatives au développement territorial et de la planification. Ce sont les enjeux du développement durable qui ont remis la densification urbaine au cœur des réflexions urbanistiques. En effet, les prises de conscience liées à la durabilité ont introduit à partir des années 2000 l'urbanisme écologique. Cette nouvelle façon de considérer l'urbain et la nature fait que la densification urbaine est devenue une sorte de réponse à de nombreuses problématiques. Cette relative unanimité est illustrée en France par les propos de Thomas Chevandier, élu du 20ème arrondissement de Paris : « *La densification urbaine est une solution aux défis sociaux et environnementaux de notre époque [...] Il s'agit d'une solution durable et même désirable* » (Chevandier, 2021).

Néanmoins, la densification urbaine suscite des interrogations, notamment sur la place du végétal en ville et des sols urbains, encore perméables. L'acceptation de la part des habitants est aussi une condition nécessaire. En effet, un sondage français réalisé en janvier 2021 ayant pour échantillon 1000 personnes, a révélé que 54% des intéressés préféraient « *des villes moins denses avec plus d'étalement urbain et plus de personnes qui vivent loin du centre* » contre 40% qui souhaitaient « *des villes plus denses mais avec moins d'étalement urbain et moins de personnes qui vivent loin du centre* »<sup>4</sup>. Les aspirations en matière d'habitat sont donc divisées, beaucoup souhaitent un cadre de campagne et de nature, l'idéal de la « qualité de vie » n'a pas nécessairement évolué. Il est d'autant plus difficile de s'affranchir du précédent modèle pensé et mis en place pour permettre de disposer de cadres périurbains ; tout en profitant des avantages liés à la ville, mais au prix de l'utilisation parfois outrancière de l'automobile.

4. Sondage d'OpinionWay réalisé en janvier 2021 pour la Fédération des SCOT et l'Unam.

Balz Halter souligne que bien que reconnue comme vertueuse par certains, la densification rencontre la plupart du temps de vives oppositions. De la part des particuliers ou groupes d'intérêts, qui se manifestent généralement sous la forme d'actions politiques, voire juridiques. Ce phénomène d'opposition relatif au Nimby de l'anglais « Not In My BackYard », montre qu'il est primordial de convaincre les habitants déjà établis, de la nécessité du projet. C'est d'autant plus important dans une commune telle que Chêne-Bougeries où les habitants sont attachés à leur cadre de vie, qui bien souvent est la raison pour laquelle ils sont motivés à y rester. Cette problématique est reconnue, car le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) définit que : « *Une bonne densification urbaine est synonyme de plus-value aussi bien quantitative que qualitative pour la population [...] Une bonne densification urbaine couvre les questions d'aménagement et doit s'assurer d'être bien acceptée par la population.* »<sup>5</sup>.

Seulement, les grands ensembles des années soixante ont laissé une empreinte à connotation négative durable dans l'imaginaire collectif. La densification ne devrait donc pas être uniforme et standardisée comme c'est parfois le cas, mais au contraire adaptée au contexte et au enjeux locaux. On pourrait en effet supposer que le discours abstrait de la densification urbaine aurait une tendance universaliste et pourrait à terme renier la dimension contextuelle et tendre vers une uniformisation des villes denses. Pourtant, Pascal Amphoux en se basant sur l'exemple de la planification Lausannoise, nuance cela en mettant en lumière plusieurs diversités « *la diversité des interprétations, [...] la diversité des formes urbaines et des pratiques sociales [...] la diversité des pratiques d'urbanisme qui y sont attachées en fonction des cultures nationales, régionales ou locales.* » (Amphoux, 2001).

Néanmoins, afin de répondre aux besoins des nouveaux habitants sans pour autant dénaturer les caractéristiques spécifiques locales, il convient de « *densifier avec qualité* ». « *Pour que la population concernée accepte la densification, il faut que cette dernière représente une amélioration, une meilleure qualité de l'habitat, mais surtout du milieu bâti dans son ensemble.* » (Bühlmann & Straumann, 2015).

La densification qui concerne la zone 5 est tout de même loin de l'image des grands ensembles, car l'un de ces objectifs est la conservation du caractère « villa » de la zone. Pour rappel, la zone 5 est limitée par un gabarit maximal de 10 mètres. Le danger ici étant plutôt les abus et le manque de restrictions qui pourraient aboutir à une dénaturation de ces espaces.

---

5. DETEC : Zones à bâtir et densification urbaine.

### 2.1.1 Législation Fédérale et Cantonale

En Suisse, c'est la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire abrégé « LAT », qui régit l'aménagement du territoire. Révisée et approuvée en 2012 par une majorité de 62.9% votants<sup>6</sup>, la LAT établit comme premier but « de protéger les bases naturelles de la vie, telles que le sol, l'air, l'eau, la forêt et le paysage »<sup>7</sup>. Cela se traduit par une volonté « *d'orienter le développement de l'urbanisation vers l'intérieur du milieu bâti, en maintenant une qualité de l'habitat appropriée* » et de « *créer un milieu bâti compact* ». Ces mesures ont pour but de préserver les surfaces de sols, en vue de l'évolution démographique suisse. En effet, l'office fédéral de la statistique prévoit une évolution de la population atteignant les 10,4 millions d'habitants à partir de 2050, soit plus de 2 millions de nouveaux habitants<sup>8</sup>. La densification urbaine est ici inscrite dans la loi et permet une première reconnaissance de l'importance des sols et de leurs caractères non-renouvelables. Les nouveaux objectifs de la LAT s'inscrivent dans le cadre de la lutte contre le mitage urbain, car historiquement, de nombreuses communes ont plus qu'anticipé leur besoin en zones à bâtir dans le but de s'assurer certaines perspectives de développement.

La densification sur le territoire suisse est aussi la conséquence du Plan sectoriel des surfaces d'assolement (PsSDA). Les SDA sont les terres agricoles les plus qualitatives de Suisse, leur protection a pour origine une volonté d'assurer une base d'approvisionnement alimentaire en cas de perturbation du ravitaillement extérieur. Cette volonté est traduite par le PsSDA et est aujourd'hui le principal instrument de pilotage de la Confédération dans le domaine de l'aménagement du territoire. Il a pour vocation une meilleure harmonisation des efforts des autorités en matière d'aménagement du territoire. C'est un document contraignant pour les autorités et les autres acteurs non-administratifs. Ainsi ce texte fixe un quota de SDA minimale à l'échelle nationale et cantonale. Ce quota permet de limiter grandement la consommation des SDA au profit de zones urbaines et d'endiguer le phénomène du mitage. Néanmoins, la consommation des SDA n'est pas formellement interdite, mais nécessite toutefois une pesée d'intérêts contraignante.

Nous l'avons abordé en introduction, « Le canton de Genève et son système urbain se présentent ainsi comme une « *excroissance* » de la Suisse, encastrée dans le territoire français et dont le centre, la ville de Genève, exerce une polarité forte au-delà des frontières cantonales et nationales. » (Mantziaras, 2020). Cette situation a pour conséquence des déséquilibres importants au sein de l'agglomération franco-valdo-genevoise qui comprenait en 2010 « *environ 800 000 habitants et 400 000 emplois, inégalement répartis : 60% de la population et 75% des emplois* » sont alors situés au sein du canton de Genève (Tranda-Pittion, 2010). Le centre ainsi formé, ne répond pas à la demande en logements, ou bien de manière inadaptée aux tranches de population concernées, en proposant majoritairement des logements haut de gamme peu abordables (Schüssler & Thalmann, 2005).

---

6. Votation No 569, Modification du 15.06.2012 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), Tableau récapitulatif.

7. Loi fédérale sur l'aménagement du territoire, version du 01.01.2019.

8. Office fédéral de la statistique ; Scénarios de l'évolution de la population de la Suisse et des cantons 2020-2050.

La densification du canton est donc motivée par de nombreux enjeux et intérêts, la pression démographique liée au dynamisme économique, le manque de disponibilité du foncier, la préservation des zones agricoles, naturelles, le report modal vers les transports publics et la mixité sociale. Encore faut-il que la densification soit pensée dans ce sens, donc planifiée et maîtrisée. Ces contraintes et l'encouragement direct de la LAT à la densification, axent la stratégie de développement sur une optimisation des espaces déjà construits. Le plan directeur cantonal (PDCn) 2030, dont la première mise à jour a été adoptée par le Grand Conseil en avril 2019 et approuvée par le Conseil fédéral en janvier 2021, fixe comme premier objectif en matière d'urbanisation de « *Promouvoir la densification et l'extension du centre urbain dense* »<sup>9</sup>.

Or, afin de densifier un canton déjà très dense (seul le canton de Bâle-Ville devance Genève)<sup>10</sup>, il est inévitable que le plan directeur cantonal et les plans directeurs communaux visent désormais les zones 5. Cette zone résidentielle destinée aux villas et plus marginalement aux exploitations agricoles, offre en raison de sa grande répartition spatiale, un potentiel important de densification. Un article du journal DOMAINE PUBLIC le relate en 2021 : « *En Suisse, la moitié des bâtiments à usage d'habitation construits avant 1971 sont des maisons individuelles et sur dix bâtiments construits entre 1981 et 2010, sept sont de ce type. Les zones affectées à l'habitat individuel offrent donc d'intéressantes potentialités de densification.* » (Rey, 2021).

Ainsi, de 2013 à 2019, les propriétaires ont eu la possibilité d'augmenter la densité de leurs parcelles en zone 5 sans passer par une modification de zones dans le cadre de l'art. 59 al.4 LCI. La surface autorisée d'une construction est alors passée de 20% de la parcelle à 25%, au-delà, une dérogation était nécessaire sous conditions. Pourtant, les projets ont été presque systématiquement autorisés. En a découlé un développement peu coordonné avec pour conséquence des dommages paysager et architecturaux sur la zone villa, entraînant le gel des dérogations de la part du Département du territoire en 2019 (DT) (Département du territoire, 2019). Suite à cet épisode de densification peu maîtrisée, les communes genevoises se sont vu attribuer de plus grandes compétences en matière de densification avec une modification de la « L 5 05 : Loi sur les constructions et les installations diverses (LCI) ». Ainsi, les communes ont jusqu'au 1er janvier 2023 pour mettre à jour leur PDCom en y définissant les secteurs de densification, « Les autorités communales pourront ainsi reprendre la maîtrise de leur développement territorial qui a fait défaut ces dernières années. » (République et canton de Genève, 2021). Ce travail est nécessaire car « *Si nous ne pouvons plus densifier raisonnablement les zones à bâtir existantes, il ne restera plus que la France et le canton de Vaud pour loger les futurs habitants, avec tous les problèmes de trafic et de pollution que cela va engendrer* » (Aellen, 2019).

---

9. Plan directeur cantonal 2030, Fiches A – urbanisation.

10. OFS, Choix d'indicateurs en comparaison régionale, 2021 (cantons).



## 2.1.2 La commune de Chêne-Bougeries

Chêne-Bougeries étant la commune d'étude terrain de ce mémoire, il convient de résumer l'histoire de son développement. La morphologie urbaine caractéristique de la commune s'explique par une urbanisation réalisée en plusieurs étapes, au départ constituée de fermes, de terres agricoles et des bougeries. Le terme de bougeries désigne les terres non cultivées, vagues, incultes, ou en partie boisée. Sans propriétaire déterminé et sans garde champêtre (Chapuisat, 1951). Les origines de la commune remontent au XIII<sup>ème</sup> siècle où une Maladière autogérée pas les lépreux est fondée sous le nom de Quercus (nom latin du chêne). Ce territoire est alors la limite entre les terres savoyardes et genevoise « *signalé par un chêne puissant* » (Chapuisat, 1951). En effet, longtemps située aux limites de la république de Genève, Chêne-Bougeries est historiquement la porte d'entrée de la ville et donc frontalière du XIII<sup>ème</sup> siècle à la fin du XVIII<sup>ème</sup> avec le duché de Savoie, puis avec la France révolutionnaire. Consécutivement aux guerres napoléoniennes, le traité de Paris signé le 20 novembre 1815, redécoupe le territoire et ainsi, la frontière incarnée par la rivière de la Seymaz à Chêne-Bougeries se déplace au niveau du Foron à Thônex. (Barbier & Schwarz, 2014).

Faisant historiquement partie de la campagne genevoise, c'est au début du 19<sup>ème</sup> siècle, que l'expansion de Genève pousse de nombreux habitants aisés à s'installer à Chêne-Bougeries afin de bénéficier de la tranquillité et de l'environnement. Cette période marque durablement la commune, car de nombreuses villas seront construites, accompagnées de grands jardins permettant le développement d'une importante végétation. Passé le marasme économique lié aux deux guerres mondiales et à la grande dépression, la dynamique reprend durant les trente glorieuses. La commune voit ainsi de nouvelles villas se construire, mais aussi de grands ensembles permettant de répondre à la pénurie de logements. Par conséquent, la population de Chêne-Bougeries est passée de 2000 habitants au début du siècle dernier pour atteindre 12600 habitants en 2020<sup>11</sup>. Les évolutions successives de la commune en matière d'urbanisme se sont faites au dépend de la zone agricole, en témoignent aujourd'hui les surfaces agricoles restantes, dont il ne reste que certains bocages, ainsi que les anciennes voies et limites parcellaires. Cette évolution peut être illustrée par les propos de Chapuisat dans son livre « Chêne-Bougeries 1801-1951 : Histoire et traditions » : « *Citadin à ses heures, le chénois est aussi ami de la nature ; ce n'est pas un homme des bois ; ce n'est plus guère un homme des champs.* » (Chapuisat, 1951). L'identité de la commune en fait aujourd'hui un cadre attractif et recherché à proximité directe du centre de Genève. Cette attractivité se traduit par un solde migratoire parmi les plus élevés du canton en 2021 et en fait la seconde variation positive de population derrière Plan-les-Ouates<sup>12</sup>. (La place de Plan-les-Ouates à la première place s'explique par la livraison d'une partie du quartier des Sciers).

---

11. OCSTAT - Statistique cantonale de la population.

12. OCSTAT - Mouvement démographique de la population résidente du canton de Genève, par commune, au 2e trimestre 2021.

En réponse à cette situation et aux demandes liées au PDCn, la commune a soumis à la consultation publique un nouveau plan directeur communal. Dans les grandes lignes, le PDCom souhaite la poursuite de la densification en zone 5 avec de plus grandes contraintes. Cette évolution de la zone villa est soumise à un certain nombre de conditions. Conditions qui doivent être respectées indépendamment d'une demande de dérogation. Ces principes concernent notamment la préservation des composantes paysagères caractéristiques et la consolidation de la charpente verte. (Voir en annexes « PDCom - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5 »).

D'autres objectifs du PDCom concernant les espaces publics et la végétation, ces derniers sont intéressants dans le cadre de la problématique de ce travail. Notamment la volonté d'une mise en place d'un réseau de parcs et promenades. Ce, dans le but de favoriser les mobilités douces, les transports publics et les échanges cyclistes suivant un axe Nord-Sud.

Ci-dessous quelques exemples des objectifs et principes énoncés dans le PDCom:

- « *Préserver, valoriser et renouveler l'arborisation existante dans la zone 5 afin d'éviter la stérilisation de quartiers richement arborés* » (Urbaplan, 2022).
- « *Préserver et renforcer la structure paysagère existante [...] Préserver un maillage d'habitats pour la faune et la flore. Maintenir et renforcer les continuités biologiques.* » (Urbaplan, 2022).
- « *Maintenir une différence de température estivale de -3 C° par rapport au centre-ville. [...] Adapter le territoire au changement climatique.* » (Urbaplan, 2022).

Un des objectifs de ce mémoire est d'illustrer leur mise en application concrète.

## 2.2 La place du végétal dans le développement urbain

Historiquement, le développement des villes s'est fait aux dépens d'espaces naturels et agricoles, ce développement plaçant ainsi l'humain dans une position extérieure voire supérieure vis-à-vis de la nature. Arnauld Delacroix s'interroge : « *Mais pourquoi l'homme s'est-il tant éloigné de la nature après avoir vécu des siècles en équilibre avec elle [...] ?* » (Delacroix, 2020). Afin de répondre à cette question et de mieux cerner les enjeux actuels, il s'agit de résumer l'évolution de la place occupée par le végétal dans le développement urbain au cours de l'histoire en occident.

### 2.2.1 Bref rappel de l'utilisation du végétal en ville

Durant l'antiquité, la scission entre la ville et la campagne est peu marquée, la Pax Romana rendant désuets les remparts des villes d'Europe occidentale (I<sup>er</sup> siècle au II<sup>ème</sup> siècle) (Coulon, 2006). Il faut attendre le Moyen Age (V<sup>ème</sup> siècles) où les fortifications des villes vont avoir un impact sur l'organisation urbaine. Les espaces fortifiés étant limités, la place accordée au végétal sera presque nulle, seuls quelques espaces à vocation productive seront accordés. Néanmoins, durant la Renaissance au XV<sup>ème</sup> siècle, de nombreux jardins seront créés mais ne seront accessibles que par une petite partie de la société. Les citoyens auront tout de même un accès afin de déambuler dans certains domaines nobles ou ecclésiastiques (Combis, 2020). En 1847, le premier parc public est ouvert en Angleterre, le Parc Birkenhead. À partir de là, de plus en plus de parcs privés seront cédés au public et aussi conçus directement dans ce but. Dans le même temps, le courant hygiéniste va permettre une introduction du végétal dans les espaces publics. Avec la suppression des remparts massifs, l'élargissement des avenues et la plantation de grands alignements dans les boulevards, le végétal devient une entité urbaine à part entière. Cependant, c'est une implantation à motivation exclusivement esthétique, donc très maîtrisée et peu durable qui se met en place.

C'est durant le XX<sup>ème</sup> siècle que l'on va passer d'une « *Nature artificialisée à forte valeur esthétique* » à une « *nature sauvage à forte valeur écologique* » (Mehdi, Weber, Di Pietro, & Selmi, 2012). Malgré les réflexions en matière de planification (charte d'Athènes 1933), il faudra cependant attendre les années soixante pour que la notion « d'espaces verts » soit inscrite dans des documents officiels dans le contexte des grands ensembles. (Mehdi, Weber, Di Pietro, & Selmi, 2012). En 1992, la Conférence de Rio introduit un nouveau changement en s'appuyant sur le rapport Brundtland intitulé « Our Common Future » qui introduit la notion de développement durable. Cette conférence sera le tournant qui va orienter la planification sur des valeurs écologiques. Ainsi, à partir des années 2000, « *les notions « de vert », « d'écologie », « nature » et « de durable » commencent à connaître un franc succès (coulée verte, écoquartier, parc urbain naturel, ville durable, etc.).* » (Mehdi, Weber, Di Pietro, & Selmi, 2012). Ce nouveau vocabulaire permet de légitimer cette évolution de la planification, « *Il semble y avoir un consensus croissant pour considérer que la nature doit avoir une plus grande place dans l'urbanité* » Edwin Zaccai dans (Hajek, Hamman, & Lévy, 2015, p. 181).

Le Bosco Verticale de Milan, un immeuble végétalisé, terminé en 2014, s'inscrit dans cette mouvance en ajoutant une dimension environnementale à un projet urbanistique. Malgré les innovations et les objectifs vertueux, ce projet, au-delà de son bilan carbone élevé, nie la notion de continuité au niveau du sol. Or, ces continuités sont nécessaires à la faune et la flore et en l'état, le Bosco Verticale est exclusivement sollicité par les oiseaux. « *Le bosco vertical de milan peut fasciner, mais il demeure un condominium de riches aux charges d'entretiens astronomiques obtenu par une débauche d'eau et de matière [...].* » (Bonnet, 2020). Néanmoins, le projet fait déjà figure de pionnier, permettant à des logements de devenir support pour le végétal, instaurant une relation d'échange entre ces derniers<sup>13</sup>.

Ceci est une illustration des enjeux contemporains, nécessitant de trouver un équilibre entre les enjeux écologiques et l'urbanisation croissante, « *La densification ne peut plus se faire au détriment de tous les espaces s'inscrivant « en creux » (jardins privés, dent creuse, friche[...]) au risque de rendre la ville insoutenable.* » (Brunner , Berbey, & Couture, 2020).

---

13. L'irrigation des plantes se fait en partie par la récupération des eaux grises produites par le système de climatisation du bâtiment.

## 2.2.2 Dichotomie entre verdissement et biodiversité

Le rapport Green Trajectories (2018) résume l'histoire récente du verdissement des villes d'Europe et d'Amérique du Nord. Mais comme le soulève Philippe Clergeau (Blanc & Clergeau, 2013), la notion de biodiversité n'est pas ou très peu abordée. Pour rappel, la biodiversité est définie par l'INSEE comme « *la diversité des organismes vivants, qui s'apprécie en considérant la diversité des espèces, celle des gènes au sein de chaque espèce, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes.* » (INSEE, 2021).

En effet, les verdissements ne sont pas nécessairement gages de la biodiversité, « *la biodiversité, ce n'est pas seulement avoir beaucoup de verdure, beaucoup d'espèces ou beaucoup d'individus. [...] Il faut tendre à la fois vers plus de diversité spécifique et vers plus de relations entre ces espèces* » (Clergeau, Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain, 2020). Dans une optique de durabilité, la question de la biodiversité est d'autant plus pertinente. Afin de prévenir les dangers liés aux changements climatiques, certaines pratiques de verdissement doivent évoluer telles que la plantation monospécifique. Le Platane a par exemple été largement utilisé en ville pour sa robustesse et ses faibles exigences, seulement, le chancre coloré un champignon très virulent, a décimé des milliers de platanes depuis la fin du 20<sup>ème</sup> siècle en raison de leur utilisation monospécifique. Ce champignon d'origine américaine est aujourd'hui incurable et illustre la vulnérabilité des plantations monospécifiques vis-à-vis des agressions et changements extérieurs.

Ainsi, la diversité est un gage de solidité d'ensemble, où la perte de certains éléments n'engage pas l'intégrité globale de la structure. De plus, les espèces indigènes permettent de s'inscrire dans un système écologique local, or, on a généralement planté en ville à l'image du platane, des espèces horticoles monospécifiques, vulnérables et parfois peu pertinentes en matière de supports à la biodiversité.

Il faut garder à l'esprit que la biodiversité urbaine ne sera jamais aussi performante qu'en milieu naturel. Néanmoins, elle permet indirectement la conservation des écosystèmes dans un environnement parfois très hostile et participe à sa propre sensibilisation vis-à-vis des habitants. Philippe Clergeau va plus loin en poussant l'idée sur le fait que la biodiversité urbaine doit être accompagnée par une réflexion sur l'urbanisme (Clergeau, Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain, 2020).

### 2.2.3 Définition de structure végétale

Parmi les différentes structures paysagères, qui sont autant de systèmes formés par les éléments du paysage, il convient de clarifier la notion de structure dite « végétale ». Ce type de structures faisant partie de la « charpente naturelle » est défini par Cohen M., comme suit : « *Tout d'abord par le terme structure qui renvoie à l'organisation du paysage. En effet, le paysage est associé le plus souvent à la végétation et aux manières dont celle-ci, plus ou moins organisée en massifs, bois, bosquets, haies, etc., structure le paysage. Mais aussi par leur adjectif, c'est-à-dire l'élément végétal, que l'on associe le plus souvent aux plantes vertes réalisant leur photosynthèse.* » (Cohen, 2013). Cette première définition permet de clarifier la partie matérielle de la notion de structure végétale. Afin de définir le rôle dans le paysage de ces structures, Cohen M. propose la définition suivante : « *Les végétaux peuvent contribuer à la structuration des paysages par une grande variété de motifs, [...]. Ces motifs peuvent à leur tour être organisés à une échelle kilométrique, celle du paysage, en arrangements géométriques ou aléatoires, discontinus ou graduels le long de gradients.* » (Cohen, 2013). Les structures végétales participent aux grandes structures paysagères en y apportant une dimension temporelle, qu'elle soit saisonnière ou sur le long terme, fournissant de multiples services relatifs aux végétaux. Firehock & Walker apportent quant à eux une définition plus ouverte : « *Green infrastructure can be thought of as the sum of all our natural resources* » (Firehock & Walker, 2015). À noter que le terme anglais de « Green infrastructure » se réfère souvent aux structures végétales, mais aussi aux trames vertes.

Les structures végétales ne sont donc pas le fruit d'une réflexion, mais plutôt le résultat de l'urbanisme et des pratiques agricoles durant l'histoire. Elles regroupent sans distinction les motifs paysagers composés de végétaux, qu'ils soient continus ou isolés. Finalement, les structures végétales ne sont que le volet « végétal » de la définition de paysage, soit la « *Vue d'ensemble que l'on a d'un point donné.* » (Larousse, 2021).

La Commission européenne « Créer une infrastructure verte pour l'Europe » définit la structure végétale « *comme étant un réseau stratégique constitué de zones naturelles et semi-naturelles de qualité, ainsi que d'autres éléments environnementaux, qui est conçu et géré dans le but de rendre de nombreux services écosystémiques et de protéger la biodiversité dans les milieux ruraux et urbains.* » (Commission européenne, 2014). Cette définition, s'inscrivant dans un objectif de projet visant à créer des continuités à l'échelle européenne, se rapproche des notions de trames verte et bleue. En effet, la commission n'hésite pas à exclure certains espaces verts de « l'infrastructure verte », s'ils ne s'intègrent pas dans une continuité ou s'ils n'ont pas suffisamment de qualités. De plus, la définition apportée par la commission aborde la notion de « réseaux » et utilise des termes tels que « continuité » qui ne sont pas nécessaires à la définition de structures végétales. Ces termes sont en revanche liés à la définition de trame verte et bleue qui est axée sur la notion de continuité de réseau.

De fait, la définition de structure végétale est nécessaire à celle de trame verte. La trame verte s'appuyant largement sur les structures végétales. On peut donc définir les structures végétales comme l'état des lieux, l'existant sur le territoire et la trame verte, comme l'expression spatiale d'une volonté à créer un réseau entre ces éléments précédemment identifiés. Ainsi, la trame verte est elle-même composée de structures végétales.

## 2.2.4 Définition de trame verte et bleue

La trame verte est un concept datant de la fin du XX<sup>ème</sup> siècle qui peut être défini comme une mise en réseau d'espaces verts ou un maillage écologique à échelle variable.

D'abord développé par Frederick Law Olmsted et Calvert Vaux à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle sous le nom de Parkway, le concept était alors de séparer les différents usagers de la trame viaire et de relier les parcs urbains et suburbains entre eux à l'aide de réseaux de mobilité douce. Le concept s'inscrivait dans une perspective hygiéniste, qui évoluera lui-même dans les années 1990 avec une approche éco paysagère. L'idée même de corridor écologique est plus ancienne que le concept de trame verte promu fin du XX<sup>ème</sup> siècle, « *L'importance de la continuité pour la dispersion des espèces, mais aussi pour leur maintien est un sujet abordé depuis plus de 30 ans, notamment par l'écologie du paysage.* » (Blanc & Clergeau, 2013). L'écologie du paysage peut être elle-même définie comme cherchant « *à mettre en évidence les relations existantes entre la structuration de l'espace biophysique (forme et qualité des habitats) et les processus écologiques (flux de matière, biodiversité).* » (Alexandre & Génin, 2012).

Néanmoins, le contexte du Sommet de la terre de Rio en 1992 et le projet d'infrastructure verte paneuropéenne ont nourri la réflexion pour aboutir au concept actuel. « *Le constat est simple : la fragmentation des habitats, liée au développement humain, entraîne une forte érosion de la biodiversité. La préservation de corridors écologiques accroît le mouvement des espèces animales et végétales entre les tâches, et devient un enjeu majeur de la protection de l'environnement* » (Carcaud & Cormier, 2009). L'urbaniste Ed McMahon et le botaniste écologue M. Bénédic ont proposé la définition suivante : « *Green infrastructures are a strategically planned and managed network of wilderness, parks, greenways, conservation easements, and working lands with conservation value that supports native species, maintains natural ecological processes, sustains air and water resources, and contributes to the health and quality of life [...].* » (Benedict & McMahon, 2006). Cette définition utilise le terme de réseau, notion clé de la trame verte qui a pour but premier, comme son nom le laisse deviner, de former une trame. Ce positionnement aborde aussi l'aspect de « la qualité de vie » que peuvent engendrer ce genre de continuité ainsi que les services écologiques rendus ; notion que nous développerons plus tard.

N'étant pas figée mais plutôt évolutive, surtout dans un contexte de changement climatique, seule la trame dans son ensemble doit être durable. De plus, avant tout projet de trame verte, une hiérarchisation de l'état initial de qualités est nécessaire pour toute décision d'aménagement selon la rareté des milieux concernés.

La notion de trame verte incorpore parfois d'autres trames telle que :

- La trame blanche qui s'oriente sur le son et les nuisances.
- La trame noire sur la pollution lumineuse contraignante pour la faune.
- Et plus récemment, la trame brune appliquée à la continuité des sols.

En France, le Grenelle de l'environnement<sup>14</sup> en 2007 définit que : « *La Trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de planification de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements.* » (Centre de ressources Trame verte et bleue, 2021). On relèvera qu'en France, la trame verte est associée à la trame bleue abordant la qualité des eaux et formant ainsi la Trame verte et bleue. Ainsi, la pérennité d'une trame verte semble associée à la ressource en eau, à la fois par l'apport en eau à la végétation, mais aussi par le fait que les cours d'eau soient généralement préservés des constructions.

En suisse, plus précisément dans le canton de Genève, le terme de « pénétrante de verdure » est utilisé notamment dans les PDCn depuis 1936. Définis comme de « *grands espaces paysagers qui relient la campagne périphérique aux quartiers du centre. Il s'agit des espaces agricoles, des parcs et forêts qui, en réseau, constituent un corridor (coulée verte) qui pénètre la ville.* » (LaPAGE, 2021).

---

14. Ensemble de rencontres politiques organisées en France entre septembre et décembre 2007.



## 2.2.5 Les services écosystémiques, paysager et patrimoniaux rendus par le végétal

Les intérêts du végétal sont nombreux, d'autant plus en ville où les enjeux abondent et se trouvent regroupés. Devant l'ampleur des apports du végétal en ville, il convient de les passer en revue. L'étude menée et publiée en 2014 par Plante & Cité regroupe les bienfaits du végétal en ville dans 3 catégories faisant écho aux trois volets du développement durable. Ainsi, dans cette publication, Plante & Cité résume à l'aide d'un tableau, le travail effectué dans « Benefits of Urban Parks A systematic review - A Report for IFPRA ». Dans cette étude, les chercheurs avaient alors passé en revue de nombreux articles et ouvrages abordant plusieurs aménagements. Puis, ont pointé dans chaque cas, la force des liens entre la catégorie de bénéfice et la tangibilité du lien avec le végétal (Konijnendijk, Annerstedt, Anders, & Sreetheran, 2013). Le tableau suivant résume les différentes participations du végétal et leur lien plus ou moins direct à un bienfait.

TANGIBILITÉ, ROBUSTESSE	Bienfait pour l'homme	Bienfait pour les équilibres naturels	Bienfait pour l'économie
<b>LIEN FORT</b>	Santé physique	Biodiversité	
<b>LIEN MODÉRÉ À FORT</b>		Régulation thermique	Valorisation du bâti
<b>LIEN MODÉRÉ</b>	Santé psychologique		
<b>LIEN FAIBLE À MODÉRÉ</b>		Qualité de l'air	
<b>LIEN FAIBLE</b>	Lien social	Écoulement des eaux	Tourisme et attractivité

Figure 2 - Tangibilité et robustesse des arguments scientifiques sur la contribution du végétal aux différents bienfaits. (Konijnendijk, Annerstedt, Anders, & Sreetheran, 2013) (Laille, Provendier, Colson, & Salanié, 2013).

Pour l'Homme, l'impact du végétal se ressent sur la santé, mais interagit aussi avec un volet social et identitaire. Bien que nécessitant des recherches supplémentaires. La fréquentation des espaces verts a un impact sur l'humeur et la réduction du stress. (Maas, 2008) (Laille, 2016). L'impact sur la santé est essentiellement dû au fait que les espaces verts urbains sont généralement support à la pratique d'une activité physique, qui in fine à un effet positif sur le bon fonctionnement du corps. Concernant le volet social, les espaces verts étant publics, ils sont supports d'interactions sociales et de manifestations culturelles. La qualité de ces espaces peut même avoir un impact sur l'image et l'ambiance générale renvoyée. Le végétal constitue un patrimoine vert vivant et fournit in fine un paysage de qualité. Ainsi, à l'image de Chêne-Bougeries, le végétal participe à l'attractivité locale.

Économiquement et directement en lien avec le volet identitaire, les espaces verts urbains ont un impact sur la valeur foncière. La proximité des logements aux espaces verts entraînera une plus-value foncière plus ou moins importante selon la distance (Crompton, 2001). Néanmoins, il arrive parfois que l'effet inverse se produise avec les nuisances engendrées par un espace public (pollution lumineuse, bruits). Cette analyse est à nuancer, car surtout observée aux États-Unis (Laille, Provendier, Colson, & Salanié, 2013). Cela s'explique par le contexte social, où les populations défavorisées vivent à proximité de ces espaces au centre-ville, l'inverse de ce que l'on trouve généralement en Europe. Malgré tout, le bâti se trouve globalement valorisé par les espaces verts, entraînant des plus-values immobilières.

Une urbanisation croissante s'accompagne d'une diversité spécifique décroissante. En effet, dans un espace urbain complètement anthropisé, le principal support à la biodiversité est constitué par les espaces verts. Souvent isolés les uns des autres, cette disposition spatiale ne permet pas de dissémination des espèces, « *seul le développement d'un maillage vert (trame verte avec plus ou moins de continuités) permettrait de maintenir une biodiversité ordinaire jusqu'au cœur de la ville.* » Philippe Clergeau dans (Laille, Provendier, Colson, & Salanié, 2013).

Enfin, dans le contexte du changement climatique, le végétal est une réponse partielle mais essentielle à plusieurs problématiques en termes :

- De régulation thermique, en rafraîchissant l'atmosphère par l'évapotranspiration
- De protection des sols, en favorisant l'infiltration de l'eau et en limitant l'érosion
- De qualité de l'air en filtrant les particules atmosphériques

## 2.2.5 Politisation des enjeux du développement durable liés au végétal

Dans un contexte de changement climatique et de prise de conscience, la politique s'est saisie des enjeux du développement durable avec plus ou moins de réussite. Ces problématiques étant au cœur des débats, elles ont pris une part de plus en plus importante au fil des années. On peut expliquer cet engouement du végétal par les politiques et le grand public par une phrase de Catherine Muller : « *Le végétal a ceci de particulier qu'il combine trois qualités uniques : solution concrète pour agir pour le climat et le cadre de vie, levier d'action idéal pour les pouvoirs publics et adhésion massive de l'opinion. En politique, une telle combinaison tient du miracle : le végétal, c'est le Graal.* » (Muller , 2017).

Néanmoins, cette appropriation des politiques, qui peut parfois être opportuniste ou simplement naïve, a été l'objet de nombreuses dérives et abus de langages. Par exemple, P. Clergeau le dénonce : « *Quand une ville utilise le terme de « biodiversité », c'est à la place du terme « nature » pour une communication plus moderne* » (Clergeau, Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain, 2020). Cette citation permet d'exprimer le « greenwashing » parfois pratiqué. Dit écoblanchiment en français, c'est un procédé qui permet de donner une image trompeuse de responsabilité écologique. Or, nous l'avons vu dans le chapitre précédent, au-delà du verdissement propre comme figuré, « *Il ne s'agit plus seulement d'ornementer le cadre de vie des urbains, mais bien de modifier les critères de décision et les manières de décider dans une démarche de solidarité locale et globale renouvelée.* » (Loget, 2001).

L'exemple de Chêne-Bougeries permet d'illustrer la difficulté de passage d'une décision politique à une action, dans notre cas une plantation. C'est ainsi qu'à Chêne-Bougeries, un constat a été dressé : Le nombre d'arbres a diminué en raison de la densification massive de la zone villas. Pour y faire face, le Conseil municipal a voté un crédit d'investissement dans le but de planter 1000 arbres en 10 ans. Stefulesco annonçait déjà en 2009 que « *Trop adulé, l'arbre devient victime de son succès.[...]Dans cet esprit de performance, beaucoup de villes visent à accroître le nombre de leurs arbres* » (Mollie-Stefulesco, 2009). C'est là qu'émerge la nécessité d'une stratégie globale de mise en place. En effet, les volontés politiques se heurtent à de véritables problématiques : que planter, où et comment ? Plusieurs fois évoqué précédemment, le changement climatique est une contrainte majeure. Les réflexions liées à l'urbanisme et la planification sont donc largement confrontées à cette problématique.

## 2.3 Impacts du changement climatique sur la planification

En effet, il est prouvé que l'activité humaine modifie le climat. Il est aujourd'hui trop tard pour en empêcher les conséquences, mais il est possible de les limiter. Depuis 1850, il a été observé dans le monde que chaque tranche de 40 années a été successivement en moyenne plus chaudes que les précédentes, avec une progression entre 0.8°C et 1.3°C (IPCC, 2021). De plus, sans changement des politiques relatives aux émissions de gaz à effet de serre, une hausse supplémentaire de 2.8°C est prévue d'ici 2050 (United Nations Environment Programme, 2021). Au-delà de cette hausse, le changement climatique est surtout une augmentation d'occurrence d'épisodes extrêmes.

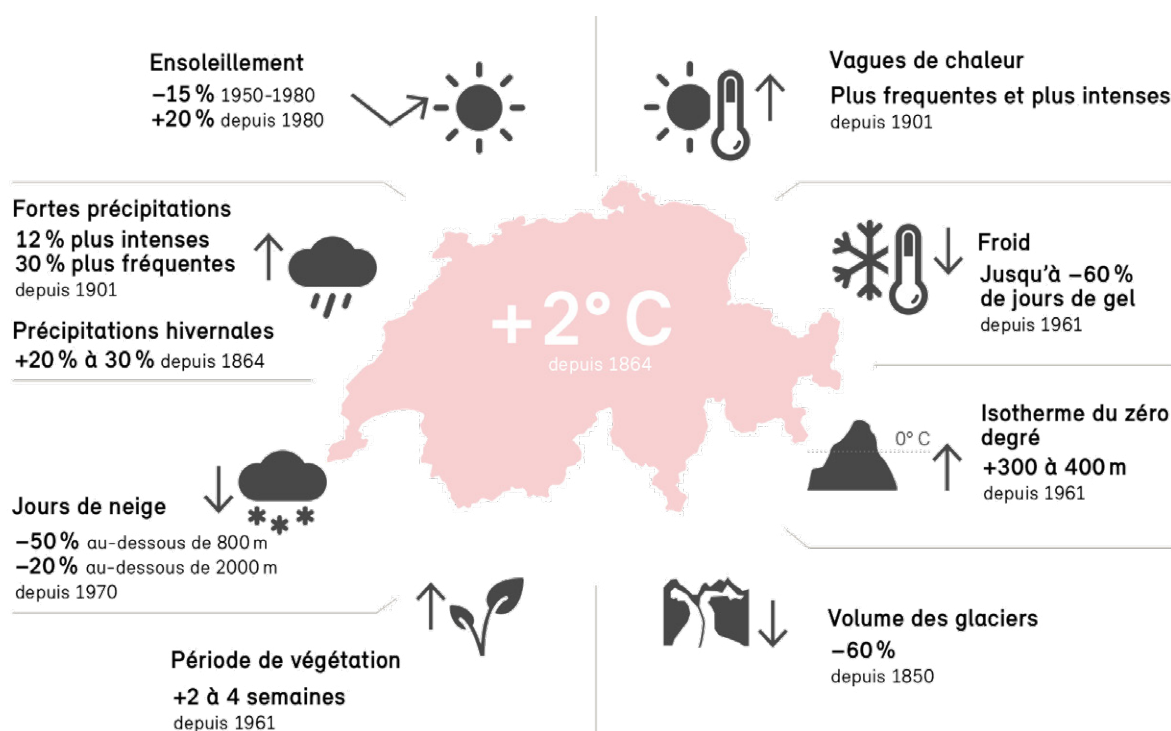


Figure 3 - Modifications du climat observées jusqu'ici en Suisse (état : 2019) SOURCE :NCCS (2018).

En Suisse, les mesures effectuées permettent d'observer une augmentation moyenne de 2°C depuis 1864, soit presque deux fois plus que la moyenne à l'échelle mondiale (OFEV, 2020). Au-delà de ces hausses de températures, plusieurs changements climatiques sont prévus. Dans ces prévisions, l'OFEV relève quatre autres changements importants :

- Des étés secs avec plus d'épisodes caniculaires
- Plus de journées tropicales (lorsque la température dépasse les 30°C)
- Des précipitations violentes, principalement en période hivernale
- Des hivers peu enneigés

En ville, un des changements les plus problématiques est le phénomène des îlots de chaleur. Propres au climat urbain, ils se caractérisent par une augmentation locale de la température. En cause, trois facteurs :

- Le facteur surfacique, où les matériaux ont un albédo (pouvoir réfléchissant) faible et accumulent de la chaleur tout au long du jour pour ensuite la rayonner la nuit.
- Le facteur morphologique, où l'agencement urbain réduit la ventilation et piège la chaleur.
- Le facteur anthropique, où cette fois-ci, l'activité Humaine est directement en cause (trafic routier, climatisation, chauffage) (Provendier, 2018).

En réponse à ces changements, le canton de Genève a mis en place un « Plan climat cantonal », mis à jour récemment en juin 2021. Ce plan a pour objectif une réduction de 60% des émissions de gaz à effet de serre et vise la neutralité carbone du canton pour, au plus tard 2050. En termes de planification, le plan climat a un impact direct sur le PDCn qui doit à son tour être en accord avec les objectifs du PCC. En matière d'aménagement du territoire, le PCC a pour objectifs de « *Construire une agglomération compacte, multipolaire et verte, privilégiant l'urbanisation vers l'intérieur du territoire* », appuyant ainsi la politique de densification pratiquée sur le canton.

À l'échelle communale, Chêne-Bougeries, dans le cadre de son PDCom, se fixe des objectifs ambitieux relatifs au changement climatique. En termes de température, le nouveau PDCom préconise le maintien d'une température inférieure à 3°C par rapport au centre-ville de Genève. Pour ce faire, la végétation doit être mise au profit du climat urbain, mais aussi dans le but d'améliorer la qualité de l'air. Le PDCom précise que le choix des essences plantées dans ce but doit être fait en prenant en compte le changement climatique et donc en prévoyant différents besoins en eau ou en températures.

### 2.3.1 Impact du changement climatique sur les structures végétales

La biodiversité est déjà menacée par de nombreux facteurs, le changement climatique est une menace supplémentaire qui s'ajoute (Hédont, 2018). Chaque espèce, qu'elle soit végétale ou animale, s'est adaptée à des conditions spécifiques au cours de son évolution. Le changement de ces conditions entraîne une réponse de la part de l'espèce impactée. L'une de ses réponses est le déplacement de l'espèce afin de retrouver sa niche écologique. Dans ce contexte, l'importance des trames vertes, des corridors et plus généralement des continuités est une fois de plus soulignée. Néanmoins, toutes les espèces ne pourront pas se déplacer aussi vite que le changement climatique. Les arbres sont par exemple les plus lents en termes de migration à l'inverse des mammifères.

Au-delà du changement du climat en lui-même, qui va déjà fortement impacter les structures végétales, différentes menaces vont aussi en découler. Les ravageurs et les maladies en font partie et vont notamment profiter de la hausse globale des températures pour proliférer. Les périodes de reproduction des parasites vont s'allonger et le taux de survie hivernal devrait augmenter (Guérin, 2018). Les structures végétales déjà affaiblies par les épisodes climatiques extrêmes, devront ainsi lutter contre des menaces de plus en plus virulentes. Les milieux les plus pauvres en biodiversité sont et seront les plus touchés par ces menaces.

Toutefois, les conditions futures seront aussi plus profitables aux insectes. Ainsi de nouveaux équilibres pourront se mettre en place. « *On peut les accélérer en adaptant l'aménagement des sites avec des conditions favorables au développement des végétaux* » (Guérin, 2018).

### 2.3.2 Adaptations du végétal

Au vu des services rendus par le végétal, il apparaît que le renforcement des structures végétales peut avoir un impact positif sur les effets du changement climatique. Ces structures vont cependant devoir elles-mêmes faire face aux changements (maladies, ravageurs, aridité). Cette adaptation des essences végétales devient donc un enjeu important afin de continuer à bénéficier des apports de la part du végétal dans un avenir qui n'en a jamais eu autant besoin.

Le changement climatique a un impact direct sur la répartition des espèces végétales. Conséquemment, une tendance s'opère : la remontée des espèces vers le nord. Si d'un côté les températures plus chaudes permettent cette montée, l'accroissement du déficit hydrique est le moteur d'une régression importante du côté méridional. (AFORCE, 2022). Ainsi, plusieurs espèces indigènes telles que les Chênes sessiles, pédonculés ou encore les Hêtres, verront de larges portions de leur aire actuelle de répartition, leur devenir hostile. On pourrait supposer qu'une simple migration des essences vers le nord pourrait survenir, mais malgré des températures globalement à la hausse, les températures minimales resteront très basses et seront toujours à craindre surtout en altitude. Ainsi, toutes les essences végétales ne pourront pas s'adapter à un climat plus septentrional en raison des différences extrêmes de températures hivernales et estivales.

Il y a tout de même un consensus sur le fait que les plantes d'avenir doivent avoir « *conservé des capacités d'adaptation particulière, plus ou moins combinées les unes aux autres, pour faire face aux manifestations du changement climatique.* » (Mayrand, 2020). Donc pour résumer, des essences capables de résister aux manques d'eau, aux températures élevées et ayant des caractéristiques rustiques afin de supporter les températures parfois très basses en hiver.

Dans ces conditions, l'utilisation de plantes allogènes apparaît comme une solution possible. Néanmoins, malgré le fait que « *les espèces exotiques demeurent intéressantes pour fournir des compléments de ressource à la faune, [...] ce sont les espèces natives qui fournissent le plus de ressources à la faune, particulièrement la faune spécialiste.* » (Mayrand, 2020). Le risque avec la surabondance d'espèces végétales allogènes, c'est qu'au-delà des conséquences incertaines sur les milieux, la faune généraliste en opposition avec les espèces dites « spécialistes », soit ultra favorisée. Les espèces allogènes doivent donc être utilisées en complément d'espèces locales afin de maintenir les fonctions écologiques des milieux d'implantation. Car au-delà de son adaptation au milieu, c'est finalement la diversité qui garantit la pérennité d'une structure végétale, pour autant qu'elle soit constituée de suffisamment d'essences indigènes pour remplir ces fonctions écologiques. Le nombre de strates végétales, qui, plus il est élevé, est aussi un facteur qui permet d'accroître le nombre d'espèces animales (Mayrand, 2020).

On peut supposer sans trop de risque, que les milieux secs risquent de devenir la norme et que la palette végétale devra être adaptée en conséquence. En revanche, des milieux « humides » qui résulteront de la gestion des eaux de pluie « à la parcelle », gagneront à adopter une palette végétale différente. À savoir, des plantes capables d'améliorer la qualité de l'eau et permettant son infiltration dans le sol. Cette simplification en deux milieux, permet d'englober la majeure partie du territoire urbain et d'élaborer une stratégie. C'est pourquoi, les structures végétales gagneraient à être plantées ou maintenues selon des critères contextuels précis.

### 2.3.3 L'eau

Nous l'avons vu dans le chapitre traitant des impacts du changement climatique, les précipitations d'eau entre de longues périodes sèches, seront plus fréquentes et plus intenses. Une fois tombés et selon la nature du sol, perméable ou non, l'eau ruisselle. Les eaux de ruissellement sont responsables d'importants dégâts, l'Association Suisse d'Assurances relève que « *le ruissellement provoque jusqu'à la moitié des dommages occasionnés par les inondations.* » (ASA SVV, 2018). La problématique du ruissellement des eaux de pluies se retrouve en milieu rural et urbain. En milieu rural, l'enjeu est de ralentir l'érosion des sols non retenus par la végétation et de limiter la pollution des rivières par l'apport de matières en suspension (Les services de l'État dans l'Essonne, 2020).

En milieu urbain, les eaux pluviales sont gérées par des réseaux unitaires ou séparatifs. Les premiers rassemblent les eaux pluviales avec les eaux usées afin de les traiter en station d'épuration. Néanmoins, en cas de forte précipitation, les réseaux sont vite saturés et les eaux pluviales se déversent directement dans le milieu naturel entraînant avec elles les eaux usées. Quant aux réseaux séparatifs, ils permettent aux eaux de pluies d'aller directement vers le milieu naturel. Cependant, en cas de mauvais branchements, une pollution collectée par le ruissellement peut se retrouver charriée. En effet, lorsque l'eau ruisselle, elle va collecter de nombreuses pollutions issues principalement du trafic routier. Les principales substances polluantes sont les émissions gazeuses provenant de la combustion des carburants, l'usure des revêtements composés de goudron et des différentes pertes des véhicules (lubrifiants, carburants, usure des pneus) (Boisson, 1998).

Il convient donc en milieu urbain, de limiter les volumes d'eau et éviter le ruissellement vers les réseaux. Pour cela, la gestion « à la parcelle » permet de guider l'eau proche de son point de chute et de favoriser l'infiltration dans le sol le plus proche. Les surfaces de pleine terre ont en effet une capacité auto-épuratrice des eaux. Ainsi, l'aménagement de surfaces perméables, de « *noues (ou fossés) végétalisées, des toitures végétales* » (Les services de l'État dans l'Essonne, 2020), doit être privilégié. Assurément, « *Végétalisation et hydrologie vont de pair. Gérer la ressource en eau fait partie des préoccupations qui doivent se trouver aujourd'hui au cœur de la vie urbaine* » (Moreno, 2017). Globalement, les gestions locales permettent donc l'infiltration des eaux pluviales, abreuvant ainsi le végétal présent sur place et lui permettant de fournir ses services de manière optimale.

Cette problématique à donner naissance au concept de « ville éponge ». Ce concept a pour but d'optimiser la perméabilité des sols afin qu'un maximum d'eau s'y infiltre. Cette réponse locale a un potentiel important à Chêne-Bougeries en raison de la présence de nombreux sols perméables.



### 2.3.4 Le sol

Comme expliqué précédemment, les surfaces de pleines terres permettent l'infiltration et l'auto épuration des eaux de ruissellement. Le terme de « pleine terre » peut être défini de la manière suivante : une surface dénuée de toute construction en surface ou en sous-sol et non revêtue. À l'opposé et participant au morcellement de la pleine terre, on retrouvera les bâtiments, le domaine routier, les réseaux et toutes les autres interventions anthropiques imperméabilisant le sol.

Aujourd'hui, on parle de trame brune, un terme dérivé de la trame verte et bleue pour aborder la continuité des sols. La pleine terre se trouve ainsi fortement liée aux questions de ruissellement des eaux pluviales, mais offre d'autres services. Les interactions entre le sol et les végétaux sont nombreuses et indispensables au bon fonctionnement de ces organismes (Jing, et al., 2015).

C'est notamment pour ces raisons et dans le contexte de densification de la zone 5, qu'à Genève, un indice de pleine terre a été mis en place en 2021. Afin de limiter l'étalement et de préserver la ressource de pleine terre, la densité bâtie est limitée à 0.25 en zone 5. Dans le cas de la zone 5 passée en secteur de densification accrue, le seuil est fixé à 0.44 et 0.50 si la parcelle est supérieure à 5000m<sup>2</sup>. Bien que récente, l'implication de la pleine-terre dans la réglementation du développement territorial montre une avancée dans la reconnaissance de sa valeur et du besoin de la préserver.

## 2.4 Hypothèses pour repenser la planification

### 2.4.1 « Les Solutions fondées sur la Nature »

« *Les Solutions fondées sur la Nature sont les actions qui s'appuient sur les écosystèmes afin de relever les défis globaux comme la lutte contre les changements climatiques, la gestion des risques naturels, la santé, l'accès à l'eau, la sécurité alimentaire* » (Union internationale pour la conservation de la nature, 2022). Concept développé en 2009 par une ONG environnementale, pour faire suite à « l'ingénierie écologique » qui était elle-même apparue dans les années 1960. Cette nouvelle notion se veut moins industrielle et est axée sur la préservation de la nature. « L'idée majeure est que les sociétés humaines sont de facto incluses dans la nature, les écosystèmes, dépendants d'états et de dynamiques naturelles. » (Couvét & Ducarme, 2018). De cette constatation, il convient, dans un objectif de durabilité et de moindre impact, de construire les projets sur cette idée. Toujours est-il, que « *lorsque l'on passe à l'échelle de l'urbanisme, l'application du biomimétisme (à savoir l'inspiration des processus et fonctions du vivant) est encore en balbutiement.* » (Blanco, 2020). Face à ce manque, le projet Naturvation, lancé en 2017 et financé par l'Union européenne, vise à la compréhension des possibilités qu'apportent les solutions fondées sur la nature en ville en termes de développement territorial.

En attendant les résultats de cette étude, il ressort que l'innovation de cette idée est le fait de concilier les besoins humains et ceux de la biodiversité, puis d'y répondre avec l'utilisation des services écologiques. Ce dans le but d'améliorer ou du moins de préserver les qualités de vie en dépit des mutations urbaines. « *L'originalité des SFN est de poser la préservation de la nature en condition nécessaire dans l'élaboration de solutions techniques à des problèmes humains.* » (Couvét & Ducarme, 2018).

C'est en fait le retournement de raisonnement qui est intéressant avec ce concept. La nature devient la priorité dans le sens opérationnel du terme. C'est-à-dire que contrairement à l'usage d'alors, la place donnée à la biodiversité se fait prioritairement au reste de la planification. Le processus est ainsi modifié en changeant les ordres de priorités. D'un point de vue spatial, cela redistribue en théorie l'espace en faveur de la biodiversité. La notion de biodiversité, permet ici « *d'éviter les pièges sémantiques et conceptuels liés au grand partage entre nature et culture [..]. Enfin, la biodiversité permet des définitions analytiques et mécanistiques des SFN, fondant des critères objectifs.* » (Couvét & Ducarme, 2018).

## 2.4.2 Les opportunités pour repenser la planification

Le contexte de changement climatique et de densification urbaine est une opportunité qui justifie certains changements déjà conséquents dans la planification. Nous l'avons observé dans les chapitres précédents, le changement climatique implique des adaptations. Le développement de la nature en ville fait partie des leviers dont nous disposons aujourd'hui pour nous adapter. Pour cela, « *la planification permet d'agir à différentes échelles pour le développement de la nature en ville, par le biais d'orientations générales, mais aussi par des recommandations précises et réglementairement opposables.* » (Jary, Pouvesle, Pierron & Boithias, 2018).

L'objectif est désormais de « *dessiner un paysage résilient, en agissant pour répondre à quatre problèmes majeurs : la chaleur, la dégradation des sols et de la biodiversité, les risques d'érosion de submersion et d'inondation, la raréfaction de la ressource en eau.* » (Folléa, 2019). En termes de projet, une solution pourrait être de planter des espaces identifiés pour une végétation pérenne, à savoir les espaces dont le contexte topographique permet une accumulation et une infiltration des eaux de ruissellement. Cet espace identifié devrait être en conséquence rendu perméable et planté afin de favoriser l'infiltration tout en faisant bénéficier la flore de cette humidité.

L'importance des continuités végétales a été soulignée précédemment, de ce fait, les espaces favorables identifiés, gagneraient à être connectés entre eux. Ces espaces de connexion n'étant pas toujours des milieux favorables, une palette végétale plus sèche serait utilisée. Le tout, formant une continuité alternant des milieux secs et plus ou moins humides.

La trame rendant de nombreux services écologiques s'inscrit dans les SFN. Une planification liée au SFN, tout en étant fondée sur des critères objectifs, s'inscrit dans une démarche paysagère. En effet, « *La démarche paysagère place le vivant au centre de sa réflexion comme « matière première » de la conception* » (Folléa, 2019).

C'est à cette étape qu'intervient la densification. En renversant le processus et plaçant une trame verte au premier plan, la densification devient un outil pour créer la trame verte. En effet, au sein de la planification, « *la densification représente une chance inestimable, à la fois sociétale, économique et politique, de réinterpréter notre milieu bâti et notre paysage* » (Halter, 2020). Elle implique une réorganisation spatiale, qui a le potentiel, si une volonté politique existe, de libérer du sol, à savoir de la pleine terre. En effet, les constructions plus denses permettent théoriquement de gagner des volumes de pleine terre ou de les valoriser sous réserve d'une bonne législation. La construction en tant que telle doit aussi être revue afin de privilégier des chantiers rapides et secs avec une emprise au sol moindre (Bonnet, 2020). De plus, « *au-delà des édifices, ce sont les infrastructures elles-mêmes qui sont en jeu [...] La réduction nécessaire de leur emprise interroge aussi bien nos modes de déplacement et la mutualisation des usages que les procédés constructifs des sols minéraux.* » (Bonnet, 2020).

Dans le cadre de ce renversement, la densification devient ainsi une réponse opérationnelle potentielle aux enjeux du changement climatique. De cette manière, une planification repensée, permettrait de « *poursuivre le façonnage du paysage qui n'a jamais cessé, mais en lui imprimant une direction qui fait sens* » (Folléa, 2019).



### **3. PROBLÉMATIQUE DE PROJET**

**3.1 Comment le développement de continuités végétales peut-il devenir un outil de planification urbaine ?**

### 3.1 Comment le développement de continuités végétales peut-il devenir un outil de planification urbaine ?

Au vu des thèmes abordés précédemment, à savoir les enjeux de la densification, de l'importance du végétal en ville et du changement climatique, un concept émerge. Celui d'une trame verte & bleue réinterprétée, structurant la planification. Néanmoins, le contexte topographiquement opposé, à savoir la crête des bassins versants est délaissé par le concept de trame verte et bleue. Or, on peut émettre l'hypothèse que cet espace de crête, qui est de nature plus sèche, sera, sans stratégie adaptée, le premier impacté par le changement climatique. Ce travail aborde donc une stratégie en lien avec cet aspect du territoire. Cette clarification permet d'introduire la notion de trame turquoise.

Le terme de trame turquoise a émergé en 2020, il définit « *l'espace qui connecte la terre et l'eau. Elle se situe à l'interface des trames verte (composée de milieux terrestres tels que les forêts, prairies, espaces verts, haies, ...) et bleue (composée des milieux aquatiques : rivières, lacs, étangs, zones humides ...). Elle constitue à ce titre un corridor écologique propice à l'accomplissement du cycle de vie, tantôt aquatique, tantôt terrestre de nombreuses espèces.* » (Montagne Vivante, Alpagnes, Eaux et Forêts, 2020). Dans le cadre de ce travail, la définition peut être précisée. La trame turquoise de Chêne-Bougeries est une continuité végétale proche de la limite des bassins versants, alternant des milieux humides et secs, reliant l'Arve au Sud, à la campagne de Vandœuvres au Nord. Les milieux humides étant alimentés par le ruissellement des eaux pluviales selon la topographie locale.

De manière générale, le contexte rend possible une nouvelle planification. Une planification novatrice, car s'appuyant sur un réseau continu de corridors biologiques adaptés localement aux changements climatiques. C'est une réinterprétation des trames verte & bleue associées, traditionnellement au cours d'eau et pensées comme pérennes. Cette nouvelle planification s'effectue par milieux et renverse le processus traditionnel de développement urbain qui vise à développer, puis planter.

Ainsi, on peut formuler la question suivante :

**Comment le développement de continuités végétales peut-il devenir un outil de planification urbaine ?**

#### 3.1.1 Une trame turquoise pour Chêne-Bougeries

Le maintien et parfois la création de la trame turquoise nécessite de l'espace, or, en ville, c'est une ressource rare et précieuse. On pourrait supposer que la commune de Chêne-Bougeries rachète les parcelles nécessaires à la trame turquoise, mais ces dernières sont déjà construites avec un mètre carré habitable estimé en 2022 à 15 000 CHF<sup>15</sup>. Alors, l'opération se compterait en centaines de millions de CHF, bien loin des réalités budgétaires communales.

15 Chêne-Bougeries: Prix Immobilier, Prix par m2, Estimation Immobilière - realadvisor.ch

L'achat massif de terrain étant totalement exclu et réservé à des cas particuliers, il ne reste qu'un outil communal qui permettrait à terme de construire une trame verte. Cet outil à la disposition de la commune est le PDCom, c'est donc par la planification que la trame turquoise est possible. En identifiant les parcelles nécessaires au maintien ou à la construction d'une trame turquoise, la commune peut alors conditionner le développement de la zone villa. Ainsi, toute mutation du bâti serait conditionnée à une valorisation de la trame turquoise. Ce levier indirect motiverait ainsi les propriétaires à densifier leur parcelle et permettrait ainsi de pérenniser et de construire la trame turquoise. Toutefois, ces conditions à la densification de la zone 5 devront être suffisamment nombreuses pour garantir la pérennité de la trame turquoise.

Car rappelons-le, la densification, si elle est strictement encadrée, n'est pas nécessairement une dévaluation du site. D'autant moins lorsqu'elle est un outil permettant de construire un espace végétalisé en ville. C'est la trame verte qui dicte la densification et non l'inverse. Toutefois, le processus étant dépendant de la volonté et du droit (usus, fructus, abusus) des propriétaires, il devra s'étaler sur une période relativement étendue.

La « réinterprétation » de la trame verte mentionnée plus haut, à savoir la trame turquoise, consiste en une succession d'espaces plus ou moins végétalisés à la typologie variée. Par le fait, elle est composée de parcs, de grands jardins privés, et de corridors végétaux dans les espaces nouvellement densifiés. Elle est aussi accompagnée d'un réseau de mobilité douces (le parcours des crêtes) qui, tout en accompagnant la trame, n'en est pas non plus dépendant.

La mise en place de la trame turquoise gagnerait à s'appuyer sur les espaces verts (différents parcs de Chêne-Bougeries). Notamment pour des raisons pratiques, car ces espaces étant déjà publics, une modification de ces derniers est beaucoup plus aisée. Mais aussi pour des raisons de structure, car renforcer une trame verte par des éléments existants conséquents ne ferait que la consolider et l'intégrer au territoire. Les espaces verts font « *référence à un espace à dominante végétale (pelouse, herbes, arbres), d'origine naturelle ou anthropique, situé dans un environnement urbain ou bâti.* » (Ministère des Affaires municipales, 2022).

De plus, la contrainte temporelle étant majeure, il conviendra donc de composer avec un développement inégalement réparti. Ainsi, au-delà des parcelles et des parcs, c'est l'espace viaire qui devra être mobilisé. Étant généralement géré par les autorités publiques, c'est un espace qui a le potentiel de servir de base à la nouvelle trame turquoise. Ce support permettrait de donner un premier pas dans la direction d'une trame là où elle doit être construite ou bien être renforcée. Avec le temps, si la commune maintient cette vision, les parcelles adjacentes densifiées sous conditions, fourniront ainsi plus d'amplitude et donc plus de qualité à la trame turquoise.

Ce travail de mémoire étant de type projet, il vise à spatialiser la pensée précédemment développée sur l'ensemble de la commune de Chêne-Bougeries. Les chapitres suivants, permettront avec une analyse spatiale de la commune, de cartographier, puis de concevoir les plans illustrant une stratégie de développement.





## **4. PRÉSENTATION DU TERRAIN D'ÉTUDE**

### 4.1.1 L'identité et les qualités de Chêne-Bougeries

Chêne-Bougeries est située en interface végétale et urbaine. Placée entre l'agglomération annemassienne et la ville de Genève, la commune représente comme une coupure dans la continuité de constructions denses entre les deux pays. Conséquence directe de l'ampleur de sa zone villa, qui elle-même s'explique par son développement abordé en détails dans le chapitre « La commune de Chêne-Bougeries ». Cette typologie caractéristique permet à la commune d'avoir en son sein de nombreux jardins et donc d'apparaître visuellement, comme une continuité végétale entre la campagne de Vandoeuvre et la pénétrante de verdure de l'Arve. Cette continuité est en réalité morcelée par de grands axes routiers et par les limites de propriété parfois totalement imperméables. Pourtant, du fait de ces nombreux jardins, le territoire de la commune reste l'un des espaces ayant le plus de potentiel pour faire une connexion importante entre la campagne de Vandoeuvre et la pénétrante de verdure de l'Arve. Cette connexion se matérialise déjà en partie aujourd'hui avec la trame verte et bleue de la Seymaz.

À une tout autre échelle, la typologie de la commune permet de retrouver de nombreuses qualités en son sein. Les gabarits de la zone villa permettent plusieurs vues sur le grand paysage. Toutes ces ouvertures, qu'elles soient longues ou brèves lors du cheminement, apportent un ancrage territorial et paysager. Cela amène finalement une tout autre identité que dans les espaces plus densément construits des alentours.

Les nombreux jardins qui découlent de la zone villa permettent d'offrir de nombreuses qualités végétales et paysagères. Les surfaces de pleine terre offrent à la végétation le potentiel d'atteindre un développement important. Il en émane une végétation constituée d'un patrimoine richement arboré sur la commune. Au-delà des ambiances et du bien-être que cette dernière apporte, cette végétation devient un élément qui fait la relation entre l'espace public et l'espace privé. Car l'un des traits que l'on retrouvera dans des zones rurales est un effacement plus important des limites privées et publiques. Limite qui sera à l'inverse assez marquée dans les espaces urbains. Ainsi, cet aspect vient renforcer l'identité particulière communale.

Pour finir, les villas en elles-mêmes, au-delà de tout jugement esthétique, font partie d'un patrimoine bâti historique et culturel de la région. Les multiples qualités sont donc le résultat direct du développement des villas depuis le 19<sup>ème</sup> siècle. Ce développement explique finalement l'ambiance caractéristique dénotant avec les alentours d'un aspect parfois champêtre qui fait l'identité de Chêne-Bougeries. Les qualités sont donc dépendantes du domaine foncier privé. C'est en effet une population aisée qui permet le maintien des grands jardins, ce, malgré une pression démographique très élevée.

Le développement de la commune, s'il est nécessaire, ne doit pas se faire aux dépens des qualités relevées. Or, dans un contexte de développement inévitable, il convient de le planifier de sorte à valoriser le patrimoine. La commune a donc tout intérêt à protéger son patrimoine en maîtrisant rigoureusement son développement.



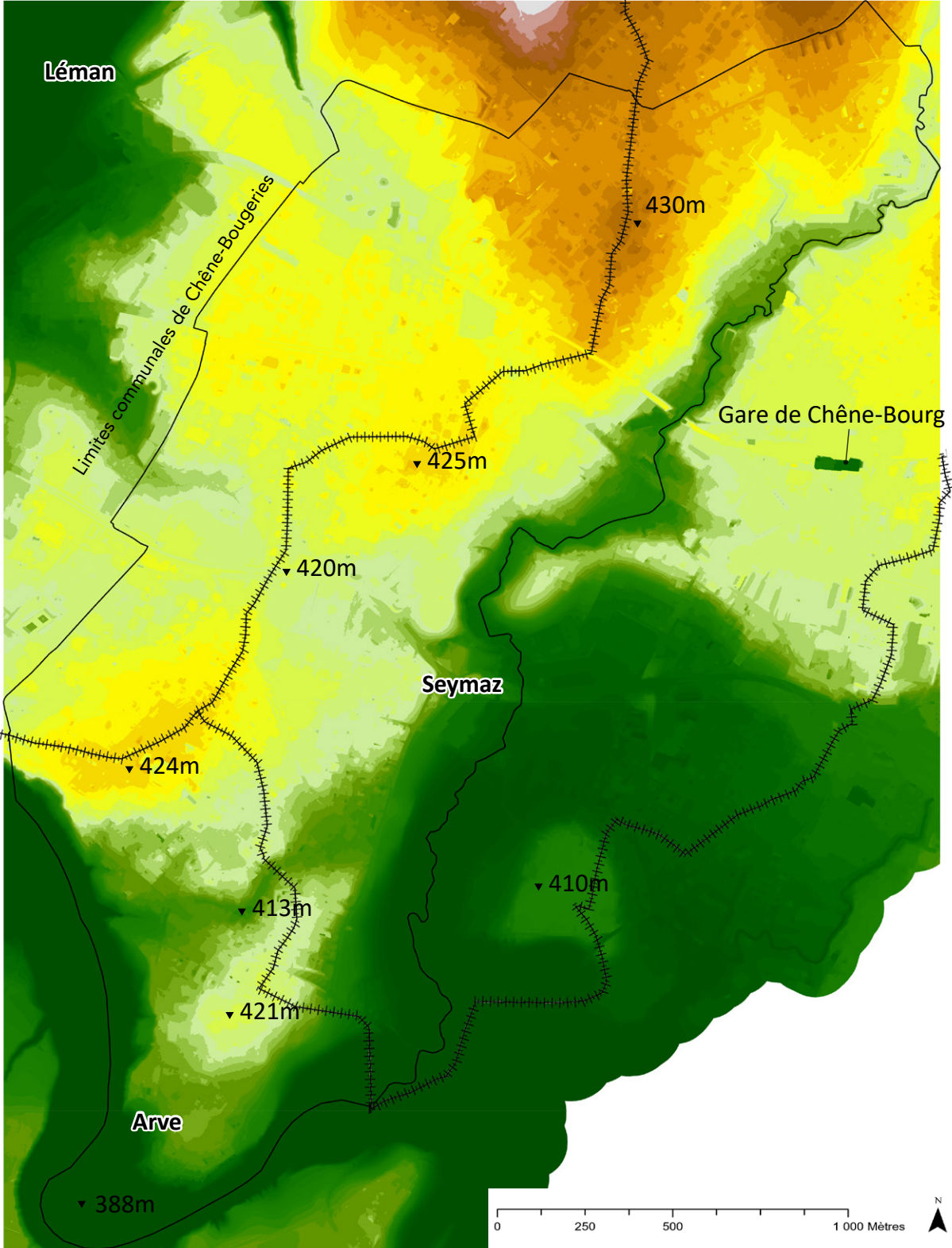
Figure 4 - La montagne du Salève en arrière-plan, composante majeure du grand paysage à Chêne-Bougeries



Figure 5 - Ambiance ombragée caractéristique de Chêne-Bougeries

CARTE 3 - Les 3 bassins versants

Ligne de partage des bassins versants (ligne de crête)



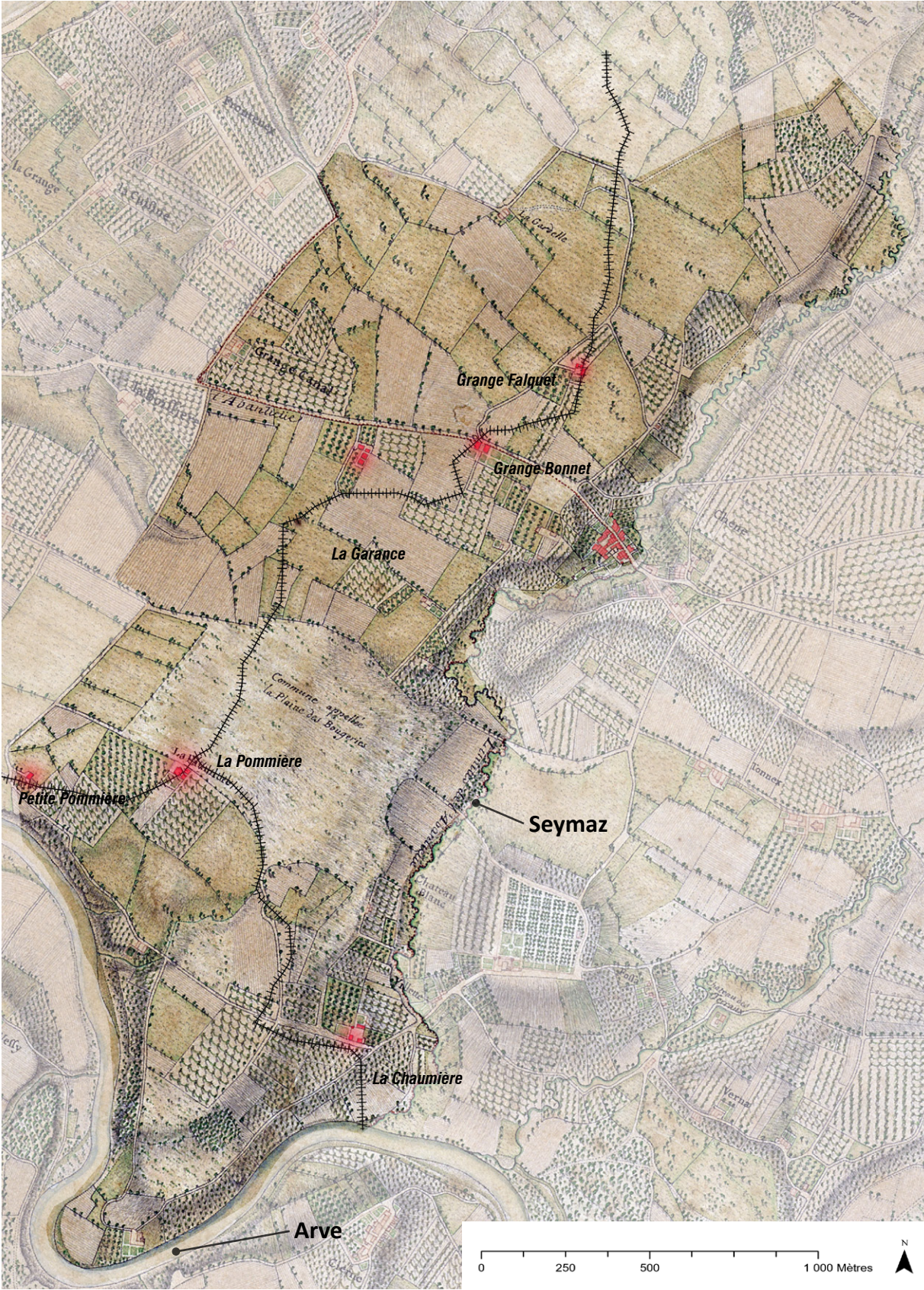
#### **4.1.2 L'influence de la topographie sur l'organisation et le développement du territoire Chênois**

La commune est à l'altitude maximale de 430m et minimale de 391m. En réalité, les 391m d'altitude correspondent à la rivière Arve, le reste de la commune est plutôt constitué d'un plateau qui oscille entre 415m et 430m. Ces éléments de topographie sont peu perceptibles dans les zones construites et semblent à première vue paradoxalement négligeables. Il est pourtant intéressant de constater que le territoire de Chêne-Bougeries est partagé par 3 bassins versants, à savoir, celui de la Seymaz, de l'Arve et du Lac Léman. Du fait de la forme allongée de la commune sur un axe nord-sud, et que certaines de ses limites sont matérialisées par des rivières, on retrouvera cette ligne de partage des eaux pluviales sur l'ensemble de son territoire.

Ces caractéristiques se retrouvant dans de nombreuses communes, les cours d'eau matérialisant couramment une frontière ou une limite. Ainsi, de nombreuses communes sont traversées par une crête de bassins versants comme Thônex ou Onex.

CARTE4 - La ligne de crête et sa relation aux implantations historiques des domaines

(Fond : CARTE MICHELI-DU-CREST 1730)



La carte suivante permet une première approche de la topographie. Réalisée à partir de la carte des environs de Genève réalisée par Micheli-du-Crest en 1730 <sup>16</sup>, elle est augmentée avec les limites des bassins versants en traitillé. Cette carte permet de constater en rouge, que les premières fermes et granges se retrouvent sur cette ligne de partage des eaux. On y retrouvera par exemple, la grange Falquet ou la Pommière, noms bien connus des habitants qui sont aujourd'hui ancrés dans la toponymie locale (noms d'arrêts de tram ou encore de quartiers).

Une explication possible de cette disposition serait que ces fermes et granges aient historiquement un grand intérêt à se trouver dans un milieu sec où l'eau s'écoule parfaitement, la pérennité du stockage en grain en dépendait et donc le bon fonctionnement du mode de vie rurale. Cela permettait en plus d'avoir une vision globale des environs depuis la ferme, notamment sur les terres cultivées et les pâturages. Il y avait donc un intérêt pratique double à cette implantation. Dans une toute autre logique, le bourg où les besoins n'étaient pas les mêmes, nécessitait une proximité à l'eau, dans le cas présent, c'est la Seymaz qui assurait cette fonction. On retrouve ainsi le centre historique au plus près de la rivière, dans un espace parmi les plus bas du plateau de la commune, à 415m d'altitude.

Les routes et chemins principaux ont pour direction l'Ouest où se situe le centre de Genève, ils sont donc situés sur le tracé le plus court. En revanche, les chemins suivant un axe Nord-Sud se trouvent à proximité de la crête. Chemins qui ont conservé leur caractère historique dans leur toponymie, à savoir le Chemin du Vieux-Clos et le Chemin de Grange-Falquet. Il est intéressant de mettre en perspective l'implantation des granges liée à la problématique de la conservation du grain qui était d'une importance cruciale (tant pour la consommation, la vente, mais aussi pour assurer les prochaines semences) avec le contexte actuel d'évolution du territoire. Le mode de vie local historiquement agricole, est passé à un lieu de villégiature permanente. Ainsi, l'exploitation du territoire nécessitait un développement utilitaire et donc adapté aux contraintes du lieu. Le passage d'un mode agricole aux villégiatures, s'est accompagné d'un affranchissement de certains ancrages au site. Les logiques agricoles qui ont conduit aux premiers aménagements du territoire communal sont aujourd'hui désuètes, pourtant, les éléments naturels qui les ont déterminés sont pour certains encore présents. À savoir la topographie et donc son influence sur l'écoulement des eaux pluviales.

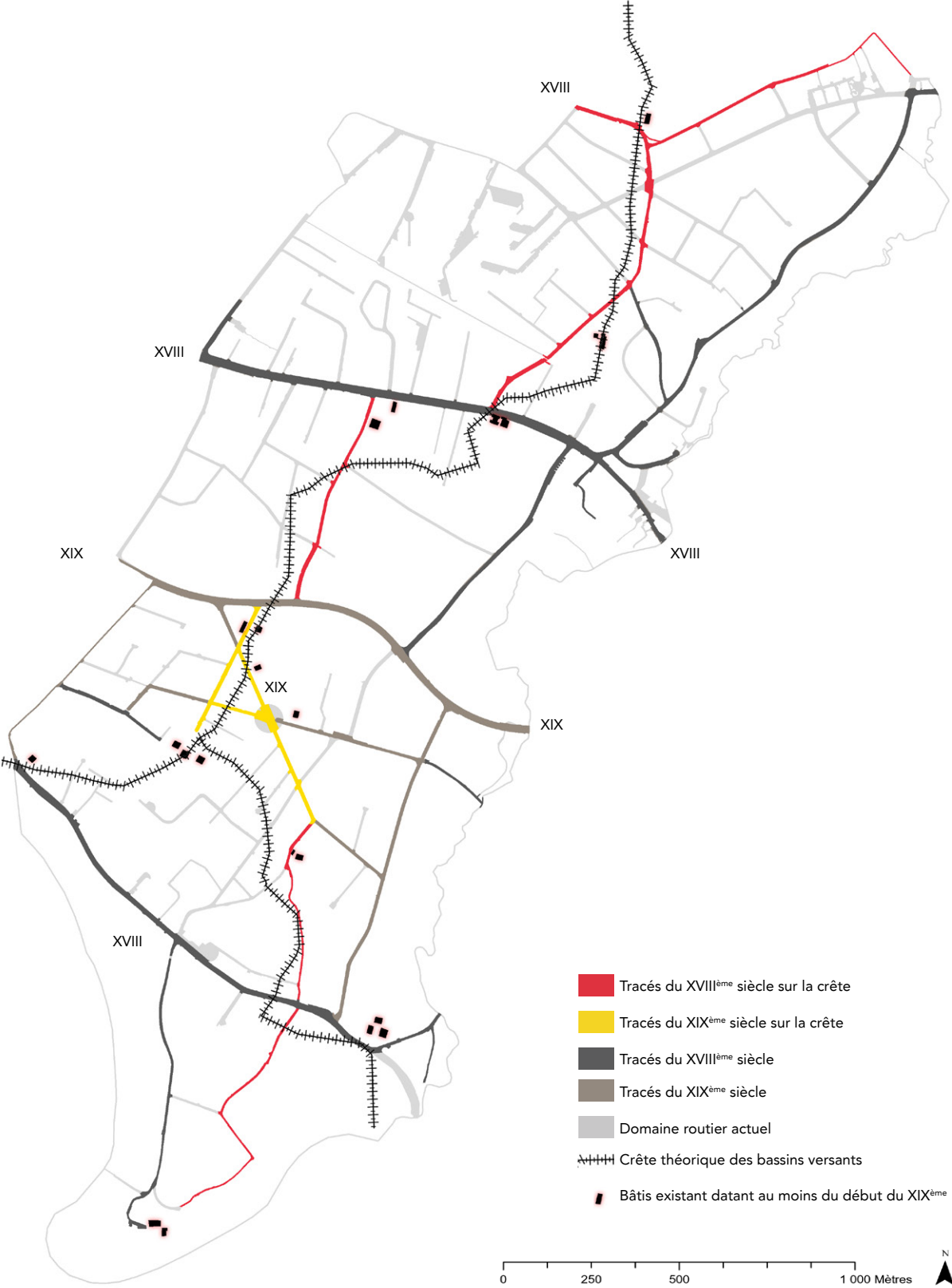
### **4.1.3 Le parcours des crêtes**

La commune accuse un certain retard sur les mobilités douces des habitants avec seulement 6 % des trajets fait à pied ou à vélo. En comparaison avec la moyenne cantonale de 13 % et de Genève de 21 %<sup>17</sup>, Chêne-Bougeries subit une des conséquences des zones villas. Or, en suivant cette ligne de partage des eaux et en l'accompagnant avec la trame viaire (réseau formé par toutes les voies de circulation qui desservent la ville) , on obtient un parcours. Ce parcours permet de tisser un fil rouge entre différents bâtiments historiques, car comme on l'a vu précédemment, plusieurs entités bâties historiques suivent la ligne de crête.

16. La carte de Micheli-du-Crest est consultable sur : <https://www.ge200.ch/carto/carte-micheli-du-crest-v-1730>

17. ETAT DES LIEUX plan directeur communal de Chêne-Bougeries 2009

CARTE 5 - Évolution du domaine viare historique sur la ligne de crête





Cela permettrait entre-autre de mettre en valeur le patrimoine bâti local. Ce parcours s'appuie sur les tracés viaires qui eux aussi sont historiques. La position stratégique de la commune proche de la frontière renforce l'importance régionale de plusieurs chemins historiques d'importance régionale sont présents. On retrouvera, par exemple, le Chemin des Bougeries qui permettait aux habitants de Gaillard de commercer avec Genève, lieu d'importants échanges commerciaux.

Parfois, certains secteurs ne sont pas pourvus de trame viaire, mais dans l'ensemble, la crête n'est jamais loin de la rue. Un parcours doux sur ce tracé, traverse une certaine variété de rues en termes de gabarits ou même de styles, le développement urbain étant largement étalé dans le temps. Les premières fermes étant déjà présente au 18<sup>ème</sup> et les derniers bâtiments étant contemporains, on a aujourd'hui une importante diversité architecturale ponctuée de permanences bâties.

Toutefois, la « crête », qui historiquement marquait la limite des bassins-versants, est aujourd'hui à peine perceptible au niveau de la trame viaire. Cette dernière gomme les caractéristiques topographiques tout en dirigeant l'écoulement des eaux. Ainsi, Les eaux pluviales de la trame viaire finissent irrémédiablement dans la Seymaz ou bien dans l'Arve, indépendamment parfois du bassin-versant naturel où l'eau se trouve. De ce fait, les sols et la végétation ne profitent pas toujours de cette ressource pourtant si importante pour eux. La ville a artificialisé les écoulements naturels de sorte que la voirie est devenue le support des réseaux et donc de l'écoulement des eaux pluviales. C'est dans cette logique d'efficacité et de rapidité que cette eau est maintenant conditionnée pour obtenir un drainage maximal vers les rivières.

La commune de Chêne-Bougeries s'est en partie développée sur un sol marécageux, la question du drainage a d'autant plus influencé le développement urbain. Ce développement se traduit aujourd'hui par des espaces tel que le Rondeau des Bougeries, point central et historique de l'ancien réseau drainant en forme d'étoile. En comparant les photos historiques du début du 20<sup>ème</sup> siècle et d'aujourd'hui, on peut remarquer que la collecte des eaux pluviales était inexistante. Cela s'explique notamment par une utilisation de matériaux plus perméables au niveau de la voirie. Partant du fait que ce sont les rues qui orientent et canalisent les eaux pluviales, le relevé de l'écoulement naturel va permettre de constater l'écoulement réel des eaux de ruissellement malgré le fait qu'elles soient orientées.

La crête issue du partage des bassins versants devient le fil conducteur de cette analyse ainsi que du projet qui en découle. Les différents relevés qui vont suivre sont réalisés sur l'ensemble de la commune, mais sont in fine interrogés afin de comprendre leurs interactions avec la crête. Ce tracé permet en fait de cibler l'analyse, mais surtout d'être le dénominateur commun présent sur l'ensemble de la commune.

Concernant le parcours des crêtes, il en ressort un tracé de la trame viaire qu'il serait intéressant de valoriser. Constituer une entité continue participerait à lui donner de l'importance. Cette entité peut être marquée par un type de revêtement, certaines règles concernant les modes de déplacement ou par une signalétique caractéristique. Une fois en place, cette continuité peut servir d'élément structurant car étant déjà existante et appartenant très largement au domaine public. Ainsi, les actions sur cet espace, à savoir l'espace viaire, peuvent très facilement être réalisées comparé au reste de la commune.

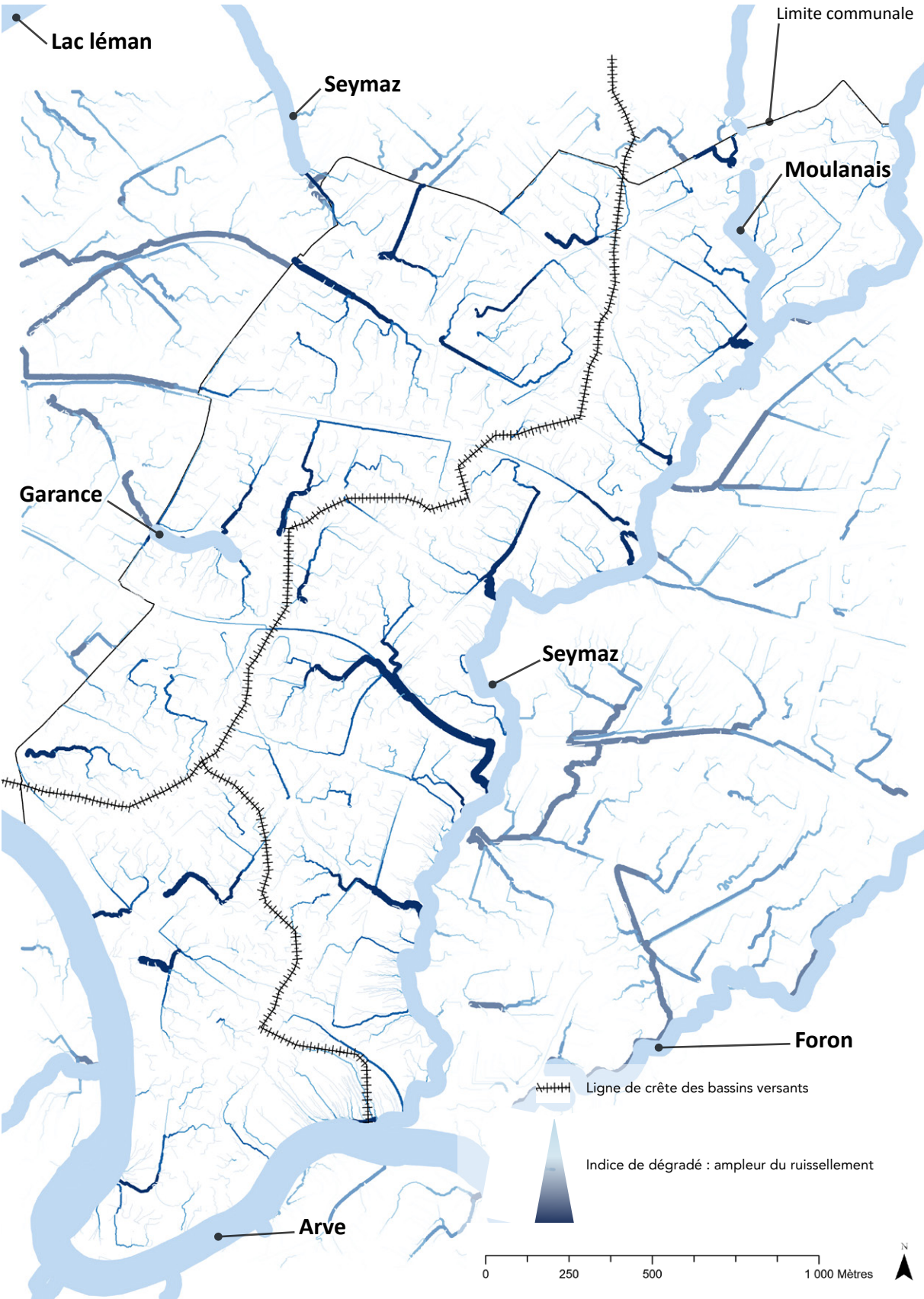


## **5. ANALYSE CARTOGRAPHIQUE ET MÉTHODOLOGIE**

### **5.1 Relevés de terrain, analyses topographique, géologique et végétale**

# CARTE 6 - Le ruissellement des eaux pluviales

Pour rappel, les eaux de ruissellements sont graphiquement exagérées sur la carte



## 5.1 Relevés de terrain, analyses topographique, géologique et végétale

Trois axes vont permettre d'établir les critères et les contraintes pour la mise en place d'une trame verte.

- La topographie et le ruissellement de l'eau.
- La géomorphologie et les nappes phréatiques
- Les structures végétales existantes et la pleine terre.

Chacun de ces trois axes sont déployés dans une analyse cartographique permettant de rassembler les entités interagissant sur la crête des bassins-versants. In fine, la superposition des trois synthèses permet d'obtenir une carte résumant tous les enjeux nécessaires au tracé de la trame turquoise.

### 5.1.1 La Topographie et le ruissellement de l'eau

L'objectif est d'identifier les nombreux ruissellements issus des eaux pluviales sur l'ensemble de la commune. Ce sera la première étape pour ensuite pouvoir relever des tendances sur les milieux secs ou humides. La carte donne une lecture alternative de la topographie par le prisme du ruissellement de l'eau. Sa production doit ensuite permettre de construire une stratégie de spatialisation de la trame verte en fonction du ruissellement.

#### 5.1.1.1 Méthode utilisé de cartographie numérique : Calcul et génération des flux hydrauliques du ruissellement

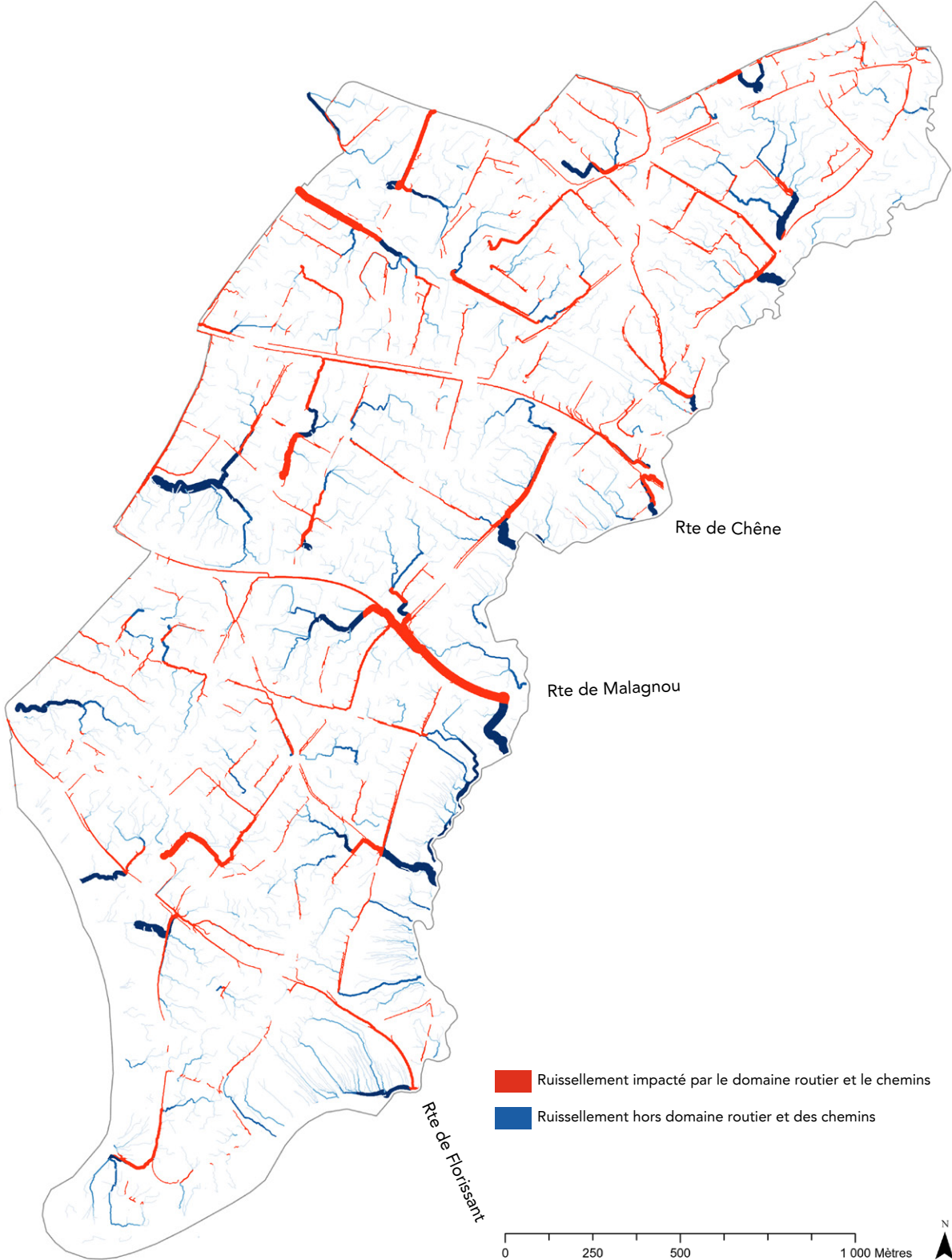
Pour ce relevé, il est nécessaire d'utiliser la cartographie numérique. Pour ce faire, le logiciel « ArcGIS Pro » a été utilisé pour tous les calculs cartographiques. Les infographies ou photomontage sont réalisés sur la base de données issues du Système d'information du territoire de Genève (SITG)<sup>18</sup>.

Le modèle numérique de terrain (MNT) permet d'interroger la topographie à grande échelle. ArcGIS Pro met à disposition à partir d'un MNT, des outils d'hydrologie. Ces derniers permettent notamment de calculer et de générer la direction des flux. À savoir, les écoulements naturels des eaux pluviales. En adaptant la symbologie, on peut modéliser ces écoulements pour qu'ils prennent graphiquement de l'ampleur lorsqu'ils convergent entre eux. De cette façon, on obtient une carte possédant les codes d'une carte hydrographique à très grande échelle sur un territoire beaucoup plus précis. Bien que théorique, cette première carte, dite carte du ruissellement des eaux pluviales, permet donc de tracer le parcours théorique d'une goutte d'eau en fonction de son point de chute et de la topographie.

---

18. Conditions générales d'utilisation des géodonnées et produits du SITG en libre accès, version du 25 septembre 2020.

CARTE 7 - Les interactions entre le ruissellement et le domaine viaire



## Processus de création de la carte sur ArcGIS Pro:

- Créer un MNT hydrologiquement fonctionnel en utilisant la fonction « Remplissage » avec  $Z = 1$  [m].
- Calcul de la « Direction de flux ».
- Calcul de « l'Accumulation de flux ».
- Calcul du raster « Réseau hydrologique » avec la couche accumulation de flux. Dans le but que le raster permette l'interprétation de réseau hydrographique. L'outil calculatrice raster et la formule « Con(«FlowAcc\_flow1», 1, 0, «value > 2000»)si(“couche”, vrai, faux, condition)<sup>19</sup> » permettent cela.
- Calcul des liaisons d'écoulements grâce au raster « Réseau hydrologique » et « Direction de flux ».
- Convertir le raster « liaisons d'écoulements » en entités avec « Écoulement vers entité ».

### 5.1.1.2 Analyse des éléments mis en évidence

Les eaux de ruissellements sont graphiquement exagérées mais donnent déjà une idée de l'ampleur de chaque ruissellement. Cette première carte permet aussi de mettre indirectement en lumière la crête des bassins versants, d'où l'eau s'écoule. Elle est souvent à l'origine de chaque ruissellement et l'on peut émettre l'hypothèse selon laquelle le sol aura une tendance plus sèche durant l'année. Déjà à ce stade, on remarque le caractère rectiligne de certains ruissellements qui en fait dépendent principalement de la trame viaire.

### 5.1.1.3 Synthèse : l'influence du réseau viaire sur le ruissellement

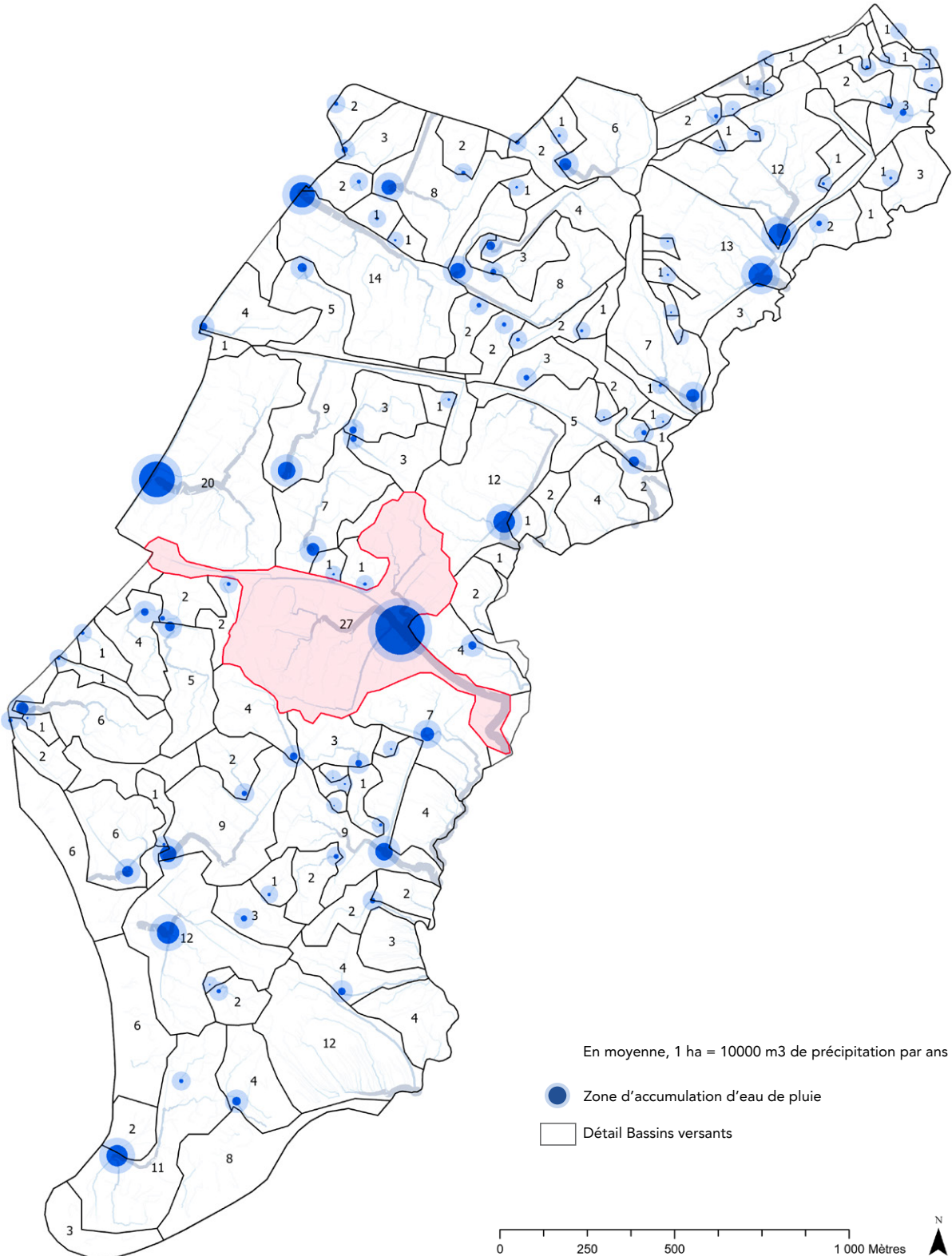
En superposant la carte des ruissellements des eaux pluviales avec une carte du réseau viaire, on comprend mieux l'influence de cette dernière. On observe sur la carte en rouge l'écoulement lorsqu'il est conditionné par la trame viaire. Il en ressort que la trame viaire exerce une influence importante sur les eaux de ruissellement. L'essentiel de ces ruissellements quand ils ne sont pas directement provoqués par la trame viaire, ont une interaction avec elle tôt ou tard. En comparaison, les ruissellements exemptés d'interaction avec la trame viaire sont rares et souvent d'échelle modeste.

En fait, et nous le préciserons par la suite, la finalité de la majeure partie des eaux pluviales est de finir dirigée vers le réseau viaire. Ainsi, on peut remarquer le potentiel en terme d'eau qui est finalement empêché d'infiltrer le sol.

---

19. Formule issue du cours Space-Landscape, Exercice d'hydrologie, Alain Dubois, HEPIA

CARTE 8 - Le potentiel hydrique : situation des «cuvettes»





## **5.1.2 Les dépressions et les potentiels d'infiltrations**

Le but est cette fois-ci d'identifier les zones de dépression qui permettent une infiltration des eaux de ruissellement, mais aussi les espaces bordants la trame viaire ayant un potentiel pour infiltrer ces eaux moyennant une modification du parcours actuel de l'eau.

### **5.1.2.1 Méthode : relevé des micro-dépressions « cuvette » et sous-bassins versants**

En reprenant les outils d'hydrologie de ArcGIS Pro, nous avons la possibilité de générer les espaces « cuvette » de la commune. Ce sont les micro-dépressions où se rassemblent temporairement les eaux de ruissellement. Une fois les cuvettes générées, il s'agit d'identifier et d'éliminer les cuvettes temporaires dues aux fouilles (travaux de terrassement). Les cuvettes dues aux cours des villas ou des grands parkings sont elles aussi éliminées. Le but étant d'identifier les cuvettes situées en pleine terre. De plus, la plupart des cuvettes situées hors de la zone de crête ont moins d'importance dans l'identification des zones humides, en effet elles sont peu conséquentes du fait de la topographie qui attire les écoulements vers le bas du bassin versant ; ces cuvettes sont donc retirées. Cela permet de concentrer l'analyse à une zone plus restreinte et plus à risque en termes de sécheresse.

À cela s'ajoutent les sous-bassins versants. Chaque bassin versant est en fait constitué d'une multitude de bassins plus modestes. Il est ainsi possible pour chaque sous-bassins versants d'identifier la zone où convergent les eaux de ruissellement et ensuite de le placer dans une des deux catégories. Les catégories étant les zones d'infiltrations présentes et les potentielles. Les cartes obtenues permettent de lire les écoulements des eaux pluviales sur la commune de Chêne-Bougeries ainsi que les zones de dépressions. Elles permettent donc après analyse, d'identifier les potentiels lieux propices à une infiltration d'eau.

### **5.1.2.2 Morcellement et perte des écoulements**

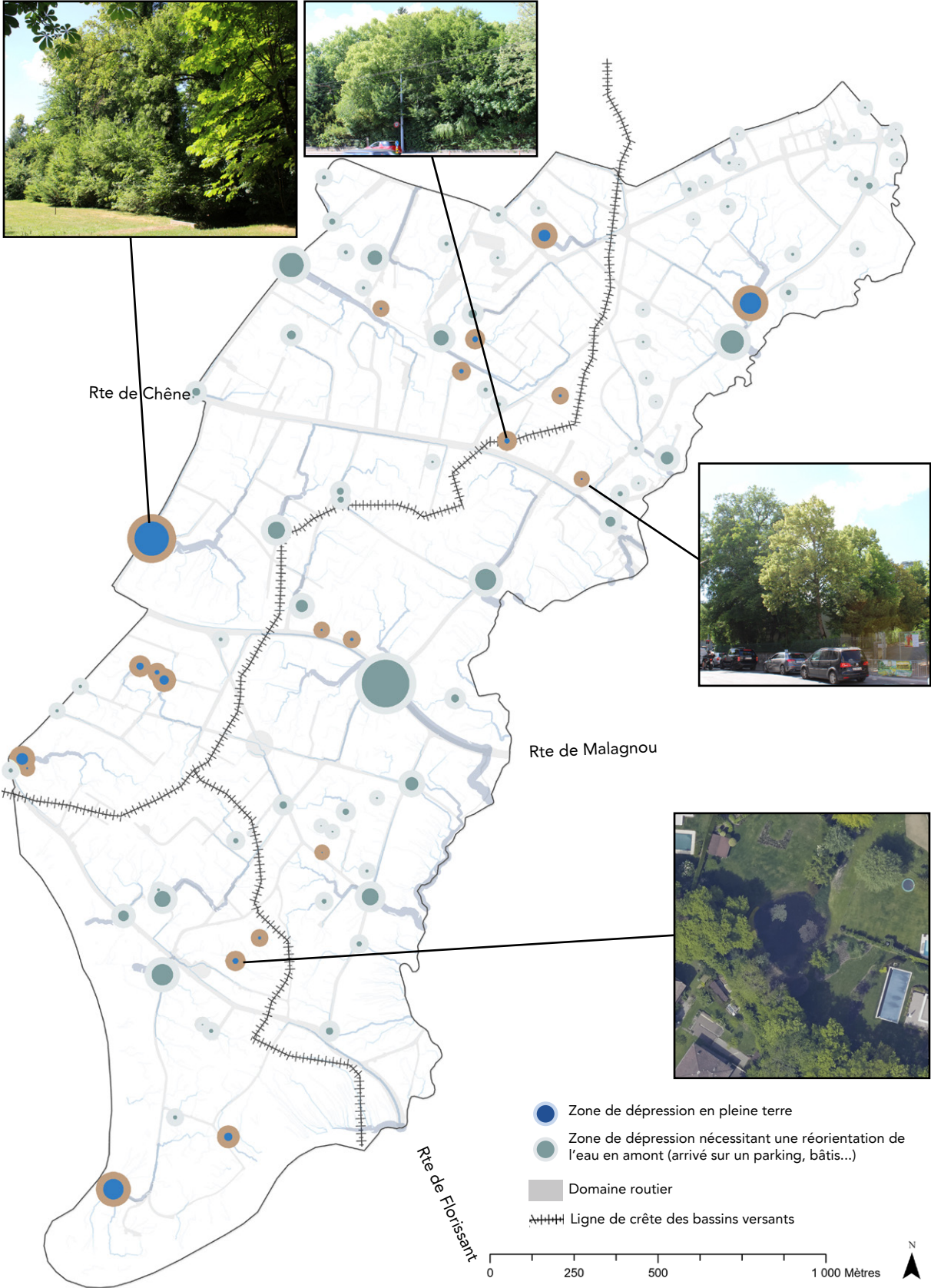
Les zones de dépression se situent en fin de parcours des eaux de ruissellements. Certaines finissent par s'infiltrer dans des espaces de pleine terre, d'autres dans les réseaux d'évacuation ou directement dans un cours d'eau. Au final, une importante partie de l'eau de ruissellement ne s'infiltrer pas localement. Il apparaît donc, un potentiel important d'espace qui pourrait être propice à l'infiltration de l'eau, moyennant une modification spatiale de l'écoulement.

On obtient deux grandes tendances. Les points hauts où les eaux pluviales s'écoulent de toutes parts, bien souvent situés sur la ligne de crête et où l'on peut estimer que le milieu aura une tendance sèche. Et enfin les points d'infiltrations, où l'eau peut s'accumuler et où le milieu aura une tendance tempérée voir humide. Ce relevé met en lumière le rôle de chenal de la voirie, qui permet aux eaux pluviales de s'affranchir du bassin-versant dans lequel elles se trouvent originellement.

### **5.1.2.3 L'eau au service des sols**

Finalement, l'essentiel du ruissellement issu des eaux pluviales ne profite pas aux sols qui pourtant sont parfois très proches. La conclusion part du principe que l'ensemble de la végétation de la commune va devoir s'adapter aux nouvelles conditions climatiques, en particulier sur la zone de crête d'où l'eau s'écoule.

# CARTE 9 - Les zones d'infiltration présentes et potentielles



Ainsi, le rassemblement des eaux de ruissellement permet de faire apparaître deux sortes d'espaces qui permettrait à la végétation indigène de subsister au moins d'un point de vue hydrique. Une partie de ces espaces apparaissent en bleu foncé et représentent les cuvettes dans lesquelles l'eau peut s'infiltrer dans le sol, profitant ainsi à la végétation adjacente. L'autre partie de ces espaces apparaît en gris et représente les cuvettes, mais qui ne profitent pas au sol. Ces cuvettes qui attirent les eaux de ruissellement vers les réseaux ont donc un potentiel intéressant, mais qui est conditionné par un changement du type de sol ou du parcours final de l'eau. La carte est donc ponctuée d'espaces actuels et potentiels qui permettraient à la végétation indigène de subsister sur la crête de la commune.

#### **5.1.2.4 Hiérarchisation des sous-bassins versants**

Une différenciation des nombreux exutoires des sous-bassins versants est nécessaire dans le but de les hiérarchiser. Pour ce faire, chaque exutoire doit être comparé à la taille de son sous-bassin versant. Ainsi, chaque point d'accumulation des eaux de ruissellement est mis en perspective avec une surface correspondant au potentiel de ruissellement.

Afin de saisir les quantités d'eau de ruissellement, un exemple est assez parlant. Sur la carte apparaît en rosé le sous-bassin versant de la route de Malagnou, le plus important de la commune. Sur Chêne-Bougeries, les précipitations annuelles, bien que variables, sont d'environ 1000mm par an. Si l'ensemble du sous-bassin versant de la route de Malagnou était imperméable, cela reviendrait à ce que s'accumule dans son exutoire, 270 000 mètres cubes d'eau par année (1ha  $\approx$  10000m<sup>3</sup> par an). Cette valeur correspond au débit moyen annuel du Rhône à la sortie du lac Léman pendant 18 minutes<sup>20</sup>.

Heureusement, une partie non-négligeable du bassin versant (environ 16ha sur les 27ha du sous-bassin versant) dispose d'un sol perméable, permettant à une bonne partie des eaux de ruissellement de s'infiltrer. Cet aspect permet une fois de plus de souligner l'importance des volumes de pleine terre. La hiérarchisation permet aussi de dresser une carte du potentiel de ruissellement auquel il serait possible de se référer dans le cadre d'un projet situé à proximité de l'exutoire du sous-bassin versant.

#### **5.1.2.5 Des oasis pour la végétation indigène**

On l'a vu, certains sous-bassins versant finissent par s'infiltrer dans de la pleine terre. Ces derniers ont le potentiel de devenir des refuges pour toutes les essences indigènes sensibles aux changements climatiques.

Par conséquent, il est intéressant d'observer sur le terrain, si déjà aujourd'hui, la végétation bénéficie de cette situation. L'essentiel de ces zones étant sur terrains privés, l'analyse de l'orthophoto permet déjà d'effectuer une part de l'analyse. Avec cette méthode, la strate arborée semble dans un état satisfaisant. Afin de confirmer cette analyse, certains sites visibles depuis l'espace viaire permettent une observation directe. Cette observation permet d'affirmer que la végétation présente est dans un état plus que satisfaisant.

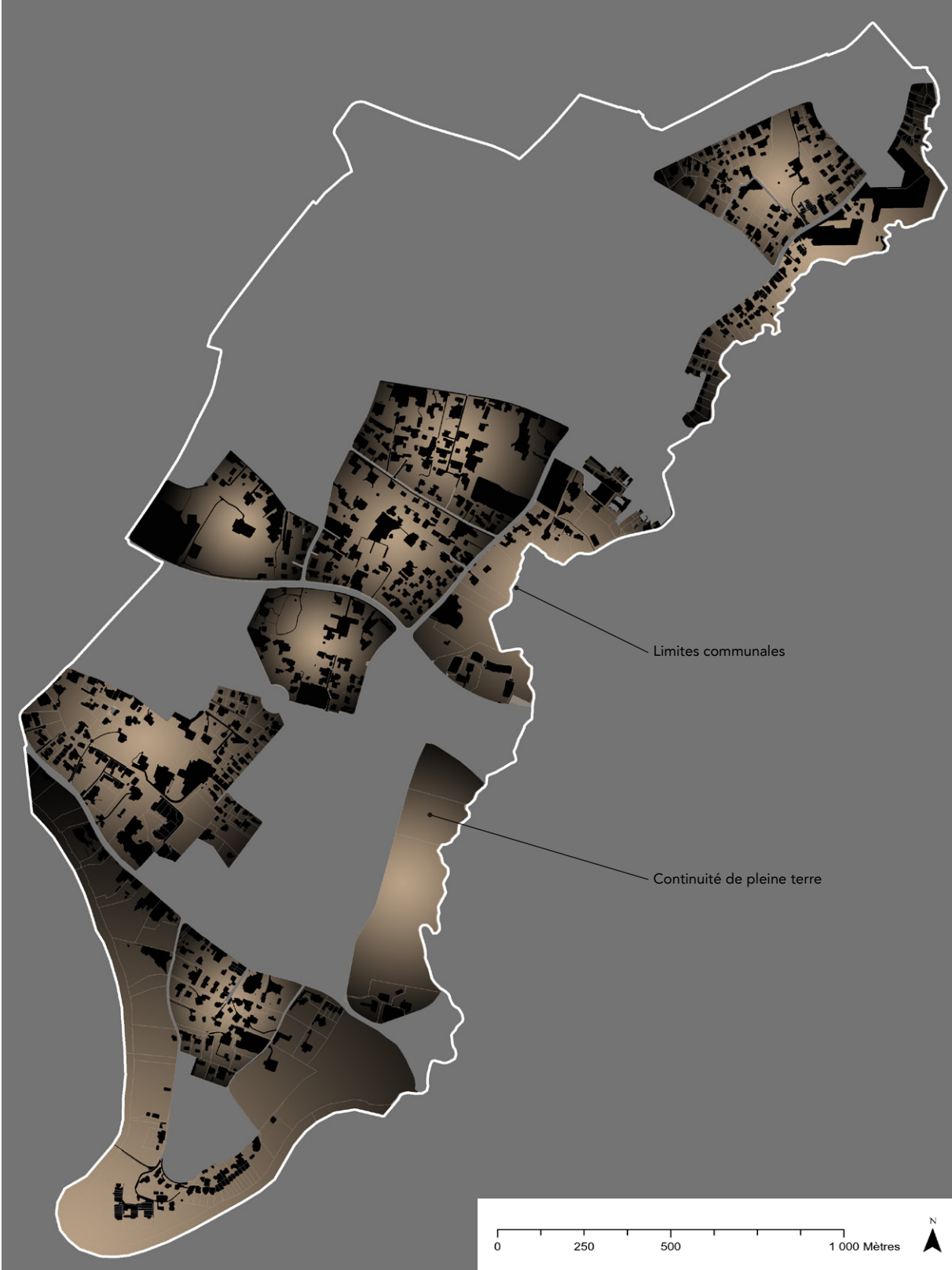
Un relevé des volumes de pleine terre disponibles sur la commune est nécessaire pour la suite de l'analyse. Il va permettre d'identifier les lieux les plus propices à l'implantation du végétal, mais aussi d'affiner la recherche au niveau du ruissellement des eaux et des infiltrations les plus importantes.

---

20. Rhône - Genève, Halle de l'île [archive], OFEV, données et bases hydrologiques.

# CARTE 10 - Les principaux réseaux continus de pleine terre

Continuités > 6ha



### 5.1.3 Le sol : la pleine terre

#### 5.1.3.1 Méthode : identification des réseaux continus de pleine terre

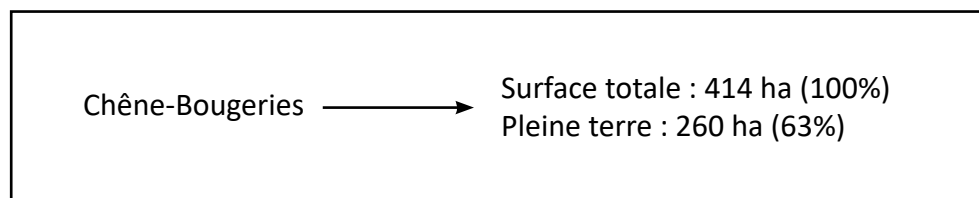
Cette carte est réalisée de la manière suivante : Les couches des bâtiments hors sols, bâtiments sous-sols, réseaux divers, domaine routier, piscines et revêtements durs ont été superposés. Cet assemblage permet de faire ressortir par soustraction les espaces qui sont libres de toutes ces emprises.

#### 5.1.3.2 Analyse

La première carte permet de constater l'ampleur des volumes de pleine terre de la commune, à savoir un total de 260ha. La commune de Chêne-Bougeries s'étend sur 414ha, la pleine terre occupe donc 63% du territoire. Apparaissent donc les parcelles disposant encore d'importants volumes de pleine terre. Les parcs publics, les bords de l'Arve et les espaces agricoles. C'est finalement le nord de la commune, l'espace le plus dense, qui dispose le moins d'espaces de pleine terre continus. Les nombreux sous-sols construits au niveau des grands ensembles surcompensent les surfaces gagnées lors de la densification qui s'est effectuée.

Dans un second temps, afin d'en éclaircir la lisibilité, seules les surfaces continues de plus de 6 Ha sont représentées. Le seuil fixé à une surface de 6 ha correspond en fait à la moitié des surfaces de pleine terre. En effet, les 11 ensembles de réseaux de pleine terre de plus de 6 ha ont pour somme totale environ 152 ha, soit un peu plus de la moitié de l'ensemble des volumes de pleine terre de la commune, à savoir 260 ha. Ces ensembles sont donc les plus importants en termes de pleine terre à l'échelle communale.

Pour finir, il se trouve que plusieurs continuités de pleine terre majeures se trouvent à proximité de la Seymaz ou de l'Arve. Ces ensembles, qui n'interfèrent pas la ligne de crête, sont eux aussi retirés afin de focaliser l'analyse sur cette dernière.



CARTE 11 - Les continuités de pleine terre en relation avec la crête

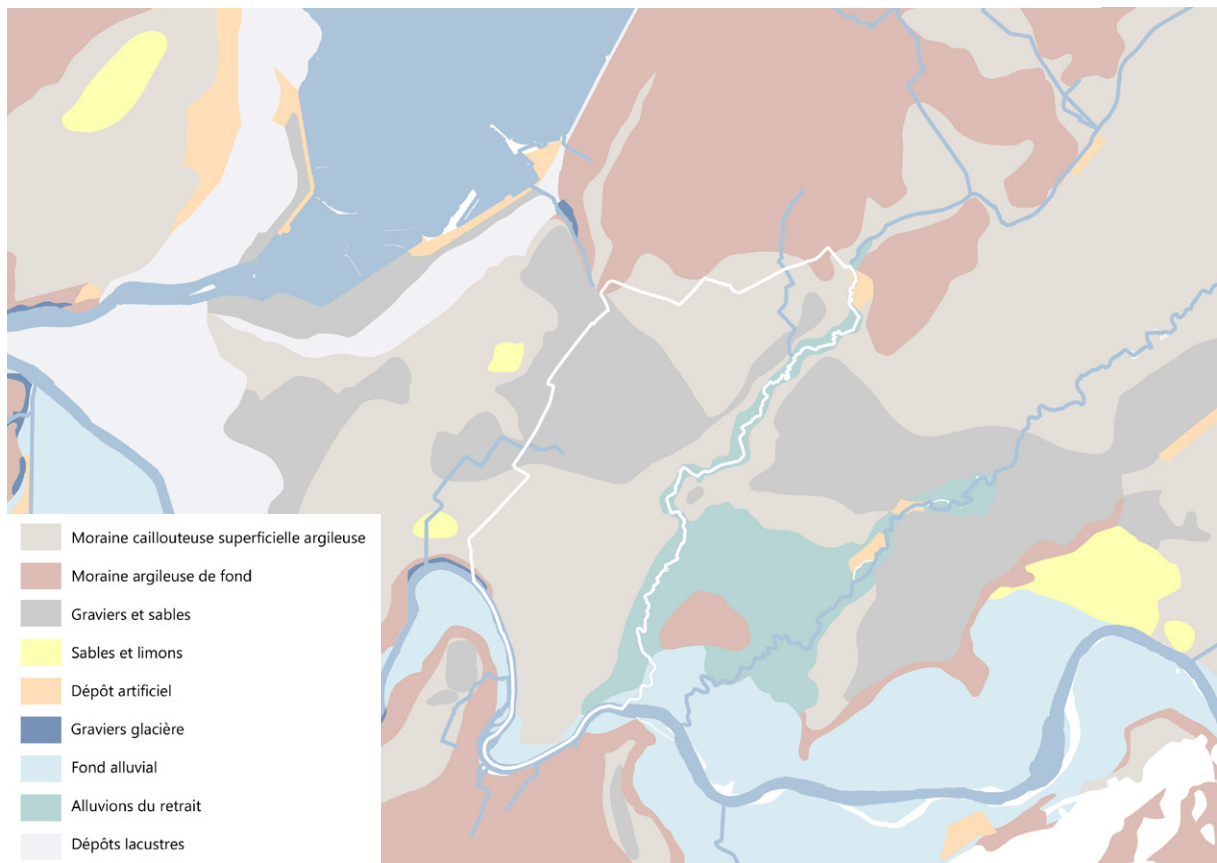


### **5.1.3.3 L'importance de la pleine terre sur la crête**

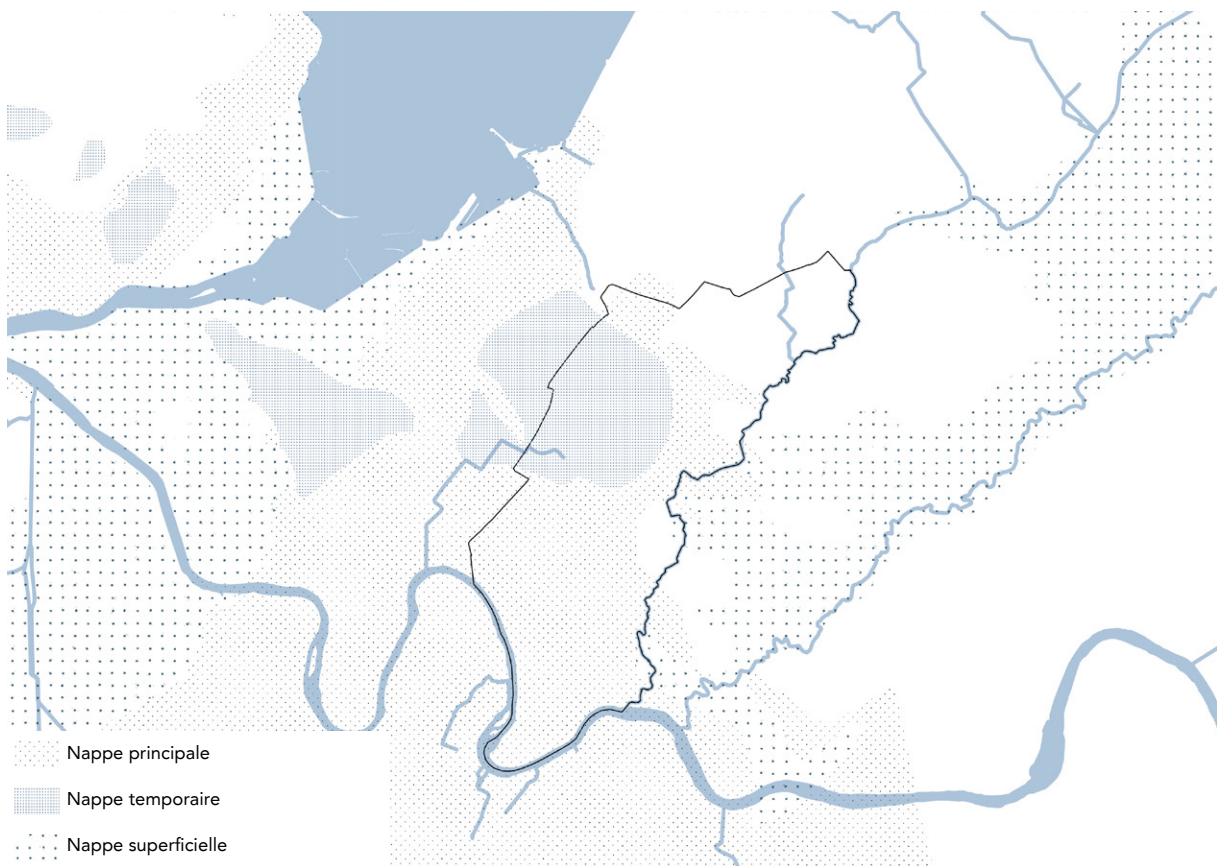
Les ensembles de parcelles contenant le plus de pleine terre au niveau de la crête des bassins versants ont plusieurs intérêts. Tout d'abord, ils sont des lieux privilégiés pour l'infiltration des eaux pluviales. Eaux pluviales, qui on l'a vu dans la partie traitant des sous-bassins versants, représentent un volume de ruissellement conséquent. Aussi, les continuités de pleine terre sont aussi des espaces stratégiques pour la plantation et le maintien des végétaux. Limitant le ruissellement tout en permettant au végétal de bénéficier d'un apport hydrique important, la préservation des zones de pleine terre est un enjeu majeur.

Ces ensembles doivent être conservés au maximum et ne doivent donc pas faire l'objet d'étalement du bâti, ce qui aboutirait à une perte des nombreuses qualités du sol. La pleine terre au niveau de la crête des bassins versants est d'autant plus appréciable car elle permet déjà en amont d'absorber les eaux de ruissellements. Évitant ainsi une accumulation dans un exutoire souvent destiné aux réseaux d'évacuations.

CARTE 12 - La géologie à l'est du canton de Genève



CARTE 13 - Les nappes phréatiques à l'est du canton de Genève





## 5.1.4 Le sol et les nappes phréatiques

Après avoir passé en revue les ressources de pleine terre et souligné leur importance, il convient d'aborder les typologies générales des sols de Chêne-Bougeries. Cela permettra d'assembler une carte résumant les caractéristiques que l'on retrouvera dans le sous-sol et ce, afin d'ajouter un paramètre non négligeable dans l'implantation et le maintien du végétal.

### 5.1.4.1 Méthode : assemblage des données géologiques

Les données géologiques sont issues de l'Office fédéral de topographie Swisstopo. Ces données permettent une lecture des textures du territoire environnant Chêne-Bougeries. La carte générée est simplifiée mais permet d'avoir une idée globale de la nature du sous-sol, elle comprend 9 couches majeures. Les couches rares, telles que les marais drainés, ont été absorbées dans les couches environnantes de par leur taille insignifiante. Les couches semblables tel que les « faibles couvertures de moraines » et les « moraines caillouteuses superficielles » ont été fusionnées pour des raisons de lisibilité.

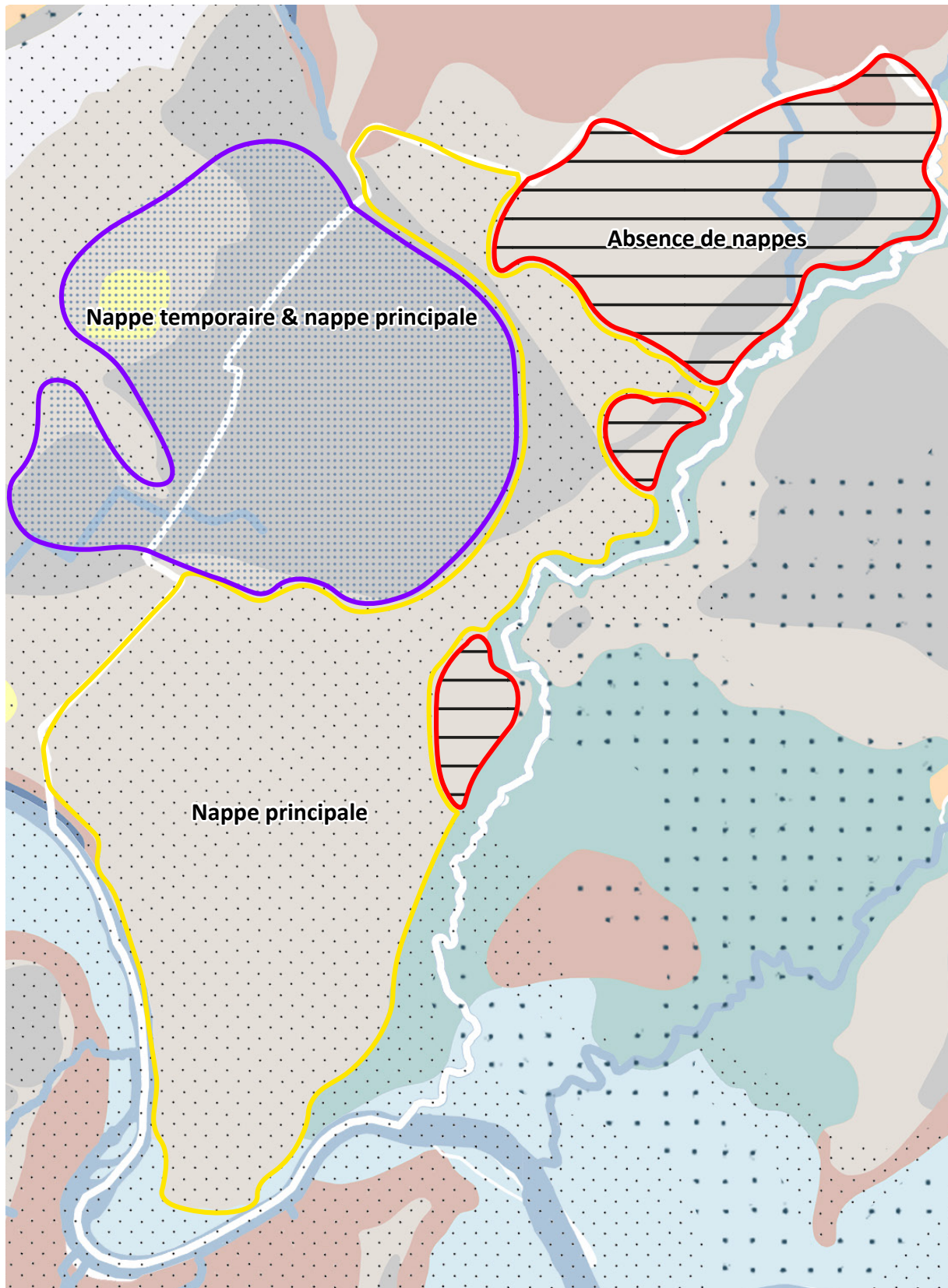
On obtient 9 couches de la carte des sols géologique :

- Moraine caillouteuse superficielle
- Moraine argileuse de fond
- Gravier et sables
- Sables et limons
- Dépôt artificiel
- Gravier glacière
- Fond alluvial
- Alluvions du retrait
- Dépôts lacustres

À cela vient s'ajouter les données relatives aux nappes phréatiques qui sont issues de SITG. Pour des raisons de lisibilité et de simplification, trois couches sont ici représentées :

- La nappe temporaire, c'est-à-dire une nappe superficielle qui se forme entre octobre et avril, période durant laquelle l'évapotranspiration de la végétation est inférieure aux apports des pluies. Il en résulte une accumulation d'eau limitée dans le temps et qui disparaît en saison estivale.
- La nappe superficielle, qui, proche de la surface, est directement alimentée par les pluies sous condition que les sols soient perméables et permettent l'infiltration.
- La nappe principale, qui, pour finir, est la plus pérenne. Elle est aujourd'hui exploitée pour son eau potable à Chêne-Bougeries.

CARTE 14 - Typologie du sous-sol communal : relation des nappes phréatiques et des couches géologiques



- 1- Secteur Eaux-Vives - Grange-Canal, Sol drainant et présence de nappe temporaire et principale
- 2- Secteur La Gradelle, Sol argileux et absence de toute nappes phréatiques
- 3- Reste de la commune, Sol argileux mais présence d'une nappe principale

#### **5.1.4.2 Analyse : qualité des sols morainiques et leurs rôles dans la rétention d'eau**

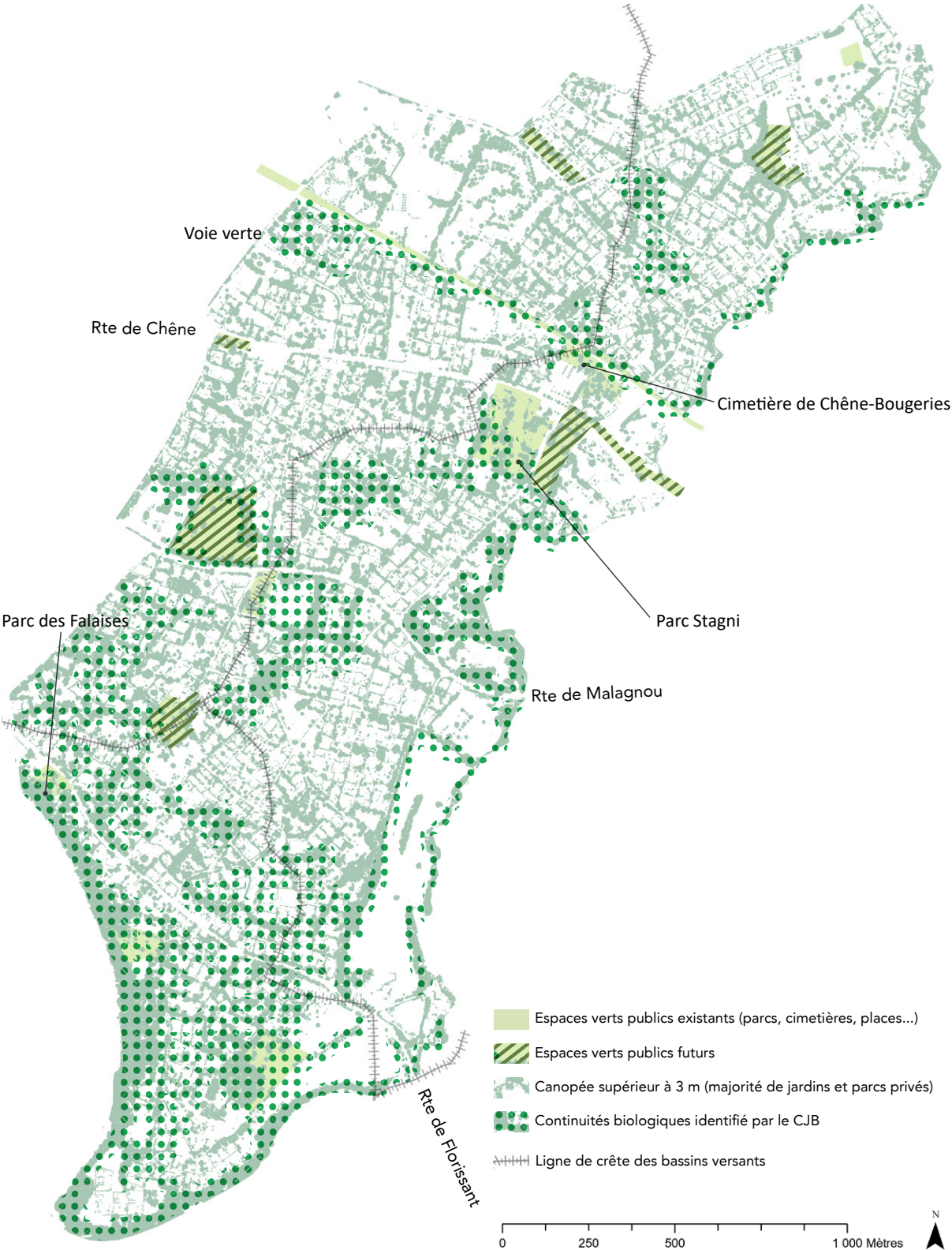
Chêne-Bougeries à un sol majoritairement constitué de moraines. Des débris de roches entraînés par le glacier ont formé ce type de sol. Cette caractéristique se retrouvera dans l'ensemble du bassin lémanique. En effet, lors du retrait des glaces il y a 16 000 ans, des dépôts morainiques ont été formés entre le Jura, le Salève et les Voirons. Au sein de ces moraines, une tendance s'affirme, celle de la moraine caillouteuse argileuse. La présence d'argiles rend ce type de sol moins perméable et donc sujet à des nappes phréatiques captives, formant la nappe principale. Pourtant, une partie du sol de la commune au niveau de Grange-Canal est composé de graviers et de sables. Cette caractéristique rend le sol beaucoup plus perméable. Il en résulte une nappe phréatique temporaire dans laquelle la végétation peut puiser durant la période estivale. D'autres caractéristiques géomorphologiques sont présentes sur la commune, on peut notamment citer les diverses alluvions, mais leurs présences se cantonnent à l'emplacement de l'Arve et de la Seymaz.

#### **5.1.4.3 Différentes tendances hydromorphologiques**

Trois secteurs apparaissent conséquemment de l'analyse géomorphologique : le secteur Eaux-Vives – Grange-Canal, avec la nappe phréatique temporaire. Le secteur de Conche, occupe la moitié sud de la commune et profite d'un sol morainique argileux et de la nappe principale. Enfin, le secteur de La Gradelle qui possède un sol morainique argileux mais aucunes nappes phréatiques. Ces trois secteurs impliquent une adaptation de la stratégie végétale. Le secteur Eaux-Vives – Grange-Canal apparait comme le plus adapté en termes de conditions hydriques à la plantation et maintien d'une végétation. Les deux autres secteurs, en particulier celui de La Gradelle, doivent composer avec une adaptation végétale aux tendances plus sèches.

**Cela veut donc dire qu'en plus des zones d'infiltration des eaux de ruissellement, la zone de la nappe phréatique temporaire semble être l'un des secteurs à privilégier pour le maintien des essences indigènes à risque.**

CARTE 15 - Les structures végétales existantes



## 5.1.5 Les structures végétales

L'importance des éléments végétaux existant a été soulignée en amont. En effet, il est reconnu qu'il est plus intéressant d'un point de vue écologique de conserver une structure végétale existante que de la perdre et d'en construire une autre à la place. Mais encore faut-il pouvoir la conserver dans un état phytosanitaire suffisant. Or, le contexte de changement climatique et de densification exerce une importante pression sur le végétal. Dans le cadre d'un projet s'appuyant largement sur lui, il convient de dresser un état des lieux sur Chêne-Bougeries.

### 5.1.5.1 Méthode : relevé de la surface arborée

Les structures végétales étant nombreuses sur la commune, il est nécessaire d'adopter une méthode permettant l'analyse de données d'espaces publics, mais aussi des espaces privés. Pour cela, nous avons à disposition la couche MNC, qui est l'abréviation de modèle numérique de canopée. Cette couche a été générée à partir de point LIDAR (détection et estimation de la distance par laser). Cette couche en libre accès « représente donc la surface au sol recouverte par le feuillage des arbres ayant au moins 2,5 m<sup>2</sup> de surface de canopée à au moins 3m de hauteur au début du mois de mars 2019<sup>21</sup> ». En nettoyant les éléments imprécis ou ayant évolués à Chêne-Bougeries, on obtient un modèle assez fiable pour représenter les structures végétales de plus de 3m de hauteur.

Une deuxième donnée permet une approche de la notion de continuité. Dans le cadre de l'élaboration du PdCom, le Conservatoire et jardin botanique de Genève (CJB) a réalisé une évaluation de la connectivité biologique sur la commune de Chêne-Bougeries.

Pour finir, sont ajoutés les espaces verts publics présents ou projetés.

Conséquemment, la carte de l'état des lieux donne une idée des structures végétales majeures de la commune. Il y manquera néanmoins de nombreuses surfaces relatives à la strate végétale basse, pour l'essentiel privées et incluant des structures végétales plus fines, telles que les friches, les prairies et les pelouses.

### 5.1.5.2 Analyse

On peut observer les parcs existants et les parcs futurs ajoutés à la planification de manière homogène sur l'ensemble du territoire communal. Cette disposition est issue d'une volonté communale car la partie sud de la commune est aujourd'hui dépourvue de parcs mis à part les bords de l'Arve peu accessibles. De plus, il existe un projet de continuité entre certains espaces verts communaux (essentiellement entre la « Route de Malagnou » et la « Route de Chêne »). Néanmoins, l'écrasante majorité du végétal sur la carte, à savoir la végétation arborée et les corridors biologiques, est constituée par les jardins et parcs des domaines privés.

Si on compare les caractéristiques hydriques à l'implantation du végétal, on peut faire l'hypothèse que certaines structures végétales vont être menacées à l'avenir et devront évoluer tandis que d'autres seront plus pérennes.

---

21. Opendata.swiss - MODÈLE NUMÉRIQUE DE SURFACE DE CANOPÉE - ÉTAT 2019

Par exemple, le Rondeau des Bougeries bénéficie encore du drainage environnant et de l'écoulement des rues adjacentes. Cela en fait un excellent support pour le végétal et ce de manière pérenne. La végétation du futur Parc de la Pommière, qui comme beaucoup de parcs est situé sur l'intersection des crêtes des 3 bassins-versants, est quant à elle, beaucoup plus menacée en l'état. La stratégie végétale mise en place dans ces parcs devra donc être adaptée au milieu potentiellement sec.

Un milieu sec n'est pas nécessairement négatif, car d'autres essences peuvent alors s'épanouir et ainsi augmenter la richesse écologique locale. Le risque est plutôt une dégradation de l'ensemble des structures végétales existantes avec certains secteurs plus sévèrement touchés. Au vu des enjeux liés au réchauffement climatique et dans le cadre d'une logique de continuités végétales, s'appuyer sur des entités végétales pérennes et en connaissance des endroits plus fragiles permet déjà de constituer une stratégie, afin de créer une trame verte structurante faisant office de véritable colonne vertébrale sur l'ensemble de la commune. Cette trame pérenne permettrait de garantir un espace qualitatif pour la faune, la flore, mais aussi les habitants, de manière durable. Car nous le verrons par la suite, la crête ainsi que l'ensemble du patrimoine arboré de la commune sont composés d'essences indigènes dont certaines sont très vulnérables.

## 5.1.6 Les tendances d'évolution globales pour les arbres communaux

Globalement, l'ensemble du patrimoine végétal de la commune va devoir faire face à aux changements climatiques dont les effets ont été résumé en amont. Cela est d'autant plus préoccupant que les essences indigènes sont particulièrement sensibles à ces changements. Or, ce sont ces végétaux qui sont responsables du bon équilibre biologique.

### 5.1.6.1 DES ESSENCES INDIGÈNES VULNÉRABLES

Plusieurs des essences indigènes emblématiques de la région sont aujourd'hui en difficulté face aux changements climatiques. La chaleur et l'allongement des périodes de sécheresse les rendent particulièrement fragiles en milieu urbain. Ainsi, si les conditions pour elles ne sont pas optimales, leur dépérissement n'est qu'une question de temps. Les essences indigènes suivantes ont été identifiées comme particulièrement sensibles<sup>22</sup> :

- Acer pseudoplatanus (Erable sycomore)
- Betula pendula (Bouleau verruqueux)
- Fagus sylvatica (Hêtre commun)
- Picea abies (Epicéa commun)
- Quercus robur (Chêne pédonculé)
- Sorbus aucuparia (Sorbier des oiseleurs)

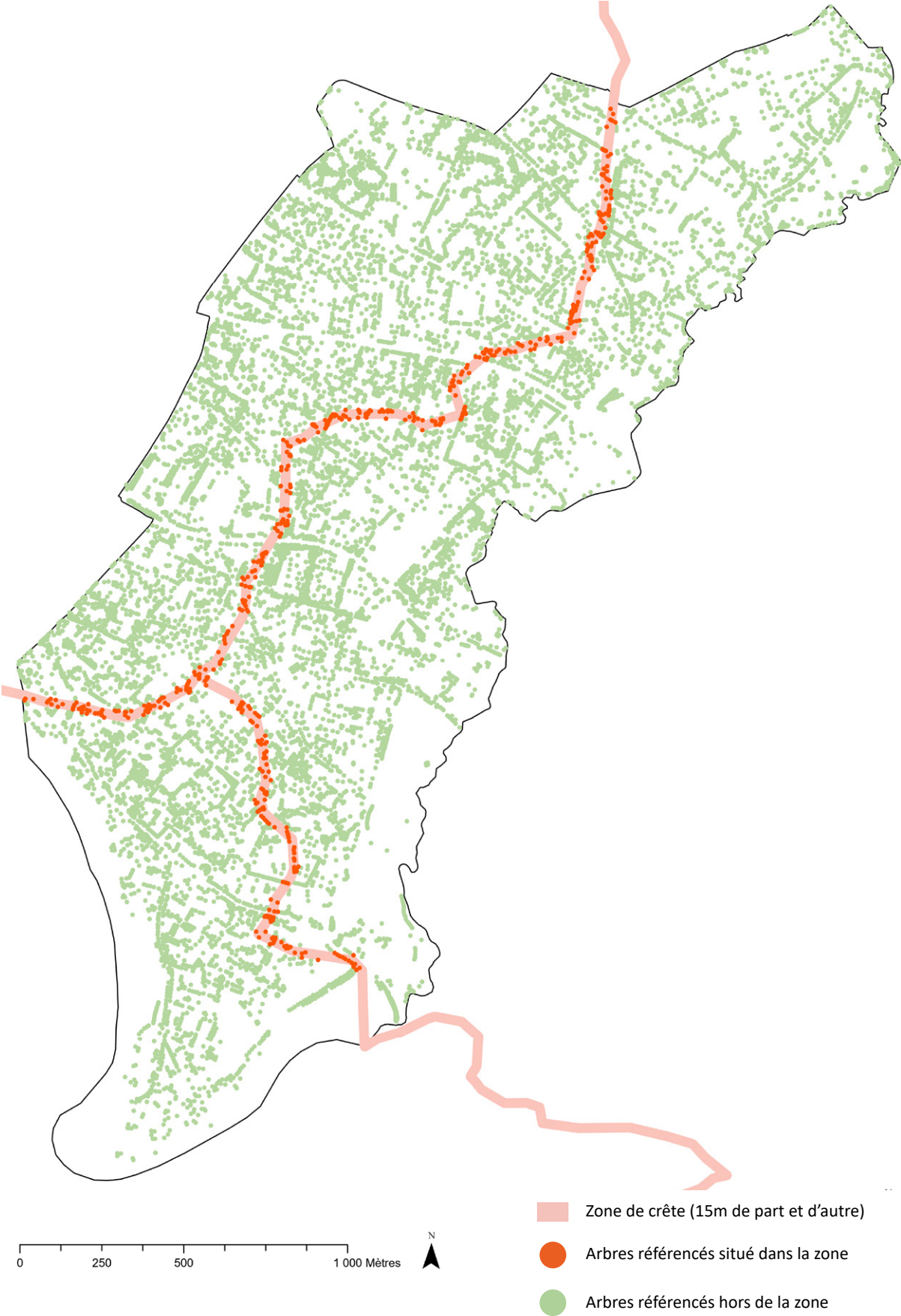
Sur les 14 930 arbres relevés sur Chêne-Bougeries, 1065 font partie des 6 essences indigènes vulnérables. Cela correspond aux objectifs de plantation du projet « + 1'000 arbres en 10 ans » voté par le Conseil municipal de Chêne-Bougeries en septembre 2019<sup>23</sup>. Objectif qui permettra de compenser, en partie, la perte potentielle de ces essences vulnérables. Dans ce contexte, les cuvettes auparavant abordées ont le potentiel de devenir des refuges pour cette végétation indigène particulièrement vulnérable.

---

22. Julien Joly dans Groupe Paysage projet vivant. (2021).

23. Chêne-Bougeries ,Législature 2015-2020, Séance du 26 septembre 2019

CARTE 16 - La zone d'étude de rapport d'impact entre la ligne de crête et l'état phytosanitaire des arbres





### 5.1.6.1 La recherche de rapport d'impact entre la ligne de crête supposé sèche et l'état phytosanitaire des arbres

Au-delà de ce constat global, on pourrait supposer que la végétation arborée se trouvant dans la zone de crête soit d'autant plus vulnérable aux changements climatiques. Il paraît donc intéressant d'observer si l'état actuel de cette végétation a commencé à péricliter.

Pour réaliser ce relevé, le recensement des arbres du SITG est sollicité. Dans le cadre du recensement des arbres, leur état sanitaire est classé dans l'une des 5 catégories de vitalité qui sont: « excellent », « bon », « médiocre », « mauvais », « très mauvais ». Par soucis de simplification, les arbres des catégories « excellent » et « bon » seront considérés comme sains. Le reste sera quant à lui référencé comme en mauvais état. Sur l'ensemble de la commune et sur les 10 000 arbres dont l'état est recensé, 1000 d'entre eux ont un état phytosanitaire mauvais, soit un rapport de 90% d'arbres sains et 10 % d'arbres en mauvais état.

Désormais, pour renouveler cette analyse sur la zone de crête, une carte spécifique doit être réalisée. La carte de la végétation arborée sur la zone de crête est réalisée à partir de la crête des bassins versants majeurs. Elle part du principe que les eaux de ruissellement ont pour départ un rapport de proximité avec la crête et donc que ce point haut constitue un espace d'où l'eau est en théorie drainée.

Pour ce faire, une première zone tampon est générée vis-à-vis de la zone de crête sur 15m<sup>24</sup> qui apparaît orangé sur la carte. Cette zone correspond théoriquement à la portée maximale moyenne des racines, donc symbolisant le seuil à partir duquel les racines des arbres ne peuvent plus bénéficier de l'humidité liée aux ruissellements. Puis, est superposé avec cette couche l'ensemble des arbres dont l'état sanitaire est considéré.

Il en ressort une carte avec tous les arbres relevés à proximité de la crête des bassins versants. Sur les 411 arbres référencés sur la crête, 40 seront considérés comme en mauvais état, soit un rapport de 10% contre 90% d'arbres sains. Ainsi, la proportion d'arbres sains (90%) et d'arbres en mauvais état (10 %) reste la même dans la zone de la crête et sur l'ensemble de la commune.

Avec les données dont nous disposons, il ne ressort aucune corrélation entre l'état sanitaire des arbres relevés et leur position dans la zone de crête. Le fait que les arbres se trouvant dans la zone sèche soit plus vulnérables reste une supposition qui aujourd'hui ne se vérifie pas avec les statistiques disponibles. Cependant, différents facteurs peuvent expliquer cette constatation.

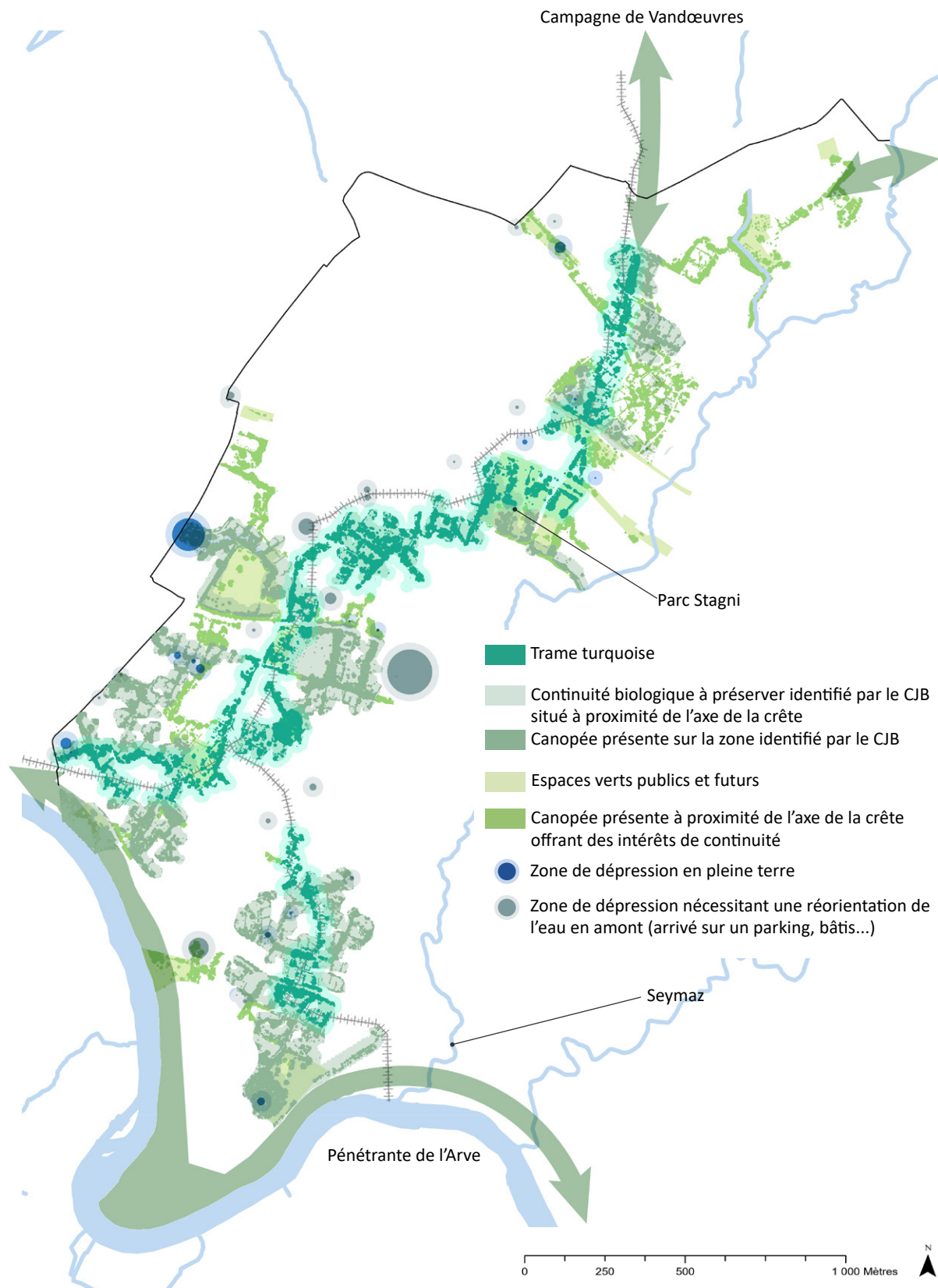
Pour commencer, la période d'observation, en effet, la majeure partie des observations ont été faites entre 1976 et 2016. Le territoire communal est donc très inégalement relevé en termes de temporalité. Les dernières périodes de canicule ne sont donc pas prises en compte pour l'état sanitaire des arbres et de nombreuses données sont probablement obsolètes.

---

24. La valeur de 15m a été choisi car la moyenne de diamètre de couronne des arbres sur Chênes-Bougeries est de 10m. Les racines ayant elle-même une amplitude moyenne de 1,5x la couronne, cela correspond à environs 15m.

## CARTE 17 - La trame turquoise et ses ramifications

Trame turquoise : Réseau végétal généralement sec, formé par les structures végétales et les continuités biologique identifiées par le CJB au niveau de la crête



Le deuxième facteur peut être l'état du sol et le contexte dans lequel certains des arbres sont plantés. Effectivement, l'état et la qualité du sol sont des facteurs qui déterminent la santé d'un végétal. Un arbre planté sur la crête dans un sol de pleine terre ombragé et qui a la possibilité de rester frais au zénith, aura un développement bien plus qualitatif comparé à un arbre situé en aval mais dans une fosse de plantation discontinuée.

Il serait donc intéressant de renouveler cette analyse dans quelques années avec un nouveau relevé afin de constater, ou non, d'une évolution des proportions d'arbres sains à l'intérieur et à l'extérieur de la ligne de crête. Malgré tout, bien qu'il n'y ait pas de corrélation vérifiable avec les données dont nous disposons sur la zone de crête et l'état actuel des arbres, on peut tout de même émettre l'hypothèse que ces derniers souffriront davantage dans les prochaines années (augmentation des étés caniculaires).

### **5.1.7 Tracé de la trame turquoise : intérêt de mise en évidence de la trame turquoise**

C'est dans ce contexte qu'émerge la trame turquoise. Pour réaliser son tracé, les continuités les plus proches de la crête sont sélectionnées. Autrement dit, la continuité biologique et végétale suivant le plus le niveau de la crête sur un axe Nord-Sud. Ce réseau formé par les structures végétales et les continuités biologiques identifiées par le CJB au niveau de la crête, forment la trame turquoise. La trame turquoise est donc située au niveau de la crête et composée d'abord de structures existantes aux tendances sèches, humides, où équilibrées.

C'est une zone dans laquelle il est intéressant de maintenir et parfois créer des continuités végétales car c'est la zone potentiellement la plus sensible aux changements climatiques. De plus, les espaces verts étant situés sur la crête des bassins versants, c'est un tracé qui permet de les connecter en se basant sur des structures végétales existantes. La trame turquoise est à mettre en perspective avec les espaces d'infiltration existants et potentiels. Se faisant, elle a le potentiel d'abriter au sein de sa continuité, une variété importante de milieux.

D'autres structures apparaissent sur la carte de la trame turquoise. Ces dernières sont les structures végétales qui interagissent avec la trame turquoise et qui lui permettent de prendre une dimension très importante à l'échelle communale. La trame turquoise, si elle n'interagit pas avec d'autres structures végétales, perd de son efficacité. Ainsi, la trame turquoise devient l'axe prioritaire des continuités sur lesquelles viennent se connecter d'autres trames végétales tout aussi importantes mais moins vulnérables.

La trame turquoise est un socle qui, s'il est maintenu sous une forme pérenne, assure une continuité végétale à l'échelle territoriale entre l'Arve et la campagne de Vandœuvres. Ainsi, l'espace de crêtes, aujourd'hui une faiblesse, a le potentiel de devenir une force.

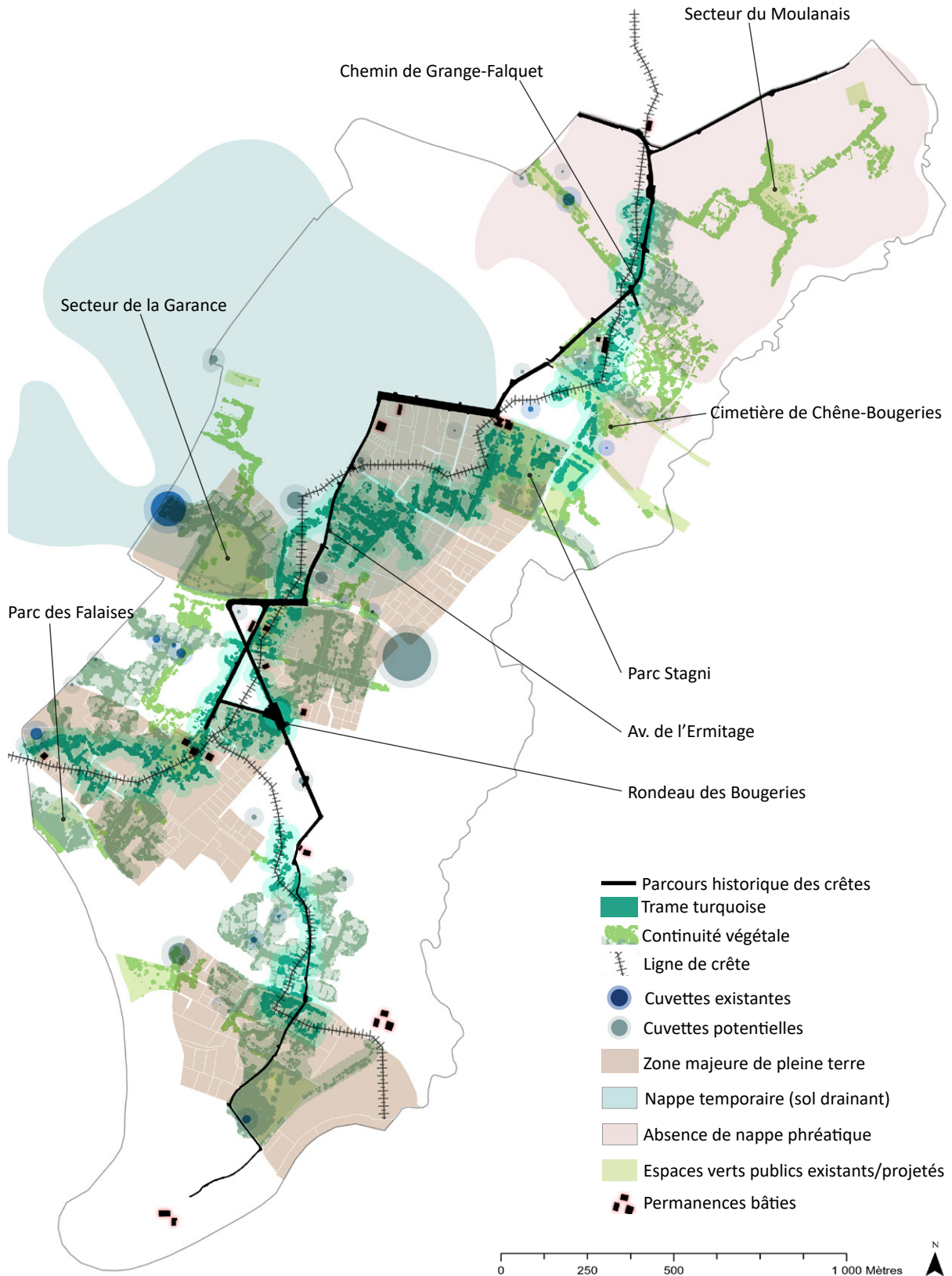


## **6. SYNTHÈSE D'ANALYSE**

### **6.1 Compilation des données analysées**

### **6.2 Recommandations pour la construction de la trame turquoise**

# CARTE 18 - Synthèse : Carte des potentialités de développement de la trame turquoise sur la ligne de crête



## 6.1 Compilation des données analysées

La synthèse est constituée de tous les éléments précédemment abordés interagissant avec la crête des bassins versant, à savoir :

- La parcours des crêtes et les permanences du bâti qui y sont liées.
- Les continuités de pleine terre.
- La trame turquoise et ces relations végétales et géologiques.
- Les zones d'infiltrations existantes et potentielles.
- La nappe phréatique temporaire

La carte obtenue permet d'apprécier la variété de typologies qui accompagnent la crête. La crête est abordée comme un espace ayant des dispositions plus sèches que la tendance globale, qui pourtant s'oriente déjà vers un climat plus sec. C'est donc un secteur très vulnérable et prioritaire pour élaborer une stratégie végétale.

La continuité végétale qualifiée de trame turquoise remplit plusieurs fonctions. Elle permet d'offrir une liaison végétale suivant un axe Nord-Sud. Cette continuité vient s'inscrire en complément et en parallèle à la trame verte et bleue de la Seymaz. Toutefois, les milieux traversés sont assez différents, notamment d'un point de vue hydrique. En effet, la crête aura une tendance plus sèche avec parfois des espaces propices à l'infiltration d'eau et donc plus humides. Plutôt qu'une trame au milieu continu, la trame turquoise est une succession de milieux à tendances sèches et humides.

En complément de ces espaces ponctuels, propices à l'infiltration des eaux de ruissellement en pleine terre, on retrouve des zones favorables au végétal à de plus grandes échelles. Notamment une zone particulièrement intéressante pour la plantation d'essences plus sensibles à la sécheresse : le secteur Eaux-Vives – Grange-Canal, situé sur la nappe phréatique temporaire. Cependant, pour que la nappe phréatique se recharge, il convient de rendre cet espace au maximum perméable en surface. Sinon, les propriétés perméables du sous-sol ne sauront restituer l'humidité lors des périodes sèches.

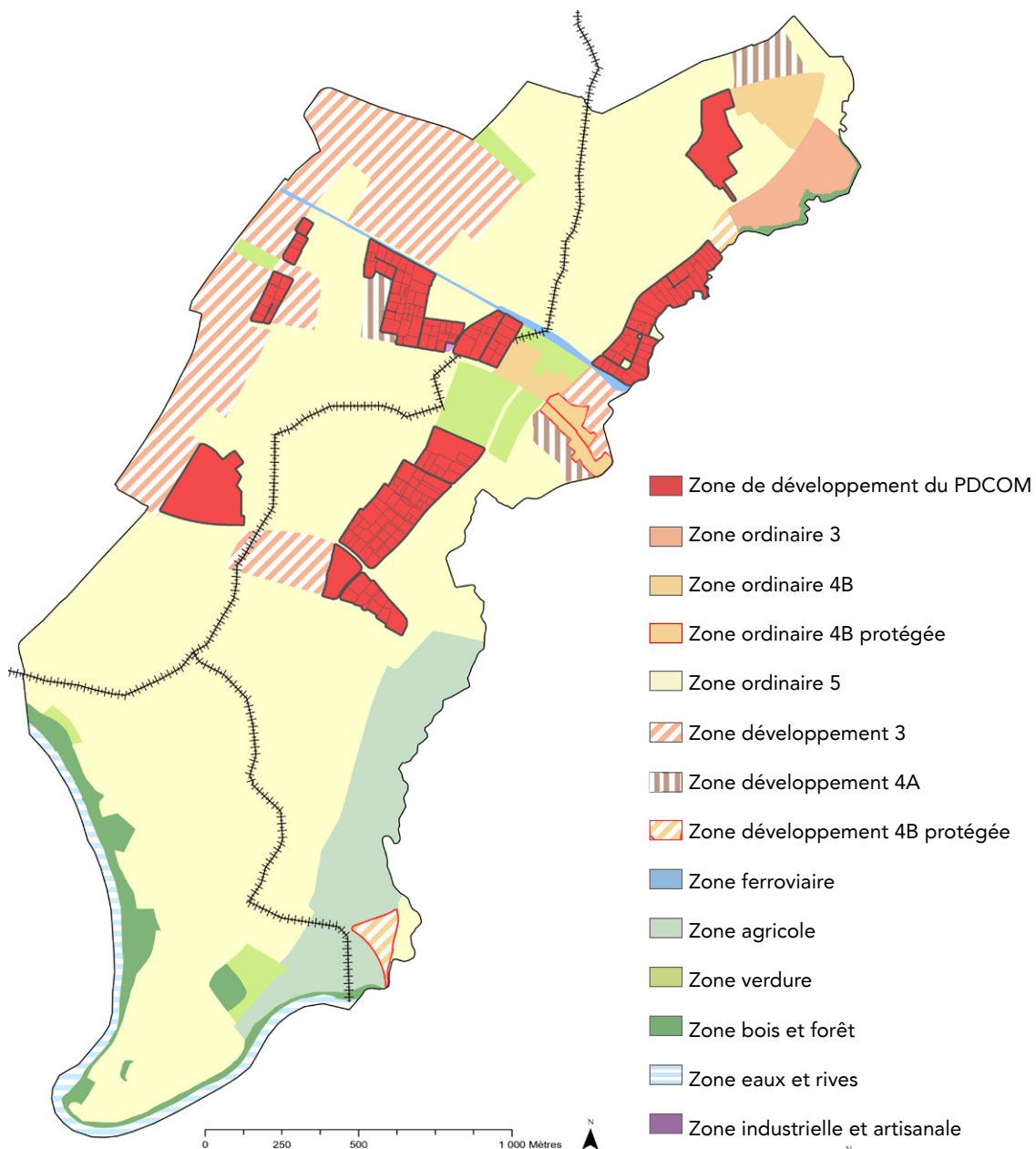
De fait, la position centrale de la trame turquoise lui permet d'interagir avec la plupart des autres structures végétales. Elle permet d'articuler l'ensemble des structures végétales de la commune. Au-delà d'une connexion entre l'Arve et la campagne de Vandœuvres, cette trame permet une connexion entre les parcs, jardins et espaces verts de la commune. Ainsi, la trame turquoise passe directement sur les espaces verts suivants : les jardins de la Maison de la Créativité, le Parc des Falaises, le futur parc des Paumières, le rondeau des Bougeries, le futur parc de la Garance, le Parc Stagni, et le Cimetière de Chêne-Bougeries. Les ramifications secondaires de la trame turquoise viennent interagir avec les espaces verts restants : Parc de la Gradelle, Parc Grange-Canal et un éventuel projet situé sur la parcelle Grosjean. Dans le cadre de cette continuité, ces parcs devront offrir des espaces protégés pour la faune. Cela pourra se concrétiser par la création de strates herbacées et arbustives importantes dans certains secteurs.

Finalement, la proposition de parcours des crêtes et la pérennisation de la trame turquoise matérialisent une réponse aux enjeux et vulnérabilités liés à la crête.

### 6.1.1 Comparaison avec le réseau de parcs et promenades identifiés dans le PdCom de Chêne-Bougeries

Dans le cadre des développements à venir, « Le PdCom propose la création de nouveaux parcs en accompagnement du développement urbain afin de créer un réseau d'espaces publics reliant entre eux les secteurs » (Urbaplan, 2022). Comme indiqué, c'est dans le cadre des futures planifications que sera constitué ce réseau de parcs et promenades. Ces secteurs de développement ont été identifiés par le canton pour répondre aux objectifs de poursuite de la densification de la couronne urbaine et de densification de la zone 5 par modification de zone. Ils sont vus comme optimaux pour la densification selon des critères liés à la mobilité. Ainsi, l'intention est de profiter de la dynamique de densification pour mettre en place des continuités végétales, les secteurs de développement traçant ce réseau. Toutefois, il est important de mesurer le risque que cela implique pour le végétal et de s'assurer de son avenir.

CARTE 19 - Les affectations actuelles et planifiées par le PdCom





La mise en place et les besoins du végétal sont un critère largement secondaire dans cette démarche. Néanmoins, l'intention d'utiliser le changement de zone pour créer des continuités végétales offre des perspectives intéressantes à l'échelle de la commune. C'est en inversant ce processus qu'une piste peut être établie : à savoir, tracer une continuité végétale optimale puis, adapter les recommandations liées à la densification afin d'assurer sa pérennité.

Dans le PDCom, le réseau de parc et promenades ne concerne qu'une partie de la commune, la partie sud étant délaissée dans ce tracé. Le réseau, de par cette promenade, ne propose pas de continuité à l'échelle communale mis à part la trame verte et bleue de la Seymaz déjà existante. En parallèle, un des objectifs communaux est la création de parcours de mobilités douces suivant un axe Nord-Sud. En effet, la mobilité de manière générale, se fait suivant un axe Est-Ouest. On retrouvera dans ce sens les trois axes principaux de la commune, la route de Chêne, la route de Malagnou et la route de Florissant.

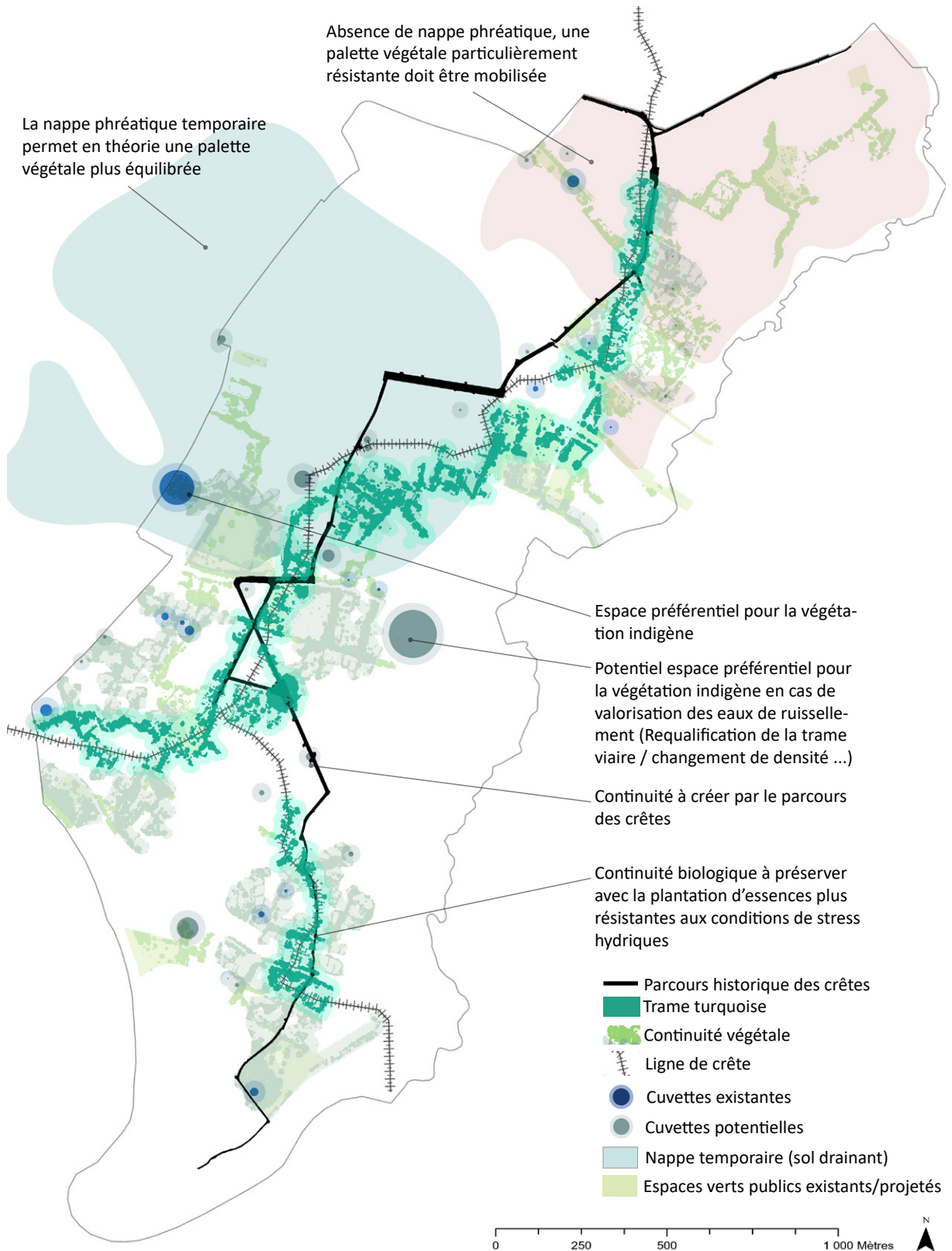
Pour favoriser des mobilités douces suivant un autre axe, une stratégie à l'échelle communale est nécessaire. Or on peut justement mutualiser ce besoin en liaison de mobilité douce Nord-Sud avec une continuité végétale à cette même échelle. Poursuivant ainsi le principe de réseau de parcs et promenades évoqué dans le PDCom mais englobant toute la commune. Les intentions de parcours de crêtes et de trame turquoise, permettent d'émettre des recommandations dans le but d'une pérennisation d'une continuité végétale et d'un parcours de mobilité douce (piétons et cycles).

## CARTE 20 - Les réseaux de parcs et promenades du PDCom

Carte extraite du PDCom de Chêne-Bougeries



## CARTE 21 - Les recommandations opérationnelles relatives aux affectations



## 6.2 Recommandations pour la construction de la trame turquoise

### 6.2.1 Stratégie végétale

Comme expliqué en amont, la trame turquoise est la trame prioritaire dans le cadre d'une stratégie végétale s'étalant dans le temps. Les ramifications restantes n'en demeurent pas moins importantes, elles permettent en effet de renforcer l'ancrage de la trame turquoise au territoire. L'objectif du relevé de la trame turquoise, qui en majeure partie se matérialise déjà, est en premier lieu de la protéger en la reconnaissant comme importante en terme de continuité biologique. Cette première reconnaissance permet ensuite d'élaborer une stratégie visant à pérenniser et compléter la trame.

Aujourd'hui, l'ensemble de la végétation de Chêne-Bougeries doit faire face aux changements climatiques qui se résument par une recrudescence des épisodes extrêmes et des périodes sèches dans leur longueur et leur régularité. Cela sera d'autant plus le cas sur le secteur nord où l'on constatera l'absence totale de nappe phréatique. En revanche, le secteur central possède une nappe phréatique temporaire, ce qui permet à la végétation d'y puiser durant la période estivale (la rendant ainsi plus favorable). En partant du principe que la végétation sur la crête des bassins versants sera la plus vulnérable, la question de la pérennité de la trame turquoise se pose. Car c'est la pérennité qui importe le plus dans le cadre d'une trame verte.

Dans ce but, on pourrait penser que la plantation d'arbres adaptés à des climats plus chauds serait une bonne solution, or, bien qu'une hausse des températures soit prévue, les hivers restent toujours aussi froids. De plus, « Le changement climatique induit également de fortes précipitations hivernales. Cette eau, additionnée au gel et au sol argileux, constitue une combinaison qui est fatale pour de nombreuses plantes, particulièrement parmi celles qui sont adaptées à la chaleur et à la sécheresse. » (Groupe Paysage projet vivant, 2021). Le sol composé de moraines argileuses de Chêne-Bougeries en est un bon exemple.

C'est donc plus subtilement que doit être développée la stratégie végétale de la crête comme celle de la commune. La solution ne vient pas uniquement d'espèces exotiques, mais plutôt des conditions favorables aux végétaux que ce soient des essences indigènes ou non. Dans ces conditions, on retrouvera le besoin d'un sol frais, idéalement de pleine terre et d'un apport en eau suffisant. Un autre élément est la mixité des espèces, elle joue un rôle important car elle permet de limiter la propagation des maladies. En résumé, offrir ces conditions optimales permet déjà à une végétation variée d'augmenter son espérance de vie et la qualité des services rendus, sans pour autant révolutionner sa composition.

## **Recommandations générales pour le maintien des portions existantes de la trame turquoise :**

- Préserver les structures végétales identifiées comme nécessaires à la continuité de la trame turquoise.
- Conserver les qualités perméables du sol à une distance minimale de deux fois le rayon<sup>25</sup> de la couronne des arbres composant la trame turquoise.
- Remplacer les essences végétales ayant dépéri par des essences plus robustes<sup>26</sup> (des essences capables de résister au changement climatique et aux conditions urbaines).
- Favoriser une infiltration locale des eaux de ruissellement sur les parcelles concernées par la trame turquoise afin que cette dernière en bénéficie.

### **6.2.1.1 Le parcours des crêtes et les espaces verts comme espaces ressources**

Précédemment, le rôle du parcours des crêtes a été abordé, son but étant d'avoir un élément structurant existant, répondant à un besoin en mobilité douce et appartenant au domaine public. Ce parcours, on l'a vu, peut être mutualisé avec une continuité végétale, les deux suivant le même axe. Toutefois, l'intérêt de la trame turquoise est que ce soit une trame axée sur la végétation, elle n'est pas dépendante du parcours des crêtes et est déjà existante pour l'essentiel.

En effet, la trame turquoise n'est pas parfaitement continue à l'échelle communale. Le secteur des Bougeries en particulier marque une interruption entre le rondau et le Chemin de Vert-Pré de plus de 250m. Dans ce cadre, le parcours des crêtes peut devenir le support pour un premier geste dans la complétion de la continuité de la trame turquoise. Le domaine public étant plus accessible d'un point de vue des potentielles interventions, le parcours peut devenir ici le support de la trame turquoise. De manière plus générale, partout où le parcours interagit avec la trame turquoise, il doit participer à la renforcer. Cela peut être fait avec une surface allouée à la trame ou bien par l'orientation des eaux de ruissellement vers la trame. Ainsi, la trame viaire, au-delà de ses fonctions mobilitaires, permet de compléter et de renforcer la trame turquoise.

Une des fonctions de la trame turquoise est de relier les espaces verts communaux proches de la crête (Les jardins de la Maison de la Créativité, le Parc des Falaises, le futur parc des Paumières, le rondau des Bougeries, le futur parc de la Garance, le Parc Stagni, et le Cimetière de Chêne-Bougeries). Cet objectif de les relier permet de renforcer la trame turquoise. Ces grands espaces appartenant au domaine public, une stratégie plus interventionniste peut y être adoptée. Ils forment ainsi des espaces où la stratégie végétale et son suivi ont probablement l'assurance d'être rigoureux et pérenne contrairement à des espaces privés. Ainsi, les espaces verts de la trame turquoise ont le potentiel de constituer une forme de refuge en termes de pérennité végétale.

---

25. Articles 1, 14 et 16 du règlement sur la conservation de la végétation arborée du 27 octobre 1999 (L 4 05.04) « Le domaine de l'arbre est l'espace nécessaire au développement optimal de celui-ci. Il correspond à l'espace aérien et souterrain à préserver défini par la projection au sol de deux fois le rayon de la couronne de part et d'autre du tronc »

26. Annexe « Assurer de bonnes conditions de vie aux arbres », p 8 - 16

### **6.2.1.2 Des oasis pour les essences indigènes vulnérables**

Un dernier élément constitué des zones d'infiltration en pleine terre a une influence sur les recommandations. Ces zones, récoltant les eaux pluviales issues du ruissellement, permettent à la végétation proche de bénéficier de conditions hydriques favorables.

Ces espaces peuvent devenir des espaces refuges pour la végétation indigène dite vulnérable (Groupe Paysage projet vivant, 2021) qui dans un avenir plus ou moins proche aura des difficultés à subsister ailleurs. Cela a d'autant plus d'importance lorsque le rôle des essences indigènes a été souligné dans son maintien des fonctions écologiques locales.

Pour rappel, les essences indigènes vulnérables sont les suivantes :

- Acer pseudoplatanus (Érable sycomore)
- Betula pendula (Bouleau verruqueux)
- Fagus sylvatica (Hêtre commun)
- Picea abies (Epicéa commun)
- Quercus robur (Chêne pédonculé)
- Sorbus aucuparia (Sorbier des oiseleurs)

En conséquence, ces espaces doivent être privilégiés pour la plantation de ces essences. Concernant les nombreux espaces potentiels pour l'infiltration des eaux, Chêne-bougeries a le potentiel, moyennant la création d'espaces de pleine terre ou en influençant le parcours de l'eau, de constituer de nombreuses oasis pour la végétation indigène vulnérable.

### **6.2.1.3 Recommandations pour les zones d'infiltration en pleine terre :**

- Conserver les espaces de pleine terre identifiés comme participant à l'infiltration des eaux de ruissellement
- En cas de construction, ne pas altérer l'écoulement de l'eau vers ces espaces
- Favoriser la plantation d'essences indigènes vulnérables

### **6.2.1.4 Recommandations pour les zones d'infiltration potentielle**

- Donner la possibilité aux eaux de ruissellement de s'infiltrer dans des espaces de pleine terre, à défaut, orienter le ruissellement vers des espaces de pleine terre existants.

## 6.2.2 Recommandations relatives aux affectations des espaces

Pour garantir la pérennité et l'intérêt des trames vertes en général, les besoins du végétal et de la faune doivent être respectés. Une surface conséquente de pleine terre est nécessaire, c'est-à-dire un sol qui ne soit pas piétiné et dont les qualités pédologiques sont assez bonnes pour que suffisamment d'espèces puissent s'y épanouir. L'intérêt d'une trame est proportionnel à son amplitude. C'est donc ici que la contrainte est la plus conséquente car le foncier est une ressource précieuse, mais surtout limitée sur le territoire genevois.

Afin de concrétiser les recommandations, il convient donc d'utiliser les outils mis à disposition des communes dans le cadre de l'application de l'art. 59 al. 4 LCI. Pour rappel, l'art. 59 al. 4 LCI permet des dérogations visant à l'augmentation de la densité des parcelles en zone 5. Suite aux dérives, les communes doivent définir dans leur PDCom « les secteurs de densification accrue dans lesquels l'article 59-4 LCI pourra s'appliquer et donc permettre une majoration de densité. » (Département du territoire & Office de l'urbanisme, 2021). De plus, « Ces secteurs de densification accrue préciserons le principe et les modalités qualitatives de la densification souhaitée, qui doit être compatible avec le caractère, l'harmonie et l'aménagement du quartier. » (Département du territoire & Office de l'urbanisme, 2021).

Le PDCom approuvé par le conseil d'État en mars 2022 identifie plusieurs principes d'intérêt public majeurs qui doivent être respectés pour toute dérogation. Les points A, B et C concernent les structures végétales et les réseaux de mobilités douces.

*« A. Préserver les composantes paysagères caractéristiques et consolider la charpente verte de la commune, notamment les structures bocagères qui constituent la substance des chemins historiques (IVS) et jouent un rôle majeur en termes de connectivité biologique et d'adaptation au changement climatique.*

*A1. Structures bocagères et alignements d'arbres*

*B. Maintenir et renforcer la fonctionnalité des réseaux naturels et continuités paysagères, ainsi que la perméabilité du sol.*

*B1. Cordons boisés, bosquets, arbres isolés*

*B2. Pénétrantes de verdure et passages à faune*

*B3. Imperméabilisation du sol*

*C. Améliorer les réseaux de mobilité douce, afin notamment de mettre en relation les quartiers d'habitation enclavés avec la voie verte, les grands équipements (école, clinique, etc.), les espaces publics majeurs (parcs) et les arrêts de transports publics.*

*C1 Cheminement de mobilité douce*

*C 2 Hors-ligne » (Urbaplan, 2022).*

Toutes les conditions s'appliquent à l'ensemble de la zone 5. Néanmoins, dans le cadre de ce projet, des zones avec des conditions supplémentaires sont nécessaires pour le maintien et la création de la trame turquoise. La complétion des dispositions nécessaires aux dérogations, permet de matérialiser le parcours des crêtes et la trame turquoise. En effet, ces deux entités s'intègrent dans les principes déjà identifiés par le PDCom.

On obtient ainsi quatre types de zones aux conditions supplémentaires pour un développement de la zone villa. Ces zones peuvent être cumulatives.

**Espace de trame turquoise** : l'ensemble des parcelles interagissant directement avec la trame turquoise sont incluses. Ces parcelles supportent la trame turquoise et doivent donc être légiférées dans le sens d'une préservation maximale.

Afin d'assurer sa pérennité, la trame turquoise en tant que structure végétale, doit être incluse dans les dispositions nécessaires aux dérogations de densification. Au même titre que les structures bocagères et les alignements d'arbres, la densification de la zone 5 doit être conditionnée à la préservation de la trame turquoise.

Ainsi, les dispositions se verraient complétées comme suit en zone turquoise :

- L'abattage d'arbres identifiés comme faisant partie de la trame turquoise est interdit (sauf raison majeure telle qu'état sanitaire ou dangerosité).
- La plantation d'essences indigènes adaptées contribuant au renforcement de la trame turquoise est exigée.
- Une infiltration locale des eaux de pluie est exigée sur les parcelles turquoises afin d'en faire bénéficier la trame turquoise.

**Espace de trame brune** : ils reprennent les continuités de pleine terre interagissant avec la crête. Ces parcelles doivent favoriser une infiltration des eaux locales.

Les espaces de pleine terre sont d'une grande importance sur la crête des bassins versants. Ils permettent aux eaux de pluie une infiltration locale et limitent donc le ruissellement en aval. Afin de conserver cette valeur, il convient de ne pas favoriser l'étalement du bâti. Si densification il y a, alors elle doit avoir un impact minimal sur la pleine terre. Il est cependant complexe de geler l'augmentation du coefficient d'occupation des sols sur de telles surfaces. Il convient donc d'au moins préserver les continuités de pleine terre.

Les dispositions se verraient complétées comme suit en zone brune :

- Une infiltration locale des eaux de pluie est exigée.
- L'orientation et la disposition des constructions ne doivent pas interrompre les continuités de pleine terre entre les parcelles.

**Surface d'infiltration** : en plus d'une infiltration locale, leur rôle de refuge pour les essences indigènes vulnérables doit être renforcé.

- Aucun étalement ne peut être réalisé sur les zones identifiées comme favorables à l'infiltration des eaux de ruissellement. (Cas particulier pour chaque parcelle).
- L'orientation et la disposition des constructions ne doit pas modifier l'écoulement de l'eau vers ces espaces.
- La plantation d'essences indigènes vulnérables est exigée.

Recommandations pour les zones d'infiltration potentielle :

- Une possibilité doit être donnée aux eaux de ruissellement afin de s'infiltrer dans des espaces de pleine terre. À défaut, le ruissellement doit être orienté vers des espaces de pleine terre existants à proximité.

**Espace de jointure** : comprenant les parcelles adjacentes au parcours des crêtes. Elles représentent les espaces où un renfort de la trame turquoise ou une création sont nécessaires avec comme appui la trame viaire. Ces parcelles ne faisant pas partie des volumes de pleine terre les plus conséquents, peuvent être sujettes à un développement accru de la zone 5, mais, sous réserve de participer à la création et au maintien de la trame turquoise.

- Aucune nouvelle construction ou imperméabilisation du sol n'est possible à moins de 15m du parcours des crêtes. En contrepartie, une dérogation peut être accordée pour dépasser le seuil de 50% de pleine terre conservé.
- Dans la zone des 15m, la plantation d'essences indigènes adaptées est exigée. (Zone à considérer comme une zone turquoise).
- Un report de droit à bâtir est possible dans le cas d'un traitement de l'ensemble des parcelles.
- Les dessertes donnant sur le parcours des crêtes doivent être déplacées afin de donner un accès sur les autres rues dans la mesure du possible. Si la modification n'est pas possible, un espace alternatif sur la parcelle doit être déterminé afin d'assurer la continuité de la trame turquoise. Des dérogations peuvent être apportées aux parcelles supportant les nouvelles dessertes permettant une densification.



On retrouvera la valeur de 15 mètres pour deux raisons. Premièrement, la moyenne de diamètre de la couronne des arbres sur Chêne-Bougeries est de 10 mètres. Les racines ayant elles-mêmes une amplitude moyenne de 1,5 fois le rayon de la couronne, cela correspond à environ 15 mètres. C'est donc une surface optimale pour le développement d'arbres. Deuxièmement, en terme de gabarit concernant les végétaux, une valeur comprise entre 10 mètres et 20 mètres est recommandée dans le cadre d'une trame. Valeur qui permet aussi le passage de micromammifères et s'approche des valeurs recommandées pour les anthropodes (20m) (Bergès, Roche , & Avon, 2010).

Groupes	Effet	Fonctions	Nature	Largeur	Remarques
Végétaux	++ =	Habitats relais	Dense ou ouvert selon les espèces	> 10-20 m	Effets complexes dépendant des vecteurs et des diaspores.
Anthropodes	++ -	Habitat, conduit, puits	Herbacé (orthoptères), ligneux ouvert (papillon), boisés (carabes forestiers)	> 20-90 m	Effet notable pour les espèces peu mobiles et lorsque les habitats sont très fragmentés. Corridors complexes favorables.
Oiseaux	+ =	Habitat secondaire, conduit	Pas japonais		L'effet des corridors pour les oiseaux est variable et peu documenté. Les structures en pas japonais ( <i>stepping stone</i> ) constitués de taches d'habitats peu distantes et qui forment des relais semble une option favorable.
Micro-mammifères	++ = -	Conduit, habitat secondaire	Dense à semi-ouvert	< 10 m	Les corridors trop larges semblent induire des mouvements transversaux qui nuisent à la fonction conduit. Les corridors trop étroits présentent des risques de prédation élevés. Des études ont montré la forte fréquentation des corridors par les prédateurs (mustélidés, chats, renard...).

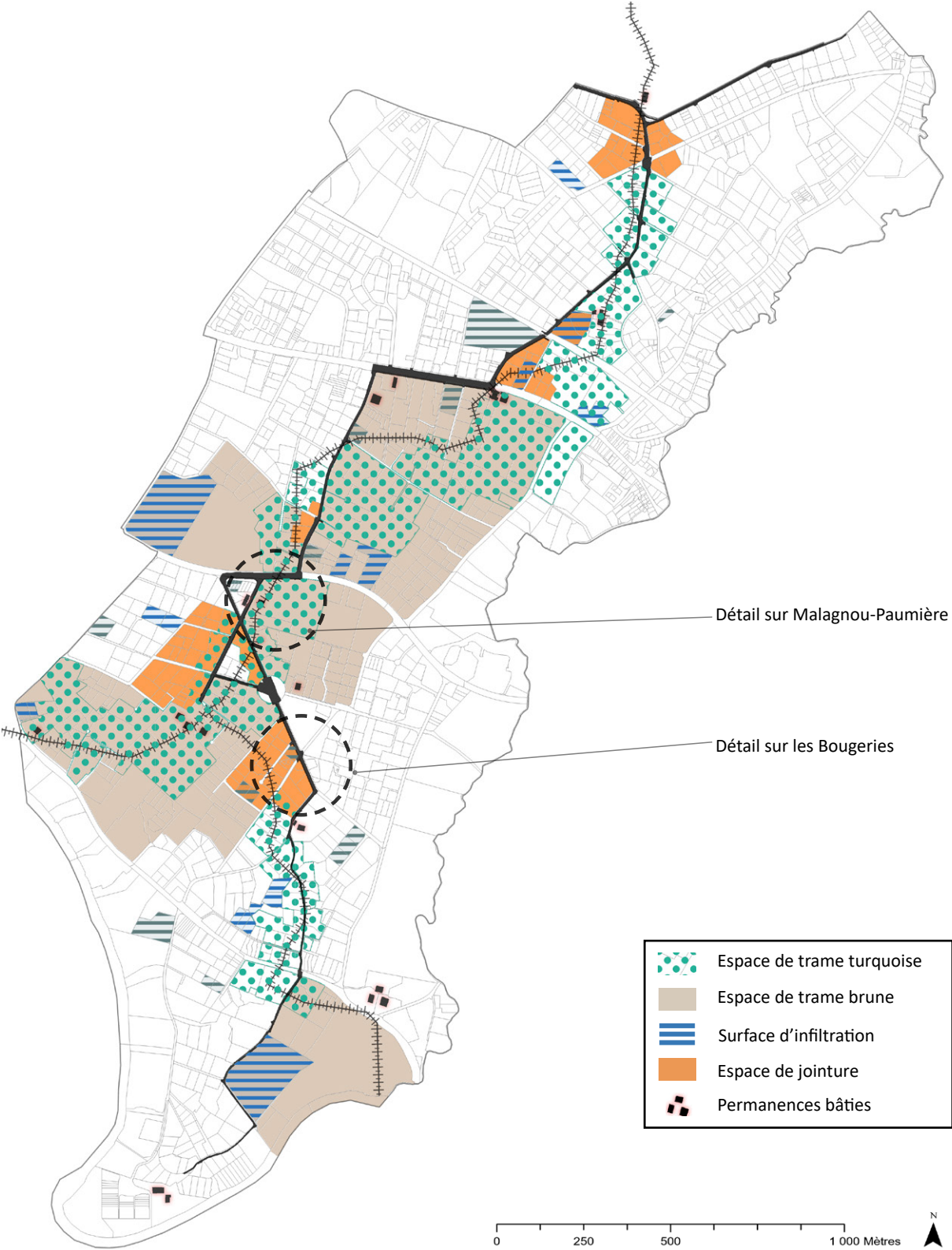
Figure 8 - Tableau des besoins par groupes du vivant dans le cadre d'une continuité

### 6.2.2.1 Le parcours des crêtes comme fondation

Le rôle du parcours des crêtes comme liaison de mobilité douce sur un axe Nord-Sud est établi. Ainsi, dans le cadre des dispositions de la stratégie d'évolution de la zone 5, le parcours des crêtes doit être inclus dans le réseau de cheminement de mobilité. De cette manière, les mesures déjà prévues par le PDCom, s'appliqueront à ce dernier. Toutefois, le rôle d'espace support à la trame turquoise doit être indiqué et traduit par des mesures concrètes et opérationnelles.

- Le parcours a pour vocation d'être le support de mobilité douce, cela peut être matérialisé par son passage en zone de partage et en limitant le trafic motorisé (fin de circulation à double sens).
- Lorsque le parcours des crêtes est adjacent à la trame turquoise, un espace continu doit être prévu au niveau de la trame viaire afin de servir de support à la végétation.

CARTE 22 - Les recommandations opérationnelles relatives aux affectations



### 6.2.2.2 Carte de synthèse des dispositions opérationnelles suite aux recommandations

Trois types d'espaces d'application des trames sont ainsi créées, ainsi qu'une surface plus restreinte et ponctuelle (surface d'infiltration).

- Espace de trame turquoise
- Espace de trame brune
- Espace de jointure
- Surface d'infiltration

La carte des dispositions permet d'avoir une spatialisation de ces contraintes. L'ensemble des développements doit participer au maintien de la trame turquoise et à sa valorisation. De fait, la majeure partie de la trame turquoise se trouve sur des parcelles relevant du domaine privé. La sensibilisation des propriétaires sur l'intérêt de la trame turquoise est un moyen incertain d'assurer sa pérennité, la décision finale leur revenant. En revanche, dans le cas d'un changement de réglementation concernant la densité de la parcelle, il est possible de la conditionner moyennant une surface ou un dispositif servant la trame. Il faut tout de même que les contraintes ne soient pas trop élevées, le but étant que les projets soient réalisés.

Les critères nécessaires pour obtenir une dérogation de densification de la zone 5 du PDCom en ajoutant les critères liés à la trame turquoise sont contraignants, mais restent largement atteignables. Dans ces conditions, la densification peut être un levier permettant de pérenniser la trame turquoise sur domaine public comme privé.



## **7. EXEMPLES D'APPLICATIONS DES RECOMMANDATIONS**

**7.1 L'exemple du quartier des Bougeries**

**7.2 L'exemple de Malagnou-Paumière**

## 7.1 L'exemple du quartier des Bougeries

Le secteur des Bougeries, situé au sud du rondau éponyme, constitue une interruption de la trame turquoise existante. Étant situé dans la partie sud de la commune, aucun projet de développement situé à proximité ne permet une intervention importante. C'est donc un bon exemple situé dans la zone 5. Le seul lien au niveau de cette interruption de la trame est le parcours des crêtes. Or, nous l'avons vu, le parcours peut être un moyen de participer à la construction de la trame turquoise. En faisant l'hypothèse que les modes de déplacement vont évoluer, en partie à l'aide de nouvelles trames douces, une évolution de la trame viaire va constituer le premier espace d'intervention. Étant constitués en majorité de chaussées carrossables et de trottoirs répondant aux usages actuels, l'évolution de ces gabarits accompagnera ces changements.

Ainsi, certaines modifications comme le passage à sens unique de la rue, la mutualisation de l'espace par la création de zones de partage, constituent la première étape. Ce remaniement, en plus de favoriser les modes de déplacements doux, doit permettre de libérer les espaces de plantation de la base de la trame turquoise. Selon les contraintes locales, notamment de la nature des sous-sols, les strates plantées dans ces espaces doivent être adaptées. Toutefois, une certaine amplitude de la trame turquoise est nécessaire et la largeur de la trame viaire ne permet pas d'apporter suffisamment de confort pour les mobilités douces, le transport motorisé et le végétal. Les parcelles bordant le parcours doivent donc participer à la construction de la trame turquoise. Ainsi, les parcelles bordant le parcours des crêtes et futur support de la trame turquoise, doivent réserver une bande de 15m de large le long du parcours.

Pour rappel, les eaux de ruissellements sont graphiquement exagérées sur la carte

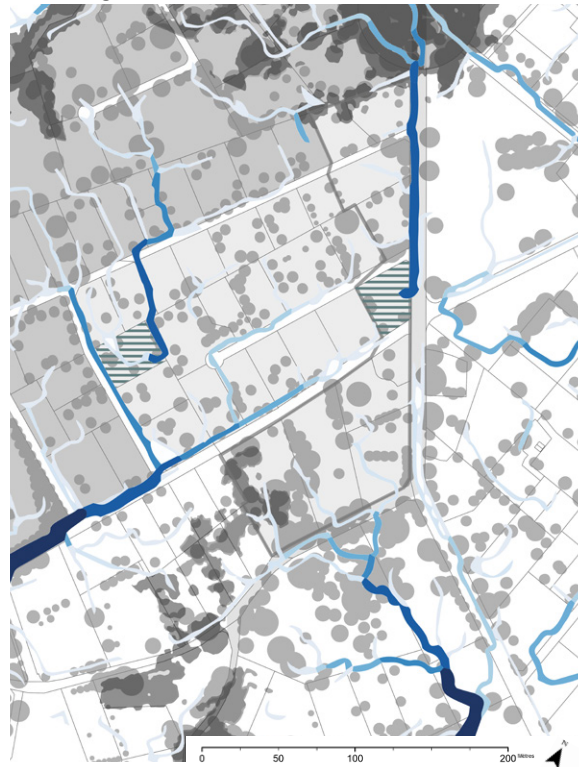


Figure 9 - Ruissellements sur le chemin des Bougeries

Cet espace où les nouvelles constructions ne sont plus possibles, sera ainsi réservé à la plantation de végétaux. De plus, dans le cadre d'un projet de densification, l'espace de 15m devra être dénué de dessertes afin de maximiser la continuité végétale.

Afin de compenser cette importante contrainte, un report de droit à bâtir est possible dans le cas d'un traitement de l'ensemble des parcelles. Pour cela, il est pertinent de traiter ces parcelles comme un groupe, afin d'appliquer les reports de droit à bâtir, ainsi que la mutualisation des dessertes. Le PLQ peut être un outil adapté dans ce cas de figure.

La construction de nouveaux bâtiments, en plus des villas, permettrait d'introduire de nouvelles interactions entre le bâti et le végétal. En effet, ces constructions devraient alors transférer les eaux pluviales récoltées vers la trame turquoise, devenant ainsi une source d'eau alternative, la topographie ne permettant pas toujours un bon écoulement. Le secteur des Bougeries possède tout de même certaines potentialités pour l'infiltration des eaux de ruissellement.

Si les conditions de densification relatives aux espaces de jointure et aux espaces bordant le parcours des crêtes sont respectées ; la base de la trame turquoise est enrichie par les plantations sur les parcelles privées, abreuviée en eau par les nouvelles constructions. La bande de pleine terre, la valorisation des eaux issues des toitures et des surfaces imperméables des bâtiments, devraient permettre un maintien optimal de la trame nouvellement construite.

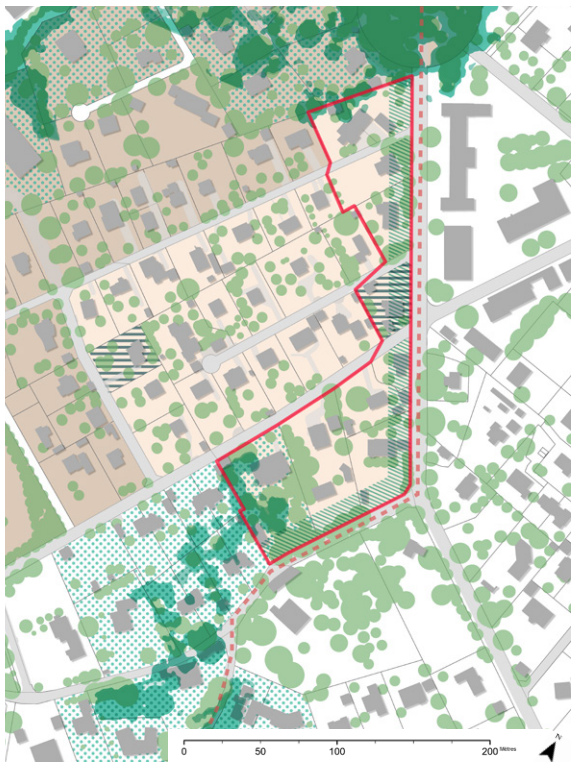
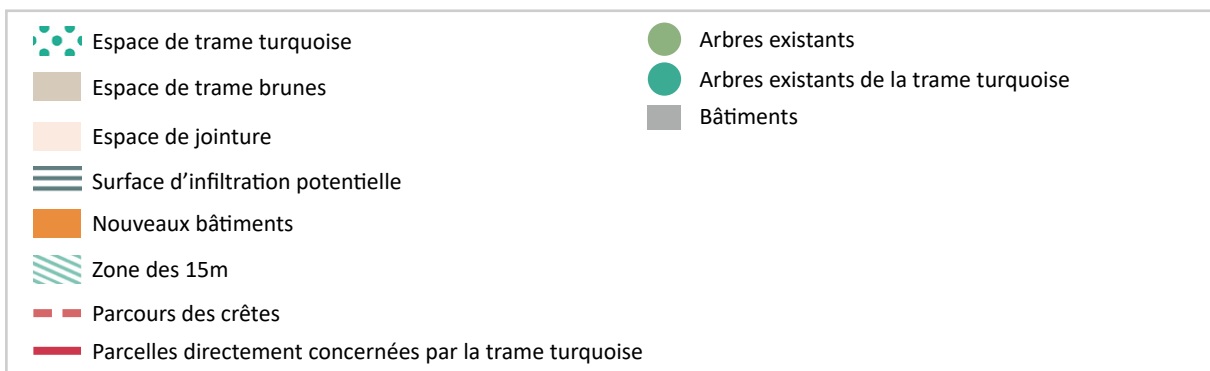


Figure 10 - Etat actuel du chemin des Bougeries



Figure 11 - Densification du chemin des Bougeries



Les coupes suivantes montrent une évolution chronologique possible, avec notamment l'état actuel du Chemin des Bougeries.

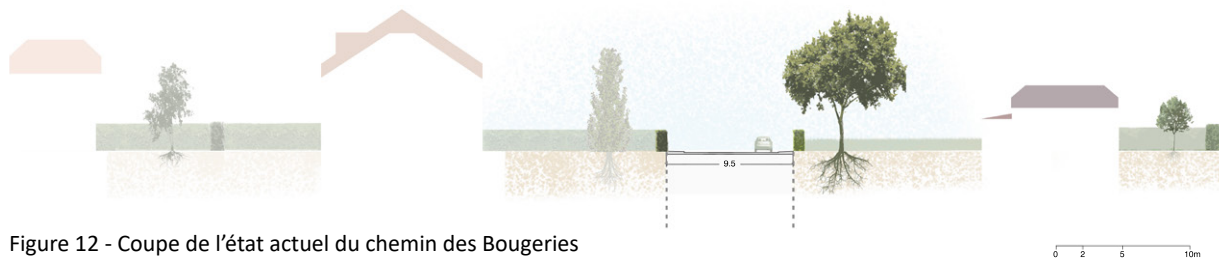


Figure 12 - Coupe de l'état actuel du chemin des Bougeries

Dans un premier temps, la rue en tant que telle est réorganisée afin d'obtenir une surface uniforme, support d'une zone de partage. Idéalement le passage du chemin à sens unique permet le gain de 5.5m dans ce cas précis, amplitude qui va servir de support à la trame turquoise, support permettant de créer une première continuité de la trame.

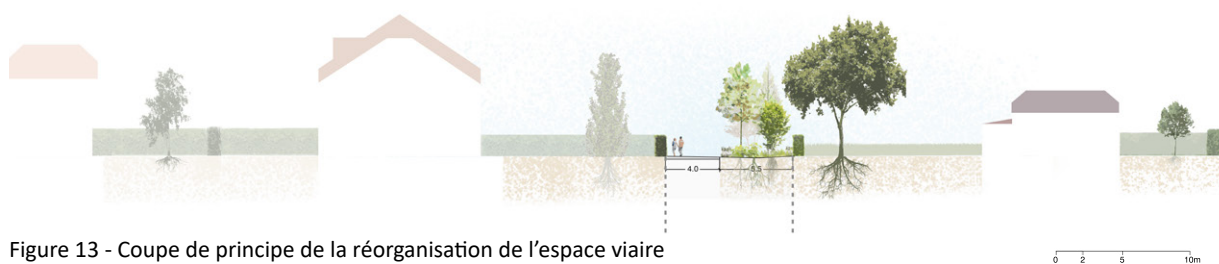


Figure 13 - Coupe de principe de la réorganisation de l'espace viaire



Dans un second temps, la densification parcellaire permet de fortifier la trame turquoise en lui offrant une largeur minimale de 15 m, là où aucune construction n'est présente. La trame turquoise sera composée de différentes palettes végétales adaptées aux milieux traversés, ainsi que de plusieurs strates végétales afin de lui permettre de remplir son rôle vis-à-vis de la faune et pour former un ensemble qualitatif.

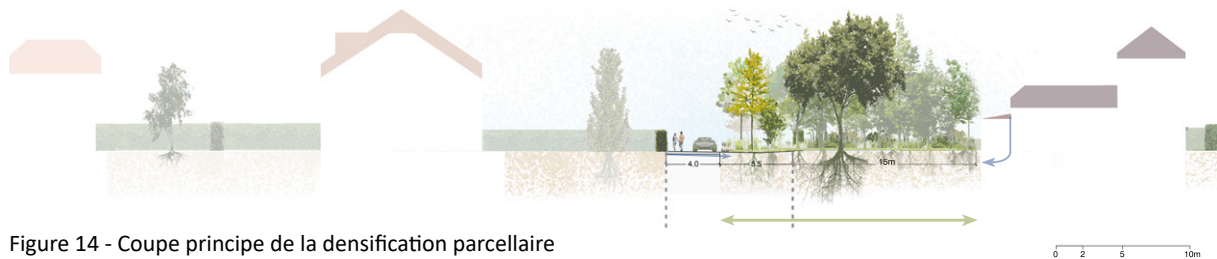


Figure 14 - Coupe principe de la densification parcellaire

Cela permet de produire un paysage dont la structure n'est pas figée, avec des stades variés de développement et différents milieux. La végétation étant réparti à la fois sur l'espace public et sur les parcelles privées, cette réorganisation permet de repenser les limites entre l'espace public et privé et d'en inventer une autre forme.

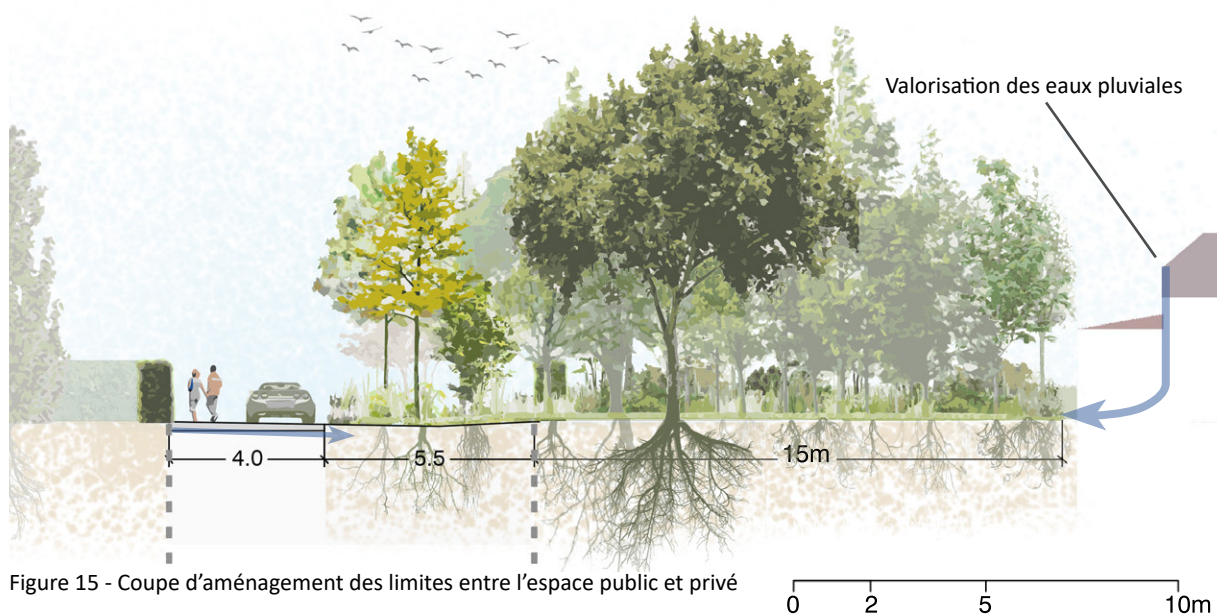


Figure 15 - Coupe d'aménagement des limites entre l'espace public et privé

## 7.2 L'exemple de Malagnou-Paumière

Le secteur Malagnou-Paumière est un secteur catégorisé comme zone de développement 3 dans le PDCoM. Cela implique un gabarit maximal des bâtiments de 21 m. Constitués d'importants volumes de pleine terre, la zone se classe en zone brune. Étant aussi le support de la trame turquoise, la moitié ouest de la zone est classée en zone turquoise. Du point de vue du ruissellement, beaucoup d'eau a la possibilité de s'infiltrer localement, bien qu'une légère pente emmène une partie des eaux de pluie vers la route de Malagnou. On peut aisément supposer que les importantes structures végétales situées au centre du secteur bénéficient de cette infiltration.

Pour rappel, les eaux de ruissellements sont graphiquement exagérées sur la carte

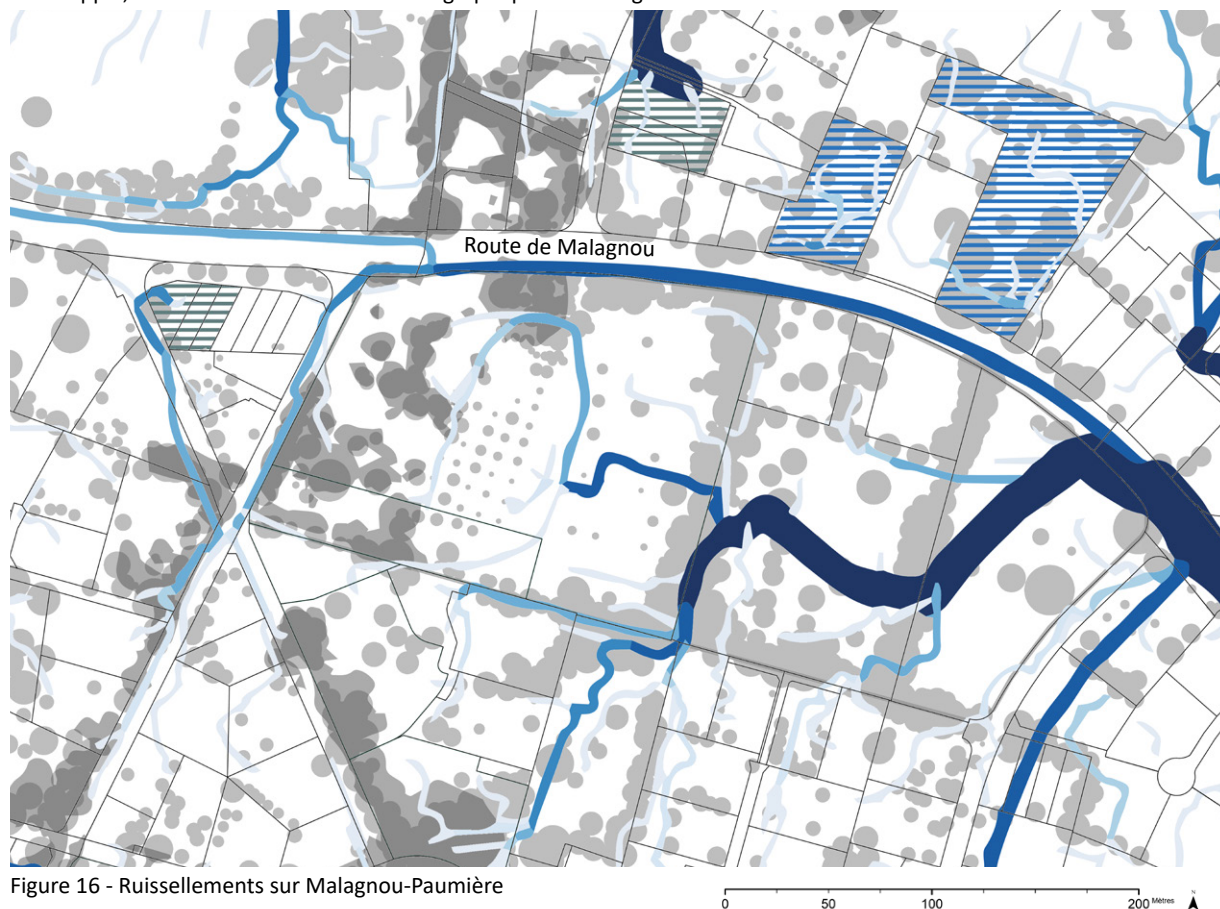


Figure 16 - Ruissellements sur Malagnou-Paumière



Les structures végétales centrales étant déjà relevées dans le PDCOM, elles devront être au maximum préservées au même titre que le verger emblématique du secteur. Ainsi, en ajoutant les contraintes de la trame turquoise, la végétation bordant le parcours des crêtes jusqu'au verger va devoir être préservée. La place restante est donc assez réduite pour de nouvelles constructions. Il est donc préconisé d'exploiter au maximum le potentiel de hauteur des bâtiments autorisés en zone de développement 3. Sur l'ensemble du secteur, le PDCOM prévoit l'implantation d'un équipement scolaire et un potentiel de 500 logements.

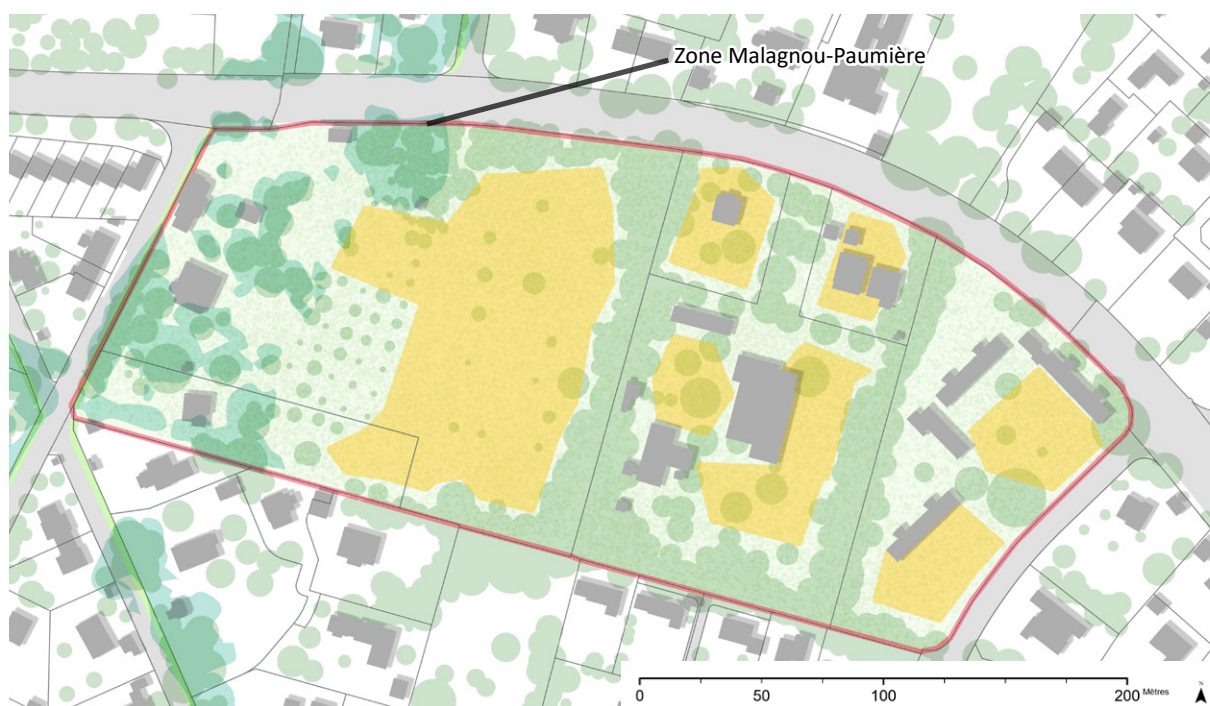
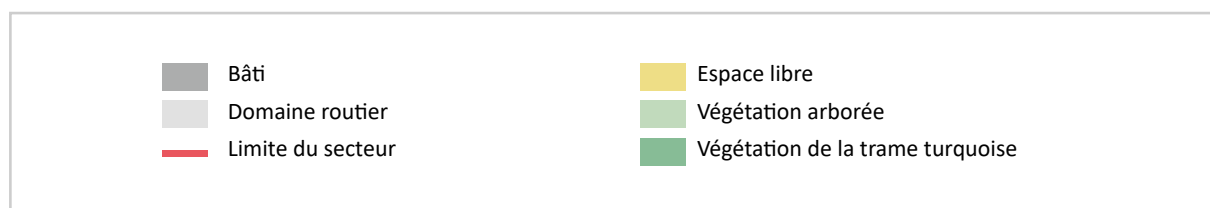


Figure 17 - L'espace libre du secteur



Se trouvant en zone brune, les nouvelles constructions ne doivent pas interrompre les continuités de pleine terre entre les parcelles et une infiltration locale des eaux doit se faire. De plus, l'écoulement naturel de l'eau suit un axe Ouest-Est, l'orientation des bâtiments doit donc être implantée dans le même sens afin de ne pas l'interrompre. La disposition des bâtiments ne permettant pas de fournir l'eau des toitures à la trame turquoise, elle peut néanmoins être donnée aux autres structures végétales présentes.

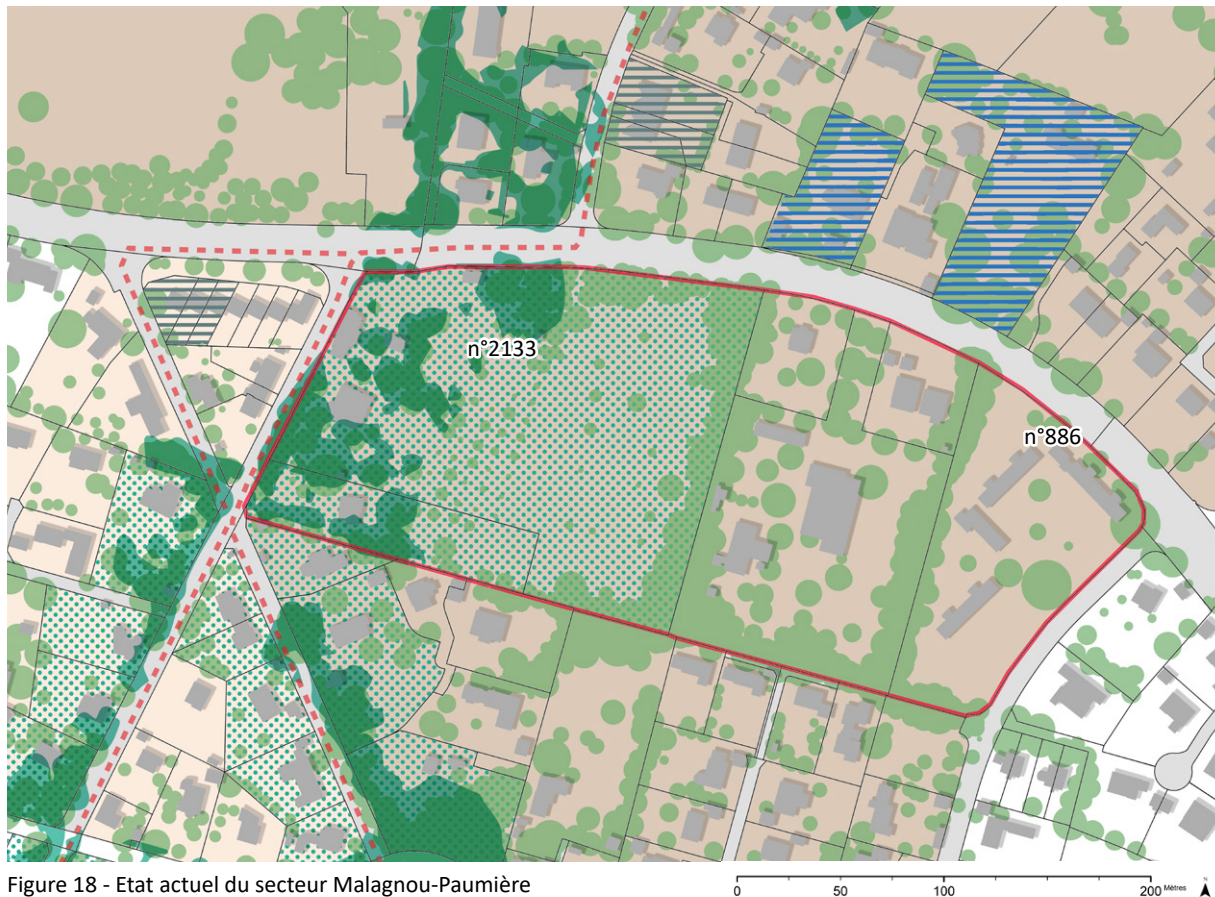
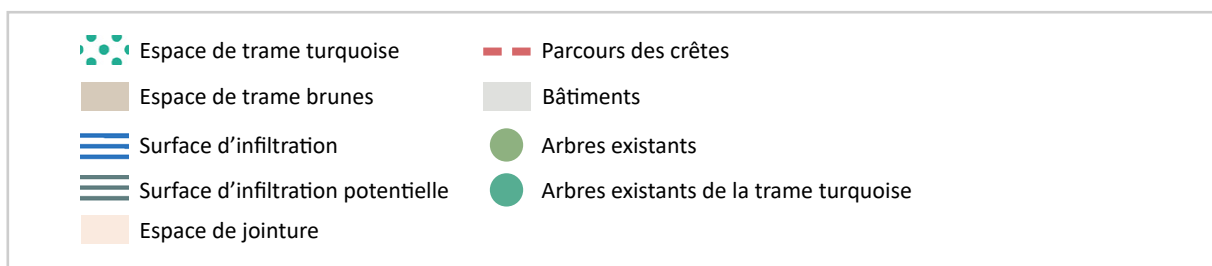


Figure 18 - Etat actuel du secteur Malagnou-Paumière



La présence d'un équipement scolaire implique la participation de la commune, on peut donc émettre l'hypothèse qu'un plus grand interventionnisme est possible sur la plus grande des parcelles, la n°2133. Conséquemment, en plus d'un renforcement de la trame turquoise par le remaniement de la trame viaire, elle peut aussi être renforcée de l'intérieur. En effet, au-delà des 15m minimaux, elle peut être, dans ce cas précis, étendue jusqu'aux vergers.

Sur le plan, des gabarits apparaissent en orange afin de représenter les 500 logements potentiels. Leurs dispositions illustrent le principe de laisser l'écoulement naturel s'effectuer. Sur la parcelle n°886 (la plus à l'Est), on remarquera la création d'un bois de couleur bleue. Ce dernier permettrait de capter une quantité importante d'eau de ruissellement et de constituer un espace refuge pour les essences végétales indigènes. En effet, c'est sur cette partie de la zone que convergent en théorie les eaux de ruissellement.

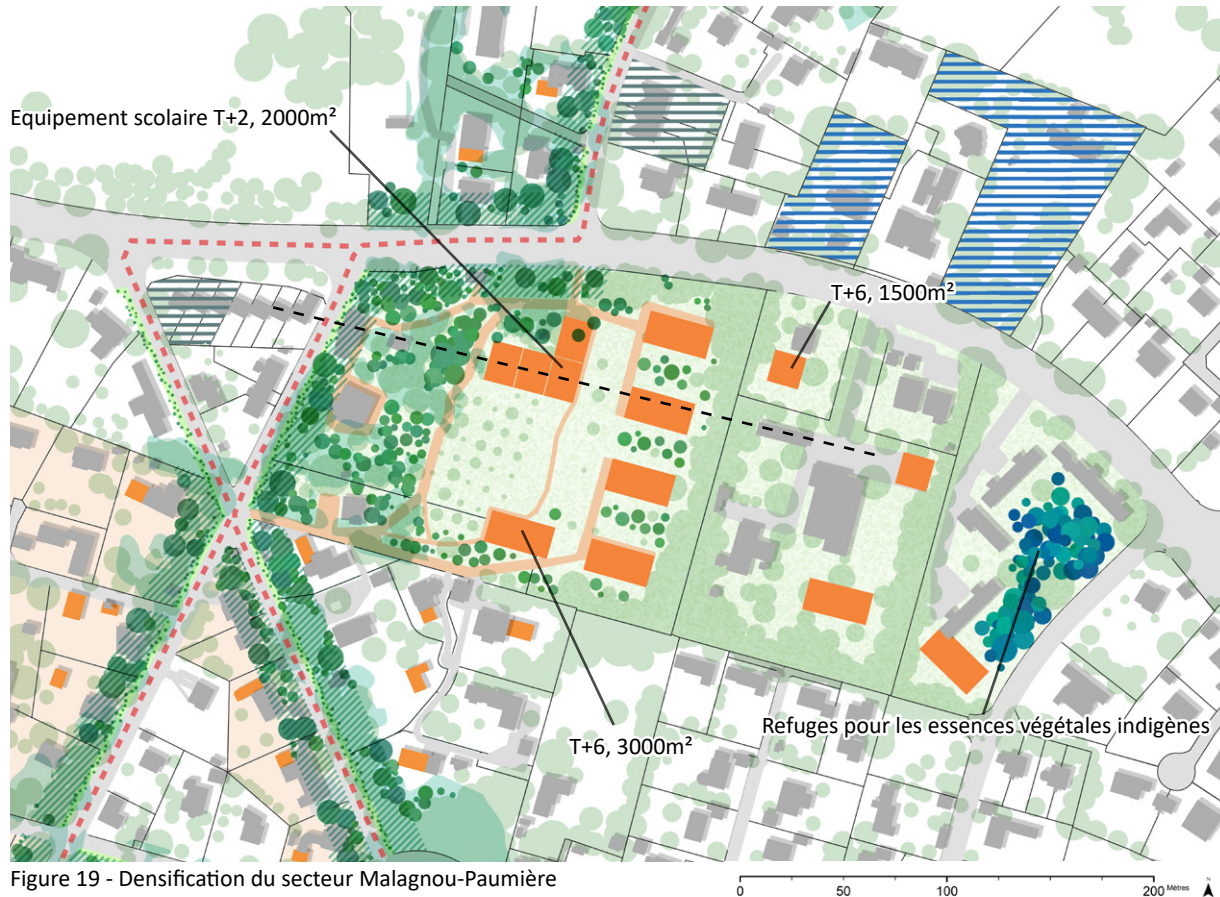


Figure 19 - Densification du secteur Malagnou-Paumière

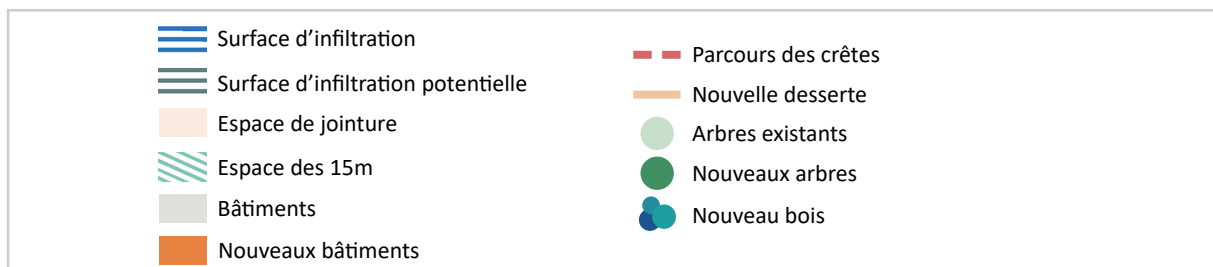


Figure 20 - Coupe de l'état actuel du secteur Malagnou-Paumière

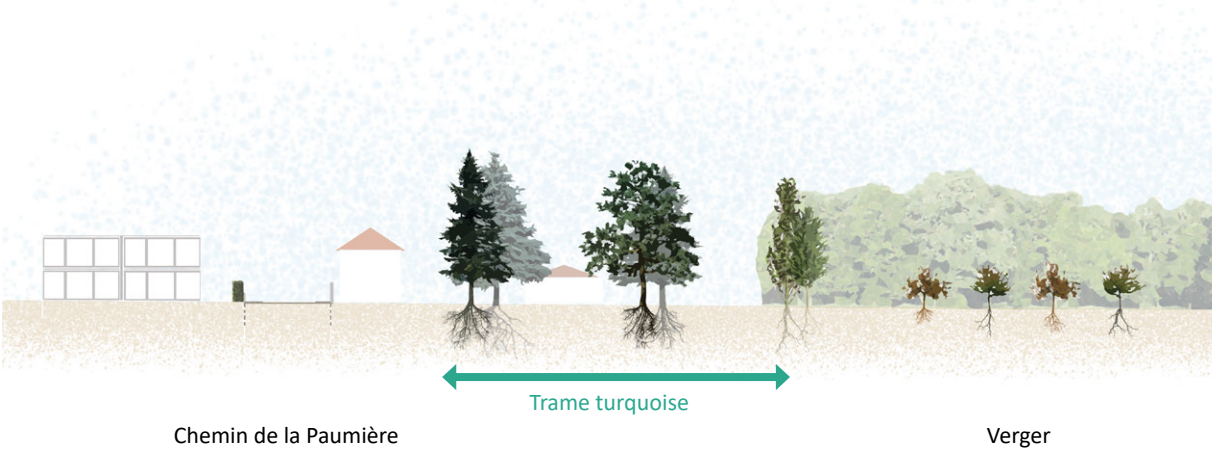
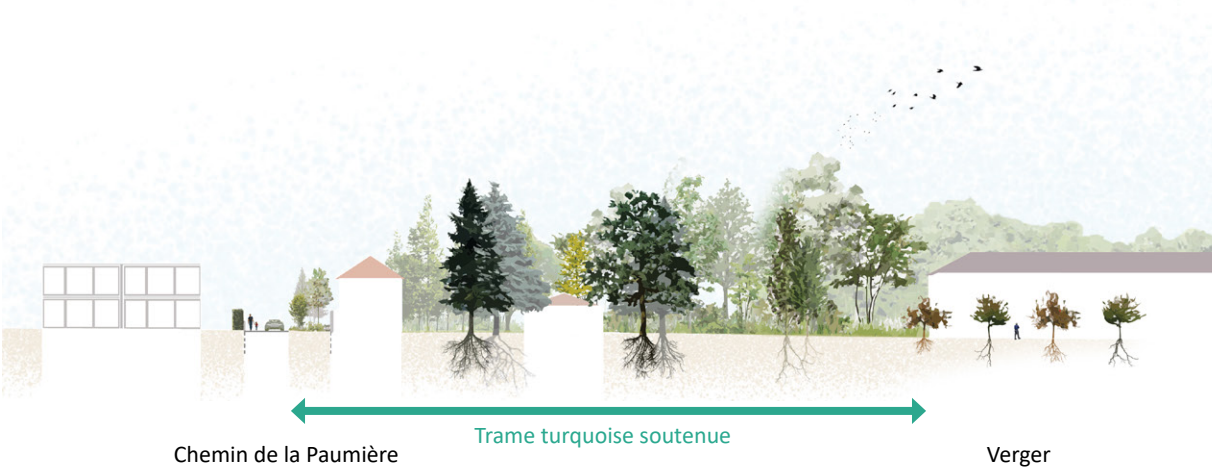


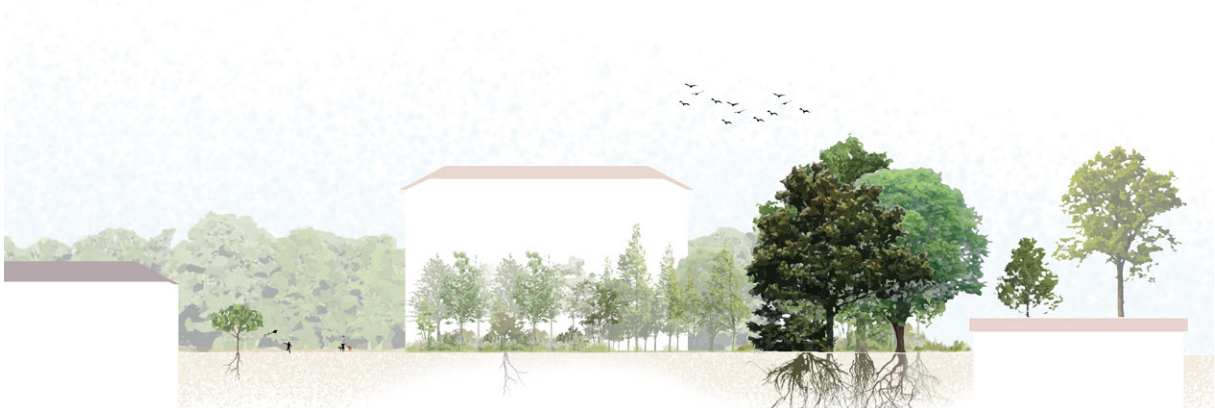
Figure 21 - Coupe de la densification du secteur Malagnou-Paumière





«Haie bocagère» identifiée dans le PDCoM

0 10 20m



Equipement scolaire

Nouveau bâtiment T+6

Haie bocagère renforcé et protégée

0 10 20m





## **8. CONCLUSION**

Les collectivités font face à un manque d'outils opérationnels visant à créer une stratégie de développement de la zone 5. Ce besoin étant récent, les réponses trouvées sont encore balbutiantes. Ainsi, ce projet, en se saisissant des enjeux du changement climatique, propose à travers le prisme du végétal et de ses besoins, de développer une stratégie d'évolution de la zone 5.

La première étape est la formulation des objectifs, à savoir construire une continuité végétale centrale, pérenne à l'échelle communale. Cette forme de structure est préconisée pour ces nombreux avantages développés dans le chapitre 2.2.4. Ensuite, l'analyse du territoire a permis de hiérarchiser les forces et les faiblesses. Ici, les données de relevées existantes (géologiques, géomorphologiques, hydriques et végétales). Les contraintes agissant sur le végétal sont ainsi relevées et synthétisées. De plus, cette étude a multiplié les thématiques d'analyse afin d'optimiser les argumentaires, les éléments synthèse, puis de projet. Ceci dans un souci de rigueur méthodologique scientifique et de valeur démonstrative.

En fait, c'est l'analyse du territoire et plus précisément celle des contraintes territoriales liées au végétal qui permet de spatialiser une stratégie. Une fois ce travail fait, des contraintes visant à remplir les objectifs énoncés peuvent être émises. Ce travail étant réalisé à une échelle communale, ce sont les outils à disposition des communes qui sont privilégiés.

Les pouvoirs communaux étant assez limités, ces contraintes se traduisent sous forme de conditions à la densification. Ainsi, ce sont les démarches vers les propriétaires privées qui doivent enclencher le processus de construction et de pérennisation du végétal. De ce fait, cela permet d'orienter l'évolution du territoire, dans ce cas la densification de la zone 5, vers la construction et le renfort d'une continuité végétale : la trame turquoise.

Le bon déroulement du processus étant dépendant d'actions d'initiatives privées, un premier geste nécessite d'être effectué par la commune, c'est le parcours des crêtes. En effet, par une réorganisation spatiale de l'espace viaire, un premier espace peut être créé, support de la continuité végétale. Cela permet d'assurer une continuité garantie sur le court terme. Néanmoins, la seule amplitude viaire est insuffisante pour être le support d'une structure végétale qualifiée de trame. Ceci aurait valeur d'exemple initiateur.

À l'échelle de Chêne-Bougeries, cette démarche permet de mettre en place un parcours de mobilité douce connectant différents lieux patrimoniaux de la ville, tout en permettant à une trame verte de se mettre en place entre les nouveaux et les anciens parcs. Le tout s'inscrit dans la volonté de création du réseau de parcs projeté par le PDCOM en lien avec la densification. Pour finir, la décision de planter 1000 arbres en 10 ans sur le territoire communal ayant été prise, cette démarche propose une piste afin de mener à bien cet objectif.

Au final, si la densification est conditionnée selon des critères visant à la construction d'une structure végétale, cette dernière a le potentiel de devenir un outil efficace à disposition des communes. Une inversion du processus est nécessaire pour placer le végétal au centre de la réflexion. C'est de cette manière que ce dernier peut devenir un outil de planification.

Ce travail a été réalisé sur un espace géographique limité, à savoir la commune de Chêne-Bougeries. La morphologie communale rend ainsi possible la méthode de conditionnement au développement de la zone 5. Cette démarche, dans une commune ne possédant pas de zone villa aussi vaste, nécessiterait d'autres outils. Toutefois, les objectifs et l'analyse du territoire restent similaires. C'est simplement la méthode de spatialisation des objectifs qui différencierait selon le contexte.



## **9. BIBLIOGRAPHIE**

### **8.1 Bibliographie**

### **8.2 Liste des cartes et illustrations**

## 9.1 Bibliographie

Allen, C. (2019, septembre 19). Densifier la zone villas. (V. Naville, Intervieweur)

AFORCE. (2022, 01 06). Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt. Récupéré sur Un réseau français pour l'adaptation des forêts au changement climatique: <https://www.reseau-aforce.fr/n/effets-attendus-du-changement-climatique-sur-l-arbre-et-la-foret/n:3254>

Alexandre, F., & Génin, A. (2012). Géographie de la végétation terrestre. Paris, France: Armand Colin.

Amphoux, P. (2001). La densité urbaine Du programme au projet urbain. Lausanne: Institut de recherche sur l'environnement construit département d'architecture EPFL.

Anguelovski, I., Argüelles, L., Baró, F., V.S. Cole, H., J.T. Connolly, J., García Lamarca, M., . . . Wood, E. (2018). GREEN TRAJECTORIES. Barcelone: BCNUEJ.

ASA SVV. (2018, Juillet 03). Une nouvelle carte de l'aléa ruissellement. Récupéré sur SVV.ch: <https://www.svv.ch/fr/newsroom/une-nouvelle-carte-de-lalea-ruissellement>

Barbier, C., & Schwarz, P.-F. (2014). Atlas historique du Pays de Genève – Vol. 1. Saint-Julien-en-Genevois: La Salévienne.

Beer, C. (2013). Ce que cache le grand Genève. Genève: Favre.

Benedict, M., & McMahon, E. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Chicago: Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press.

Bergès, L., Roche, P., & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. Sciences Eaux & Territoires, 34-39. Récupéré sur <https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2010-3-page-34.htm>

Blanc, N., & Clergeau, P. (2013). Trames vertes urbaines : de la recherche scientifique au projet urbain. Paris: Le Moniteur.

Blanco, E. (2020). Biomimitisme : inspirer nos villes des systèmes vivants. Dans P. Clergeau, Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain (pp. 202-210). Angers: Apogée.

Boisson, J.-C. (1998). Impacts des eaux de ruissellement de chaussées sur les milieux aquatiques État des connaissances. Paris: BULLETIN DES LABORATOIRES DES PONTS ET CHAUSSÉES .

Bonnet, F. (2020). Produire la ville différemment. Dans P. Clergeau, Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain (pp. 285-291). Rennes: Apogée.

Brunner , C., Berbey, A., & Couture, L. (2020, Septembre-Octobre-Novembre). A Marseille, un lab'urbain pour anticiper. *Urbanisme*, pp. 44-45.

Bühlmann, L., & Straumann, A. (2015). *DENSIFIER AVEC QUALITÉ*. Territoire et Environnement.

Carcaud, N., & Cormier, L. (2009). Les trames vertes : discours et/matérialité, quelles réalités ? *Projets de paysage : revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, Ecole nationale, 17.

Centre de ressources Trame verte et bleue. (2021, octobre 5). Présentation de la TVB. Récupéré sur Centre de ressources Trame verte et bleue: <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/qu-est-ce-que-trame-verte-bleue/definitions-trame-verte-bleue>

Chapuisat, E. (1951). *Chêne-Bougeries 1801-1951 : Histoire et traditions*. Chêne-Bougeries: Presse des imprimerie populaire.

Charmes, E. (2010, mai-juin). Effet de mode ou solution durable ? La densification en débat. *études foncières*, pp. 19-38.

Chevandier, T. (2021, Février 10). *Pour la densification urbaine*. Paris.

Clergeau, P. (2007). *Une écologie du paysage urbain*. Rennes: Apogée.

Clergeau, P. (2020). *Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain*. Rennes: Apogée.

Cohen, M. (2013). *Structures végétales et Paysage*. Programme de recherche Paysage et Développement durable. MEDDE, IRSTEA.

Combis, H. (2020, Mai 30). Petite histoire (sociale et politique) des jardins publics. Récupéré sur France culture: <https://www.franceculture.fr/histoire/petite-histoire-sociale-et-politique-des-jardins-publics#:~:text=Il%20est%20m%C3%Aame%20au%20fondement,restaient%20extr%C3%AAmement%20rares%20en%20ville>.

Commission européenne. (2014). *Créer une infrastructure verte pour l'Europe*. Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne.

Coulon, G. (2006). *Les Gallo-Romains*. Paris: Errance.

Couvet , D., & Ducarme, F. (2018). Des solutions fondées sur la nature... et sur les citoyens ? Dans S. Rosa, & G. Anahita, *Transition écologique et durabilité : politiques et acteurs* (pp. 251-266). Francfort, New York: CAMPUS.

Crompton, J. (2001). The Impact of Parks on Property Values: A Review of the Empirical Evidence. *Journal of Leisure Research*, 1-31.

Delacroix, A. (2020). *La nature en ville*. Montreuil: Garden Lab.

Département du territoire & Office de l'urbanisme. (2021, Janvier 19). Fin du gel en zone villa: de nouvelles exigences pour préserver la qualité de la zone villa. Récupéré sur ge.ch: <https://www.ge.ch/document/fin-du-gel-zone-villa-nouvelles-exigences-preserver-qualite-zone-villa>

Département du territoire, O. d. (2019, novembre 28). Zone villas: gel des dérogations concernant la densité. Communiqués de presse ge.ch.

Divo, A., & Jault, F. (2019). Mettre en œuvre un plan paysage et biodiversité: intégrer la nature en ville. Voiron: Territorial éditions.

Firehock, k., & Walker, R. (2015). Strategic Green Infrastructure Planning: A Multi-Scale Approach. Washington, DC: Island Press.

Folléa, B. (2019). L'archipel des métamorphoses: la transition par le paysage. Marseille: Parenthèse.

Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.

Guérin, M. (2018). ÉVOLUTIONS DES RAVAGEURS ET MALADIES DES PLANTES : À QUOI S'ATTENDRE ? Plante & Cité, 25-27.

Hajek, I., Hamman, P., & Lévy, J.-P. (2015). De la ville durable à la nature en ville. Lille: Presses Universitaires du Septentrion.

Halter, B. (2020). La densification ne doit pas être une coquille vide. KOMPLEX.

Hédont, M. (2018). Quelles adaptations de la biodiversité face aux changements climatiques ? Plante & Cité, 22-24.

INSEE. (2021, septembre 14). Biodiversité. Récupéré sur INSEE, L'Institut national de la statistique et des études économiques: <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1264>

IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. Cambridge University Press.

Jary, P., Pouvesle, C., Pierron, F., & Boithias, L. (2018, Juillet). Prendre en compte les changements climatiques dans la planification. Plante & Cité : S'ADAPTER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, pp. 32-35.

Jing, X., Sanders, N., Shi, Y., Chu, H., Classen, A., Zhao, K., . . . He, J.-S. (2015). The links between ecosystem multifunctionality and above- and belowground biodiversity are mediated by climate. Nat Commun 6. Récupéré sur <https://doi.org/10.1038/ncomms9159>

Konijnendijk, C. ., Annerstedt, M., Anders, B., & Sreetheran, M. (2013). Benefits of Urban Parks A systematic review - A Report for IFPRA. IFPRA, Copenhagen & Alnarp.



Laille, P. (2016, Mai). Comprendre les rôles du végétal en ville. *Plante & Cité, Des solutions végétales pour la ville : Bien les choisir et concevoir*, pp. 11-14.

Laille, P., Provendier, D., Colson, F., & Salanié, J. (2013). *Les bienfaits du végétal en ville : étude des travaux scientifiques et méthode d'analyse*. Angers: Plante & Cité.

LaPAGE. (2021, 11 16). Les pénétrantes de verdure. Récupéré sur <https://ge200.ch/paysage/>: <https://ge200.ch/paysage/les-penetrantes-de-verdure>

Larousse. (2021, septembre 18). Paysage. Récupéré sur Larousse: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/paysage>

Les services de l'État dans l'Essonne. (2020, 04 14). Gestion des eaux pluviales : Les problématiques et les opportunités. Récupéré sur [www.essonne.gouv.fr](http://www.essonne.gouv.fr): <https://www.essonne.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Eau/Gestion-des-eaux-pluviales/Les-problematiques-et-les-opportunités>

Loget, P. (2001). Chapitre 1. Croissance contre développement durable. Les politiques des villes seront-elles modifiées par le développement durable ? Dans N. Mathieu, *La ville durable, du politique au scientifique* (pp. 33-36). Versailles: Éditions Quæ. Récupéré sur <https://doi.org/10.3917/quæ.guerm.2011.01.0031>

Maas, J. (2008). *Vitamin G: Green environments - Healthy environments*. Utrecht: NIVEL, Netherlands Institute for Health Services Research. Récupéré sur <https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/Proefschrift-Maas-Vitamine-G.pdf>

Mantziaras, P. (2020). Le cas du Grand Genève. *Urbanisme*, 54-56.

Mayrand, F. (2020). Du Choix des espèces végétales. Dans P. Clergeau, *Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain* (pp. 106-116). Rennes: Apogée.

Mehdi, L., Weber, C., Di Pietro, F., & Selmi, W. (2012, Septembre). Évolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert à la trame verte. *Natures et Métropoles*.

Mestres, J.-M. (2020). Repenser l'aménagement à partir de l'eau. *Urbanisme*, 42-45.

Ministère des Affaires municipales. (2022, 01 02). Espace vert. Récupéré sur Gouvernement du Québec: <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/financement-et-maitrise-fonciere/contribution-aux-fins-de-parcs-terrains-de-jeux-et-espaces-naturels/espace-vert/>

Mollie-Stefulesco, C. (2009). *Des arbres dans la ville: l'urbanisme végétal*. Arles: Actes Sud.  
Montagne Vivante, Alpes, Eaux et Forêts. (2020). Lettre d'information n°16. Annecy. Récupéré sur [http://montagnevivante.org/wp-content/uploads/2016/07/2020-07\\_Lettre-REauM.pdf](http://montagnevivante.org/wp-content/uploads/2016/07/2020-07_Lettre-REauM.pdf)

Moreno, C. (2017). L'eau et la nature en ville à l'heure du changement climatique. *LA TRIBUNE*.

Muller , C. (2017, Juillet 3). Le pouvoir du végétal : réconcilier transition écologique et aménagement du territoire. Récupéré sur Les Echos: <https://www.lesechos.fr/idees-debats/cercle/le-pouvoir-du-vegetal-reconcilier-transition-ecologique-et-amenagement-du-territoire-1010977>

OFEV. (2020). Changements climatiques en Suisse.

Provendier, D. (2018). CHANGEMENT CLIMATIQUE, ILOT DE CHALEUR URBAINS : DU DIAGNOSTIC AU VÉGÉTAL. Plante & Cité : S'ADAPTER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 16-19.

République et canton de Genève. (2021, mai). Pour une densification de qualité de la zone 5. Récupéré sur ge.ch: <https://www.ge.ch/dossier/amenager-territoire/planification-communale/densification-qualite-zone-5>

Rey, M. (2021). Zones villas et densification, Densification de qualité pour les zones villas, la démarche genevoise peut-elle faire école ? DOMAINE PUBLIC, 5-7.

Schüssler, R., & Thalmann, P. (2005). Qu'est-ce qui pousse ou freine la construction de logements? Résultats d'une enquête menée auprès des promoteurs et des investisseurs immobiliers. Berne: OFL.

Tranda-Pittion, M. (2010). Quelles politiques foncières pour le logement, dans. Revue de géographie alpine.

Union internationale pour la conservation de la nature. (2022, janvier 04). LES SOLUTIONS. Récupéré sur UICN Comité Français: <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

United Nations Environment Programme. (2021). Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On – A World of Climate Promises Not Yet Delivered. Nairobi.

Urbaplan. (2022). Projet Plan directeur communal. Commune de Chêne-Bougeries, Chêne-Bougeries. Récupéré sur [https://chene-bougeries.ch/fileadmin/downloads/Vivre/Amenagement\\_territoire/PDCom/15167-PDCom-Chene-Bougeries-220307-web.pdf](https://chene-bougeries.ch/fileadmin/downloads/Vivre/Amenagement_territoire/PDCom/15167-PDCom-Chene-Bougeries-220307-web.pdf)

## 9.2 Liste des cartes et illustrations

CARTE 1 - Contexte géographique de Chêne-Bougeries Source : données de l'auteur sur la base des données du SITG	12
CARTE 2 - Les couvertures végétales et agricoles des communes de l'Est de Genève Source : données de l'auteur sur la base des données du SITG	14
CARTE 3 - Les 3 bassins versants Source : données de l'auteur sur la base des données du SITG	52
CARTE 4 - La ligne de crête et sa relation aux implantations historiques des domaines Source : données de l'auteur sur la base de la carte Micheli-Du-Crest 1730.	54
CARTE 5 - Évolution du domaine viaire historique sur la ligne de crête Source : données de l'auteur	56
CARTE 6 - Le ruissellement des eaux pluviales Source : données de l'auteur	60
CARTE 7 - Les interactions entre le ruissellement et le domaine viaire Source : données de l'auteur	62
CARTE 8 - Le potentiel hydrique : Situation des «cuvettes» Source : données de l'auteur	64
CARTE 9 - Les zones d'infiltration présentes et potentielles Source : données de l'auteur	66
CARTE 10 - Les principaux réseaux continus de pleine terre Source : données de l'auteur	68
CARTE 11 - Les continuités de pleine terre en relation avec la crête Source : données de l'auteur	70
CARTE 12 - La géologie à l'est du canton de Genève Source : données de l'auteur sur la base des données du SITG	72
CARTE 13 - Les nappes phréatiques à l'est du canton de Genève Source : données de l'auteur sur la base des données du SITG	72
CARTE 14 - Typologie du sous-sol communal : relation des nappes phréatiques et des couches géologiques	74
CARTE 15 - Les structures végétales existantes Source : données de l'auteur sur la base de l'étude du CJB	76

CARTE 16 - La zone d'étude de rapport d'impact entre la ligne de crête et l'état phytosanitaire des arbres	80
Source : données de l'auteur	82
CARTE 17 - La trame turquoise et ses ramifications	
Source : données de l'auteur	
CARTE 18 - Synthèse : Carte des potentialités de développement de la trame turquoise sur la ligne de crête	86
Source : données de l'auteur	
CARTE 19 - Les affectations actuelles et planifiées par le PDCom	88
Source : PDCom de Chêne-Bougeries	
CARTE 20 - Les réseaux de parcs et promenades du PDCom	89
Source : PDCom de Chêne-Bougeries	
CARTE 21 - Les recommandations relatives à la stratégie végétale de la trame turquoise	90
Source : données de l'auteur	
CARTE 22 - Les recommandations opérationnelles relatives aux affectations	98
Source : données de l'auteur	
Figure 1 - Courbe de Peter Newman et Jeffrey Kenworthy	21
Source : version française publiée par Frédéric Héran, 2001	
Figure 2 - Tangibilité et robustesse des arguments scientifiques sur la contribution du végétal aux différents bienfaits.	33
Source : Plante et Cité (Konijnendijk, Annerstedt, Anders, & Sreetheran, 2013) (Laille, Provendier, Colson , & Salanié, 2013).	
Figure 3 - Modifications du climat observées jusqu'ici en Suisse (état : 2019)	36
Source : NCCS (2018).	
Figure 4 - La montagne du Salève en arrière-plan, composante majeure du grand paysage à Chêne-Bougeries	51
Source : données de l'auteur	
Figure 5 - Ambiance ombragée caractéristique de Chêne-Bougeries	51
Source : données de l'auteur	
Figure 6 - Route de Florissant, un des trois axes majeurs	89
Source : données de l'auteur	
Figure 7 - Route de Malagnou, un des trois axes majeurs	89
Source : données de l'auteur	

Figure 8 - Tableau des besoins par groupes du vivant dans le cadre d'une continuité	97
Source : Bergès, L., Roche , P., & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. Sciences Eaux & Territoires, 34-39. Récupéré sur <a href="https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2010-3-page-34.htm">https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2010-3-page-34.htm</a>	
Figure 9 - Ruissellements sur le chemin des Bougeries	102
Source : données de l'auteur	
Figure 10 - Etat actuel du chemin des Bougeries	103
Source : données de l'auteur	
Figure 11 - Densification du chemin des Bougeries	103
Source : données de l'auteur	
Figure 12 - Coupe de l'état actuel du chemin des Bougeries	104
Source : données de l'auteur	
Figure 13 - Coupe de principe de la réorganisation de l'espace viaire	104
Source : données de l'auteur	
Figure 14 - Coupe principe de la densification parcellaire	105
Source : données de l'auteur	
Figure 15 - Coupe d'aménagement des limites entre l'espace public et privé	105
Source : données de l'auteur	
Figure 16 - Ruissellements sur Malagnou-Paumièr	106
Source : données de l'auteur	
Figure 17 - L'espace libre du secteur	107
Source : données de l'auteur	
Figure 18 - Etat actuel du secteur Malagnou-Paumièr	108
Source : données de l'auteur	
Figure 19 - Densification du secteur Malagnou-Paumièr	109
Source : données de l'auteur	
Figure 20 - Coupe de l'état actuel du secteur Malagnou-Paumièr	110
Source : données de l'auteur	
Figure 21 - Coupe de la densification du secteur Malagnou-Paumièr	110
Source : données de l'auteur	



## **10. ANNEXES**

**10.1 Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.**

**10.2 PDCom - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5**

## 10.1 Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.

### Arbres en difficulté

Certaines essences d'arbres auxquelles nous sommes habitués sont aujourd'hui en difficulté dans le cadre de plantations urbaines à cause de la chaleur excessive de l'été, concentrée par la minéralisation urbaine, des périodes de sécheresse prolongées estivales.

Cette sensibilité n'exclue pas totalement l'utilisation de ces essence mais oblige à les planter dans des conditions plus protégées de la chaleur et de la sécheresse du sol et de l'air. ( par exemple dans des situations de pleine terre dans des lieux où le sol reste frais, protégés du soleil aux heures les plus chaudes et des vents desséchants...)

#### Sensibilité forte (indigènes)

Quercus robur : Chêne pédonculé  
Sorbus aucuparia : Sorbier des oiseleurs  
Fagus sylvatica : Hêtre commun  
Betula pendula : Bouleau verruqueux  
Acer pseudoplatanus : Erable sycomore  
Picea abies : Epicea commun

Aesculus hippocastanum : Marronnier commun

#### Sensibilité moyenne (indigènes)

Quercus petraea : Chêne sessile  
Acer platanoides : Erable plane

#### Sensibilité forte (horticoles)

Sequoiadendron giganteum : Séquoia géant  
Sequoia sempervirens : Séquoia à feuilles d'if

#### Sensibilité moyenne (horticoles)

Quercus rubra : Chêne rouge

### Arbres d'avenir

Les conditions de vie des plantations urbaines sont modifiées avec une tendance marquée par une forte chaleur et des périodes de sécheresse qui peuvent se prolonger en été, souvent aussi des pluies abondantes au printemps. Pour cela les essences indigènes particulièrement adaptées à ces conditions mais aussi des essences de climats plus chauds et secs sont à privilégier pour les aménagements urbains, particulièrement en situation difficile, sur voirie par exemple.

Les espèces proposées ci-dessous ont donné de bons résultats dans des situations de sécheresse et de sol difficile.

#### Proposer des essences résistantes au changement climatique et aux conditions urbaines

Les conditions de plantations en ville sont contraintes par les divers ouvrages et constructions, leurs fondations et par tous les réseaux souterrains. En sous sol, cela engendre souvent un volume de terre limité, un sous sol très pierreuse et bétonné qui empêche l'expansion des racines, est peu oxygéné et conserve peu d'eau disponible pour les plantes après une pluie.

En surface, cela se traduit par un sol qui stocke et réverbère beaucoup la chaleur, des murs et façades qui font la même chose et en plus gênent parfois la croissance des branches.

Le changement climatique renforce ces stress de chaleur et de manque d'eau par des températures estivales qui augmentent et des périodes de sécheresse qui se prolongent.

Si l'on prend en compte ces conditions, l'arbre urbain, pour pouvoir être pérenne et fournir les services écosystémiques nécessaires à la ville, doit être adapté à de fortes chaleur et à la sécheresse.

Cependant notre climat reste marqué par des gelées qui peuvent être assez forte en hiver et des gelées tardives de début de printemps.

Notre sol naturel est très souvent argileux et compact.

Le changement climatique induit également de fortes précipitations hivernales. Cette eau additionnée au gel et au sol argileux constitue une combinaison qui est fatale pour de nombreuses plantes, particu-



# Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.

lièrement parmi celles qui sont adaptées à la chaleur et à la sécheresse.

Les sols urbains sont de natures très diverses, souvent très pierreux et drainants, mais parfois imperméables et saturés d'eau en hiver.

Les végétaux proposés dans le cadre de cette étude ont prouvé leur résistance à la chaleur et à la sécheresse mais ne peuvent pas tous supporter d'avoir les pieds dans l'eau sur une période prolongée, particulièrement en hiver.

De plus, il faut prendre en compte le fait que dans la ville des espaces de pleine terre sont conservées (parcs, jardins). Des cours d'eau ouverts ou souterrains subsistent malgré les infrastructures.

La liste proposée n'est donc pas un outil miracle. Il est toujours nécessaire de bien évaluer les conditions du milieu avant de planter un arbre. Dans certains cas, les espèces indigènes plus sensibles ont encore leur place.

## Changements perceptibles ou imperceptibles de la palette

Les plantes proposées sont classées selon trois catégories : indigènes, ressemblantes et non ressemblantes. En effet les plantes indigènes que nous connaissons ont souvent des parentes proches (de la même famille ou du même genre) qui sont très semblables à elles dans leur port, tronc ou feuillage. Mais ces plantes peuvent être adaptées à des conditions de vie bien différentes. Nous avons appelé ces plantes 'ressemblantes'. Ce sont des plantes qui peuvent facilement s'intégrer dans le paysage et ne sont pas identifiées comme différentes par la majorité des passants. De plus elles sont souvent plus facilement adoptées par la faune locale. Les plantes 'non ressemblantes' ont un aspect plus exotique et sont plus visibles dans le paysage. Même si la tradition horticole genevoise fait que le paysage est déjà très marqué par les espèces exotiques de provenances plus ou moins lointaines.

### Indigène

*Acer campestre* : Erable champêtre (large amplitude)

*Acer opalus* : Erable à feuilles d'obier (sol plutôt basique)

*Ostrya carpinifolia* : Charme houblon

*Prunus mahaleb* : Cerisier de Ste Lucie

*Fraxinus ornus* : Frêne à fleurs

### Non ressemblante Feuillus

*Styphnolobium japonicum* : Sophora du Japon

*Ailanthus altissima* : Faux vernis du Japon

*Gleditsia triacanthos* : Févier d'Amérique

*Celtis australis* : Micocoulier de Provence

*Celtis occidentalis* : Micocoulier de Virginie

*Celtis biondii* : Micocoulier

*Morus alba* : Murier blanc

*Morus nigra* : Murier noir

*Broussonetia papyrifera* (Rusticité limite -10) : Murier à papier

*Pyrus calleryana* : Poirier de Chine

*Tetradium danielii* : Arbre à miel

*Prunus cerasifera* : Prunier myrobolant

*Sorbus torminalis* : Alisier torminal

*Platanus orientalis* ssp *cretica* : Platane d'orient

*Poliothysis sinensis* : Arbre aux fleurs de perle

*Corylus colurna* : Noisetier de Byzance

*Cercis siliquastrum* : Arbre de Judée

*Ginkgo biloba* : Arbre au quarante écus

*Koelreuteria paniculata* : Savonnier

*Koelreuteria bipinnata* : Savonnier

### Non ressemblante Conifères

*Cupressus sempervirens* : Cyprès de Provence

*Cupressus arizonica* : Cyprès de l'Arizona

*Cupressus x leylandii* : Cyprès de Leyland

*Cedrus libani* (ssp *atlantica*, ssp *brevifolia*) : Cèdre du Liban /de l'Atlas / de Chypre

*Abies cephalonica* : Sapin de Grèce

*Abies pinsapo* : Sapin d'Espagne

*Picea omorica* : Epicéa de Serbie

*Pinus pinea* : Pin parasol

*Pinus halepensis* : Pin d'Alep

*Calocedrus decurrens* : Cèdre à encens

### Acceptant la chaleur et les sols de mauvaise qualité mais pas la sécheresse

*Ficus carica* : Figuier

*Cedrus deodara* : Cèdre de l'Himalaya

*Chitalpa tachkentensis* : Chitalpa de Tashkent

*Catalpa bignonioides* : Catalpa commun

# Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.

## Arbustes

### Indigène

#### buisson

Hippophae Rhamnoides : Argousier  
Amelanchier ovalis : Amélanancier  
Colutea arborescens : Baguenaudier  
Cotinus coggygria : Arbre à perruque  
Buxus sempervirens : Buis  
Hippocrepis emerus : Coronille  
Juniperus communis : Genévrier commun  
Cornus sanguinea : Cornouiller sanguin  
Salix eleagnos : Saule drapé  
Salix purpurea : Saule pourpre  
Viburnum lantana : Viorne lantane  
Rhamnus cathartica : Nerprun purgatif

#### petit arbre

Cornus mas  
Laburnum anagyroides : Aubour

### Non indigène

#### buisson

Arbutus unedo : Arbousier  
Eleagnus angustifolia : Chalef  
Laurus nobilis : Laurier sauce  
Mespilus germanica : Néflier commun  
Phillyrea angustifolia : Filaire à feuilles étroites  
Phillyrea latifolia : Filaire à feuilles larges  
Prunus lusitanica : Laurier du Portugal  
Quercus coccifera : Chêne kermes  
Zanthoxylum simulans : Poivrier du Szechuan  
Genista lydia : Genêt de Lydie  
Lespedeza thunbergii : Lespedeza  
Viburnum tinus : Viorne tin  
Caryopteris x clandonensis : Caryopteris  
Lagerstroemia indica : Lilas des indes

#### petit arbre

Ligustrum japonicum : Fusain du Japon  
Quercus pontica : Chêne d'Arménie  
Ptelea trifoliata : Orme de Samarie  
Albizia julibrissin : Arbre à soie

## Arbres

### Indigène

Acer campestre : Erable champêtre (large amplitude)  
Acer opalus : Erable à feuilles d'obier (sol plutôt basique)  
Ostrya carpinifolia : Charme houblon  
Prunus mahaleb : Cerisier de Ste Lucie  
Fraxinus ornus : Frêne à fleurs

### Non ressemblante Feuillus

Styphnolobium japonicum : Sophora du Japon  
Ailanthus altissima : Faux vernis du Japon  
Gleditsia triacanthos : Févier d'Amérique  
Celtis australis : Micocoulier de Provence  
Celtis occidentalis : Micocoulier de Virginie  
[Celtis biondii](#) : Micocoulier  
Morus alba : Murier blanc  
Morus nigra : Murier noir  
Broussonetia papyrifera (Rusticité limite -10) : Murier à papier  
Pyrus calleryana : Poirier de Chine  
Tetradium danielii : Arbre à miel  
Prunus cerasifera : Prunier myrobolant  
Sorbus torminalis : Alisier torminal  
Platanus orientalis ssp cretica : Platane d'orient  
Poliathyrsis sinensis : Arbre aux fleurs de perle  
Corylus colurna : Noisetier de Byzance

### Non ressemblante Conifères

Cupressus sempervirens : Cyprès de Provence  
Cupressus arizonica : Cyprès de l'Arizona  
Cupressus x leylandii : Cyprès de Leyland  
Cedrus libani (ssp atlantica, ssp brevifolia) : Cèdre du Liban /de l'Atlas / de Chypre  
Abies cephalonica : Sapin de Grèce  
Abies pinsapo : Sapin d'Espagne  
Picea omorica : Epicéa de Serbie  
Pinus pinea : Pin parasol  
Pinus halepensis : Pin d'Alep  
Calocedrus decurrens : Cèdre à encens

### Acceptant la chaleur et les sols de mauvaise qualité mais pas la sécheresse

Ficus carica : Figuier  
Cedrus deodara : Cèdre de l'Himalaya  
Chitalpa tachkentensis : Chitalpa de Tachkent  
Catalpa bignonioides : Catalpa commun

## Groupe Paysage projet vivant. (2021). Développement d'une stratégie végétale de Chêne-Bougeries. Genève.

### Chênes

#### Espèces en difficulté

##### Sensibilité forte

Quercus robur : Chêne pédonculé

##### Sensibilité moyenne

Quercus petraea : Chêne sessile

#### Espèces d'avenir

##### Ressemblante

Ces espèces ressemblent à nos chênes indigènes, elles ont un aspect proche au niveau du port et du feuillage et une origine géographique peu éloignée.

Quercus pubescens : Chêne pubescent (sol plutôt basique)

Quercus cerris : Chêne chevelu (large amplitude)

Quercus pyrenaica : Chêne des Pyrénées (sol acide)

##### Non ressemblante

Ces espèces souvent persistantes sont d'un aspect qui diffère nettement avec les chênes indigènes, notamment pour ceux qui sont persistants. Leur rusticité est souvent moindre que celle des précédents.

Quercus ilex : Chêne vert (sol plutôt basique à neutre)

Quercus myrsinifolia Chêne à feuilles de myrsine (large amplitude)

Quercus suber : Chêne liège (sol acide)

Quercus glauca : Chêne glauque (sol plutôt acide à neutre)

### Erables

#### Espèces en difficulté

##### Sensibilité forte

Acer pseudoplatanus : Erable sycomore

##### Sensibilité moyenne

Acer platanoides : Erable plane

#### Espèces d'avenir

##### Indigène

Acer campestre : Erable champêtre (large amplitude)

Acer opalus : Erable à feuilles d'obier (sol plutôt basique)

##### Ressemblante

Ces espèces ressemblent à nos érables indigènes, elles ont un aspect proche au niveau du port et du feuillage et une origine géographique peu éloignée.

Acer monspessulanum : Erable de Montpellier (sol plutôt basique)

Acer buergerianum : Erable trifide (sol plutôt basique)

Acer cappadocicum : Erable de cappadoce

##### Non ressemblante

Ces espèces ont un aspect différent des érables indigènes mais sont parfois utilisés depuis si longtemps qu'ils passent assez inaperçus.

Acer tataricum ssp ginnala : Erable du fleuve Amour

## 10.2 PDCom - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5

### 5.5 Principes d'intérêt public majeurs

**A.** Préserver les composantes paysagères caractéristiques et consolider la charpente verte de la Commune, notamment les structures bocagères qui constituent la substance des chemins historiques (IVS) et jouent un rôle majeur en termes de connectivité biologique et d'adaptation au changement climatique.

**A1.** Structures bocagères et alignements d'arbres

**B.** Maintenir et renforcer la fonctionnalité des réseaux naturels et continuités paysagères, ainsi que la perméabilité du sol.

**B1.** Cordons boisés, bosquets, arbres isolés

**B2.** Pénétrantes de verdure et passages à faune

**B3.** Imperméabilisation du sol

**C.** Améliorer les réseaux de mobilité douce, afin notamment de mettre en relation les quartiers d'habitation enclavés avec la voie verte, les grands équipements (école, clinique, etc.), les espaces publics majeurs (parcs) et les arrêts de transports publics.

**C1** Cheminement de mobilité douce

**C 2** Hors-ligne

**D.** Aménager une transition qualitative entre domaine privé et domaine public tout en préservant le droit de propriété pour les aspects non visibles depuis l'espace public.

**D1.** Traitement de la limite entre domaine public et domaine privé

**D2.** Accès

**D3.** Points de collecte des déchets

**D4.** Murs existants

**E.** Conserver les objets ou ensembles à valeur patrimoniale (patrimoine bâti et naturel)

**E1.** Secteurs à valeur patrimoniale

**F.** Respecter le caractère harmonieux du quartier et favoriser la qualité de vie

**F1.** Insertion morphologique

**F2.** Jardins privés

**F3.** Vie sociale et de quartier

**G.** Ne pas hypothéquer le développement ultérieur de nouveaux quartiers

**G1.** Fractionnement et regroupement parcellaire.

# PDCOM - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5

## 5.6 Dispositions

### A. Préserver et renforcer les composantes paysagères caractéristiques

#### A1. Structures bocagères et alignements d'arbres

*Objectif : préserver, renforcer et reconstituer les structures bocagères.*

**A1.1** La densification de la zone 5 est conditionnée à la préservation des structures bocagères et des alignements d'arbres existants, caractéristiques du paysage communal. Ainsi, lors de tout projet de construction :

- > L'abattage d'arbres de première grandeur (au-dessus de 30 m) et de deuxième grandeur (de 15 à 30 m) dans les structures bocagères et alignements d'arbres identifiés en plan est interdit (sauf raison majeure telle qu'état sanitaire et dangerosité).
- > Le propriétaire démontre que des mesures sont prises pour garantir la préservation et la viabilité des arbres existants dans les structures bocagères et alignements d'arbres identifiés en plan (retrait suffisant des constructions).
- > La multiplication des accès est interdite au sein des alignements d'arbres. Les propriétaires doivent chercher à mutualiser les accès via l'inscription d'une servitude. Ainsi, chaque requérant devra s'assurer de l'opportunité de combiner son accès à celui de son voisin.
- > Un seul accès est autorisé par parcelle.

**A1.2** Le long de certains axes identifiés en plan (voir plan « stratégie d'évolution de la zone 5 »), le développement des parcelles est conditionné au prolongement des alignements d'arbres :

- > Un espace libre de construction de minimum 5 m est exigé afin de permettre la reconstruction des structures bocagères. La distance peut être réduite selon le gabarit de la construction ou la surface de la parcelle.
- > La plantation de chênes ou d'autres arbres de grand développement contribuant au prolongement des alignements ou d'une végétation arbustive indigène (dans le cas où la plantation de chênes est impossible) est exigée.

**A1.3** Lors de tout nouveau projet de plantation le choix d'essences qui tient compte des changements climatiques et privilégie les espèces indigènes est favorisé.

### B. Maintenir et renforcer la fonctionnalité des réseaux naturels et continuités paysagères et préserver la perméabilité du sol

#### B1. Cordons boisés, bosquets, arbres isolés

*Objectif : préserver les massifs, cordons boisés, arbres isolés majeurs et haies qui contribuent à la connectivité biologique, renforcer la structure arborée des quartiers lorsque ceux-ci en sont peu pourvus.*

- > L'implantation des constructions doit préserver le plus possible les structures végétales majeures présentes sur la parcelle et en particulier les continuités biologiques identifiés comme très importantes par les CJB. En cas d'atteinte à celles-ci, le projet doit prévoir des mesures permettant de reconstituer ces éléments.
- > Le fractionnement des cordons boisés est limité au maximum.

## **PDCom - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5**

- > Les constructions respectent l'espace vital des cordons boisés et aucune construction n'est implantée à moins de 1 m. de la couronne.
- > La compensation de la valeur de la végétation supprimée doit se faire majoritairement in situ.
- > Les nouvelles plantations seront réalisées principalement avec des essences indigènes.
- > Indépendamment d'éventuels abattages, la Commune peut exiger comme contrepartie à la densification, la plantation d'arbres à grand développement, notamment sur les terrains ou secteurs qui en sont peu pourvus.

### **B2. Pénétrantes de verdure et connexions biologiques**

*Objectif : préserver et renforcer les connexions et continuités biologiques.*

- > L'implantation des constructions et des aménagements (chemins, parkings) doit prendre en compte les continuités biologiques identifiées comme importantes par les CJB. En cas d'atteinte à celles-ci, le projet doit prévoir des mesures permettant de reconstituer ces éléments.
- > Le développement est conditionné au maintien de coupures non bâties, afin de préserver et renforcer les connexions et continuités paysagères et biologiques.
- > Le maintien d'une proportion supérieure de surfaces non bâties est exigé.
- > En référence à la norme SIA 491, les sources lumineuses parasites orientées vers les arbres ou les haies sont interdites. Des restrictions s'appliquent sur le type et la densité d'éclairage ainsi que sur la longueur d'onde des lumières.
- > Les clôtures et palissades permettent le passage de la petite faune.

### **B3. Imperméabilisation des sols et écoulement des eaux**

*Objectif : préserver des surfaces de pleine terre et limiter les atteintes à la nappe.*

- > Au minimum, 50 % de la surface doit être maintenue en pleine terre.
- > L'orientation des sous-sols ne crée pas d'obstacles à l'écoulement des eaux.
- > En principe, l'emprise du sous-sol ne dépasse pas celle du bâtiment hors-sol, à l'exception d'une mutualisation du stationnement entre plusieurs bâtiments ou d'éléments ponctuels nécessités par les contraintes techniques ou de fonctionnement.
- > Aucune construction n'est autorisée dans l'espace minimal des cours d'eau (selon article 11 LEaux) et un traitement à caractère naturel des limites est exigé.
- > Pour les opérations de 10 places de stationnement et plus, le développement est conditionné à l'obligation de prévoir, sur la parcelle concernée, un parking souterrain et des places visiteurs.
- > Lorsque cela est possible, des bassins de rétention d'eau sont créés.

# PDCOM - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5

## C. Améliorer les réseaux de mobilité douce

### C1. Cheminements de mobilité douce

*Objectif: renforcer la perméabilité des quartiers pour les mobilités douces et faciliter l'accès des PMR (personnes en situation de mobilité réduite).*

Le plan indique le réseau de cheminements de mobilité douce à créer. À cette fin il s'agira de:

- > Négocier l'inscription d'une servitude de passage public, le cas échéant, d'une cession au domaine public.
- > Des mesures paysagères accompagnent les cheminements piétonniers (haies vives, allées de chênes, etc.).
- > Les aménagements qui impactent l'espace public (accès véhicules, abaissement de trottoirs, points de collecte des déchets, etc.), ainsi que les cheminements piétonniers respectent la norme SIA 500 (construction sans obstacle) et la norme VSS 640075 (trafic des piétons - Espaces de circulation sans obstacle).
- > Le tracé des chemins figurant à l'intérieur des périmètres de planification A et B (disposition E1) sont indicatifs. Ils seront précisés dans le cadre des planifications de détail.

### C2. Hors-ligne (emprise nécessaire à l'élargissement d'une route)

*Objectif: développer des continuités de mobilité douce pour compléter le réseau existant.*

- > Le long de certains axes identifiés en plan, une emprise est réservée pour permettre la réalisation/l'élargissement du trottoir et/ou de la bande cyclable (hors-ligne).
- > Cet espace de 2 mètres de large est inconstructible et sera cédé à la Commune au moment de la réalisation de l'ouvrage.
- > L'espace hors-ligne fait l'objet d'une inscription au Registre foncier de cession au domaine public à première réquisition.

## D. Aménager une transition qualitative entre domaine privé et domaine public

### D1. Traitement de la limite privé/public

*Objectif: favoriser une transition qualitative entre l'espace privé et l'espace à usage public.*

- > Aucune dérogation aux dispositions de l'article 11 de la loi sur les Routes (interdiction de construire à moins de 15 m de l'axe de la route communale) n'est autorisée.
- > Les constructions nouvelles de peu d'importance et les sous-sols observent un retrait :
  - d'au minimum 5 mètres par rapport au domaine public ;
  - d'au minimum 2 mètres par rapport à la limite de propriété.
- > La reconstruction d'un bâtiment existant de faible importance est possible pour autant que l'espace n'ait pas été identifié pour la reconstitution d'alignements d'arbres.
- > Lorsqu'un accès véhicules est constitué par une servitude de passage sur une parcelle privée et que cet accès n'est pas cadastré en tant que tel, la distance pour implanter de nouvelles constructions se mesure depuis le bord du chemin et non depuis la limite de parcelle.

## **PDCom - Chene-Bougeries - Stratégie d'évolution de la zone 5**

- > Les clôtures de type bâches, palissades opaques sont prohibés.
- > Les bâches situées côté espace public sont interdites dans toute la zone 5. Elles peuvent être tolérées pendant une durée maximale de 3 ans, le temps que la haie pousse.
- > Les clôtures doivent permettre le passage de la petite faune.
- > Lors de tout nouveau projet de plantation, le choix d'essences indigènes est favorisé. Les espèces végétales inscrites sur la liste noire sont interdites en limite du domaine privé/public.
- > Les murs pignons borgnes sur rue doivent être évités.

### **D2. Accès**

*Objectif: éviter une multiplication des accès privés pour préserver les haies bocagères et les cordons boisés.*

- > Un seul accès est autorisé par parcelle et les propriétaires doivent chercher à mutualiser les accès via l'inscription d'une servitude. Ainsi, chaque requérant devra s'assurer de l'opportunité de combiner son accès à celui de son voisin.

### **D3. Points de collecte des déchets**

*Objectif: disposer les points de collecte des déchets privés de manière adéquate par rapport aux contraintes de levée des déchets.*

- > Les points de collecte des déchets des particuliers sont localisés sur domaine privé et facilement accessibles depuis le domaine public.
- > Leur localisation ne doit pas entraîner de perturbation de la circulation sur le domaine public.
- > Les écopoints sont situés à une distance suffisante des logements pour éviter que ceux-ci ne soient affectés par les nuisances occasionnées.
- > La densification le long d'un chemin privé pas ou peu accessible aux camions chargés de la levée des déchets est conditionnée à l'aménagement aux frais des propriétaires du chemin d'un écopoint à destination de l'ensemble des habitants dudit chemin. La localisation de l'écopoint est définie en coordination avec le service en charge de la collecte des déchets.

### **D4. Murs existants**

*Objectif: préserver les anciens murs possédant une valeur patrimoniale.*

Le long des axes identifiés en plan (voir plan « stratégie d'évolution de la zone 5 »):

- > le maintien des murs existants dans leur substance est exigé.
- > les percements sont interdits.



