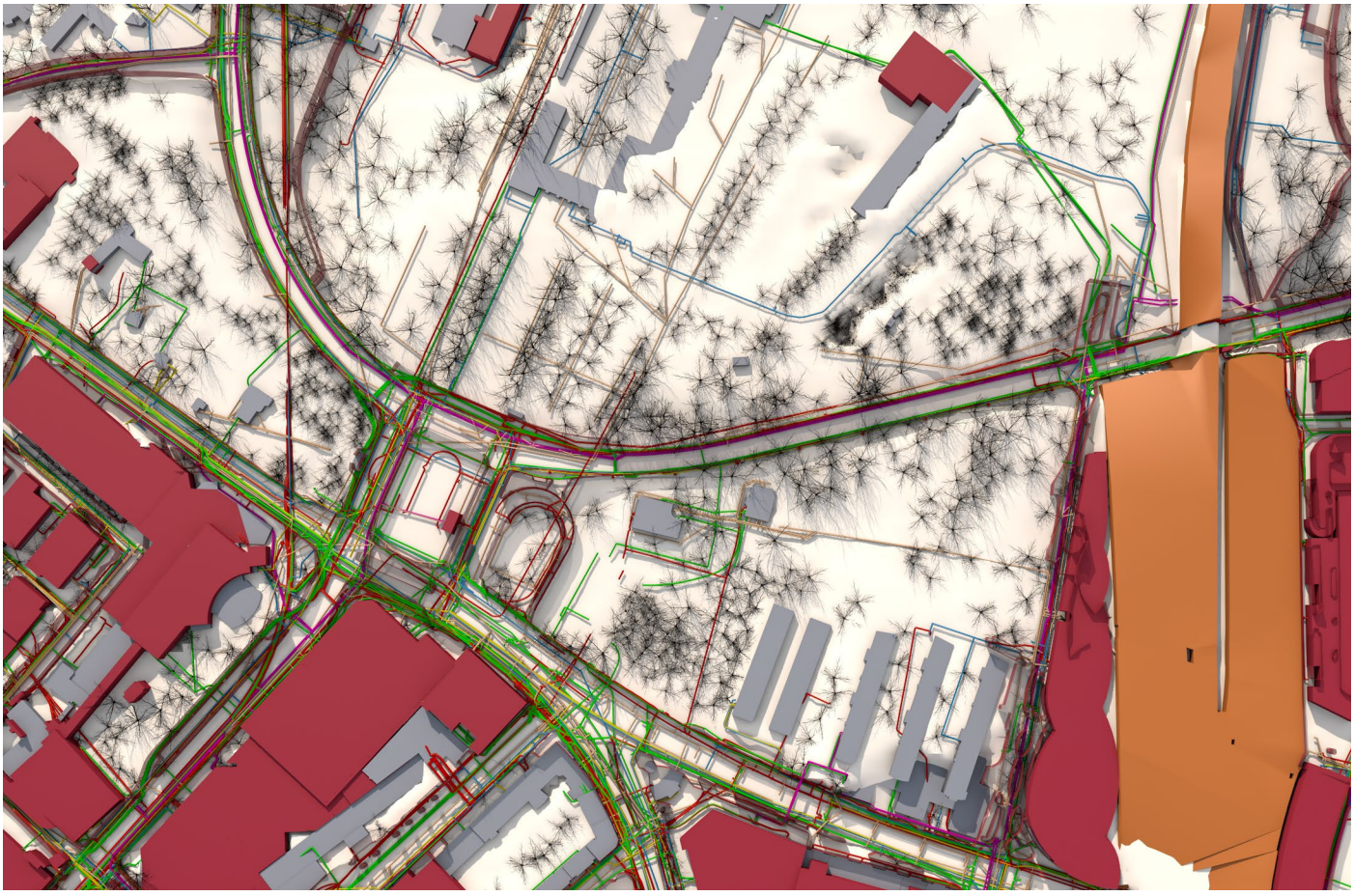


La planification du sol vivant

La cartographie 3D : un outil au service de l'urbanisme à Genève

Maëlle Proust

Juillet 2023
Domaine HES-SO
Master conjoint UNIGE-HES-SO en développement territorial
Orientation Architecture du paysage

Directrice : Prof. Laurence Crémel
Co-directeur : Prof. Olivier Donzé
Expert : Dr. Yannick Poyat

Mémoire n° : 1029

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

Mes premiers remerciements vont à mes enseignant.e.s Laurence Crémel et Olivier Donzé pour leur écoute active et bienveillante.

Je remercie également Tiphaine Bussy-Blunier, Pauline Jochenbein, André Baud, Mathias Girel, Yannick Poyat et Sébastien Guex pour leur temps, les entretiens et la richesse des connaissances partagées.

Merci à Mathilde De Laage, Molly Fiero et Charlotte Chowney pour les échanges qui ont nourri et accompagné ce travail.

Un grand merci à ma sœur Marilou pour le temps accordé à la relecture.

Merci encore à Leika, Matthieu, Sophie pour leur soutien sans faille.

Enfin merci à Vivien pour sa présence et à Candide pour sa joie de vivre.

Avant-propos 9

Introduction 10

I. « Le grand défaut du sol c'est d'être invisible » 12

1.1. De l'usage des sols au support de la ville

1.2. Des sols vivants en milieu urbain

1.3. Le sol vivant, un levier des projets urbains et des projets de paysage ?

1.4. Le sol : vers un urbanisme du vivant dans le canton de Genève

II. « Le siècle à venir n'est plus à l'extension des villes mais à l'approfondissement des territoires » 40

2.1. Chronologie de sol, lecture en épaisseur

2.2. Contexte réglementaire des sols et des paysages de l'échelle fédérale à l'échelle du canton de Genève

2.3. De la formation d'un territoire aux permanences du paysage

2.4. La Campagne Rigot, une opportunité de sol vivant

2.4.1. Du domaine de Varembé au parc Rigot, une histoire de sol retrouvé

2.4.2. Images directrices : évolutions et recompositions urbaines du Domaine Rigot

2.4.3. Le sol, acteur majeur vivant du Domaine Rigot

2.4.4. Vers une prise en compte de la qualité des sols dans les processus d'aménagements

2.4.5. Héritage de sol, une nouvelle planification par le paysage invisible

2.4.6. Application : planifier selon l'usage et la qualité du sol

2.5. Continuité de sol : de la parcelle au grand territoire

III. « Le sol sculpteur du paysage » 114

3.1. Les continuités de paysage sur la rive droite

3.2. Des continuités écologiques et sociales : des ressources de sol vivant (levier réglementaire)

3.3. La pénétrante de Prégny

3.3.1. La pénétrante de Prégny : du paysage au sol

3.3.2. Les enjeux de la pénétrante de Prégny

3.3.3. Projet de sol pour la pénétrante : projet de continuités paysagères

3.4. Des continuités possibles avec le grand territoire : vers un schéma directeur des espace ouverts

Conclusion 148

Bibliographie 151

Table des figures 161

Index des Abréviations 166

Annexe 168

Avant-propos

Ce travail de mémoire est né d'une curiosité pour ce qui se passe sous nos pieds : le sol. Plus particulièrement les sols vivants en milieu urbain et le constat de l'absence de leur représentation dans la planification urbaine. J'ai entamé cette recherche en février 2020 dans le cadre du master en développement territorial. À ce moment, je participais à un atelier de groupe sur la forêt urbaine entre la gare et l'aéroport de Genève, où la question du sol comme support de plantation a émergé. Par là suite, j'ai prolongé ma réflexion sur la place des sols dans les documents d'urbanisme et leur représentation lors d'un atelier d'approfondissement au projet de paysage au semestre d'automne 2020 qui abordait l'élaboration du plan directeur communal sur la commune de Chêne-Bougeries. En utilisant les logiciels de SIG et de 3D, j'ai pu expérimenter une première représentation du sous-sol sur la commune. À la suite de cet atelier et pour répondre aux questionnements qui ont afflué dans ma tête, j'ai choisi de clôturer mon master en développement territorial orientation architecture du paysage en abordant la thématique du sol vivant en milieu urbain.

À travers cette recherche, je me suis interrogée sur la manière de rendre visible les paysages vivants invisibles. Autrement dit, de réfléchir à comment les sols peuvent avoir une place prépondérante, par la création d'un outil servant à la planification, dans l'aménagement du territoire. Il existe un lien subtil qui assure la vie entre le sol vivant et le paysage. De fait, il parait évident de penser un outil pour la planification qui sonderait la qualité des sols et des paysages en milieu urbain.

«*Le sol est souvent le facteur limitant du développement des écosystèmes, de la biodiversité et au-delà du paysage*[1]». Dans cette recherche je m'inspire des structures territoriales qui existent dans l'aménagement du territoire à Genève, comme la définition proposée par la brochure GE-Envie :«*l'idée des pénétrantes de verdure (...) est maintenue et exprimée par de grandes radiales reliant les grands parcs urbains et les zones rurales. Elle anticipe ainsi la notion de continuité biologique (...)*[2]» à cela s'ajoute le fait qu'elle créé des réseaux vivants en surface et en profondeur. J'utilise aussi d'autres outils tel que l'Indice de Qualité des sols (actuellement en phase d'essai dans la région de Morges située sur le canton de Vaud) qui est l'un des projets pilote de la Confédération helvétique.

Le but de cette recherche est de proposer un outil de représentation et de planification qui permettrait, dans une démarche de projet d'aménagement du territoire, de considérer les sols vivants dans leur entièreté, dans leur épaisseur. Pour ce faire, la problématique sur laquelle je m'appuie tout au long de mon étude est la suivante :

Comment s'appuyer sur les sols vivants (pleine terre) pour maintenir les paysages (ouverts, non-construits et structurants) dans la planification urbaine genevoise ?

---

[1] GALLINET, Gilles, 2021. *Sols Vivants, socles de la nature en ville. p.20*
[2] GENÈVE ENVIE, 2021. *1929 Plan Camille Martin, l'extension et les zones.* p.49

Introduction

Le sol est un bien commun, perçu et vécu comme simple support sur lequel la société s'installe et prospère depuis des siècles.
Il est le socle sur lequel les villes se sont longtemps développées sans prendre conscience que sous leurs fondations se trouvent un support riche de matière organique, de micro-organismes, de minéraux et de nutriments qui est lui aussi un monde et un habitat pour le vivant. Dès lors, il suffit de se déplacer et de quitter sa vision anthropocentrée pour lui reconnaître «*sa place d'être vivant à part entière, et pas seulement celle d'un bien, d'un moyen, d'un matériau ou d'une ressource*[3]» (au sens utilitaire du terme). Le sol est le reflet, construit ou non, des paysages et porte leurs histoires. Il est le socle du paysage de notre quotidien.

Le sol de pleine terre est un milieu structuré et influencé par de nombreux facteurs physiques, chimiques, biologiques et aussi humains.
En milieu urbain, il est de plus en plus impacté par les activités humaines. On dit qu'il est compacté et anoxique.
Il existe deux types de sols :

- Les sols naturels qui dépendent de la nature de la roche mère, du climat, de la végétation, de la topologie du terrain, et des activités des êtres vivants ;
- Les sols urbains (anthroposols) façonnés et modifiés lors du processus d'urbanisation et sur lesquels l'action sociétale fut déterminante.

Pourtant, ces sols vivants en milieu urbain fournissent une palette de services inestimables. Cela n'empêche pas qu'ils soient souvent sous-estimés lorsqu'ils disparaissent sous des revêtements qui les rendent hermétiques et nuisent aux échanges d'air et d'eau entre la surface et les profondeurs. Aussi, leurs fragmentations et leurs discontinuités tant horizontales que verticales nuisent à leurs qualités.

Le territoire de Genève est le terrain idéal, grâce à la quantité et à la qualité des données accessibles, pour expérimenter un nouvel outil de représentation cartographique facilitant la prise en compte des sols vivants et donc des paysages ouverts (non construits) dans la planification.
En effet, dans le bassin genevois de grandes structures paysagères naissent. Appelées aussi pénétrantes de verdures (sources de sols encore vivants), elles assurent des continuités qui irriguent la ville jusqu'au lac et au centre de Genève. Elle représente une trame brune de sol vivant à cartographier, à protéger et à valoriser comme levier de projet.
Les sols urbains vivants sont les sols non construits des villes (jardins, parcs, squares, etc.), ils offrent un capital naturel méconnu des usagers de la ville et sont des ressources qui constituent la base de nombreux services écosystémiques. Elena Havlicek définit cette multifonctionnalité en traitant la question suivante : « Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ? ». Elle souligne la menace qui pèse sur le sol urbain à cause de l'augmentation

[3] HENRY, Patrick, 2020. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols.* p.198

de l'emprise des bâtiments et l'imperméabilisation toujours plus importante en ville. La non-artificialisation des sols doit devenir une priorité dans les projets d'urbanismes qui touchent la ville et l'ensemble du territoire genevois.

Pour développer cette recherche, je me suis appuyée sur le projet d'aménagement de paysage mené sur la parcelle de la Campagne Rigot. Il se trouve à l'extrémité sud-est de la pénétrante de Prégny sur la rive gauche du Léman dans le canton de Genève. Cet endroit a été désigné initialement pour un renouvellement de sol. L'utilité de ce projet pour mon étude est devenu une évidence à la suite d'un entretien exploratoire mené avec Typhaine Bussy-Blunier, architecte-paysagiste à l'Office Cantonale de la Nature et de l'Agriculture du canton de Genève. La discussion s'est concentrée sur la place des sols vivants dans l'urbanisme genevois et l'évolution du projet qui était en phase de régénération des sols sur la partie sud-est de la parcelle attenant au collège Sismondi. Il fait suite à une première étude réalisée par le bureau Ilex en 2014 qui a été reprise en 2020 par le bureau Approches.paysage (anciennement Hüsler et associés) mandaté par le canton de Genève et encadré par les services de l'OCAN, l'OU et l'OPS avec comme objectif : l'élaboration d'une image directrice mise à jour après l'évolution des enjeux et du contexte urbain et paysager au centre des grands parcs de la rive gauche.

La première partie de ce mémoire est concentrée sur l'exploration des liens entre le sol urbain et le paysage à une échelle temporelle récente en europe : de la révolution industrielle (XVIIIe) à aujourd'hui. L'idée est de comprendre le peu de place laissé au sol aujourd'hui dans les projets d'urbanisme et ainsi expliquer l'importance que pourrait avoir le sol encore vivant en milieu urbain, et la manière dont il pourrait devenir un levier de projet dans l'aménagement du territoire. La seconde partie s'articule autour d'une étude du champ législatif pour désigner ce qui n'est plus en adéquation dans la planification des sols. Quelles sont les faiblesses, les manquements ? S'ensuit, une étude plus fine sur l'histoire des sols dans le canton de Genève pour dessiner le contexte historique des sols et des paysages jusqu'à l'analyse de la programmation du projet de la campagne Rigot sous le prisme du sol vivant inscrit dans une continuité de paysage. Ce processus permet d'aboutir à l'inventaire des outils de planification qui existent déjà et traitent de la question des sols vivants. Cela ancre le fait que cartographier les sous-sols offre la possibilité de considérer entièrement les sols. Enfin, il s'agit de mettre en avant la représentation, notamment en 3D, des continuités des sols vivants et des paysages en surface comme en profondeur (pénétrante de Prégny). En effet, réaliser un plan directeur des espaces ouverts sur le territoire genevois montrerait que les sols sont propices à l'installation, au développement et à la protection des conditions pour le vivant en milieu urbain.

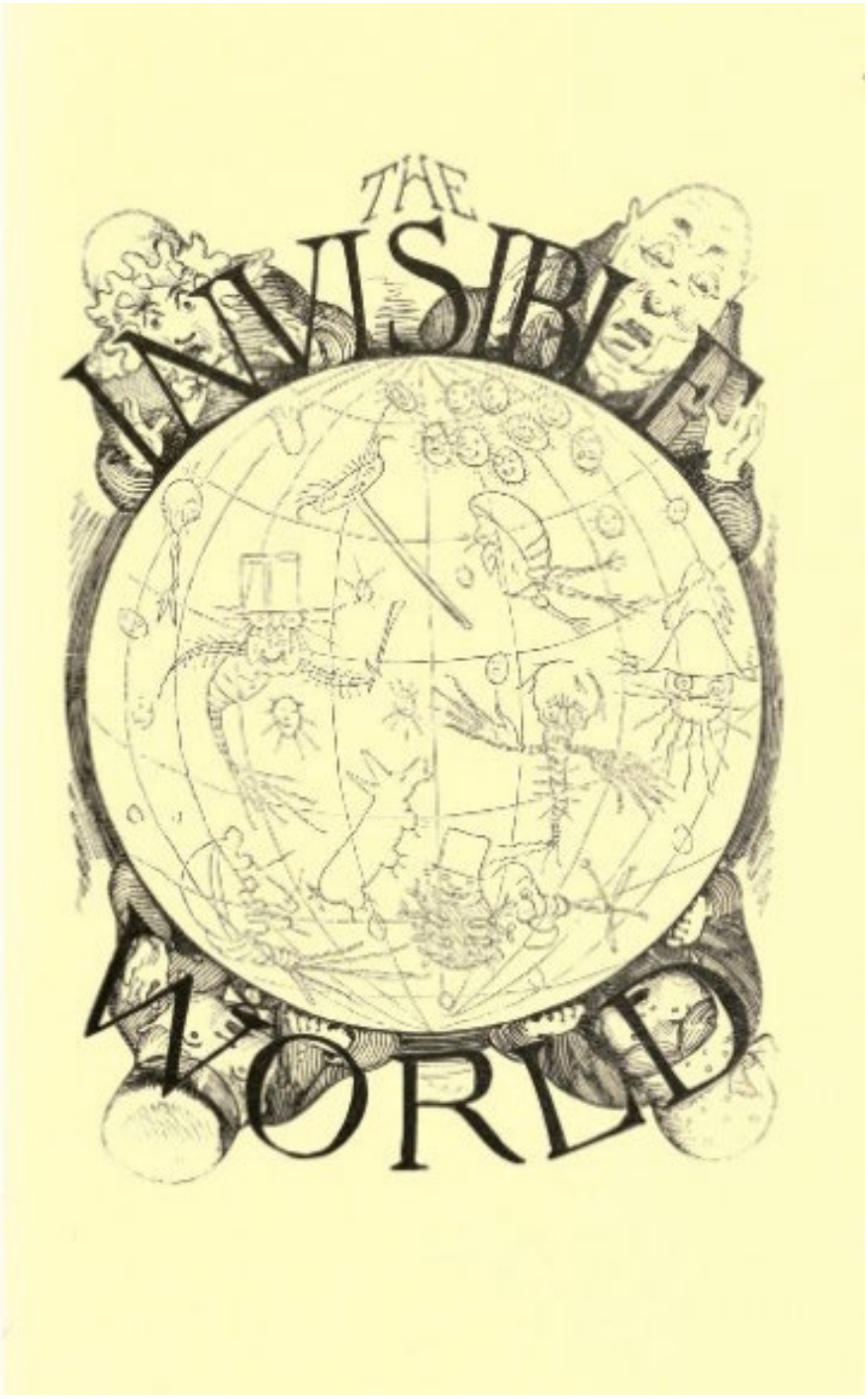


Illustration 1.1
Le vivant fairies (micro-organismes), sous toutes ses formes, et omniprésents dans le sol.

” Le grand défaut du sol c’est d’être invisible ”

Jean-Michel Gobat professeur en écologie et pédologie à Neuchâtel

Nous vivons sur lui et de lui. *«Le sol est l’origine du monde, car il le porte, le nourrit et le protège»* explique Marc-André Selosse dans son ouvrage sur « L’origine du monde». Aujourd’hui l’évolution de nos territoires, toujours plus densément construits, fait prendre conscience que le sol sur lequel les sociétés se sont installées et développées peine à assurer son rôle de régulateur face au dérèglement climatique qui s’intensifie. Sécheresse, imperméabilisation, perte de biodiversité, etc. le sol est confronté à de nouvelles difficultés pour nous porter, nous nourrir et nous protéger dans les villes, là où un humain sur deux vit[3].

Entamer un changement de paradigme sur les sols par leur mise en lumière grâce aux paysages ouverts, c’est reconnaître que nous avons sous nos pieds en milieu urbain «*une ressource cachée*[4]» de sol à découvrir, à repenser et à régénérer. Le fait de travailler avec ce postulat, introduit la nécessité de faire correspondre la planification du territoire à une vision de l’urbanisme plus vertueuse du sol vivant.

Dans ce premier chapitre je commence par exposer, très brièvement, la manière dont les sols peuvent-être théorisés à travers différentes disciplines (urbanisme, écologie, pédologie, etc.) en ajustant la focale sur la notion de sol vivant qui semble être une ressource pour les paysages ouverts et non-construits en milieu urbain.

[3] Rapport de l’ONU, 2018

[4] VIGANO, Paola, 2020. *Le sol comme base de projet commun.* Conférence fondation Braillard

1.1. De l'usage des sols au support de la ville

Le déclin du sol nourricier au sol support

«*L'homme a été, chez nous, le disciple longtemps fidèle du sol*[5]*».* Depuis la naissance de l'agriculture jusqu'à aujourd'hui, le sol est une source d'alimentation et de développement (habitat, chauffage, socle, etc.). Comme l'écrit l'historien-géographe français Paul Vidal de la Blache (1903) après de longues pérégrinations en France qu'il a retranscrites dans son œuvre «*Tableau de la géographie de la France»* en 1908 : «*Les rapports entre le sol et l'homme sont empreints, (...) d'un caractère original d'ancienneté, de continuité. (…) l'homme s'y est arrêté parce qu'il a trouvé, avec les moyens de subsistance, les matériaux de ses constructions et de ses industries. Pendant de longs siècles, il a mené ainsi une vie locale, qui s'est imprégnée lentement des sucs de la terre*[6]*».* En somme, la dépendance au sol a accéléré la sédentarisation des sociétés.

L'augmentation progressive des populations au fil des siècles a conduit, à un développement toujours plus étendu des villages puis des villes exploitant et recouvrant des terres fertiles. Leurs affectations ont évolué d'une terre cultivée vers un sol support, destiné à un tout autre usage que celui nourricier.

La disparition du sol en tant que ressource vivante en interaction avec l'eau, l'air et la biodiversité, s'est accélérée avec l'urbanisation et l'industrialisation : «*la révolution industrielle [qui s'] est presque aussitôt suivie par une impressionnante poussée démographique dans les villes, par un drainage des campagnes au profit d'un développement urbain sans précédent*[7]*».* Les surfaces cultivées et fertiles ont été repoussées plus loin en périphérie des villes.

De la nécessité de faire avec les sols

Sur le continent européen, au XIX[e] siècle, le rôle fondamental du sol a été mis en avant par les architectes et urbanistes qui cherchaient «*à retrouver les racines de cette discipline qui se sentait impuissante sans la maîtrise communale du sol*[8]*»* en vue de guider le processus d'urbanisation de l'époque. En effet, comme l'a théorisé le philosophe français Henri Lefebvre (1968), les villes historiques se transforment. En Grande-Bretagne, en France puis en Allemagne[9] les villes délaissent leur tissu médiéval et baroque, déformant et colonisant les espaces ruraux par un tissu urbain[10] au profit de nouveaux quartiers à vocation industriel et de logements. La Suisse est également dans ce «*processus historique d'urbanisation du XIX[e] et XX[e] siècle [...] clairement décentralisé puisque le fédéralisme communal empêchait largement toute concentration urbaine*[11]». Cette image d'une nation traditionnelle rurale «*n'a jamais correspondu à la réalité. La Révolution industrielle a touché la Suisse sur presque toute sa superficie*[12]». Une industrie toute fois moins impactante (pollution) pour les sols car tournée vers la production de coton, toile de soierie, soie et horlogerie.

Ce contexte urbanistique s'inscrit dans le courant du «*pré-urbanisme*[13]», critique de la ville industrielle (habitations de mauvaises qualités,

[5] DE LA BLACHE, Paul Vidal, 1908. *Tableau de la géographie de la France.* p.1
[6] *Idem*
[7] CHOAY, Françoise, 1965. *L'urbanisme, utopies et réalités.* p.10
[8] MANTZIARAS, Panos, 2016. *Le sol des villes, un projet critique pour l'Anthropocène.* p.9
[9] CHOAY, Françoise, 1965. *L'urbanisme, utopies et réalités.* p.10
[10] SCHMID, Christian, 2005. *La Suisse Portrait urbain Introduction. Théorie.* p.165
[11] *Idem,* p.165
[12] *Idem*, p.165

conditions sanitaires déplorables et proximité avec les industries dans le tissu urbain engendrant des nuisances, etc.), et voit émerger deux tendances urbanistiques dont *«le modèle culturaliste»* décrit par Françoise Choay (1965). Ce modèle de pensée utopiste cherche à définir «*les limites de la cité cernée de verdure et composant avec les apports du passé et la morphologie naturelle des lieux*[14]*».* Mais Les idées de ce modèle tourné vers le passé ont très peu été mises en application.

À cette époque, les sols ont subi les transformations dû à l'émergence des villes industrielles dans un laps de temps très court et accompagné d'un exode massif des populations rurales. Souillés par les déchets, les égouts à ciel ouvert et la prolifération des nuisibles, le sol devenait vecteur de maladies : son traitement en est devenu dommageable. C'est pour faire face à cet environnement dégradé, et de la volonté de composer avec la nature en périphérie des villes qu'a été théorisé le modèle urbanistique des cités jardins exploré par l'urbaniste britannique Ebenezer Howard à la fin du XIX[e] siècle. Il souhaitait *« ramener le peuple à la terre » sur une critique sans concessions des conditions de vie des classes laborieuses dans la ville industrielle*[15]*»* développant ainsi ce concept utopique «*entouré d'une ceinture verte dont l'exploitation assure une autosuffisance alimentaire*[16]*»*. Déjà un retour à la terre souhaité, source de vie et ressource nourricière.

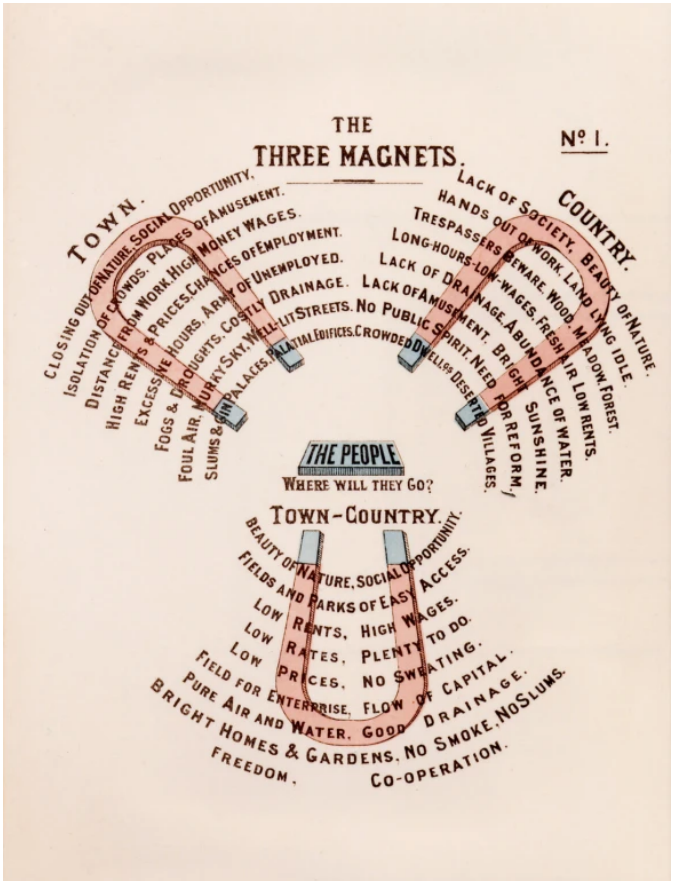


Illustration 1.2
Les avantages de la ville et de la campagne : le concept de la cité-jardin.

En Suisse, c'est l'architecte-urbaniste bâlois, enseignant à l'EPF, Hans Bernoulli (1876-1952), qui, à travers la question du logement qu'il nomme «*architecture sociale*[17]», s'inscrit dans l'«*idéal coopératif*[18]» et l'«*idéal de la ville reconstruite à la campagne*[19]» : le modèle de la cité-jardin (Gardenstadt). Dans son enseignement il s'appuie sur les principes suivants : «*a) cité-jardin , b) idéal coopératif, c) critique de la propriété foncière individuelle, une collectivité devant bénéficier du droit à disposer du sol selon ses besoins, etc.*[20]». Dans son article consacré à Bernoulli, Jacques Gubler écrit que l'architecte-urbaniste est convaincu que la

[13] CHOAY, Françoise, 1965. *L'urbanisme, utopies et réalités.* p.10
[14] LÉVY, Jean-Pierre, 2016. La nature urbaine, une utopie paradoxale. p.64
[15] *Idem,* p.64
[16] *Ibidem*
[17] GUBLER, Jacques, 1975. *Hans Bernoulli et le «Modèle Helvétique» de cité-jardin.* p.1049
[18] *Idem,* p.1049
[19] *Ibidem*

cité-jardin est la réponse à la crise du logement à la suite de la première guerre mondiale. Le modèle helvétique de la cité-jardin s'illustre par deux réalisations : Carouge dans le canton de Genève et le quartier de Hirzbrunnen à Bâle[21].

Au début du XXe siècle, un autre courant venant d'Amérique, «*le modèle naturaliste*[22]*»* tente de redonner ses lettres de noblesses à la nature et son usage premier au sol (nourricier) dans l'urbanisation grandissante. Un modèle porté et développé, dans un contexte académique, par «*F.L Wright [qui] décrit ce rapport originel et fondamental avec la terre (…). La nature y redevient un milieu continu dans lequel toutes les fonctions urbaines sont dispersées et isolées (…). Le logement est individuel : pas d'appartements, mais des maisons particulières dont chacune dispose d'au moins quatre acres de terrain, que les occupants consacrent à l'agriculture (…)*[23]*»*. Wright a débuté les réflexions sur la place et l'avenir de la campagne face à la pensée de la ville moderne. Cependant, ce modèle ne s'avère pas viable compte tenu de l'augmentation démographique croissante et de la nécessité de sol qu'il impliquerait.

La ferveur hygiéniste du XIXe se traduit par un recouvrement progressif des sols, «*l'assainissement et la rénovation des bas-quartiers urbains, l'assèchement des zones marécageuses, la couverture des égouts, le pavage des rues, le bitumage des trottoirs (…). Le sol du domaine public résout la grande question du transport de ces fluides; son plancher est définitivement fixé pour permettre l'écoulement gravitaire des eaux pluviales et le lavage des rues*[24]*».* À Genève, comme à Lyon et dans d'autres villes et villages, depuis le Moyen Âge jusqu'à la fin du XVIIIe, le sol est pavé «*c'est-à-dire avec des cailloux de rivière posés sur*

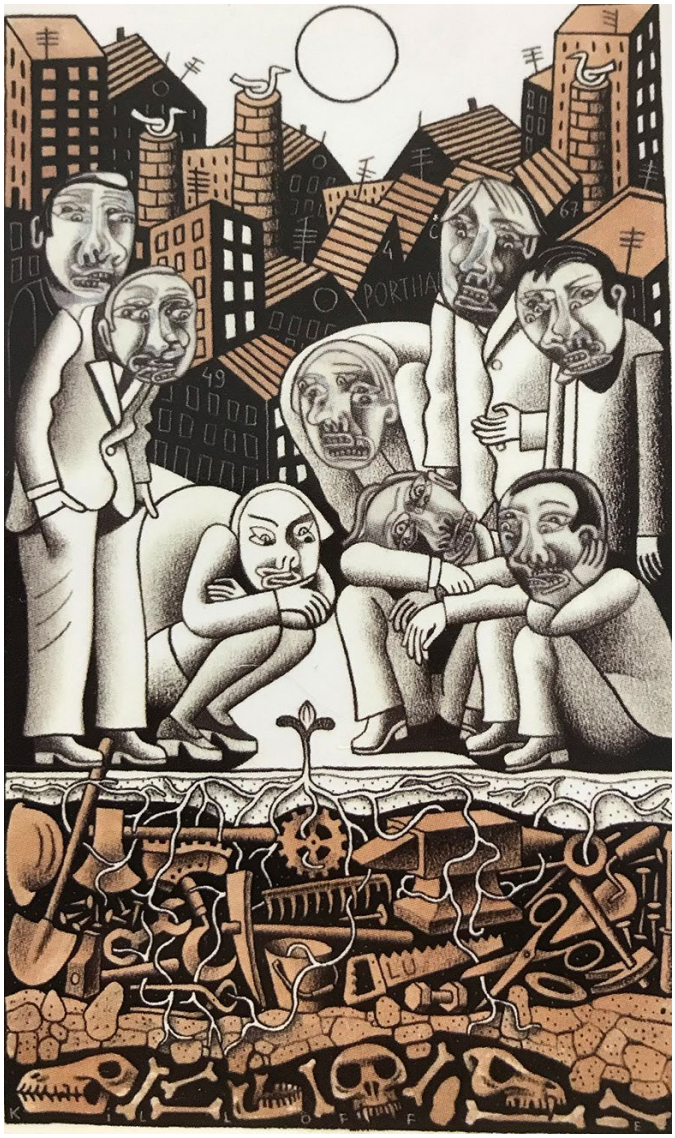


Illustration 1.3
La face cachée du sol : une accumulation de plusieurs siècles de civilisation.

[20] GUBLER, Jacques, 1975. *Hans Bernoulli et le «Modèle Helvétique» de cité-jardin.* p.1049
[21] *Idem*, p.1050
[22] CHOAY, Françoise, 1965. *L'urbanisme, utopies et réalités.* p.46
[23] *Idem*, p.47
[24] GUILLERME, André, JIGAUDON, Gérard, 1999. *Histoire industrielle.* p.23

un lit de sable, parfois en lignes, parfois non[25]». Ce sont les berges de l'Arve qui vont alimenter en matériaux de recouvrement les rues de Genève. Puis à Dijon, Neuchâtel ou dans certaines villes de suisse alémanique ainsi que pendant la Restauration au XIX[e] à Genève le sol se pare de pierres taillées (illus. 1.4) assurant plus de confort aux usagers des rues. «*L'apparition du bitume, tout a fait contemporaine des premiers pavés carrés, constitue un autre changement important (...) Genève est parfaitement en phase avec les innovations qui ont lieu dans les grandes villes françaises, Paris et Lyon notamment, qui s'approvisionnent, tout comme Genève, aux mines de Seyssel, dans l'Ain*[26]». Puis le ciment vient recouvrir les trottoirs genevois, complétant un paysage de sol très hétéroclite : «*pavé roulé, pavé carré, macadam, trottoir ciment*[27]» comme dans beaucoup de grandes villes en Europe. Ces travaux de surfaces reflettent un profond bouleversement des modifications des sols dans l'épaisseur et de la structure.

Les sous-sols sont conquis par les réseaux souterrains des besoins des industries et des villes, le sol «*révèle ses richesses minières et se prolétarise. Le positivisme y décèle l'avenir de l'humanité*[28]*».* Les sols passent sous la maîtrise des ingénieurs qui l'utilise comme «*un lieu de décharge de toutes les choses qu'ils s'employèrent à y cacher ou à faire oublier*[29]*»* (illus. 1.3) et qui resurgissent aujourd'hui lors de travaux de terrassement.

Le sol vivant en milieu urbain disparaît progressivement à cette époque sous les épaisseurs

*« Tout se passe au fond comme sur la plupart des plans de ville : **la localité a un blanc, au sens propre comme au sens figuré**, à savoir que, contrairement à la rivière et aux surfaces cultivées, **le sol urbain n'y a pas de consistance, ni même d'existence; c'est un fond neutre,** sans qualités, sur lequel les bâtiments se détachent et projettent leur ombre.»*

(David Ripoll, 2016)

Photo 1.1
Rue Saint Léger en pavé taillé et pavé roulé.
Photographie 1876-1925

[25] RIPOLL, David, 2016. *Du caillou roulé au ciment coulé : métamorphoses du revêtement de sol à Genève (19e-20e siècles).* p.103
[26] *Idem*, p.105
[27] *Idem*, p.108
[28] GUILLERME, André, JIGAUDON, Gérard, 1999. *Histoire industrielle.* p.23
[29] HENRY, Patrick, 2023. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols.* p.27

d'asphalte et d'autres matériaux imperméables. Cette composante, source de vie de nos paysages, s'efface de nos regards et de nos esprits. Ce paysage devenu invisible, assailli par les constructions humaines, devient tout aussi dense que le paysage de surface.

En Suisse, à la fin du XXe siècle, il y a un espoir pour les sols lié à «*une indépendance alimentaire nationale, que Friedrich Wahlen fonde notamment dans la valorisation de toutes les surfaces potentiellement cultivables*[30]». Mais aussi un espoir pour les sols urbains se dessine et prend forme à travers les mots et les projets de l'urbaniste italien Bernardo Secchi. «*Il me semble que le projet d'urbanisme est en grande partie le projet de sol*[31]». Longtemps laissé de côté, le sol devient un élément primordial dans la planification et l'aménagement du territoire. Ce que l'on considère comme sol aujourd'hui dans les villes est un héritage des surfaces imperméabilisées et/ou remaniées. L'urbaniste suisse Hans Bernoulli mentionnait déjà dans les années 40 la nécessité de faire projet et de planifier la ville avec le sol : «*à toutes les belles et bonnes choses qui résultent de l'étude des villes anciennes, à tous les grands desseins conduisant à de nouvelles créations inédites manque, avant tout, une chose principale : le terrain, le sol sur lequel ils peuvent se produire et se développer librement par la suite*[32]». Les sols des villes ont malgré tout une histoire à révéler, «*ce n'est évidemment pas la terre qui rend les sols comparables, mais les éléments culturels différents qui y sont introduits par les sociétés successives, et tout particulièrement leur association*[33]». Il est empreint d'héritage culturel et incarne la mémoire des usages et des paysages du passé.

Le sol urbain, un héritage

Par comparaison avec un sol dit naturel, c'est-à-dire «*antérieur à l'établissement humain*[34]», le sol urbain est intrinsèquement lié à l'action anthropique et d'urbanisation (en surface comme en profondeur). Comme le définissent le Docteure en écologie et science du sol Elena Havlicek et l'enseignante en science du sol Géraldine Bullinger, «*un sol urbain est un sol qui se trouve en milieu urbain*[35]». Cette définition pour le moins simpliste leur permet de délimiter le sol géographiquement pour comprendre son origine, son histoire et sa constitution. Cependant, il est important d'associer l'échelle de la temporalité et de l'usage pour tenter de le définir, car selon l'archéologue français Henri Galinié «*il n'est pas nécessairement urbain parce qu'ils se trouvent dans les limites — pour autant qu'elles soient perceptibles — d'une ville contemporaine en activité. Il luit faut encore être urbain anciennement, dans l'Antiquité, au Moyen Âge, à l'Époque moderne. Or, les problèmes de limites de l'urbain sont aussi aigus hier qu'aujourd'hui*[36]».

Le sol urbain est très souvent artificialisé (illus. 1.5), il a perdu une grande partie de sa qualité et n'offre plus qu'un usage très souvent unique.

[30] VIALLE, Antoine, VERRECCHIA, Éric, 2018. *Du sol comme œuvre, au sol comme archive de l'action humaine*. p.117
[31] SECCHI, Bernardo, 1986. *Le projet de sol*, p.20
[32] BERNOULLI, Hans, 1946. *Die Stadt und ihr Boden* p.6
[33] HENRY, Patrick, 2023. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. p.30
[34] Idem, p.30
[35] HAVLICEK, Elena, BULLINGER, Géraldine, 2019. *Les sols urbains et leurs usages*. p.512
[36] GALINIÉ, Henri, 1999. *L'appréhension archéologique du sol urbain*. p.7

Pour les usagers et les habitants des villes, le sol urbain fait partie du paysage quotidien. Il est très souvent caractérisé comme une «*surface imperméable, couverte de revêtements multiples comme les pavés ou le goudron ; espace abstrait définissant les limites de la ville ; source de spéculation foncière selon sa localisation ou son accessibilité ; matériau utilisé pour la végétalisation des parcs et promenade*[37]». Il est vécu et utilisé majoritairement comme surface rentable sur laquelle nous construisons et nous gérons les différents flux (en surface comme en profondeur).

Toutefois le sol en milieu urbain n'est pas qu'une simple mosaïque de surface plus ou moins perméable et discontinue. Comme le sol agricole ou forestier, il se compose de différents horizons/strates remaniés par les sociétés et parfois encore vivants. Ils sont «(…) *soumis aux mêmes facteurs de pédogenèse que les sols naturels (climat, matériaux parental, relief, organismes, temps)*[38]» mais leurs morphologies dépendent avant tout de l'action et des usages de l'humain et des cultures au fil des siècles.

C'est un palimpseste qui se traduit par une accumulation progressive d'épaisseur plus ou moins importante de dépôt et de trace archéologique et anthropique. Déposé sur le socle originel (la roche mère) et de ses quelques couches qui traduisent de son passé et de son histoire géologique, le sol urbain révèle une très grande hétérogénéité spatiale de matériaux. Elle s'explique par la grande diversité des usages et des transformations dans les villes qui se traduisent par une succession de strates : «*principe du mécanisme de l'exhaussement*[39]». Celui-ci se caractérise par un apport de matière de nature très diverse allant des déchets non évacués des villes, des matériaux liés à la construction, la matière organique et les actions de déblaie et de remblaie. Cette accumulation et cette richesse de strate «*peu[vent] atteindre six à*

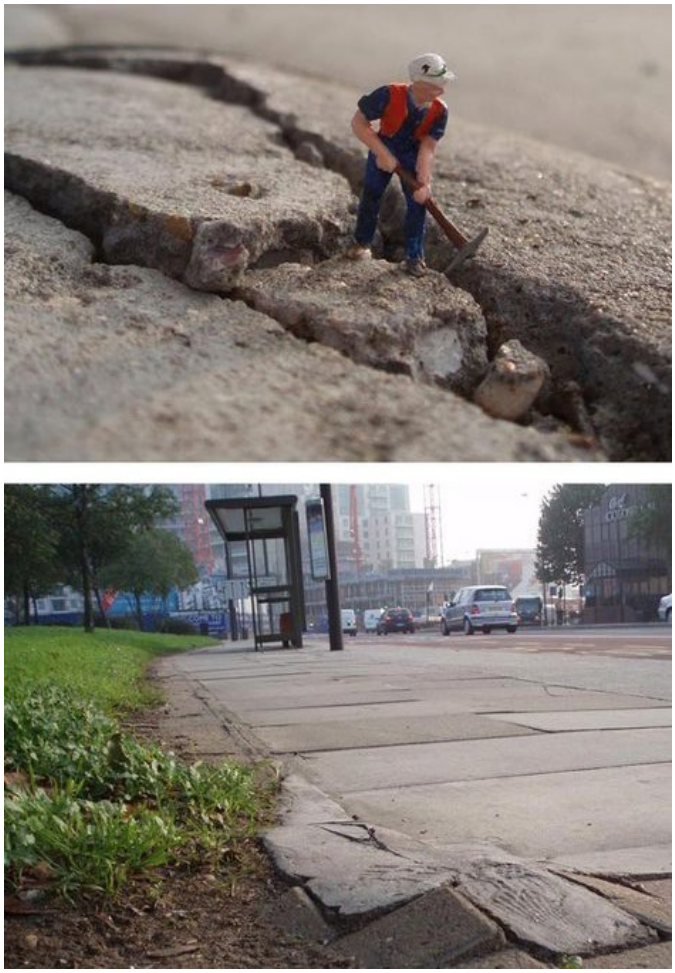


Illustration 1.4
Le sol se révèle dans les moindres interstices de la ville.

[37] HAVLICEK, Elena, 2016. *Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ?* p.19
[38] HAVLICEK, Elena, BULLINGER, Géraldine, 2019. *Les sols urbains et leurs usages*. p.513
[39] GALINIÉ, Henri, 1999. *L'appréhension archéologique du sol urbain*. p.11

dix mètres, voire plus[40]*»*. Ce sont souvent des sols jeunes par rapport à leur milieu d'origine (matériaux pédologiques préexistants), car pour qu'un centimètre de sol se crée, il faut plus de 1000 ans sans l'intervention de l'humain !

Comme le précise Yannick Poyat, ingénieur agro-pédologue et docteur en aménagement et urbanisme, «*les sols urbains caractérisent un ensemble de milieux, plus ou moins hétérogènes, résultant des processus de création d'espaces urbains (terrassements, mélange de matériaux terreux d'origines différentes, compactage, apport de matériaux de construction…)*[41]*»*. Cette modification du mélange des matériaux dû à des mouvements importants des terres (importation et exportation) a modifié irrémédiablement la structure originelle de ces sols, «*leur structure physique (…), chimique (…), biologique, mais également leur fonctionnement hydrique, thermique, etc. (…)* et *en particulier celles des horizons de surface*[42]*»*. Le résultat de ce processus est une artificialisation amplifiée par «*les constructions conduis[ant] à la destruction locale des sols et à l'imperméabilisation de la surface*[43]*»,* réduisant voir supprimant les échanges eau/air/sol et impliquant une fragmentation des sols en profondeur. La prise en compte vertueuse des sols par les concepteurs et les décideurs de la ville semble encore très marginale, car encore aujourd'hui, «*dans la plupart des grandes opérations d'aménagement, les sols urbains vont retrouver un rôle décoratif, marginalement productif, rarement structurant*[44]*»*.

Les atteintes au sol en milieu urbain sont nombreuses. Le sol subit des pollutions chimiques (cuivre, zinc, engrais, pollution atmosphérique, trafic, etc.), des atteintes physiques (compactions entre autres) et biologiques. Ces risques sont indissociables du processus d'urbanisation impactant principalement le cycle de l'eau (la modification de l'évapotranspiration, la diminution d'infiltration en surface comme en profondeur et l'accentuation du ruissellement) ainsi que la végétation qui se développe tant bien que mal dans les villes.

Pourtant le sol urbain revêt une dimension sociale et écologique qui est un potentiel à ne pas négliger pour amorcer une transition socio-écologique inspirante ! Le changement de paradigme doit glisser d'une pensée et d'une réalité spéculative (question foncière) vers une nécessité de bien commun pour l'aménagement de ville résiliente.

«L'intégration de la gestion des sols dans la gestion de l'écosystème urbain devient une évidence pour faire face à la crise écologique[45]*»*. Dans cette mosaïque de sols urbains de nature anthropique, que reste-t-il comme place aux sols vivants ?

---

[40] HENRY, Patrick, 2023. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. p.30
[41] POYAT, Yannick, 2019. Le sol au service du projet de paysage.
[42] HAVLICEK, Elena, BULLINGER, Géraldine, 2019. *Les sols urbains et leurs usages*. p.513
[43] HENRY, Patrick, 2023. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. p.31
[44] *Idem*, p.31
[45] Idem, p.37

En bref.

Ce qu'il faut retenir de cette partie :

- l'exploitation des sols (agriculture) a mené à la sédentarisation des sociétés ;
- la révolution industrielle est l'une des premières cause de transformation des sols; (négatif)
- le sol a toujours été utilisé pour sa fonction de support (physique) et celle de pouvoir cacher ce qui ne voulait être vu;
- au XIXe siècle, le courant hygiéniste a participé au recouvrement progressif des sols;
- le concept de la cité-jardin ou comment remettre en vogue l'usage premier du sol en tant que ressource nourricière;
- prise en considération des sols dans les projets d'urbanisme : Projet de sol de Bernardo Secchi
- le sol en milieu urbain est un anthroposol, c'est à dire un sol créé et façonné par les sociétés.
- le sol en milieu urbain subit une pression anthropique impactant sa structure physique, chimique et biologique;
- le sol en milieu urbain raconte l'histoire de la ville à travers l'hétérogénéité spatiale des matériaux.

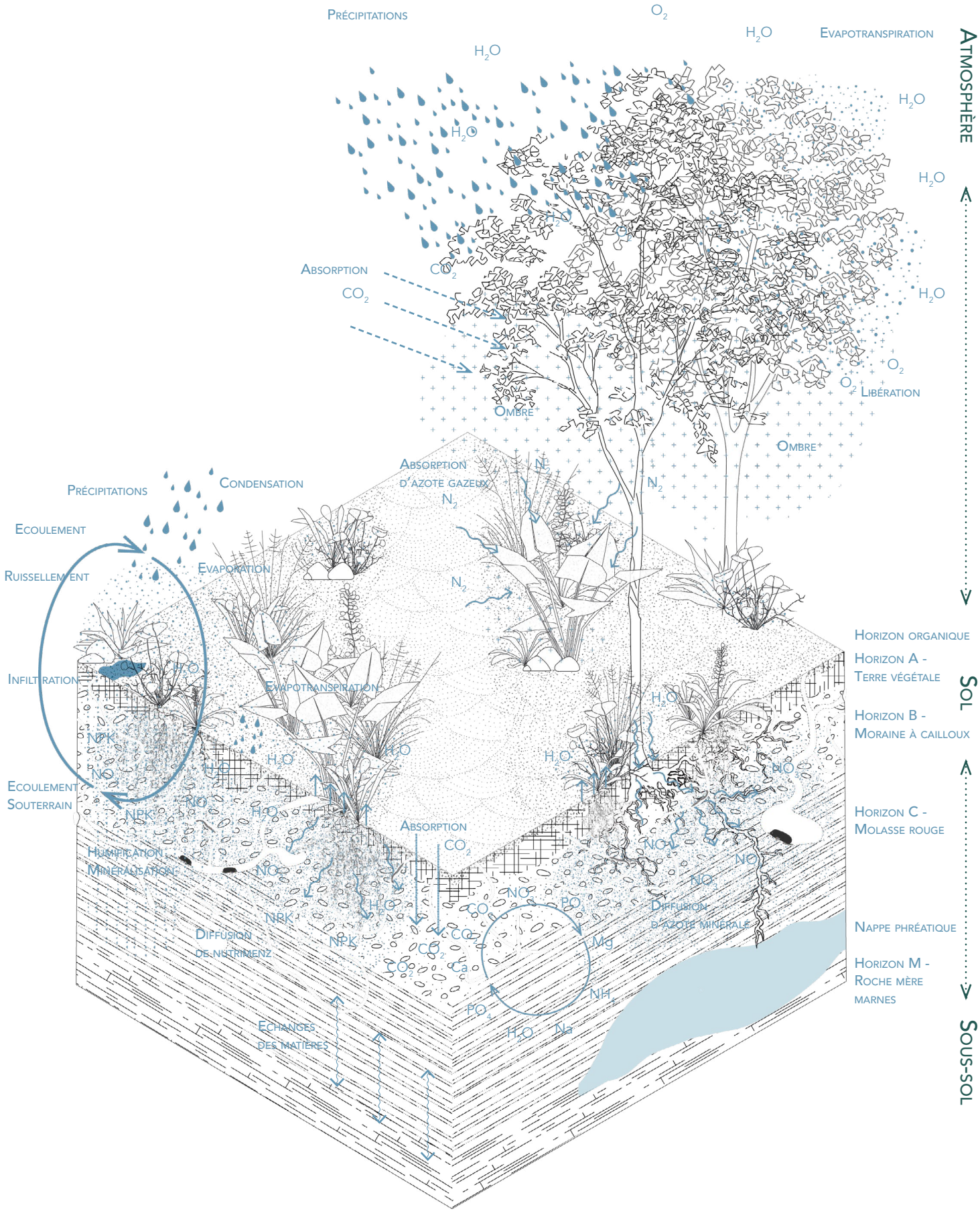


Illustration 1.5
Le fonctionnement et les cycles du sol : interaction en atmosphère/sol/sous-sol

1.2. Des sols vivants en milieu urbain

Le sol, un corps vivant de la nature

«*Le sol est un corps vivant de la nature, au même titre que les plantes et les animaux, les minéraux, les rochers, qui naît, se développe, vit de diverses manières et peut mourir*[46]*».* Cette définition énoncé par Vassily Vassilievitch Dokoutchaïev, fondateur de la pédologie en Russie, définit la formation du sol comme intrinsèquement liée à l'interaction chimique, biologique et physique «*entre le monde minéral et le monde vivant (…). Cette conception du sol comme un corps vivant, avec ses propres règles, dépendant des facteurs naturels, un ensemble unique et invisible, est finalement une conception écologique visionnaire (…)*[47]*»*. Le sol est un milieu complexe qui fonctionne en interaction et en réaction avec le cycle de l'eau et de l'atmosphère (schéma 1.1). Cette synergie permet à la vie de s'installer dans des sols qui peuvent varier d'une épaisseur de quelques millimètres à plusieurs mètres posés sur la croûte terrestre, ce qui en fait un corps vivant. «*Le terme "sol vivant", malgré son approximation factuelle, rend compte de l'interdépendance fonctionnelle entre les êtres vivants dans le sol et leur milieu*[48]*».*

L'écologie urbaine, interaction avec le vivant

Le concept de «corps vivant» est retrouvé dans les sciences de l'urbanisme. Il renvoie notamment à la naissance d'un courant de pensée autour de la sociologie urbaine, à l'École de Chicago au XIX^{e} siècle. L'écologie urbaine (au sens social mais non scientifique) est alors utilisée pour

Horizons de sol

Les pédologues définissent plus de 70 types d'horizons appelés «horizons de référence», décrits et répertoriés dans le Référentiel pédologique (2008). On distingue généralement (i) l'horizon organique (ou O) qui résulte de la transformation des débris végétaux qui s'accumulent à la surface du sol, (ii) l'Horizon A, qui contient à la fois de la matière organique et de la matière minérale. Il est le résultat du travail des organismes vivants dans le sol (vers, insectes). (iii) L'horizon B est enrichi en divers constituants minéraux ou organiques : argile, fer, matière organique, carbonate de calcium. Il résulte de la transformation des minéraux primaires issus de la roche sous-jacente. (iv) L'Horizon C est un horizon d'altération de la roche mère sous-jacente ; et (v et vi) les horizons R ou M qui représentent la roche mère et qu'on distingue en fonction de leur dureté : R pour les roches dures (granites, grès, calcaires) et M pour les roches meubles (sables, marnes). (Deboeuf G. & al., 2022 : 19)

Illustration 1.6
Une nature éphémère en milieu urbain.

[46] DURAND, Marine, 2016. *Pour un autre usage du sol dans la métropole horizontale : du Tchernozem russe à la Valley Section.* p.197
[47] *Idem*, p.197
[48] HAVLICEK, Elena, 2016. *Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ?* p.23

expliquer les transformations morphologiques de la ville. L'analogie avec le végétal est utilisée pour étudier, et comprendre la ville comme un corps vivant aux dépenses énergétiques représentées par les flux humains et les énergies entrantes et sortantes. «(…) *Cette école de pensée s'inspirait de ce qui se passe dans la nature, à travers tous les mouvements de compétition, d'exclusion, d'accommodation et de symbiose*[49]*».*

C'est à travers le courant sur l'écologie urbaine que les questions sur la biodiversité entrent dans le champ lexical des urbanistes et impulsent une prise de conscience de faire la ville avec le vivant.

Le vivant non humain et le végétal font partie intégrante de l'histoire des villes car d'après Muratet et Chiron (2019), une riche biodiversité accompagne le développement des villes depuis le Moyen Âge. C'est après l'essor de la ville industrielle et de la Seconde Guerre mondiale que «*les approches les plus intégrées des écosystèmes urbains ont réellement démarré (…) et l'essor de l'écologie scientifique*[50]*».*

Puis, dans la seconde moitié du XXe siècle les premiers discours sur l'écologie et les atteintes de la société sur celle-ci prennent de l'importance et commencent à résonner, plus ou moins positivement, dans les différentes strates urbaines et sur la nécessité de la biodiversité en milieu urbain. Le rapport *Meadows The Limits to the Growth* commandé par le Club de Rome en 1972, expose déjà «*un effondrement économique global, provoqué par le relatif épuisement de ressources essentielles (qu'elles soient renouvelables ou pas), l'engorgement de pollutions diverses (…)*[51]*».*

Bien que les politiques publiques souhaitent tendre vers un équilibre entre le social, l'économie, l'environnement et où certains espaces assurent la proximité avec la nature, ces efforts semblent être restés vains au vu de la disparition de la biodiversité en milieu urbain. La raréfaction des sols vivants en est le plus triste reflet.

« Le sol est un ***milieu vivant et dynamique*** *qui permet l'existence de la vie végétale et animale. Il est* ***essentiel à la vie*** *de l'homme en tant que source de nourriture et de matières premières. Il est un* ***élément fondamental de la biosphère*** *et contribue, avec la végétation et le climat, à régler le cycle hydrologique et à influencer la qualité des eaux.*

Le sol constitue une entité en lui-même*. Comme il contient les traces de l'évolution de la terre et de ses êtres vivants et constitue par ailleurs l****e support des paysages****, son intérêt scientifique et culturel doit être pris en considération»*

(Chartes européenne des sols, 1972)

[49] PHILIPPE, Olivier, 2021. *Sols Vivants, socles de la nature en ville*. p.21
[50] MURATET, Audrey, CHIRON, François, 2019. *Manuel d'écologie urbaine*. p.18
[51] MAROT, Sébastien, 2016. *Au centre du tableau : introduction à la conférence de Dennis Meadows 24 novembre 2011*. p.20

Les rôles écosystémiques des sols

«Cette *approche multifonctionnelle des sols*[52]» disposée dans l'article 1 de la charte des sols, datant de 1972, n'a pas insufflé au politique publique une prise de conscience de cette richesse vitale que les sols offraient et la nécessité de les préserver. Comme l'expliquent Christian Walter et al., la prise en considération est très récente. L'équipe de chercheur écrit que cette « *nouvelle vision* », et l'importance des sols, prend forme «*dans le cadre des travaux associés à la stratégie européenne de protection [de 2006]*», et qu'il semble alors clairement établi que *«les sols assurent au sein des écosystèmes des fonctions essentielles pour les sociétés et pour l'environnement (Blum, 2006) et [donc que] l'existence de ces fonctions justifie des mesures de protection, notamment juridiques, permettant de maîtriser les processus de dégradation qui affectent de façon croissante les sols*[53]*».* Ce sont notamment les phénomènes d'urbanisation et d'extension des villes qui accentuent le plus ce processus de dégradation des sols, comme expliqué dans la partie précédente.

Le sol en milieu urbain n'est pas qu'une surface anéantie et recouverte de matériau d'origine anthropique, imperméable et dégradé. Il permet la construction de lieux comme les parcs, les jardins, les squares, les ripisylves des rivières ou fleuves qui traversent les villes, les plates-bandes, les tiers lieux, etc. Là où les milieux, en surface et en profondeur dialoguent, échangent et interagissent encore, ils assurent les conditions de vie à la faune et à la flore.

Le sol «*lorsqu'il subsiste sous sa forme naturelle, ou du moins proche de l'état naturel, il contribue au fonctionnement de la ville (…)*[54]*»*, il irrigue le milieu urbain.

La vie encore présente dans les sols permet d'assurer les services écosystémiques. Cette notion de services écosystémiques est une vision très anthropocentrée de la nécessité de faire avec les sols (comme ressource) et non pour les sols en tant que corps vivants, notamment si l'on souhaite maintenir la biodiversité en ville. Elle «*[a] émergé du champ de l'économie et [a] été reprise, en 2005, dans le cadre du Millenium Ecosystem Assessment des Nations unies*[55]*»* ce qui explique la vision très utilitariste de la volonté de donner une valeur à la nature, mais qui s'avère nécessaire pour protéger les sols. Audrey Muratet et François Chiron dans leur ouvrage «Manuel d'écologie urbaine» évoquent le fait que *: «la notion de service écologique (ou « écosystémique ») a remplacé celle de fonction écologique* (Millenium Ecosystem Assessment) *(…) le service étant le bénéfice que l'humain retire d'une fonction écologique*[56]».

De plus, Elena Havlicek explique dans son article sur le sol urbain, dans l'ouvrage intitulé «Le sol des villes» de Panos Mantziaras et Paola Viganò, que les fonctions ou services permis par les sols en villes, assurent aux sociétés urbaines des bénéficies plus ou moins indirect et une qualité de vie non négligeable. L'autrice définit six grandes fonctions, qu'elle attribue au sol et qui influence le cadre citadin. «*Les trois premières fonctions, dites*

[52] WALTER, Christian et al., 2015. *Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation.* p.55
[53] *Idem*, p.55
[54] HAVLICEK, Elena, 2016. *Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ?* p.19
[55] WALTER, Christian et al., 2015. *Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation.* p.55
[56] MURATET, Audrey, CHIRON, François, 2019. *Manuel d'écologie urbaine.* p.17

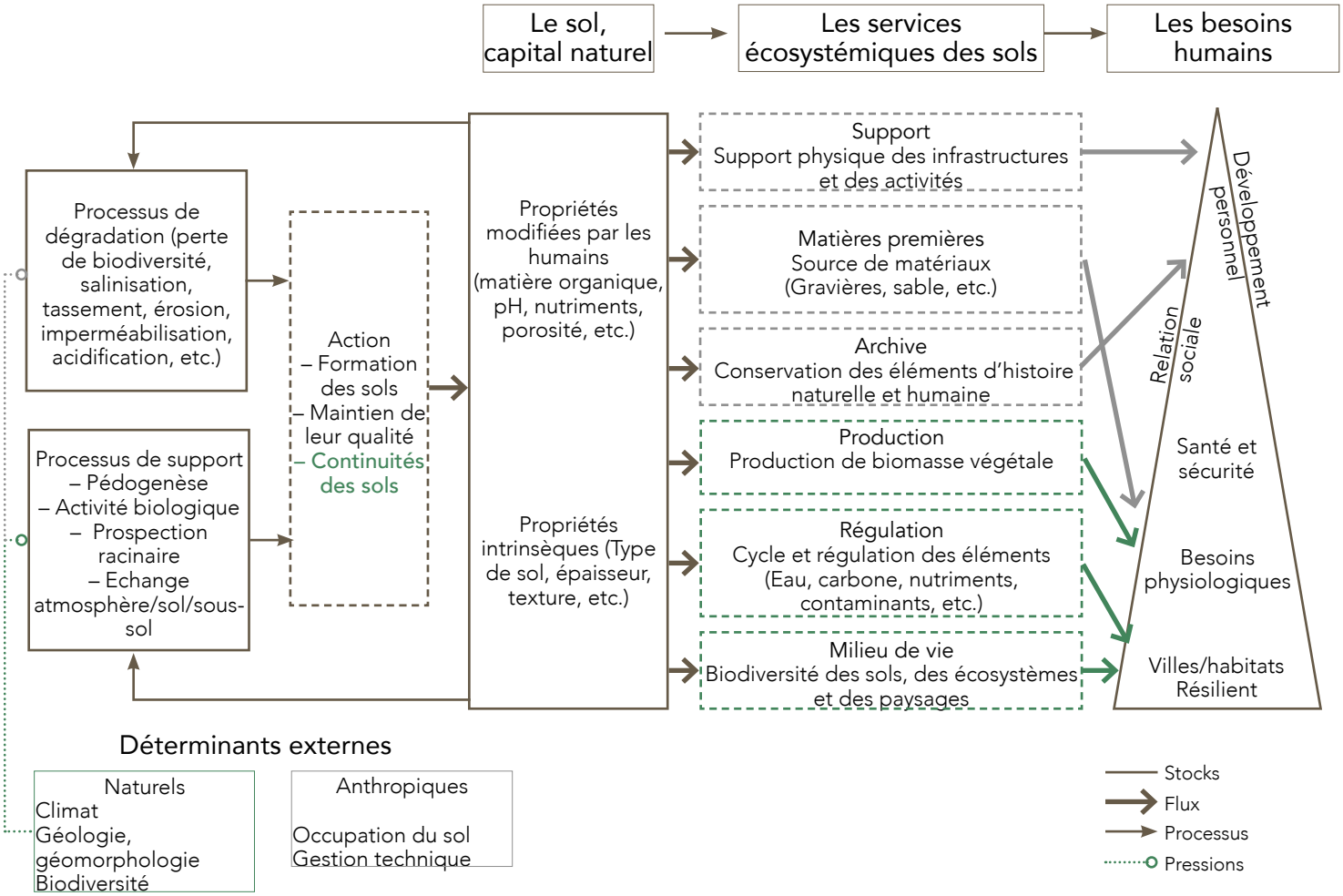


Schéma 1.1
Concept positionnant le sol comme un capital naturel générant des services écosystémiques en réponse à des besoins humains

"écologiques", sont dépendantes de l'activité biologique des sols et ne peuvent être assurées que par un "sol vivant"[57]*»*. Les trois fonctions citées par Elena Havlicek sont :

– *La production*, de biomasse végétale qu'elle soit à destination humaine ou non-humaine et aussi comme source de matériaux ;

– *La régulation*, qui prend en compte le cycle de l'eau quand le sol joue son rôle d'éponge en absorbant les ruissellements ou les crues limitant ainsi les inondations. Un régulateur aussi du climat grâce à la captation du carbone ;

– *Un milieu de vie*, *réservoir direct de biodiversité* comme on a pu le voir plus haut dans la définition de Vassily Vassilievitch Dokoutchaïev : le sol héberge et fait vivre de nombreux organismes vivants tout en assurant les échanges entre lui et l'atmosphère. Ainsi qu'un «*réservoir indirect, car le sol est un support physique et fonctionnel des paysages visibles*[58]*».*

Le sol assure également trois autres services dont les sociétés tirent pleinement profit, en référence à «*la notion de capital productif*[59]*»* (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

– *Le support physique*. Le sol est remanié en surface comme en profondeur et se voit recouvert de construction conduisant donc, dans la grande majorité des cas, à une imperméabilisation définitive ;

– *Archive*. Le sol offre, lorsqu'on l'explore, l'évolution des paysages passés ou l'évolution des climats y compris les activités et les usages des sociétés qui permettent de retracer l'histoire de l'humanité ;

– Une *source de matériaux primaires*, prenant la forme d'exploitation telle que les gravières, les énergies fossiles comme le pétrole ou le charbon, conduisant très souvent à des pollutions et une destruction irréversible de sa structure et donc de ses qualités comme corps vivants.

Le schéma conceptuel sur le sol en page 24 (schéma 1.1), représente de manière diagrammatique les flux et les interactions des sols dans cette vision utilitariste pour la société, mais nécessaire pour le vivant.

La pleine terre, un milieu continu, vertical et horizontal

D'après sa fonction écologique (mentionnée par Elena Havlicek) en milieu urbain, le sol vivant fait écho à la notion de « pleine terre ». Dans son article sur la « pleine terre »[60], Yannick Poyat explique que c'est un terme plutôt flou qui dissimule une multitude de représentations, où chacun apporte sa propre définition en fonction de son corps de métiers. De plus, cette notion fait souvent référence à une question d'épaisseur, variable là aussi au regard de son usage, sans réelle préoccupation ou prise en compte de l'imperméabilisation ou non des horizons. Pourtant, comme l'a théorisé Vassily Vassilievitch Dokoutchaïev, le sol s'est constitué et vit grâce aux interactions entre la surface et le monde des profondeurs. «*La pleine terre n'est pas [qu']une question d'épaisseur mais de CONTINUITÉ. Le sol*

[57] HAVLICEK, Elena, 2016. *Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ?* p.25
[58] *Idem*, p.25
[59] *Ibidem*
[60] POYAT, Yannick, 2023. *Post LinkedIn La pleine terre.*

est un carrefour entre la roche mère et l'atmosphère. À partir du moment où on rompt cette continuité verticale, on ne peut plus se permettre de parler de "pleine terre"[61]» ni de sol vivant (voir encadré sur la définition des horizons page 21).

Outre la notion de continuité verticale induite par la notion de «*pleine terre*» définit précédemment, «*les espèces présentent dans le sol ont elles aussi des besoins de déplacement*[62]», «*pour accomplir leur cycle de vie, se reproduire, échapper à des changements ponctuels dans leur environnement, recoloniser un milieu après un épisode de mortalité, etc.*[63]». Cela amène à prendre en compte et à préserver aussi les continuités horizontales. Par exemple : que ce soit en surface ou en profondeur quand on aborde les questions de végétalisation des territoires et des villes.

Par ailleurs, on voit émerger en urbanisme,l'idée de continuité représentée par le concept des trames bleue et verte. Elles dépassent la simple échelle de l'urbain pour se reconnecter au grand territoire et ainsi inclure «*la ville dans son territoire, l'arrimer à ses infrastructures "naturelles", à son socle géographique, la relier à la campagne qui l'environne*[64]».

Dans ce même modèle, la trame brune «*désigne les pratiques d'urbanisme visant le maintien ou le rétablissement de la continuité écologique des sols*[65]». C'est la dimension pédologique qui est recherchée pour dessiner et mettre en place des continuités de sol plus ou moins perméables sur les territoires et en corrélation avec les autres trames.

Selon Yannick Poyat, le sol en milieu urbain est très hétérogène et marqué par des surfaces perméables discontinues. La définition de la trame brune proposée par Yannick Poyat prend en compte l'interaction atmosphère/sol/sous-sol, incluant le volume souterrain car celui-ci permet (s'il n'a pas été trop altéré, comprimé ou pollué) de maintenir les échanges et la circulation de l'oxygène et de l'eau. Ce volume souterrain est définit comme «*l'encaissant*[66]» : matériaux terreux en sous-sol et qui permet l'exploration racinaire. Il est à intégrer à la trame brune car il assure une plus grande continuité de sol et permet d'accueillir la prospection racinaire. Toutefois, ce concept de trame brune ne trouve pas encore sa place dans les outils d'aménagement du territoire en Suisse ni dans la Stratégie Sol Suisse datant de 2020 qui ne le mentionne pas dans ces objectifs et orientations stratégiques.

Cependant, on retrouve sur le canton de Genève, un autre concept de planification dans l'aménagement du territoire. Il permet d'assurer des continuités, même si celles-ci s'amenuisent. Ce sont les pénétrantes de verdure qui prennent leurs sources dans le grand territoire transfrontalier du bassin genevois pour s'immiscer jusque dans la ville dense et souvent peu perméable. Ces pénétrantes de verdure incarnent l'outil de planification des espaces non construits daté de 1936 et représenté par Maurice Braillard et Alain Bodmer dans les documents d'urbanismes de l'époque. De plus, le sol est un «*[o]rganisme indépendant mais qui joue*

[61] POYAT, Yannick, 2023. *Post LinkedIn La pleine terre.*
[62] MATHIEU, Jérôme. 2016. *Biodiversité et syndrome de dispersion dans les communautés de macrofaune du sol*
[63] CHALOT, Robin, 2016. *Trame brune.*
[64] TOUBLANC, Monique, 2012. *Planifier les trames vertes dans les aires urbaines : une alliance à trouver entre paysagisme et écologie.*
[65] PARMENTIER, Hervé, 2022. *Trame brune.*
[66] POYAT, Yannick, 2023. *Post LinkedIn.*

un rôle à l'échelle territoriale, puisqu'il interagit avec d'autres facteurs naturels, jouant alors un rôle dans l'écosystème[67]*».*

La corrélation, entre les continuités permises par les pénétrantes de verdure et le sol vivant en milieu urbain, semble ouvrir le chemin des possibles vers différentes perspectives de planification. Les continuités de sols en surface comme en profondeur deviennent les enjeux d'une pleine terre retrouvée.

Illustration 1.7
Le sol se révèle dans les moindres interstices de la ville.

En bref.

Ce qu'il faut retenir de cette partie :

- le sol est un milieu complexe et vivant. Les organismes s'y déplacent, s'y nourrissent et s'y reproduisent (sens pédologique);
- La naissance de l'écologie urbaine (XIXe) donne de l'importance à la biodiversité et au vivant (non-humain) dans le milieu urbain;
- un sol vivant et sain en milieu urbain assure des fonctions/services écosystémiques (captation du carbone, infiltration de l'eau, habitat, etc.);
- la pleine terre est un sol vivant qui permet une continuité verticale et des échanges entre l'atmosphère et la roche mère;
- la trame brune (continuité horizontale) prend en compte les continuités écologiques et les interactions atmosphère/sol/sous-sol;
- le parallèle entre le concept de pénétrante de verdure et les continuités de sol vivant offre une perspective plus vertueuse dans la planification urbaine à Genève.

[67] DURAND, Marine, 2016. *Pour un autre usage du sol dans la métropole horizontale : du Tchernozem russe à la Valley Section.* p.198

« Tout cela vise à ***déplacer notre attention*** *: du bâtiment au sol, à la surface qui s'étend entre les bâtiments et qui ne peut être déniée ou réduite à un simple espace technique.*
{ …} Je soutiens qu'il ne s'agit pas seulement de penser à changer l'usage de ce qui existe déjà ou à le remplacer par une nouvelle architecture, à combler les parties inachevées de la ville, mais qu'il s'agit aujourd'hui aussi, et peut-être avant tout, de ***concevoir le sol d'une manière qui ne soit pas banale, réductrice, technique et inarticulée.*** *»*

(Secchi, 1986 : 23)

1.3. Le sol vivant, un levier des projets urbains et des projets de paysage ?

Le sol vivant comme levier de projet

«*Suolo-sol est, étymologiquement, la substance physique, la dimension publique/éthique et le lieu de l'être et du devenir*[68]». Le sol revêt une dimension de bien commun, selon des dimensions sociales et écologiques. Considérer cette ressource non pas au sens utilitariste du terme, mais sur le plan de l'éthique écologique (source de vie) initie une réflexion sur les sols vivants, sur l'espace et l'épaisseur qu'ils occupent dans les différentes échelles et strates de la ville et du territoire. Cette réflexion impulse le projet de sol et permet «*de placer la question du vivant au cœur d'une planification qui n'est ni urbaine, ni rurale*[69]» mais territoriale.

Le sol visible c'est «*l'espace entre les choses» (Secchi, 1993) et «donc le nouveau matériau du projet»* écrit Monica Bianchettin Del Grano dans son article «*Le projet du sol et l'espace entre les choses».* Comme elle l'explique, la prise en considération du sol «*n'est plus opérante*[70]» si l'on s'attarde uniquement sur la surface. L'apprécier comme matière, élément et/ou source vivante permet d'interroger sa place dans le projet de territoire. En effet, le sol offre *«[des] espaces dans lesquels nous vivrons dans les décennies à venir (…) [et] déjà en grande partie construits*[71]». Aujourd'hui, on doit le protéger en essayant de planifier autrement.

Prendre en compte et comprendre le sol vivant encourage à sortir de cette vision anthropocentrée et conduit vers la nécessité de s'appuyer sur cette ressource, cette partie invisible du paysage, trop longtemps oublié des objectifs de qualité, des politiques de planifications et d'aménagements des villes.

Le projet par le sol vivant aspire à être régulateur de l'espace bâti et non bâti. C'est un projet de territoire qui s'inscrit dans la durée et qui implique de regarder le territoire sous un nouveau prisme, sans le réduire au foncier, mais comme source du vivant. «*Le sol devient alors ce que nous avons en commun, une ressource naturelle et spatiale que le projet d'urbanisme contribue, à travers ses choix, à valoriser ou à nier*[72]». La grande diversité des sols en milieu urbain, trop souvent annihilé par l'artificialisation, est pourtant une source de projet. Bernardo Secchi (1993) explique que le projet par le sol et pour le sol conduit «*vers de multiples alliances entre disciplines, vers des possibilités d'interaction et de reformulation des pratiques de recherche sur la ville, vers une éthique du vivant, où le sol se pose comme occasion privilégiée de projet*[73]». Considérer le sol vivant comme sujet de la planification urbaine est une source potentielle pour consolider les continuités écologiques sur le territoire. Comme le souligne Raffestin, le sol doit être abordé sous le prisme de «*l'objet, du nœud de relations*[74]» dans les écosystèmes qui régissent les territoires. Il fait ainsi le lien entre toutes les dimensions des paysages visibles et invisibles.

---

[68] BIANCHETTIN DEL GRANO, Monica, 2016. *Le projet de sol et l'espace entre les choses.* p.226
[69] RIO, Nicolas, FRANÇOIS, Mathilde, LOISEL, Manon, 2021. *Une COP des sols vivants pour faire atterrir la planification. [en ligne]*
[70] BIANCHETTIN DEL GRANO, Monica, 2016. *Le projet de sol et l'espace entre les choses.* p.230
[71] *Idem*, p.230
[72] VIGANÒ, Paola, 2016. *Le sol et son projet.* p.247

Vers une planification à « *hauteur de sols* »

«*Le vivant auparavant non remarquable devient l'objet de notre attention*[75]». Ce renversement de l'attention induit par un changement d'échelle d'étude, met en lumière les sols vivants. «*[D']aborder le sujet "à hauteur de sols" invite (…) à repartir du terrain*[76]» et implique une connaissance plus fine de leurs qualités et surtout de leurs complexités pour tendre vers des projets de planification en cohérence avec les sols vivants. Le sol vivant n'est pas qu'un simple aplat de couleur bien délimité par des traits dans les documents normatifs et de planifications. Pour illustrer les continuités qui assurent son bon fonctionnement, il faut rendre visible cette épaisseur. Il est donc nécessaire «*de mettre l'accent sur l'importance des continuités, par delà les découpages administratifs, pour éviter les effets d'enclavement des espaces végétalisés*[77]» et le morcellement des territoires vivants en profondeur comme en surface.

L'enjeu consiste également à redéfinir une gouvernance adaptée pour mieux définir la place des sols vivants dans les outils de planification, en priorité dans les zones à bâtir, en analysant et en discutant avec les acteurs sur le terrain.
Raffestin dans son article «*Éléments pour une théorie du sol*» (1989), insiste sur le fait que le sol doit avant tout répondre à un besoin des projets collectifs «*tout en tenant compte des autres facteurs de l'écosystème intégrés dans les éco-, bio- et socio-logiques*[78]».

Le décloisonnement du projet de territoire est nécessaire, et ne peut plus être réservé aux seuls aménagistes. Il touche au commun et donc au besoin de réservoir de sol essentiel pour les générations à venir.

Dans leurs travaux sur «*une COP des sols vivants pour faire atterrir la planification*» l'Atelier Georges mené par Nicolas Rio, Mathilde François et Manon Loisel; définissent les bases d'un modèle de gouvernance adaptable à chaque échelle en impliquant les acteurs du territoire :

Illustration 1.8
Détails de sol et de racines au pied d'une touffe d'herbes - représentation du vivant

[73] VIGANÒ, Paola, 2016. *Le sol et son projet.* p.243
[74] RAFFESTIN, Claude, 1989. *Éléments pour une théorie du sol.* p.185
[75] ZHONG MENGUAL, Estelle, 2021. *Apprendre à voir : le point de vue du vivant.* p.34
[76] RIO, Nicolas, FRANÇOIS, Mathilde, LOISEL, Manon, 2021. *Une COP des sols vivants pour faire atterrir la planification [en ligne]*
[77] *Idem*
[78] RAFFESTIN, Claude, 1989. *Éléments pour une théorie du sol.* p.186

*> **La prise de conscience des interdépendances**, pour démontrer qu'au sein d'un même bassin de vie, nous sommes tous concernés et tous impactés par la bonne santé des sols.*

*> **La construction de coalitions multiacteurs**, pour dépasser la fragmentation institutionnelle et souligner la convergence des intérêts.*

*> **La négociation d'engagements réciproques**, pour tenir compte de la marge de manœuvre dont dispose chaque acteur.*

La gouvernance s'appuie sur un modèle de concertation, de sensibilisation et attend un partage des connaissances. Elle assurera une meilleure prise de conscience du besoin de fédérer autour du projet et pas seulement de la préservation dans l'aménagement du territoire. De même, dans le domaine de l'urbanisme, comme l'explique l'équipe de chercheur Viganò, Barcelloni Corte et Vialle, la *transdisciplinarité* mêlant l'urbanisme et les sciences du sol sont indissociables pour une compréhension et «*une prise en compte efficiente des sols urbains*[79]*»*. Le projet de sol vivant ne doit pas devenir une énième couche du mille-feuille des documents normatifs de l'aménagement du territoire. Il doit agir avec et pour le vivant. Particulièrement dans un contexte climatique critique qui ne cesse de se dégrader et d'impacter toutes les échelles du vivant. Cette nouvelle planification par le sol doit conduire «*vers une éthique du vivant, où le sol se pose comme occasion privilégiée de projet*[80]*»*.
Cette gouvernance s'inscrit dans une temporalité du projet de sol qui dépend notamment de la nécessité de densifier d'abord les villes vers l'intérieur. La notion «d'urbanisation vers l'intérieur», évoquée par l'équipe de chercheur Viganò, Barcelloni Corte et Vialle est encouragée par les politiques publiques suisses et portée par la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (Loi fédérale 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire [LAT] 2014) avec une forte limitation de la zone à bâtir en périphérie des villes. La Suisse en tant que territoire dense est tributaire des thématiques liées à la souveraineté alimentaire qui ont une influence forte sur les politiques d'aménagement. «*La LAT affirme déjà en 1979 de veiller à "une utilisation mesurée du sol et à la séparation entre les parties constructibles et non constructibles du territoire" (Confédération Suisse, 1979)*[81]*»*. Cela conduit à des politiques de densification des agglomérations de manière plus compacte et vers l'intérieur, au détriment de la recherche d'une valeur ou d'une qualité des sols existants en milieu urbain. Comme l'explicitait Raffestin «[*l]'efficacité ou l'inefficacité des lois sur l'aménagement dépend de leur aptitude à ménager la "poche à temps" que représente le sol*[82]*»*. Ces *«poches à temps»* qu'il définit comme les forêts, bois ou parcelles agricoles dans nos villes, *ressource plurifonctionnelle* de sols vivants pour les générations futures, seront les premières victimes à l'avenir de ces politiques d'urbanisation poursuivant un processus continu d'artificialisation et de raréfaction des sols. Aujourd'hui, sur le canton de Genève, une grande partie de ces *«poches à*

[79] VIGANÒ, Paola, BARCELLONI CORTE, Martina, VIALLE, Antoine, 2020. *Le sol de la ville-territoire*. p.4
[80] VIGANÒ, Paola, 2016. *Le sol et son projet*. p.243
[81] SABATOU, Valentine, 2022. *Délimitation cartographique des pénétrantes de verdure*. p.13
[82] RAFFESTIN, Claude, 1989. *Éléments pour une théorie du sol*. p.188

temps», réservoir de biodiversité, permettent d'assurer les continuités de paysages que sont les pénétrantes de verdure du grand territoire à la ville dense.

Du sol au projet de paysage

Sans sol vivant il n'y a pas ou presque pas de paysage vivant car *«le paysage n'est que le reflet de son sol»* souligne Gilles Gallinet géologue naturaliste, lors de la conférence sur les «*Sols Vivants, socles de la nature en ville»* (2021). «*Cette usine vivante utilise tous les facteurs naturels en présence : le climat (les variations de température agissant sur l'eau par exemple), la végétation (apport de matière organique notamment), la topographie (ruissellement, érosion, exposition au soleil, au vent et à la pluie) et le temps, facteur-clé de la formation d'un sol qui peut prendre plusieurs centaines, voire milliers d'années et constitue ainsi, à l'échelle humaine, une ressource non renouvelable*[83]*».* C'est par la combinaison, la multiplicité des échanges et des relations entre tous ces facteurs que se façonnent les paysages que l'on perçoit et que l'on habite. Les sols sont animés par une dynamique d'échanges initiés par les cycles de matières (roche, eau, air) et par le règne du vivant. Nous oublions qu'ils sont intrinsèquement liés, car le paysage est avant tout «*un milieu qui nous affecte et dans lequel nous baignons, agissons, pensons, décidons rêvons aussi* et surtout, *[i]l est une dimension constitutive de notre existence sur terre*[84]*»* dont dépend cette intime relation sol-paysage. Jean-Marc Besse précise dans une même perspective «*[qu'a]gir avec le paysage, c'est se soucier de la biologie du sol (...) c'est reconnaître, et intégrer une dimension fondamentale de l'action et du projet, la puissance agissante des êtres vivants (...)*[85]*».* Les sociétés ont dessiné les paysages comme elles ont façonné les sols, mais les êtres vivants (non-humain) qui habitent ces paysages de surface et des profondeurs eux aussi les vivent, les traversent et les enrichissent. Les paysages des villes et des territoires, sont à l'image de ces sols : vivants, d'une très grande diversité et parfois encore empreints de qualité.

Cependant, ces paysages du quotidien sont considérés comme banale car ils sont devenus des paysages de passage. Ils sont autant d'espaces non-construits de vie où «*le paysage doit être compris comme un espace et un temps de transformation, de déplacement et de débordement qui en font une entité instable, dynamique, évolutive*[86]*»*. Ce sont des paysages du collectif et «d'*une entité relationnelle au sens qu'Augustin Berque a donné à ce terme*[87]*»*. Autrement dit, un bien commun de sol à la surface qui se caractérise en «*un milieu biface, composé d'un versant "naturel" et d'un versant "humain", social, spatial et historique*[88]*»* avec lesquels nos sociétés peuvent agir pour impulser des projets de sols et de paysages de qualités. En effet, «*le paysage est le milieu et le résultat toujours changeant des métamorphoses qui le traversent*[89]» et le sol vivant devient alors un milieu qui nous affect.

Dans cette dynamique de densification initiée

[83] Commission des monuments, de la nature et des sites, 2018. p.3
[84] BESSE, Jean-Marc, 2018. *La nécessité du paysage*. p.5
[85] *Idem*, p.5
[86] *Idem*, p.35
[87] *Idem*, p.16
[88] *Ibidem*
[89] *Idem*, p.35

en milieu urbain, «*[l]es espaces ouverts sont simplement devenus "une étendue horizontale faite de résidus" (…) les villes et les territoires des paysages urbains contemporains ressemblent à "d'immenses collections d'objets" placés les uns à côté des autres dans une indifférence mutuelle (Secchi, 1993)*[78]*».* Pourtant ces espaces ouverts et non-construits, font partie de nos paysages du quotidien. Ils façonnent nos villes, nous offrent des profondeurs de champs, et ouvrent des horizons dans des villes densément construites.

En plus de revêtir une importante fonction sociale comme le défend Secchi (1993), Marot (1995), ou encore Besse (2018) entre-autres, l'espace ouvert non construit est une ressource de sol vivant en milieu urbain et sur lequel le projet peut s'appuyer. D'ailleurs, Gilles Gallinet explique que «*le sol vivant est source de paysage. Ce que nous voyons de nos yeux et qualifions de paysage est la partie visible de l'écosystème (…) Sans sol [vivant], pas d'épanouissement de l'écosystème planétaire*[79]*»*, de fait le paysage dépend de cette *spécificité* du sol.

L'équipe de chercheurs Viganò, Barcelloni Corte et Vialle défend l'hypothèse «[qu'] *il convient de préserver et de valoriser la quantité d'espaces ouverts et/ou cultivables diversifiés présents dans les aires urbaines et métropolitaines, (...) a au contraire permis de montrer que c'est dans le projet de la ville même que réside une partie de la solution au paradoxe actuel*[80]*».* C'est finalement par la reconnaissance de ces paysages du quotidien ouvert et non construit que l'on peut mettre en évidence «*la co-évolution du sol [vivant] et du paysage*[81]*»*. Finalement, c'est peut-être dans la planification des espaces non-construits que réside la manière de limiter l'étalement et l'artificialisation pour tendre vers une protection et agir pour ce diptyque sol-paysage.

Ainsi, comme l'explique Alain Ruellan (1985) «*c'est fondamental, les visions structurées et dynamiques de la couverture pédologique, les visions structurées et dynamiques des relations de cette couverture avec le paysage : c'est essentiel pour comprendre ce que l'on voit, c'est essentiel pour planifier toute utilisation du milieu*[82]*».* Toutefois, les documents normatifs, les outils de planification régissent les règles d'urbanismes, la révision de la Loi sur l'Aménagement du Territoire (LAT2) ou encore celle de la Stratégies Sol Suisse (2020), n'empêchent pas ces milieux sols-paysages de subir les assauts de la densification. Même s'ils tentent de freiner ces pertes précieuses de sols vivants. La connaissance des sols est plus qu'une nécessité. Elle doit, de surcroit, impliquer dans les projets les acteurs spécialisés comme les pédologues, et s'appuyer sur des outils de représentation du diptyque. Grâce à des méthodes et des outils programmatiques la préservation et l'aménagement de ces espaces vivants, ouverts et non-construits en milieu urbain seraient assurés.

L'enjeu se traduit par la spatialisation et la représentation des paysages ouverts et non-

[78] BIANCHETTIN DEL GRANO, Monica, 2016. *Le projet de sol et l'espace entre les choses.* p.237
[79] GALLINET, Gilles, 2021. *Sols Vivants, socles de la nature en ville. p.9*
[80] VIGANÒ, Paola, BARCELLONI CORTE, Martina, VIALLE, Antoine, 2020. *Le sol de la ville-territoire.* p.18
[81] RUELLAN, Alain, 1985. *Les sols dans le paysage.* p.198
[82] *Idem*, p.205

construits liés aux sols. Les documents normatifs et réglementaires de l'aménagement du territoire doivent préserver, faire exister et protéger (sans mise sous cloche) les sols encore vivants en milieu urbain en leur attribuant une valeur/une qualité à travers les paysages qu'ils portent et nourrissent. «*Comme dans les descriptions de Vidal de la Blache, le "projet du sol" met au centre son épaisseur, dans laquelle toutes les modifications territoriales se déposent et peuvent devenir, comme l'écrivait Vidal, objet de lecture*[83]*»*. Ainsi, le sol ne serait plus dissocié et considéré simplement comme une surface quantitative dans l'aménagement du territoire. Il ne s'opposerait pas non plus à une considération qualitative dans la protection de l'environnement et de la nature, comme le précise Emmanuel Frossard professeur ordinaire de nutrition végétale à l'Institut des sciences agronomiques de l'ETH Zurich. Au contraire, il s'agit de l'associer au paysage. Que le sol soit vivant, que partiellement remanié ou créé par une succession d'actions humaines, il offre une opportunité pour révéler les continuités. L'enjeu est de maintenir et d'assurer des continuités de sols vivants et des paysages du grand territoire jusque dans la densité de la ville. S'appuyer sur les outils de planification du territoire déjà existants, comme les pénétrantes de verdure ou l'Indice de Qualité des sols, permettrait de pérenniser ces continuités et d'en initier des nouvelles.

C'est à travers les propos de Michel Corajoud (2010), que l'on comprend l'importance des fondements écosystémiques et métaboliques des sols vivants pour la naissance des paysages. En effet, sols et paysages se sont longuement et mutuellement façonnés sur des temps géologiques. Aujourd'hui, même si les sociétés ont remodelé les sols et les paysages, offrant un caractère anthropique, ils sont encore présents dans nos villes et assurent les continuités avec le territoire vivant.

[83] VIGANÒ, Paola, 2016. *Le sol et son projet.* p.248

En bref.

Ce qu'il faut retenir de cette partie :

- le sol revêt une dimension de bien commun (sociale et écologique);
- la préservation du sol passe par sa connaissance et sa compréhension;
- comment éviter la perte du sol ? En tenant compte de son aspect primordiale comme source du vivant pour appréhender différemment la planification;
- pour visibiliser les sols dans les documents d'urbanismes il faut les représenter à l'aide d'outils et développer des méthodes de programmation et de gouvernance adaptées;
- le projet de sol impose une transdisciplinarité des regards;
- le sol dépend du paysage et le paysage dépend du sol;
- les milieux ouverts et non-construits dans la ville sont importants. Ils ouvrent des horizons et sont vecteurs de paysages vivants;
- l'association du sol au paysage offre des opportunités pour pérenniser les continuités.

« Par cette agitation de surface la terre protège son intégrité profonde et amorphe et, laissant la part du ciel, ***elle tisse avec lui un épiderme commun, le sol****, qui prend, pour nous, tous les aspects des phases transitoires de leurs différents états d'équilibre. Il n'est donc pas étonnant que dans cette* ***couche d'instabilité où deux milieux s'affrontent****, la vie végétale puisse s'installer puisque, avant même que s'y enfouisse la graine,* ***tout le potentiel actif du ciel et de la terre s'y trouve déjà concentré****. »*

(Corajoud, 2010 : 10)

1.4. Le sol : vers un urbanisme du vivant dans le canton de Genève

Aujourd'hui, les sols du canton de Genève subissent une très forte pression. Ce canton est l'un des plus petits de Suisse, mais compte parmi les plus densément peuplé, avec une surface de 28 248 ha dont 6517,3 ha artificialisé soit 27,4% classés en «zones à bâtir mixtes» prenant en compte le logement et les activités tertiaires. Le sol du canton fait face à une forte concurrence avec la mobilité, la pression foncière pour l'habitat et le développement des industries. Les terres arables, de la zone agricole sur ce plateau genevois ne sont pas en restes car elles s'étendent sur une superficie 12 649,3 ha soit 44,8% du territoire. Cependant, ces sols agricoles situés «hors de la zone à bâtir»ne sont pas toujours vivant et en bonne santé. Ils sont recouverts par des bâtiments d'exploitation agricole toujours plus vastes et par des serres de grandes surfaces pour une production très souvent hors-sol au détriment de la vie biologique des terres. De plus, la mécanisation des pratiques agricoles qui a amélioré les rendements et facilité le travail pour les agriculteurs, a entraîné une pollution et une compaction du sol par le va et vient des machines.
Dans le dernier tiers de surface de sol sur le canton, appelées «les autres zones de non bâtie» soit 27,9% du territoire, les sols sont aussi malmenés, remaniés et artificialisés pour accueillir les infrastructures routières ou des zones de loisirs par exemple. La révision de la LAT devrait aller dans le sens d'une protection renforcée de la consommation des sols «hors de la zone à bâtir» et limiter l'étalement du parc immobilier. Cependant, dans la zone à bâtir du canton de Genève, plus de 76% de la surface est déjà construite (avec un taux d'imprécision de 10%) et 14% soumis à la densification à moyen long terme, et donc à une artificialisation voir une imperméabilisation des sols[84].
L'enjeu est de répondre à l'un des 6 objectifs promulgués par l'OFEV : réduire la consommation de sol avec comme ambition «zéro consommation nette de sol en Suisse à l'horizon 2050». Objectif qui s'avère être plus quantitatif que qualitatif des sols car les lois protègent l'aire des sols mais ne tiennent pas compte de leur épaisseur qui est pourtant primordial à leur fonctionnement. Il devient donc impératif de mettre en place des stratégies pour préserver la qualité des sols en milieu agricole mais aussi en milieu urbain. Comme l'explique Paola Viganò lors de la conférence « *Le sol comme base de projet commun* » à la fondation Braillard en octobre 2020, dans le canton de Genève 27% des sols en milieu urbain sont non-construits, ce sont très souvent des sols artificialisés qui ont perdu une grande partie de leur qualité et sont réduits à un usage mono-fonctionnel. Ils sont une ressource cachée, une réserve de sol qui peut-être régénéré, reconstruit et reconnecté à des réseaux continus de sol vivant. Ces objectifs supposent un changement de paradigme sur les sols en milieu urbain et d'opérer une transition de cette pensée pour tous les acteurs de l'aménagement du territoire et ceux en milieu politique.
Une prise de conscience émerge dans le monde politique à l'instar de Adèle Thorens Goumaz

[84] Données statistiques extraites du document des «Statistiques suisse des zones à bâtir 2022, statistique et analyse» mise à disposition par l'Office fédéral du développement territorial ARE et du site internet sur les «Statistiques des zones d'affectation du canton de Genève» mise à disposition par le service de l'observation du territoire de l'Office de l'urbanisme 2023.

[85] THORENS GOUMAZ, Adèle, 2021. *Il nous manque des données quantitative sur les sols* p.52

membre du parti des verts et représentante du canton de Vaud au Conseil des États, qui rappelle que «*l'aménagement du territoire est lié aux politiques de promotions économiques et fiscales pensées pour attirer les personnes et les entreprises. C'est pour cela qu'il est difficile de faire de l'aménagement du territoire, car les décisions se prennent ailleurs. (...) Le mitage du territoire est visible et on en parle comme d'un problème. La bonne ou la mauvaise qualité des sols ne se voit pas*[85]*».*

Le sol vivant est le support et la source de la nature en ville, pour cela, il doit être identifié, analysé, protégé de même qu'il doit être expliqué et partagé pour préserver sa nature et ses services écosystémiques ainsi que ses qualités intrinsèques (capacité des sols à remplir les fonctions de régulation, d'habitat et de production).

« Questions géographique, paysagère et architecturale, qui engage des choix économiques, politiques, sociaux. ***De quel type de sol, c'est-à-dire de support matériel, une société a-t-elle besoin ?»***

(Besse, 2018 : 57)

En bref.

Ce qu'il faut retenir de cette partie :

- le sol a Genève subi une forte pression (habitat, mobilité industrie, agriculture, etc.);
- les politiques publics doivent répondre à l'objectif de «zéro consommation nette de sol en Suisse à l'horizon 2050» énoncé par la Confédération;
- la préservation et la protection des sols en milieu urbain à Genève dépend de la mise en place de stratégies;
- Comment gagner du sol ? En saisissant les opportunités dans les projets urbains et en s'appuyant sur les surfaces non-construites.

Illustration 2.1
Ville-campagne

« Le siècle à venir n'est plus à l'extension des villes mais à l'approfondissement des territoires »

Sébastien Marot - Philosophe et Professeur en histoire de l'architecture à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Est

Le chapitre I expose l'importance de faire avec les sols vivants en milieu urbain. Démêler ce thème permet de déceler des liens entre le projet de paysage et la qualité des sols.

J'aborderai ici l'influence du temps dans la législation suisse et dans la formation du territoire (géologique). Cela se traduira par l'interprétation des permanences du sol et du paysage dans la planification du bassin genevois. Par ailleurs, c'est grâce au projet novateur de régénération de sol du parc du Domaine Rigot que j'aurai la possibilité de mettre en œuvre mon outil cartographique de représentation des paysages invisibles. Enfin, j'expliquerai en quoi cet outil, qui met en lumière les sols, peut-être une aide à la planification du territoire.

*« Le passé est construit à partir du **présent**, qui sélectionne ce qui, à ses yeux, est historique, c'est à dire précisément **ce qui dans le passé, s'est développé pour produire le présent.**»*

(Morin, 2004)

2.1. Chronologie de sol, lecture en épaisseur

De la lenteur géologique ...

Aborder les thématiques telles que le sol et/ou la géologie nous confronte au principe fondamental du temps. Il faut 1000 ans pour que la nature façonne 1cm de sol. Il faut moins d'une seconde pour que le godet d'une pelle mécanique le détruise. «*Le paysage se transforme sans cesse : ce qui est visible aujourd'hui s'explique par l'action de phénomène continus* [ou éphémères] *agissant chaque jour à très petite échelle sur du très long terme...*[1]». Le paysage c'est l'*art de la lenteur* disait Michel Corajoud (2002), il est tributaire des variations du climat et des changements de saison, mais aussi des actions humaines. Paradoxalement, sa création se fait sur des temps court et très long. Le processus de projet dans le paysage, est une action à un instant T pour répondre aux attentes et aux demandes sociales ou utilitariste et programmatique. Il aura un impact sur le temps court par sa réalisation, mais quel impact sur le temps long ? Créera-t-il des continuités ou des discontinuités sur le site, dans l'espace ou dans la mémoire ?

Le sol, support du projet et donc acteur, est une ressource non renouvelable. Il a des capacités de résilience lorsqu'il subit une atteinte chimique, biologique ou physique, mais cette résilience prend du temps. C'est une échelle de temps qui se différencie de celle d'une société. La chercheuse Fabienne Favre Boivin de l'institut iTEC de Fribourg explique que «*l'on ne peut pas fabriquer un sol, on peut seulement le remplacer par une prothèse*[2]». On ne peut pas revenir à l'origine. Cela montre l'importance de préserver et protéger les sols. Pourtant, ils sont les oubliés, les négligés des documents légaux et normatifs, évoluant au fil de la mutation des sociétés.

... à l'éphémère planification

«*Le temps long implique l'incertitude, l'ouverture, le dialogue, le refus de l'image figée. Les temps du politique, de l'urbaniste, de l'habitant, des acteurs de l'aménagement et de l'histoire des villes sont très différents. Mais c'est le temps qui donne un sens profond à la transformation urbaine qui doit s'inscrire dans une permanence*[3]». Pour cela, Sébastien Marot (1999) renverse la conception du projet urbain dans son concept de *sub-urbanisme.* Il s'attache à défendre le site sur le programme, *devenant* ainsi *l'idée régulatrice du projet.* Dès lors, le projet s'inscrit dans une continuité de temps et d'espace. Une inscription de la strate anthropique dans l*e palimpseste* du territoire comme le désignait André Corboz. Le projet de sol vivant, peut-il trouver sa place dans une évolution consciente et respectueuse pour l'avenir ?

[1] SANCHEZ, Caroline, NIVEAU, Stéphane, 2022. *L'évolution du paysage dans le temps.* p.5
[2] Citation extraite de la conférence au F'AR forum d'Architectures de Lausanne, le 05.12.2022 sur la thématique le sol : quelles opportunités et quelles contraintes pour l'urbaniste concepteur ?
[3] MASBOUNGI, Ariella, 2002. *Le paysage comme un outil d'un renouveau de la pensée urbaine.* p.14

2.2. Contexte réglementaire des sols et des paysages de l'échelle fédérale à l'échelle du canton de Genève

LAT, OAT, OSol, etc. : le sol et ses normes dans l'aménagement du territoire

En Suisse, la thématique du sol s'inscrit dans de nombreux documents normatifs et réglementaires détaillant sa bonne utilisation et sa protection dans l'aménagement du territoire. Mais, comme on va le voir, il est très souvent question de surface (en vue d'une utilité foncière) et peu de profondeur ou d'épaisseur (valeur/qualité écologique).

L'article 1 Buts de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979, faisait déjà mention de l'importance «d'*une utilisation mesurée du sol (...)* [et] *de protéger les bases naturelles de la vie, telles que le sol, l'air, l'eau, la forêt et le paysage*[4]». Le terme *mesurée,* dans sa substance évoque une utilisation du sol sous forme d'un réservoir nécessaire à la vie. Une ressource non renouvelable, donc une prise de conscience de son utilité vitale pour les sociétés. D'ailleurs, on retrouve cette notion quand il s'agit de préserver les sols agricoles pour assurer la souveraineté alimentaire du pays (art. 3 al. 2 let. a et art. 16, LAT). En ce qui concerne le classement des sols en vue d'une densification, aucun article de la LAT n'évoque la qualité des sols dans leur épaisseur comme orientation ou limite du zonage d'un terrain. Il est (seulement) mentionné la densification vers l'intérieur pour éviter l'étalement et l'impact sur l'environnement (art. 1 al. 2 let. a^{bis}, LAT). Dans l'art. 15 al.1 de la LAT «Zone à bâtir», le ou les terrains à classer en zone à bâtir doivent répondre à des conditions *propres à la construction*, à une certaine *surface* induite par les plans d'affectation, mais

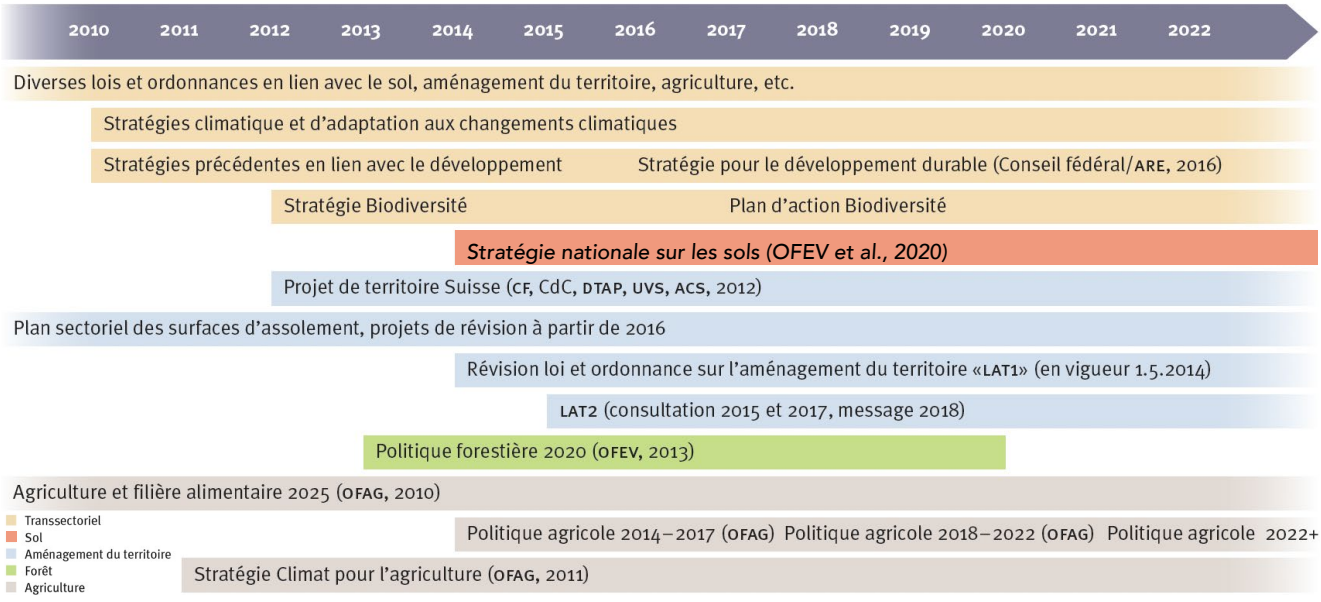


Schéma 2.1
Stratégies pertinentes en matière de sol et projets de réforme de la Confédération

[4] CONFÉDÉRATION SUISSE, 1979. *Loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979, LAT RS 700. Art. 1.*

aucune référence à sa qualité (hormis agraire) ou à ses fonctions écologiques.

L'ordonnance sur les atteintes portées aux sols du 1er juillet 1998 délivre, quant à elle, une première définition de la notion de fertilité d'un sol : «*Le sol est considéré comme fertile s'il présente, pour sa station, une biocénose biologiquement active, une structure, une succession et une épaisseur typiques et qu'il dispose d'une capacité de décomposition intacte; s'il permet aux plantes et aux associations végétales naturelles ou cultivées de croître et de se développer normalement et ne nuit pas à leurs propriétés*[5]». On retrouve la notion de sol fertile dans l'ordonnance sur l'aménagement du territoire du 28 juin 2000 dans l'article sur les surfaces d'assolement : «*les caractéristiques du sol (possibilité de labourer, degrés de fertilité et d'humidité)*[6]». Cet article traite des surfaces d'assolement, mais le lien entre la qualité du sol, son usage et son impact sur le paysage est seulement pris en considération dans les plans d'affectation de la zone agricole de l'aménagement du territoire.

Les différents articles de lois concernant la Zone à bâtir ne font, cependant, jamais mention d'une quelconque qualité ou fertilité de sol qui conduirait à leur protection ou à un aménagement en faveur de ces sols. Comme on peut le lire dans l'article 33 sur les mesures de lutte contre les atteintes aux sols, *«il n'est permis de porter atteinte physiquement à un sol que dans la mesure où sa fertilité n'en est pas altérée durablement; cette disposition ne concerne pas les terrains destinés à la construction*[7]». Or c'est peut-être là où le problème réside car un sol naturel classé en zone à bâtir, est un sol vivant *fertile* qui peut le rester si des dispositions sont prises à son égard.

Donc, dans le domaine de l'aménagement du territoire, «*on peut [...] observer que les contraintes économiques propres à l'aménagement, une méconnaissance des sols comme écosystème, et l'absence d'instruments permettant la prise en compte des fonctions des sols dans les décisions, contribuent à la perte continue de sols de qualité*[8]».

Échelle fédérale : Stratégie Sol Suisse

«*Depuis 1969, la Constitution fédérale exige (...) une « utilisation mesurée » du sol (...). Entre 1985 et 2009, les surfaces affectées à l'urbanisation ont augmenté de près de 25%. Des terres arables représentant la superficie du Lac de Constance ont été construites. Ni la loi sur l'aménagement du territoire (LAT) ni l'ordonnance sur les atteintes portées au sol (OSol) n'ont pu enrayer cette tendance*[9]».

Pour pallier à ce manque sur la protection globale des sols en Suisse, le 8 mai 2020 le Conseil fédéral a adopté la Stratégie nationale sur les sols (SSS). Ce document édicte les règles et stratégies à conduire pour tendre vers une gestion durable des sols «*afin que les générations futures puissent également bénéficier des services fournis par les sols*[10]». La stratégie répond plus spécifiquement à l'un des 17 Objectifs de Développement Durable émis dans l'Agenda 2030 pour le Développement

[5] CONFÉDÉRATION SUISSE, 1998. *Ordonnance sur les atteintes portées aux sols, Osol RS 814.12. Art. 2 al. 1 let. a et b.*
[6] CONFÉDÉRATION SUISSE, 2000. *Ordonnance sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979, LAT RS 700.1 Art. 26 al. 2.*
[7] CONFÉDÉRATION SUISSE, 1998. *Loi fédérale sur la protection de l'environnement. LPE RS 814.01. Art. 33 al.2*
[8] SANU DURABILITAS, 2022. *Les bases légales.* p.4
[9] PNR68, 2018. *Sol et aménagement du territoire : la qualité du sol est déterminante.* p.36

Durable de la Suisse : «*D'ici à 2030, lutter contre la désertification, restaurer les terres et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des sols*[11]». Elle est coordonnée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Office fédéral du développement territorial (ARE) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) qui s'appuient sur le constat que les sols accusent «*une dégradation lente mais continue*[12]». Cela est dû à l'étalement urbain (artificialisation et imperméabilisation), l'exploitation de la ressource comme matériaux dans le domaine de la construction ou encore l'érosion notamment dans le secteur de l'agriculture. Pour accéder à cette ambition d'amélioration de la gestion des sols sur le long terme et pour qu'ils soient à même de répondre à leurs rôles multifonctionnelles de services écosystémiques, la SSS a défini six objectifs généraux sur les sols :

«1. réduction de la consommation de sol

2. prise en considération des fonctions des sols dans l'aménagement du territoire

3. protection des sols contre les atteintes persistantes

4. restauration des sols dégradés

5. sensibilisation à la valeur et à la vulnérabilité de sol

6. renforcement de l'engagement international[13]»

Certains de ces objectifs généraux semblent difficile à mettre en œuvre aujourd'hui. Par exemple, ceux relatifs à la consommation de sol dans l'aménagement du territoire. En effet, comme le rappelle Adèle Thorens Goumaz, parti politique des verts (voir chapitre précédent *Le sol : vers un urbanisme du vivant dans le canton de Genève*) le sol est souvent rattaché aux politiques foncières, qui favorisent l'installation et le développement d'une économie liée à l'industrie, le commerce ou les services ; et qui sont gourmands en surface de sol surtout en périphérie des villes. De plus, le terme sol foncier chez les décideurs et les aménagistes, «*est d'abord un adjectif qui désigne ce qui est*

Objectifs

OAT1 : La consommation de sols due à l'urbanisation et aux infrastructures correspondantes est limitée à long terme au territoire d'urbanisation défini actuellement dans les plans directeurs cantonaux.

OAT2 : Dans le cadre des activités à incidence territoriale (p. ex. délimitation de zones à bâtir et densification urbaine), des bases et des données sur la qualité des sols sont systématiquement prises en considération dans le but de préserver durablement le plus grand nombre possible de fonctions du sol.

OAT3 : Dans les territoires urbanisés, les sols doivent remplir au mieux les fonctions importantes liées à leur emplacement, et contribuer à la qualité de vie, à l'adaptation aux changements climatiques et à la biodiversité. Le degré d'imperméabilisation est à réduire.

Orientations stratégiques

OsAT1 : Monitoring du développement des surfaces d'habitat et d'infrastructure et de l'imperméabilisation des sols.

OsAT2 : Dans le cadre des instruments de planification et d'exécution actuels, promouvoir des processus (encouragement de bonnes pratiques) permettant de promouvoir la diversité des fonctions du sol et d'en réduire l'imperméabilisation, tout en favorisant une urbanisation compacte.

OsAT3 : Examiner la possibilité de créer, au moyen d'incitations et de contraintes, les conditions cadres optimales pour une densification de qualité du milieu bâti.

OsAT4 : Sensibiliser les administrations communales, les planificateurs et les particuliers à la valeur des sols non imperméabilisés, y compris ceux situés dans le milieu bâti. Ce faisant, montrer les synergies existantes entre les fonctions du sol et le développement d'une urbanisation de qualité à l'intérieur du milieu bâti et adaptée aux caractéristiques locales.

OsAT5 : Mettre à disposition des méthodes et des informations pédologiques permettant de mieux tenir compte des fonctions du sol lors de la délimitation de zones à bâtir.

Extrait 2.1
Objectifs et orientations stratégiques dans l'aménagement du territoire
Extrait de la Stratégie Sol Suisse © OFEV 2020

[10] CONFÉDÉRATION SUISSE, 2020. *OFEV Fiche - Stratégies pour les sols.* p.2
[11] AGENDA 2030 ET OBJECTIFS DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2020. *Objectif 15.3 : Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres.*
[12] CONFÉDÉRATION SUISSE, 2020. *Stratégie Sol Suisse, OFEV.* p.5
[13] *Idem*, p.6

relatif à un fonds de terre, à son exploitation ou à son imposition. L'utilisation de ce mot se réfère à la propriété et à la souveraineté sur la terre et donc, par effet d'inclusion, au sol. (...) Le foncier, en tant que substantif, a été utilisé (...) pour désigner la surface des sols avec leurs droits d'usages associés[14]», sans se préoccuper de la qualité de celui-ci, ou seulement quand le matériau de sol est propice à une exploitation. Cette gestion foncière des sols mis en pratique dans les politiques d'aménagement du territoire jusqu'à présent, traduit une volonté de monétarisation et de profit de la ressource sol. «*Ce sont en général les intérêts économiques de la construction qui l'emportent[15]»* sur sa protection. C'est pour cela que l'importance de la *prise en considération des fonctions des sols* de la SSS, de la surface jusqu'au matériau parental, impose un changement de paradigme sur la place du sol dans la société et les politiques. Il devient primordial de se détacher de la rentabilité foncière pour que le sol soit considéré comme une entité indépendante des usages qu'il porte. Pour tenter de répondre à ces objectifs généraux, la SSS a axé deux de ces objectifs et orientations stratégiques sur la thématique de l'aménagement du territoire (relative au milieu urbain) :

«- Les objectifs et orientations stratégiques dans le domaine de l'aménagement du territoire portent, d'une part, sur la limitation de la consommation de sol et, d'autre part, sur la prise en considération des bases et données relatives à la qualité du sol dans le cadre des activités à incidence territoriale. Ils mettent l'accent sur les sols situés tant hors de la zone à bâtir qu'à l'intérieur de celle-ci.

- Dans le milieu bâti, les sols nouvellement créés sont à aménager de telle sorte qu'ils puissent remplir leurs fonctions écologiques. En outre, les apports de polluants dans les sols doivent être évités et les sols pollués, restaurés[16]».

Ces deux orientations stratégiques, sont encore difficilement soutenables dans les grandes stratégies d'orientation et d'aménagement du territoire au vu du manque d'information sur la qualité des sols dans la plus part des cantons de Suisse. La SSS cherche également à mettre en place des outils cartographiques pour constituer une base de données sur la qualité des sols en Suisse et plus particulièrement des instruments pour préserver les sols lors des opérations d'aménagement du territoire. Il existe aujourd'hui des initiatives pour enrichir les données lacunaires sur le sujet. A l'échelle fédérale, le Centre national de compétences pédologiques (KOBO)[17] est en charge d'une cartographie pour l'ensemble de la suisse. Les données disponibles à ce jour proviennent des plans sectoriels des surfaces d'assolement (Liste des cantons qui disposent déjà d'une carte indicative (2021) - Carte indicative des sols valorisables et réhabilitables pour des compensations SDA) et des terres agricoles à protéger pour des questions de souveraineté alimentaire (arrêté fédéral du 8 avril 1992), mais quasiment inexistant dans le milieu urbain.

À l'échelle cantonale, un projet pilote de la

[14] CLAVEIROLE, Cécile, 2023. D*u sol au foncier, des fonctions aux usages, quelle politique foncière ?* p.12
[15] PNR68, 2018. *Sol et aménagement du territoire : la qualité du sol est déterminante.* p.66
[16] CONFÉDÉRATION SUISSE, 2020. *Stratégie Sol Suisse, OFEV.* p.6
[17] KOBO : Centre de compétences pédologiques et cartographie des sols. Financé par la confédération suite à une motion voté par le parlement en 2015. Données fournies par les cantons pour la réalisation d'une base de donnée et d'une cartographie couvrant tout le territoire Suisse.

Confédération dans la région de Morges, qui s'attèle à cartographier la qualité et la valeur des sols dans et à l'extérieur des villes grâce à l'Indice de Qualité des Sols (IQS), (outil cartographique thématique développé dans la partie 2.4.4. Vers une prise en compte de la qualité des sols dans les processus d'aménagements). D'autres démarches similaire à l'IQS sont actuellement à l'essai dans la commune d'Uster dans le canton de Zurich[18].

À l'heure actuelle, la Suisse dispose enfin d'une première politique intégrée des sols abordant la protection quantitative et qualitative dans sa globalité. Elle se traduit par les orientations stratégiques dans l'aménagement du territoire[19] (extrait 2.1). Pour suivre l'application des orientations stratégiques et des mesures dans les législations et documents d'urbanismes, les services de la Confédération et les cantons «*élaborent ensemble des modifications de lois et d'ordonnances adaptées à l'exécution pour obtenir une réglementation cohérente, axée sur les objectifs intersectoriels et sur les fonctions du sol*[20]».

Cependant, il est à noter qu'aucun des objectifs ou des orientations stratégiques de la SSS dans l'aménagement du territoire ne mentionnent le besoin de préserver la continuité horizontale des sols ou le terme de trame brune. Ce manque peut se traduire d'un aménagement du territoire par les sols, certes pris en compte dans les articles de loi sur la notion de fertilité, mais qui impliquent que la répartition façonne un territoire découpé et morcelé. De plus, «*les instruments classiques de planification ne permettent pas de concrétiser l'objectif constitutionnel d'utilisation judicieuse et mesurée du sol*[21]». Il faut s'appuyer sur les paysages «de surface» et donc sur les outils de planification comme la conception «Paysage Suisse» pour voir émerger les notions d'infrastructure écologique, de continuité des milieux et de prise en compte de la qualité des sols.

Conception «Paysage suisse» : *agir avec* les paysages et implicitement les sols

La Conception «Paysage suisse», instrument de planification de la Confédération, qualifie le paysage comme «*(…) l'ensemble de l'espace, à l'intérieur et à l'extérieur des agglomérations. Il résulte de la conjonction évolutive de facteurs naturels tels que le sous-sol, le sol, l'eau et l'air, la lumière, le climat, la faune et la flore, ainsi que des facteurs sociaux, culturels et économiques (…)*[22]». Cette approche s'appuie sur une *notion dynamique du paysage* et l'intègre dans une vision en prenant en compte le temps long dans l'aménagement du territoire suisse. Cela implique de qualifier les «*qualités du paysage, (...) définie par ses éléments et valeurs écologiques, esthétiques, culturels, économiques et émotionels*[23]» qui serviront à «*la réflexivité de l'action dans le paysage*[24]». Ainsi, elle assure une «*utilisation du territoire [qui] vise [à] une consommation minimale de sol, garantit la pérennité des fonctions de ce dernier, promeut les services écosystémiques et les prestations paysagères et tient compte de l'évolution de la société et de*

[18] PNR68, 2018. *Sol et aménagement du territoire : la qualité du sol est déterminante.* p.34
[19] CONFÉDÉRATION SUISSE, 2020. *Stratégie Sol Suisse, OFEV* p.26-27
[20] *Idem*, p.54
[21] SANU DURABILITAS, 2022. *Pourquoi tenir compte de la qualité du sol dans l'aménagement du territoire ?* p.1
[22] OFFICE FÉDÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT, 2020. *Conception «Paysage Suisse».* p.9
[23] OFFICE FÉDÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT, 2016. *Conserver et améliorer la qualité du paysage.* p.10
[24] BESSE, Jean-Marc, 2018. *La nécessité du paysage.* p.111

1. Objectifs de qualité paysagère généraux

Objectif 3 : aménager l'utilisation du sol de manière adaptée au site: Les utilisations du sol sont variées, multifonctionnelles et adaptées aux spécificités naturelles du site et aux valeurs culturelles régionales et génèrent peu d'atteintes. Elles renforcent les particularités du paysage et garantissent le fonctionnement des milieux naturels et l'aménagement de zones de transition de grande valeur écologique.

2. Objectifs de qualité pour paysages spécifiques

Objectif 8 : paysages urbains – densifier en visant la qualité et en garantissant des espaces verts : Le développement d'une urbanisation de qualité à l'intérieur du milieu bâti entretient et valorise les qualités urbaines ainsi que l'aspect caractéristique des localités, les structures urbaines et les typologies architecturales adaptées au site, les espaces ouverts attrayants, les lieux créateurs d'identité ainsi que les valeurs culturelles historiques. Des espaces ouverts variés, proches de l'état naturel, bien conçus et utilisables tels que les espaces verts et les espaces réservés aux eaux, les sols non imperméabilisés, les arbres en ville, les forêts urbaines, les plans d'eau, les corridors de ventilation ainsi que les toits et façades végétalisés valorisent l'aspect écologique des zones urbanisées. Ils contribuent à un climat agréable en ville, à un régime des eaux équilibré et à la diversité des espèces et permettent au public de découvrir la nature, de pratiquer des activités physiques et de se détendre.

Objectif 9 : paysages périurbains – arrêter la progression du mitage, aménager les franges urbaines : Le développement de l'urbanisation se concentre dans les régions centrales et bien desservies par les transports publics. Les zones urbanisées, densifiées et développées sur la base de critères de qualité, sont clairement délimitées, s'intègrent bien au paysage et comprennent suffisamment d'espaces ouverts. Dans les franges urbaines, leurs limites doivent être garanties à long terme, au même titre que la qualité de la transition entre territoire urbanisé et paysage environnant. Les franges urbaines offrent à la population des possibilités d'activités physiques et de détente de proximité attrayantes et bien desservies par la mobilité douce, et contribuent à la mise en place de réseaux écologiques.

3. Objectifs sectoriels

5. Politique du paysage, protection de la nature et du patrimoine

Objectif 5.A Infrastructure écologique : Les politiques sectorielles aux niveaux fédéral et cantonal contribuent à la conservation, à la mise en valeur, à l'extension ciblée et à la mise en réseau des milieux naturels et semi-naturels de grande valeur écologique, à leur pérennisation au niveau approprié et sur tout le territoire, à leur entretien et à leur développement, à leur mise en réseau transfrontalière et à leur remise en état en cas d'atteintes fonctionnelles. Ces politiques sont soutenues par des bases techniques, des prestations de conseil ou des subventions.

7. Aménagement du territoire

Objectif 7.A Développement d'une urbanisation de qualité à l'intérieur du milieu bâti : La séparation claire entre territoire constructible et territoire non constructible ainsi que le développement d'une urbanisation de qualité à l'intérieur du milieu bâti renforcent l'identité régionale du paysage. Ils contribuent à élever la qualité du milieu urbain en privilégiant les valeurs naturelles et la culture du bâti.

Objectif 7.B Espaces ouverts et franges urbaines : Les zones urbanisées possèdent des espaces ouverts, des zones de détente et des franges urbaines de grande qualité, librement accessibles et bien desservis par la mobilité douce. Leur aménagement axé sur la qualité, respectueux du tissu bâti, tient compte des besoins de la population en matière de détente et de découverte de la nature, tout en permettant des synergies avec la mise en réseau écologique.

Objectif 7.D Patrimoine naturel et culturel dans les planifications : Les paysages naturels et culturels remarquables, les objets naturels et culturels, la diversité des milieux naturels et proches de l'état naturel, ainsi que leur mise en réseau spatiale sont conservés sur la base des objectifs de protection et de développement correspondants et pris en compte au niveau approprié dans les planifications.

Extrait 2.2

Objectifs de qualité Conception «Paysage suisse ». Paysage et nature dans les domaines politiques de la Confédération ©OFEV 2020

l'économie[25]*».* C'est cette *dynamique* d'un paysage vivant que l'on retrouve dans les objectifs de qualités paysagères généraux et spécifiques édictés par la Confédération et devenant contraignants à l'horizon 2040 dans les documents normatifs (extrait 2.2).

D'autre part, il est fait mention dans plusieurs objectifs des notions de *corridors*, *d'espaces ouverts*, *transition*, *réseaux écologiques*, *infrastructures écologiques*, *mise en réseaux des milieux*, *mise en réseau spatiale*, etc. tout un champ lexical qui noue des relations entre les espaces ouverts non-construits et surtout vivants dans les milieux denses des villes. Ces connexions de surfaces vitales pour les non-humains, sont sources de paysages, «*entendus ici comme milieux de vie, d'expériences et de pratiques*[26]*»* pour les humains. Ils favorisent les connexions et les flux vivants avec le grand territoire et comme l'explique Jean-Marc Besse, «*[i]l y a bien entendu de la territorialité dans le paysage*[27]*».* La volonté de préserver ou d'aménager, dans l'espace urbain dense, ces paysages de qualités se voient dorénavant appliquer dans l'exécution des politiques sectorielles à l'échelle des territoires. Planifier et prendre en compte les paysages de surface assurerait des continuités aux paysages des profondeurs, ces paysages de l'invisible.

On peut alors s'interroger sur la marge de manœuvre existante aujourd'hui, à l'échelle cantonale, pour appliquer les visions de protection et préservation des paysages de qualités.

Échelle genevoise : une stratégie sur le caractère foncier du sol et une absence de la conception paysage cantonale

Le Canton de Genève fait face à une crise du logement qui implique une très forte pression sur le sol. Les 3/4 du territoire ne sont pas constructibles (campagne, bois et forêt, rivières, lac, etc.) et 1/4 est inscrit dans la zone à bâtir. Pour le canton, la loi sur les SDA est une des plus impactante sur le territoire, car limite fortement l'étalement urbain et le mitage dans le paysage. «*Les déclassements des sols hors de la zone à bâtir ne seront plus possible (en l'état actuel des dispositions légales émises par la confédération) dès 2023*[28]».

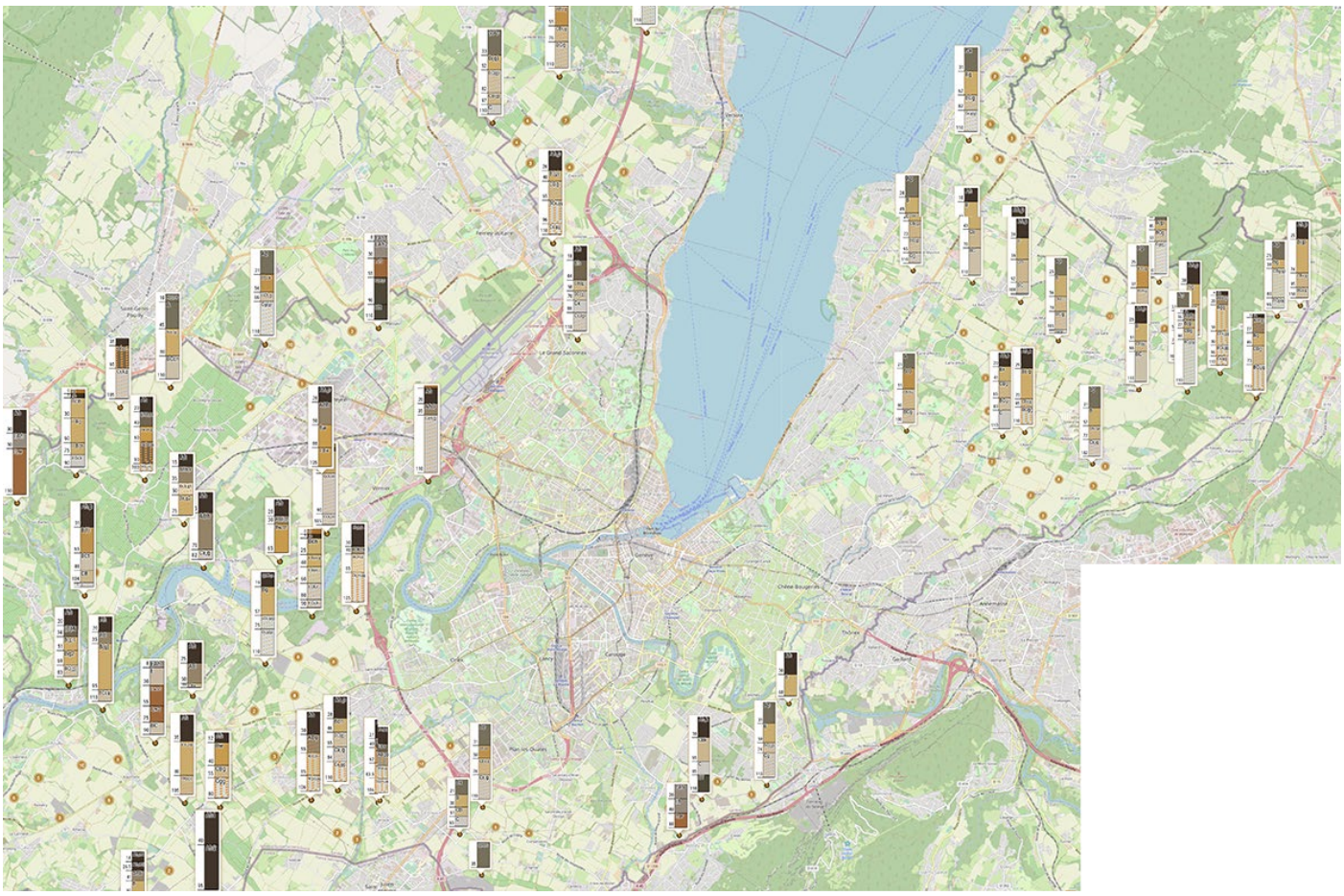
C'est le plan directeur cantonal 2030 qui définit la vision urbanistique et tracent les grandes orientations de l'aménagement du territoire sur le canton.

Encore aujourd'hui, dans les documents de planification liés à l'aménagement du territoire (LaLAT, LGZD, etc.), l'usage du sol reste très souvent de nature économique et lié à sa fonction de support physique fonctionnel pour les constructions. D'autant plus que, même si la loi générale sur les zones de développement assure un contrôle des prix du sol par le Conseil d'état depuis 1957, *«le prix des terrains pousse à une occupation toujours plus marquée des sous-sols. En effet, si les constructions en surface sont limitées par la loi* [en zone 5]*, celles en sous-sol sont encouragées pour limiter le stationnement en surface (Règlement relatif aux places de stationnement sur fonds privés*

[25] OFFICE FÉDÉRALE DE L'ENVIRONNEMENT, 2020. *Conception «Paysage Suisse».* p.19
[26] BESSE, Jean-Marc, 2018. *La nécessité du paysage.* p.16
[27] *Idem,* p.16
[28] DAO, Vinh, 2020. *Du bon usage du sol: politique foncière et zones de développement dans le Canton de Genève.* Conférence en ligne
[29] OFFICE DU PATRIMOINE ET DES SITES, 2018. *Sols et sous-sols dans le périmètre de protection des rives du lac (LPRLac).* p.3
[30] OFFICE DE L'URBANISME, DT, 2022. *Marche à suivre - Densification de la zone 5 (mise à jour*

(RPSFP) 5 05 10)[29]*».* La LGZD prend en compte, la «valeur» de l'arborisation et des aménagements extérieurs dans la monétisation de la parcelle, mais pas le sol comme capital naturel indispensable à l'activité biologique.

Cependant, la mise à jour de l'article 59 de la Loi sur les constructions et les installations diverses va avoir un impact sur les demandes d'autorisation de construire et des stratégies de densification de la zone 5 pour les PDCom. «*L'article 59 – alinéa 3bis LCI définit la nature de la pleine terre: "Une surface de pleine terre, à savoir dénuée de toute construction en surface ou en sous-sol et non revêtue, de la parcelle ou du groupe de parcelles considérées par la demande d'autorisation de construire doit être préservée". Les espaces non bâtis en pleine terre sont considérés selon leur taille et l'implantation du projet: espaces majeurs/résiduels. On entend par espaces majeurs en pleine terre, les espaces d'un seul tenant pouvant par exemple accueillir la plantation d'arbres de première et deuxième grandeur (6 à 12 mètres)*[30]». Il existe des outils pour aider à une bonne urbanisation des sols dans la zone résidentiel (zone 5) et appliquer au



novembre 2022). p.9

Carte 2.1
Extraits du site Map Soil BFH
Profil de sol

mieux l'indice d'utilisation des sols (coefficient de densification). Dans le guide pour *une densification de qualité de la zone 5 (mise à jour en novembre 2022)* édité par l'office de l'urbanisme du canton de Genève, certaine mesure comme l'Indice de surface de verdure (IQVER) qualitatif et maintenant quantitatif à l'échelle de la parcelle, peut répondre aux besoins de conservation de pleine-terre. Le sol est enfin considéré pour la valeur de sa relation au sous-sol et à la roche mère, un milieu vivant en profondeur, et plus seulement comme un matériau ou une surface inerte.

Néanmoins, la faible connaissance sur la qualité des sols due au manque de données dans le périmètre urbain, comme on peut le voir sur la carte 2.1, accentue la pression sur les sols vivants encore présent dans la ville dense. Cette cartographie qui couvre l'ensemble de la suisse a été mise en ligne par le groupe de recherche sur l'utilisation des sols et la protection des sols de l'Université des sciences appliquées de Berne. Cette ressource montre que l'absence de données dans les villes denses comme Genève ne peut pas influencer la gestion qualitative et la potentielle préservation des sols dans la zone à bâtir. La pertinence ou non des surfaces choisies pour la densification dépend d'un zonage inscrit dans la LGZD et donc encore simplement de nature foncière.

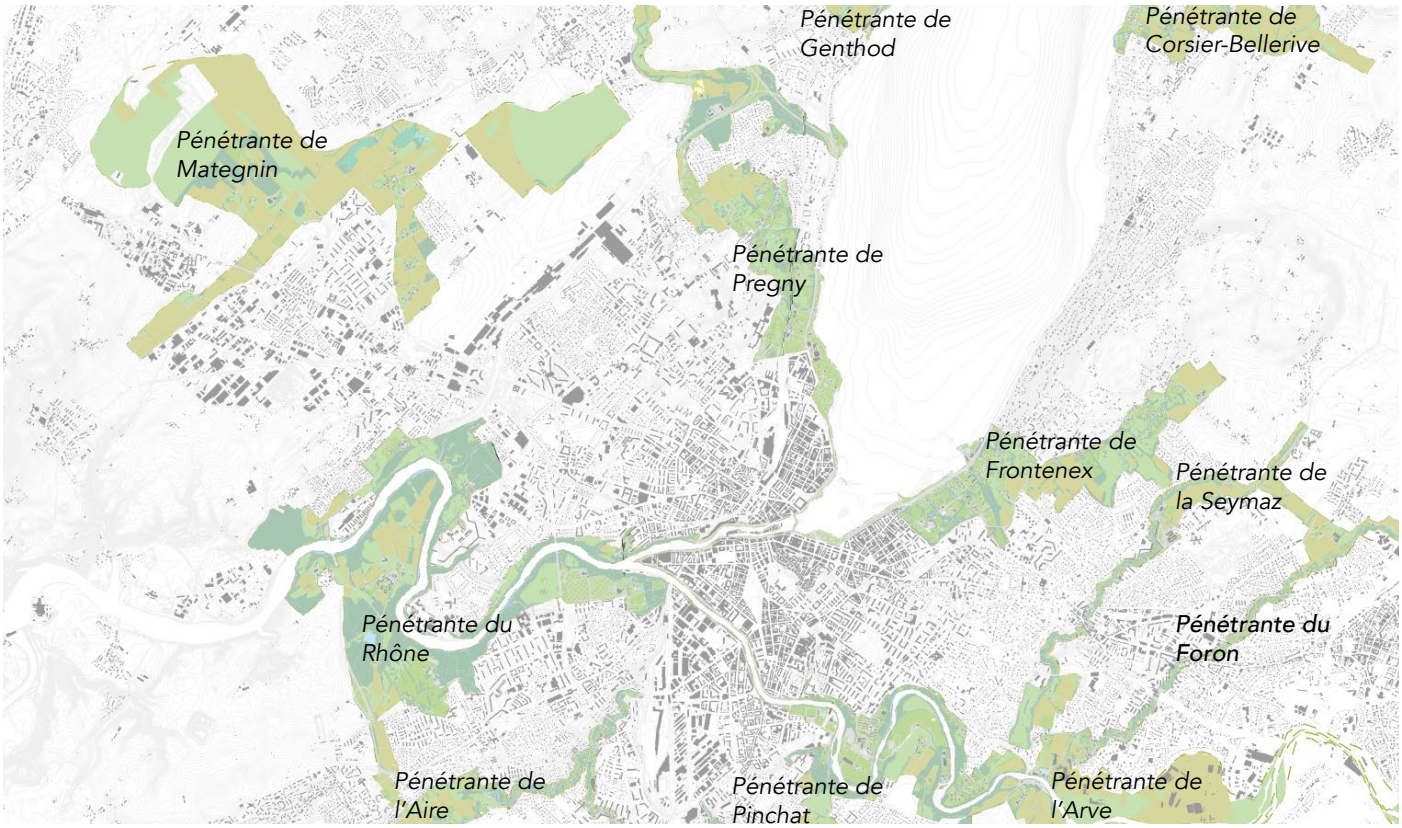
La place que pourrait prendre le paysage genevois dans les politiques publiques quant à la manière de l'utiliser de façon qualitative semble manquante des documents d'orientations et des stratégies. L'absence d'une conception paysage cantonale sur Genève, document de référence qui énoncerait une politique du paysage de qualité (cité dans la partie précédente) et qui inscrirait l'identité du canton dans les documents d'urbanisme, montre qu'il ne peut y avoir une vision qui intègre durablement la qualité des paysages, héritage culturel et géographique, dans l'aménagement du territoire.

Toutefois, dans le Schéma directeur cantonal 2030, un ensemble de *fiches mesures* précisent les conditions de mise en œuvre de la politique d'aménagement qui touche au paysage identitaire du canton. Par exemple, les fiches C - *Espace rural*, qui résulte des relations qu'entretient le paysage avec les notions de culture et de nature, et a trait aux espaces ouverts non-bâti. On retrouve plus spécifiquement dans la fiche C04 «*Construire une politique du paysage*» dont l'objectif est de «*préserver, requalifier et mettre en valeur la charpente paysagère du canton dans un contexte d'urbanisation soutenue*[31]*»,* qui s'appuie sur le plan paysage transfrontalier, paysage identitaire, dont les pénétrantes de verdure en sont l'héritage. Et la C06 «*Préserver et reconstituer les continuités biologiques*» dont l'objectif est de «*renforcer la mise en réseau des espaces naturels et faciliter les déplacements de la faune à l'échelle locale et régionale*[32]*».* Les grands principes, qui sont inscrits dans cette fiche, dessinent la volonté de «*garder une certaine perméabilité dans le tissu bâti*[33]*»* de Genève pour assurer les flux et continuités biologiques et humaines.

[31] OFFICE DE L'URBANISME, 2021. *Plan directeur cantonal Genève 2030 - Fiche C04 Construire une politique du paysage.* p.270
[32] OFFICE DE L'URBANISME, 2021. *Plan directeur cantonal Genève 2030 - Fiche C06* Préserver et reconstituer les continuités biologiques. p.277
[33] Idem, p.278

Ces deux fiches nous montrent pourquoi il est important de maintenir les continuités permises par les pénétrantes de verdure à différentes échelles ainsi que d'assurer l'interface entre le milieu bâti dense et le grand paysage emblématique de Genève. Bien que les pénétrantes de verdures prennent forme dans les plans directeurs dès 1936 et sont précisément délimitées dans le PDCnt de 2015 (carte 2.2), elles ne bénéficient pour autant d'aucune protection légale contraignantes. Autrement dit, ni mesures ou orientations stratégiques spécifiques et protection légale ne leurs sont accordées. Ce qui conduit à un perpétuel grignotage des limites et à l'altération progressive de la qualité de paysage qu'elles apportent au cadre de vie.

De plus, à aucun moment il n'est fait mention du rôle que pourrait avoir le sol ou le SV dans la pérennité de ces continuités biologiques surtout pour les pénétrantes de verdures. Elles pourraient, en préservant ce paysage de surface, mettre en valeur et protéger ce paysage vitale des profondeurs. En effet, un sol de qualité et préservé répond aux attentes des services écosystémiques qu'il rend. Il limite le ruissellement excessif en milieu urbain dense en permettant une bonne infiltration des eaux de pluie et, assure une strate arborée en bonne santé



Carte 2.2
Pénétrantes de verdure sur le Canton de Genève

dans des milieux aux conditions de vie toujours plus minérales dû au réchauffement climatique. Aussi, comme le rappelle la fiche de bonnes pratiques sur la LPRLAC, «elle *porte en premier lieu sur un enjeu de paysage, qu'elle cherche à protéger et valoriser en édictant des règles quant à la manière d'y implanter le bâti. La protection des milieux naturels (...), comme celle de la couverture arborée, mais pas celle du sol. Or la qualité du paysage dépend très directement de celle de son socle, tant dans sa dimension topographie que pédologique*[34] *».*

Le paysage et le sol tissent un réseau vivant. Ils doivent incarner les bases de la planification, et dicter l'aménagement du territoire sur le canton de Genève. «*L'approche sectorielle de la protection des sols à engendré des effets silos et des incohérences dans les politiques publiques, alors que le sol représente une thématique transversale nécessitant un fort besoin de coordination*[35]».

En bref.

Ce qu'il faut retenir de cette partie :

- l'utilisation mesurée du sol apparaît dans l'article premier de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire ;
- l'inclusion de la qualité du sol dans les documents législatifs et normatifs à l'échelle fédérale et cantonale est une assurance pour sa préservation;
- dans l'aménagement du territoire l'aspect quantitatif du sol est pris en compte mais pas son aspect qualitatif. Il y a une vraie méconnaissance des sols comme valeur d'écosystèmes à préserver;
- l'urbanisation est considérée au dépend des sols. Aucunes directives réglementaires protège la perte des sols a cause de l'urbanisation;
- le sol fait encore trop souvent l'objet de spéculation foncière au détriment de sa qualité;
- la Stratégie Sol Suisse (et ses objectifs) est le premier cadre de référence pour préserver les sols dans l'aménagement du territoire. Mais reste absente la notion de continuité de sol/pleine terre, qui bénéficie aux milieux écologiques et humains;
- la Conception paysage Suisse est un outil pour préserver et maintenir les espaces ouverts et non-construits dans les villes;
- le PDCant 2030 de Genève est un outil de planification qui s'appuie sur le paysage identitaire du bassin genevois, et qui doit encore intégrer la notion de continuité de sol/trame brune en vue de protéger les paysages vivants.

[34] OFFICE DU PATRIMOINE ET DES SITES, 2018. *Sols et sous-sols dans le périmètre de protection des rives du lac (LPRLac).* p.3
[35] SANU DURABILITAS, 2022. *Les bases légales.* p.4

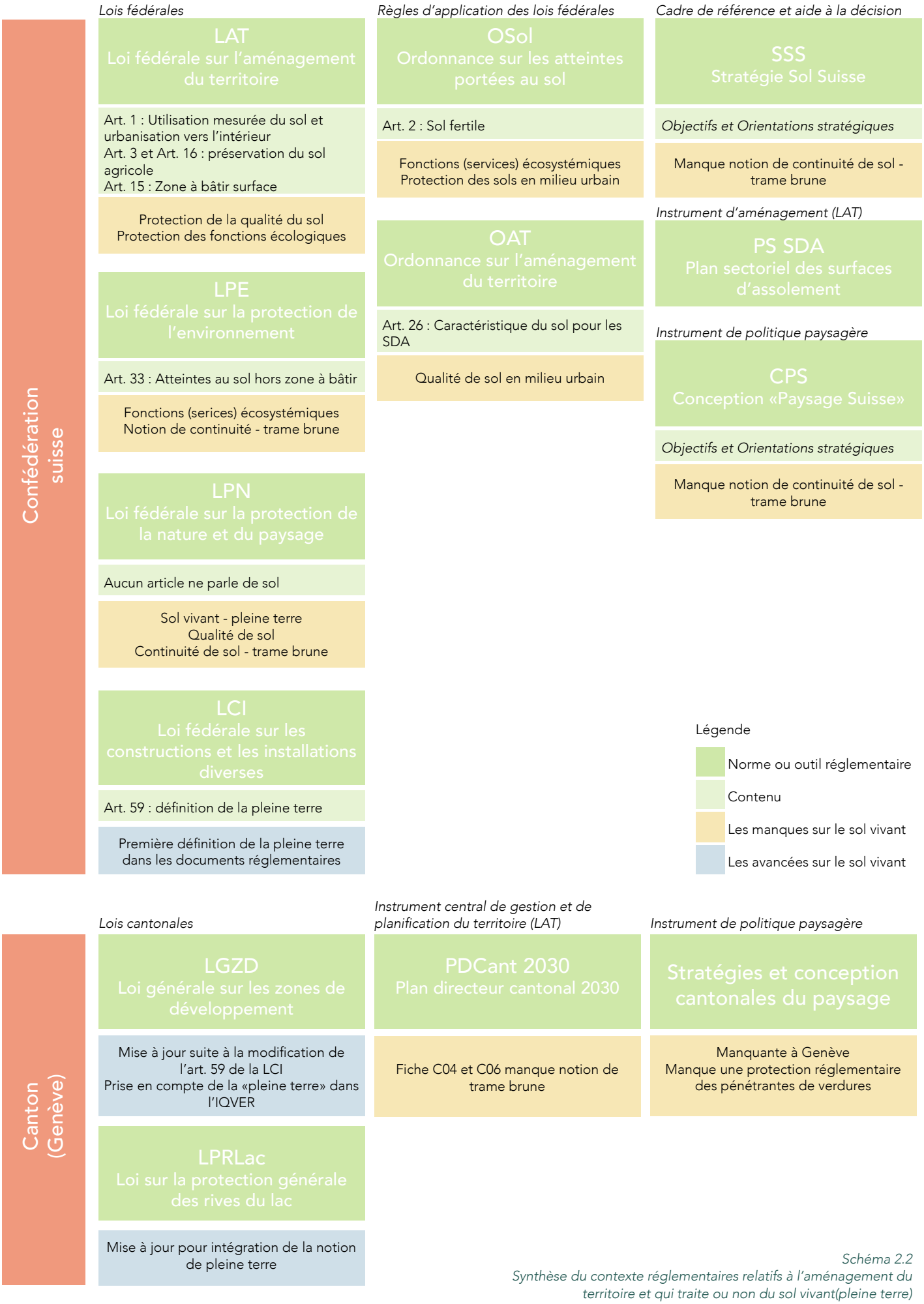
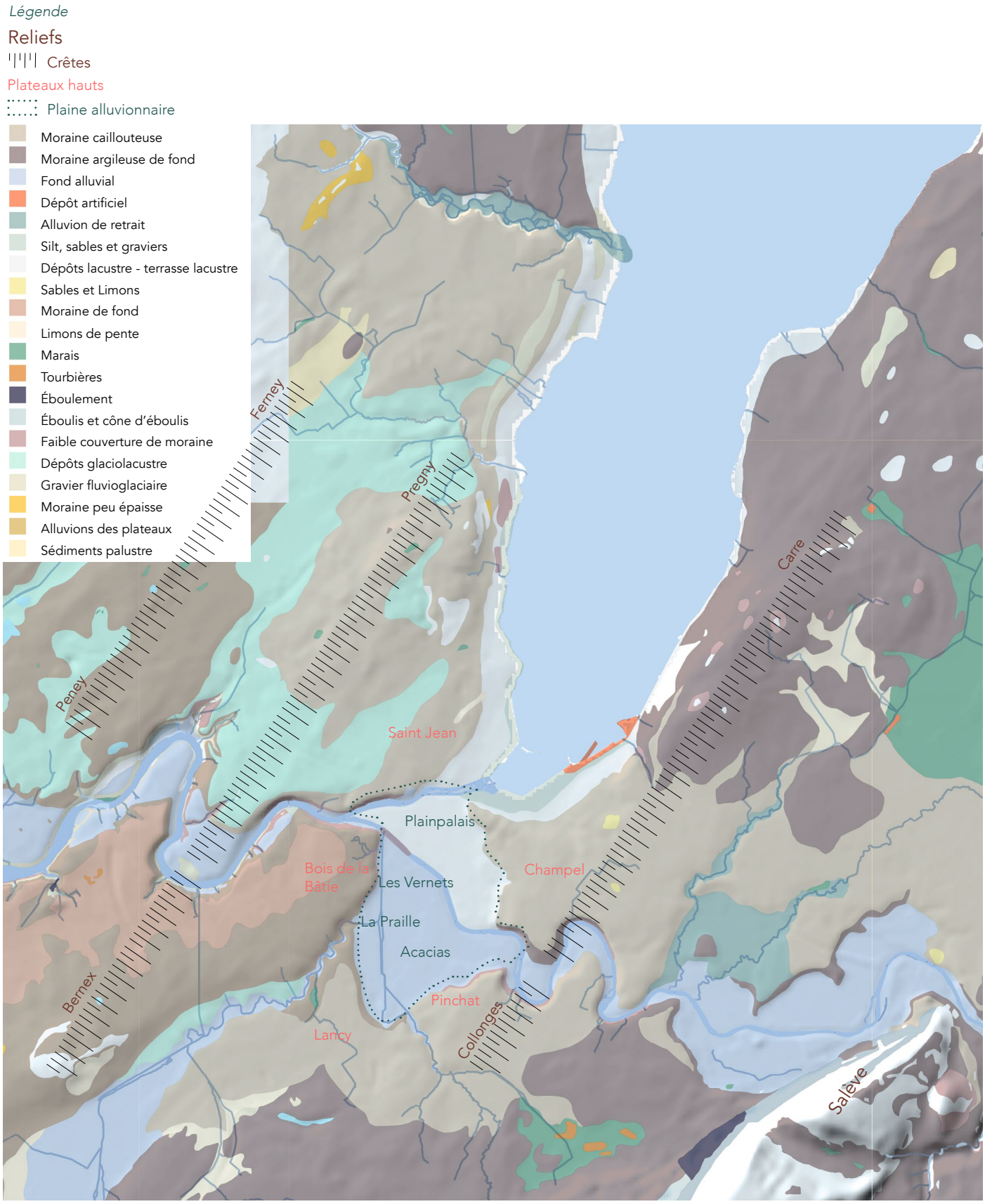


Schéma 2.2
Synthèse du contexte réglementaires relatifs à l'aménagement du territoire et qui traite ou non du sol vivant(pleine terre)



Carte 2.3
Carte géologique du bassin genevois, territoire ondulé nord-sud

2.3. De la formation d'un territoire aux permanences du paysage

Géomorphologie et paysage

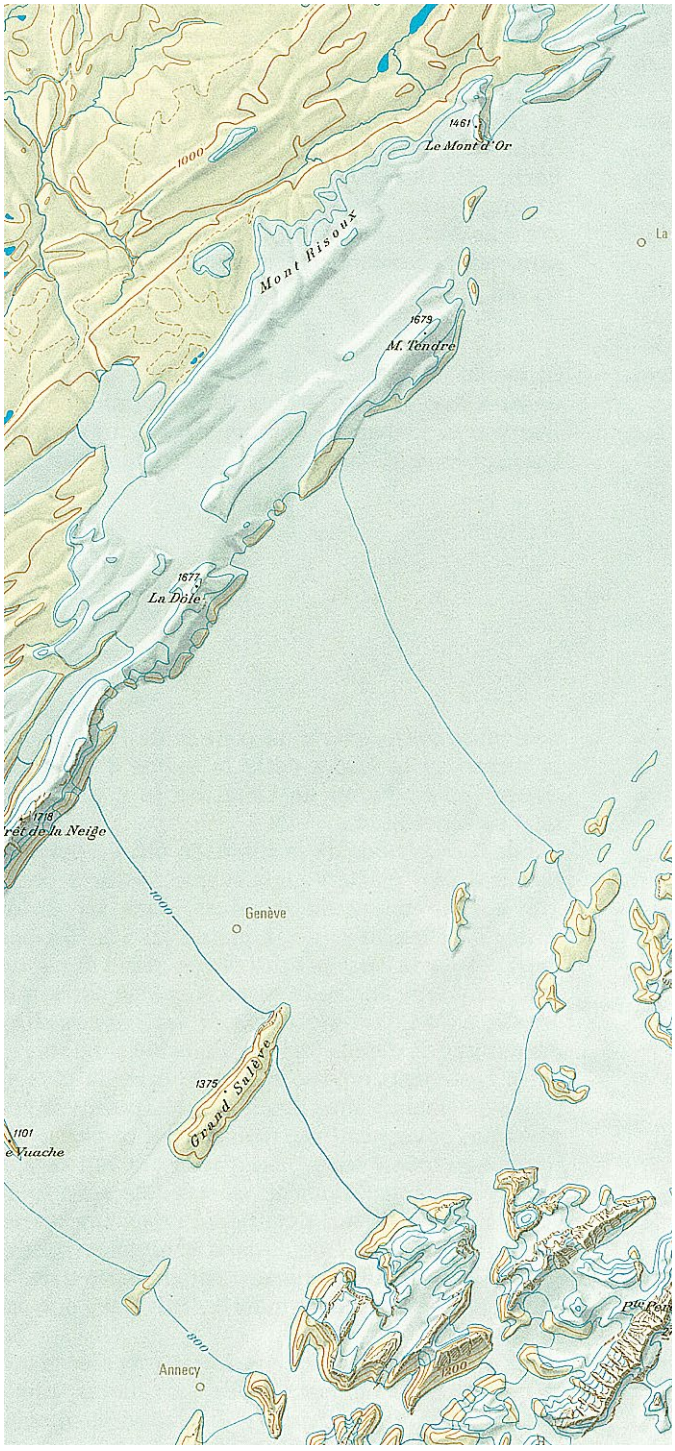
«Le socle, qui fonde le paysage, c'est le site avec ses caractéristiques physiques, la géographie. La matière c'est l'activité de l'homme économique, culturel, avec son histoire. Lorsque l'on parle de nature, on parle du socle - géologie, terrain, profondeur du sol, eau ...[36]»

Ce socle sur lequel l'homme a façonné le paysage de Genève que l'on connaît, parcours, emprunte, traverse, habite aujourd'hui est issu d'un processus géologique complexe et temporellement long.

«Le territoire genevois est orienté et ondulé. Son paysage aussi. Ils sont le produit de la dernière glaciation, des alluvions et érosions des torrents des eaux de fonte[37]».

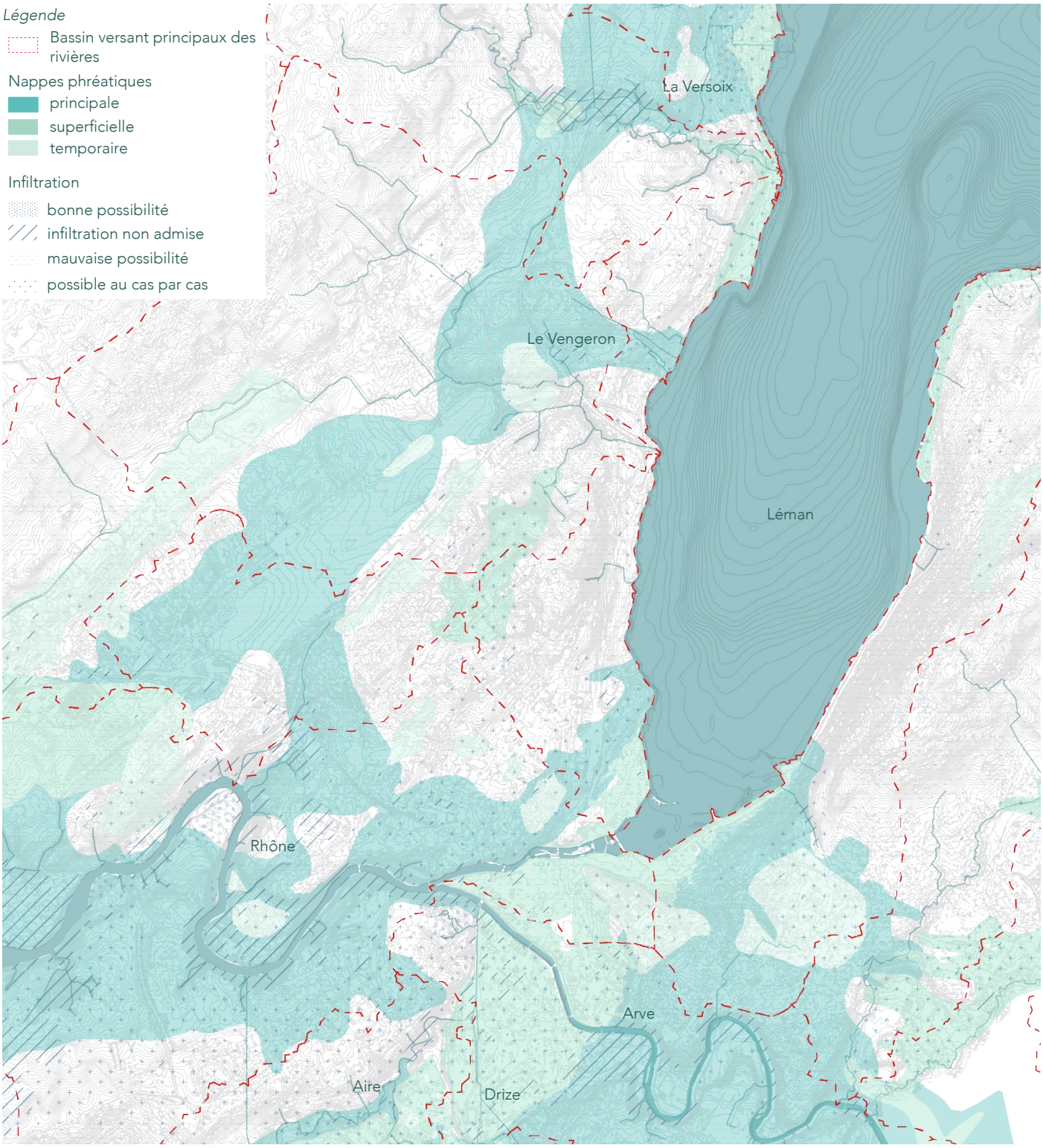
Le sol sur lequel est installé le Canton de Genève, possède une épaisseur géologique issu d'un processus multimillénaire et fortement influencé par la présence des Alpes. Ce territoire a amorcé sa transformation il y a 18 000 ans lors de la fonte et du retrait des glaciers du Rhône et de l'Arve. Il a laissé apparaître le Léman et la roche-mère à faible profondeur : le socle morainique «*[aux] origine[s]glaciaire et périglaciaire[38]».* Soumis à de fortes érosions, ce socle est «*marqué par une série de crêtes et de sillons[39]»,* Peney/Ferney, Bernex/ Pregny, Collonges/Carre, qui façonne le bassin genevois.

Le retrait des glaciers a laissé place à un territoire ondulé et orienté nord-sud, percé par les grandes rivières et fleuves que sont l'Arve, l'Aire et le Rhône. La grande richesse du sol que l'on retrouve dans ce



Carte 2.4
Carte de la Suisse durant la dernière période glaciaire - zoom sur le bassin genevois entre Salève et Jura

[36] MARGUERIT, Alain, 2002. *Installer le projet dans un débat permanent.* p.61
[37] LÉVEILLÉ, Alain, 2018. *Le paysage raconte le temps - la formation du territoire.* Vidéo en ligne
[38] GOBAT, Jean-Michel, GUENAT, Claire, 2019. *1.3 Le bassin genevois : de la campagne à la ville.* p.16
[39] LÉVEILLÉ, Alain, 2018. *Le paysage raconte le temps - la formation du territoire.* Vidéo en ligne



Carte 2.5
Carte de l'hydrographie du bassin genevois jusque dans les profondeurs

territoire s'explique par la «*charge en cailloux, en texture, en compacité, en perméabilité. Les dépôts les plus filtrants favorisent la formation de sols épais et bien drainés tandis que la moraine de fond tassée et les limons varvés sont à l'origine de sols hydromorphes*[40]*».* L'une des caractéristiques de ces sols est que sur une même parcelle, sa nature peut changer littéralement sans pour autant modifier ou marquer le paysage de surface.

Les roche-mères qui peuvent êtres affleurantes et peu perméables sont associées à un relief relativement plat formé de plateaux morainiques hauts comme Saint Jean, le bois de la Bâtie, Champel, Pinchat ou bien encore Lancy, et de légères dépressions dans le bassin genevois. Ils offrent des paysages humides où l'eau stagnante laisse supposer la présence de sol à tendance limoneux ou argileux.

Le paysage hydrographique marqué par le Léman, le fleuve Rhône, les rivières et les rares marais en surface (asséchés et drainés dans la campagne genevoise pour permettre la polyculture dans le courant des années 1900), est aussi présent dans les profondeurs. Ce paysage humide, insaisissable, fluctue au rythme de l'infiltration des précipitations et des cours d'eau pour prendre la forme de nappes phréatiques superficielles ou profondes.

Les forêts se sont installées grâce aux transports des graines par les eaux des rivières et le vent dans le bassin genevois. Elles ont ensemencé les sols recouverts de gravier morainique, formant ainsi au fil des siècles une épaisseur fertile qui structure et enrichie les premiers horizons de sols favorables à la culture et à l'installation humaine.

Le situation géographique et climatique du bassin genevois est protégé par les premiers reliefs calcaires des Alpes que sont le Salève et les Voirons. Le Jura calcaire au nord-est et le massif du Vuache au sud-ouest clos le bassin genevois.

Illustration 2.2
Coupe théorique des divers terrains roches et minéraux

[40] GOBAT, Jean-Michel, GUENAT, Claire, 2019. *1.3 Le bassin genevois : de la campagne à la ville*. p.16

Interprétation des permanences du sol et du paysage dans la planification

L'histoire du paysage de Genève s'écrit dans la recherche d'une continuité permanente avec son territoire. Elle s'appuie aussi bien sur les grands ensembles géographiques caractéristiques du paysage à l'échelle du bassin que sont le massif du Jura, le Vuache, le Salève, les Voiron et le Môle, jusqu'aux horizons lointains majestueux tel que le Mont-Blanc. Elle se retrouve dans les plus petits motifs qui ont tissé le paysage de la campagne genevoise que sont les bocages : plantations anciennes qui accompagnaient les réseaux viaires et délimitaient les propriétés ainsi que les parcelles cultivées de l'époque. Ces permanences sur le territoire ont été le socle des documents d'urbanisme à Genève.

Pour comprendre l'héritage des paysages et des sols que nous foulons aujourd'hui, je m'appuierai sur quelques représentations cartographiques ainsi que sur l'élaboration de l'appareil légal et instrumental de l'aménagement qui relate la fabrication de ce territoire.

Micheli-du-Crest 1730

L'une des plus emblématiques représentations cartographiques qui raconte l'usage des sols qui ont façonné les paysages est sans nul doute la carte de Micheli-du-Crest datant de 1730. C'est une représentation fine et détaillée du territoire de Genève et de sa campagne. La ville encerclée de ses remparts, ce paysage construit de l'époque, tranche avec un paysage agricole composé de forêts, vergers, hutins, vignes et des champs accompagnés et délimités des bocages qui structurent la campagne. Aujourd'hui encore, ces structures linéaires qui dessinaient le parcellaire imprègnent la charpente par des entités arborées dans les pénétrantes de verdure (PdV) : elles font partie de l'héritage des permanences du territoire genevois.

Carte 2.6
Carte de Micheli-du-Crest 1730

Les outils de l'urbanisme 1920-1930

L'agrandissement des villes passe par la nécessité de mieux maîtriser l'extension urbaine et pour cela de bien connaître le territoire. À Genève, Arnold Hoechel, architecte et urbaniste-chef au Bureau du plan d'extension, s'appuiera sur trois nouveaux

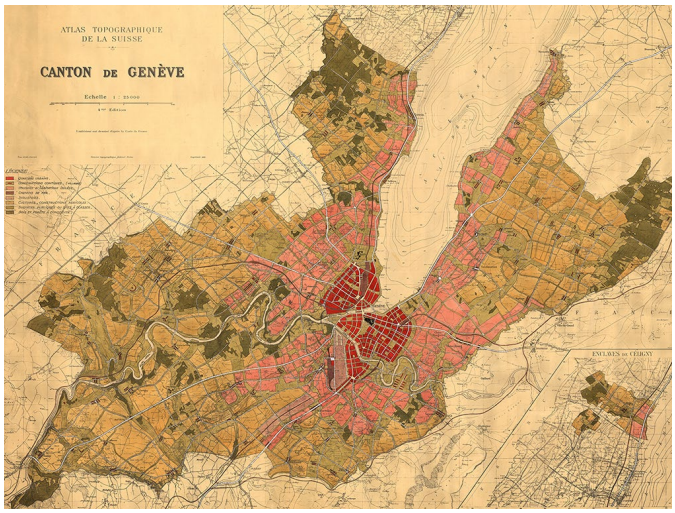
outils de représentation du territoire essentiels que sont les plans topographiques, les plans cadastraux et le plan photographique. Ces outils lui permettront de montrer que, «*parmi les éléments structurant un territoire et caractérisant un site, la topographie joue un rôle important : le modelé du terrain exerce une influence prépondérante sur les créations urbaines*[41]». Cependant, déjà à l'époque il constatera «*que l'expansion urbaine [aura] presque effacée l'image topographique, noyée par la densité du bâti*[42]».

Le plan photographique qui est l'un des outils de représentation le plus utilisé pour les concours d'urbanisme de l'époque, devient «*un complément précieux où le terrain devient une chose vivante, qui parle aux yeux plus que toute autre représentation graphique*[43]». Ces outils de représentation systématiquement utilisés aujourd'hui, sont des sources précieuses pour comprendre l'histoire de l'usage des sols et mieux les considérer dans les opérations d'aménagements ou de préservation.

Ces outils d'aide à la compréhension du territoire n'affecteront pas la préservation des sols très fertiles de la plaine genevoise irriguée par le Rhône et l'Arve, là où la ville de Genève s'est densément installée. Le seul impact de ces outils sur le sol en profondeur se résumera par l'installation des canalisations en fonction de la topographie du site.

Le plan directeur régional ou plan de zones dit plan Braillard 1936-1937

Initié par le chef du département des travaux publics Maurice Braillard et Albert Bodmer le chef du service d'urbanisme de Genève ; le plan directeur régional de 1936 s'étend sur tout le territoire cantonal de la ville à la campagne structurant aussi les zones non construites. Le classement des surfaces réservées à l'agriculture ainsi que les «*surfaces publiques ou sites à classer*» vont révéler sur le Canton de Genève, une structure qui s'appuie sur les grandes entités ouvertes et guide le développement de la ville : la maille verte. Elle représente «*l'ensemble du patrimoine naturel du canton qui est mis en valeur, car on le considère comme une richesse collective, menacée par l'expansion urbaine*[44]». Cette gestion par les vides assure des continuités de paysage et de sol non-construit reliant les parcs jusqu'au centre de Genève. Aujourd'hui, les PdV en sont l'héritage amoindri et morcelé, mais qui permet encore des opportunités de préservation de sol.

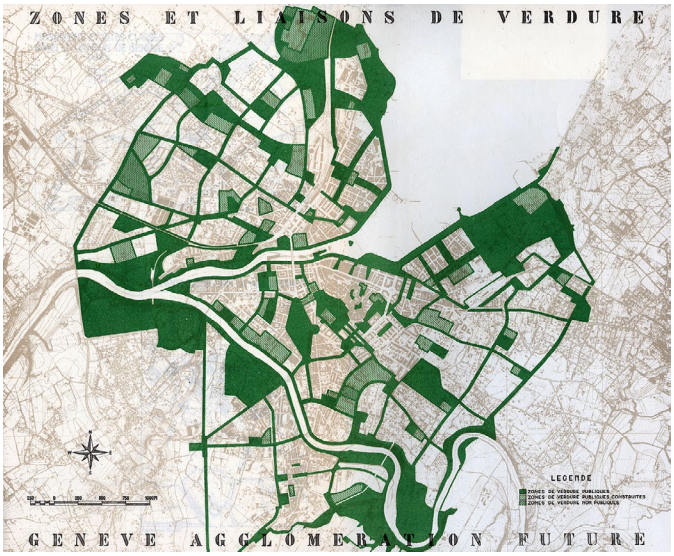


Carte 2.7
Plan directeur régional 1936

[41] LÉVEILLÉ, Alain et al., 2003. *1920-1930 les nouveaux instruments de l'urbanisme*. p.52
[42] *Idem*, p.52
[43] *Idem*, p.54
[44] LÉVEILLÉ, Alain et al., 2003. *1936 plan directeur régional*. p. 72

Projet des zones et liaisons de verdure 1948

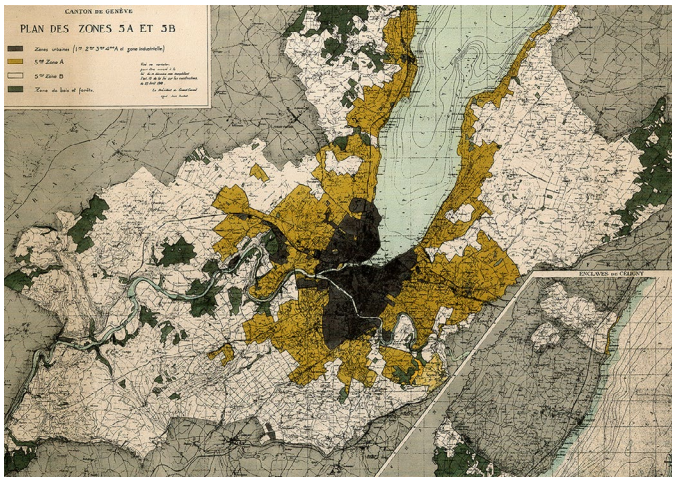
Cette étape est intéressante a relevé dans l'histoire de l'urbanisme de Genève, car elle s'inspire du plan Braillard de 1936-1937. Ce nouveau plan des zones et liaisons de verdure montre la volonté de créer un réseau d'espace vert ouvert dans la ville et de les relier entre eux. Assurer des continuités par l'espace public entre les parcs et la campagne, en y incluant les bois qui sont très rares sur Genève contrairement aux autres cantons. Une recherche de mise en valeur des paysages de proximité et de qualités pour le cadre de vie des habitants. Ainsi, «*pour la nouvelle génération, on désire aussi assurer la pérennité de zones de verdure dans tous le canton*[45]*».*



Carte 2.8
Zones et liaisons de verdure 1948 - Genève agglomération future

Plan de la zone agricole 1952

Pour donner suite à l'élaboration d'une nouvelle politique agricole de la confédération en 1951, le Département genevois de l'intérieur et de l'agriculture décide de scinder la zone 5 en deux «*pour tenir compte à la fois de la nécessité d'étendre la ville et ses quartiers de villas et de l'obligation de préserver le patrimoine rural*[46]» dont le sol fertile nécessaire à la souveraineté alimentaire. Ce plan d'aménagement distingue la zone 5A agricole, mais il a vocation d'accueillir l'extension de la ville et la zone 5B agricole, aussi forestière. C'est un outil d'aménagement encore d'actualité et qui a protégé les sols et les paysages ruraux du mitage par la ville.



Carte 2.9
Plan de la zone agricole 1952

Plan directeur 2015, dit plan alvéolaire 1966

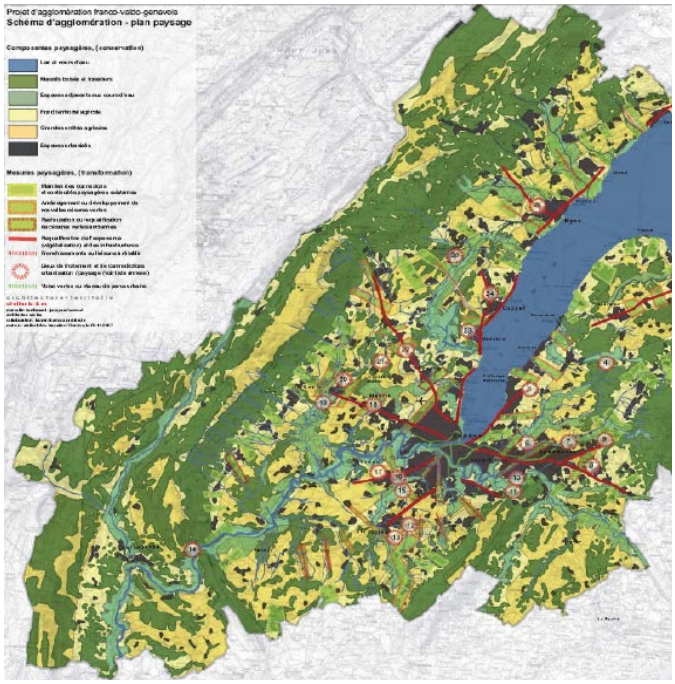
Le plan alvéolaire de 1966 cherche à rationaliser le développement de la ville en 4 grands secteurs alvéolaires encerclés par des voies express de communication desservant le territoire. Dans cette recherche de la rationalisation de la ville dense, «*de grandes radiales de verdure reliant les parcs urbains*

[45] LÉVEILLÉ, Alain et al., 2003. *1948 projet des zones et liaisons de verdure*. p.96
[46] LÉVEILLÉ, Alain et al., 2003. *1952 plan de la zone agricole*. p.104

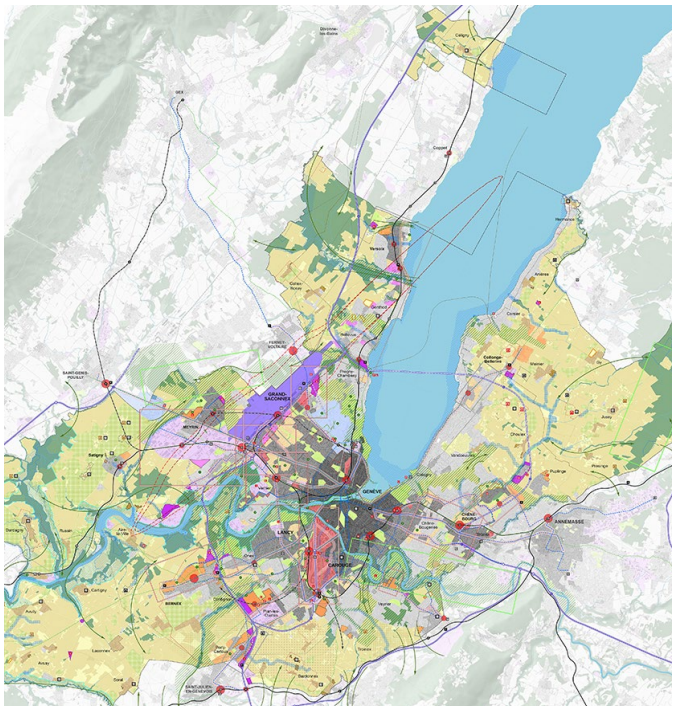
aux zones rurales, reprenant l'idée des pénétrantes de verdure exprimée tant dans les plans directeurs des années trente que dans celui de 1948[47]». Là encore, les urbanistes cherchent à maintenir les connexions du centre-ville au grand territoire. C'est la première fois que la prise en considération de la qualité ou non d'un sol est mentionnée pour infléchir le choix d'une possible densification. «*L'agriculture intéresse l'urbanisme par le capital d'espace vert qu'elle représente (…) la Commission d'urbanisme émet les suggestions suivantes : aménager les terres de mauvaise qualité pour le développement des loisirs (…) ; réserver les bonnes terres à la culture ; aménager les zones boisées et préserver au maximum les surfaces plantées (…)*[48]» Il semble cependant important de noter que malgré la protection des sols fertiles pour l'agriculture que cela peut engendrer, ces préconisations n'ont pas été appliquées dans les autres domaines. C'est seulement aujourd'hui que la qualité du sol à travers les outils d'aménagement comme l'IQS va enfin entrer dans l'aménagement du territoire.

Plans paysages du projet d'agglomération 2007 et 2012

«Le Schéma organise le développement d'une agglomération compacte, multipolaire et verte. Le paysage et les espaces agricoles et naturels sont le socle vert de l'agglomération (...)[49]*».* Ce plan sectoriel développé dans le premier Projet d'Agglomération 2007, met en évidence les grandes composantes paysagères du territoire et



Carte 2.10
Schéma d'agglomération - plan paysage 2007



Carte 2.11
Plan directeur cantonal 2030

[47] LÉVEILLÉ, Alain et al., 2003. *1966 plan directeur 2015, dit plan alvéolaire.* p.138
[48] *Idem*, p.138
[49] QUINCEROT, Richard, TRANDA-PITTION, Michelle, LOETSCHER, Christoph, 2010. *Schéma d'agglomération 2007 : une agglomération compacte, multipolaire et verte.* p.91

les mesures paysagères préconisées par l'atelier ar·ter de Marcellin Barthassat et Jacques Menoud. Ces mesures : « *maintien des connexions et continuités paysagères existantes, aménagement ou développement de nouvelles césures vertes, restauration ou requalification des césures vertes anciennes, etc.*[50]» cherchent à ménager, maintenir la porosité et les liens entre la ville et la campagne sur le territoire, paysage identitaire du canton. Elles sont dans la lignée des plans d'aménagement, des paysages héritages représentés sur la carte de Micheli-du-Crest, et marquent les grandes étapes de la planification urbaine. Elles assurent des réservoirs de sols jusque dans la ville.

Plan directeur cantonal 2030

Aujourd'hui la vision du développement urbanistique du canton de Genève se traduit par le Plan Directeur cantonal 2030. L'introduction de la brochure *Genève envie*, parle de sol «*La sagesse nous interdit de gaspiller les ressources naturelles, la terre et le sol. La terre, c'est la vie. (...). La terre et le sol, c'est la permanence, la confiance, la souveraineté. Voilà pourquoi on ne les dilapide pas. (...). Viser une gestion respectueuse de ce territoire*[51]*».* Le sol deviendrait-il une priorité dans la planification du territoire ? Un bien commun caractéristique de l'espace public ? Une prise de conscience de la raréfaction et de la disparition des sols vivants va-t-elle faire infléchir les décisions d'aménagements et les grands projets à venir sur le territoire genevois ?

La nécessité d'une conception paysage cantonale devient alors impérative dans l'aménagement du territoire pour s'appuyer sur les éléments paysagers structurants du territoire. Il s'agit dès lors de préserver les espaces ouverts et en tisser de nouveaux par le sol.

Ces extraits de planification dans l'histoire de l'urbanisme genevois permettent de comprendre l'évolution et la place prise par ce bien commun qu'est le sol. Les planifications s'appuyant sur les structures paysagères remarquables dessinent un réseau de milieu ouvert marquant la naissance d'une cohabitation plus ou moins évidente et courtoise entre les humains et les non-humains. Ce maillage de réseaux écologiques est source d'un paysage vivant et doit continuer à se construire et s'appuyer sur un sol vivant.

Pour amorcer l'importance des espaces ouverts, potentiels réservoirs de sol encore vivant en milieu urbain, l'actuel projet de renaturation du sol du domaine Rigot, entrepris en 2022 par l'État de Genève (propriétaire), offre un cas d'étude opportun. De L'échelle du parc Rigot additionné à la pénétrante de Prégny-Chambésy, offre une continuité de sol vivant et de paysage ouvert sur lesquels s'appuyer. Ce projet s'inscrit dans la perspective de poursuite du maillage vivant déclenché au début du XX^{e} siècle et qui structure le territoire genevois.

[50] ATELIER B.&M., 2007. En ligne
[51] GENÈVE, PLAN DIRECTEUR CANTONAL 2030, 2020. *Genève envie*. p.2

*« Revenir à cette seule terre, **cette terre vivante et à l'examen de ce sol**, artificialisé, anthropisé, **afin d'en renouveler les usages.**»*

(Descola, 2019)

Photo 2.1
Allée de maître du domaine Rigot, juin 2023

Photo 2.2
Entrée dans le domaine de Varambé depuis la route de Ferney

2.4. La Campagne Rigot, une opportunité de sol vivant

2.4.1. Du domaine de Varembé au parc Rigot, une histoire de sol retrouvé

Une récit de famille genevoise

«Les jardins de l'ancienne campagne Rigot sise à Varembé, dans la partie inférieure du coteau du Petit-Saconnex[52]». Le domaine de Varembé et son paysage ont évolué au fil des siècles en changeant au gré des différents propriétaires et/ou de leurs envies architecturales dues aux modes et grandes tendances d'aménagements des jardins. À l'origine, le domaine doit son nom à la famille Varamberti issue du Piémont (nord de l'Italie) qui en fait l'acquisition au XVe siècle. Il s'étend sur la rive droite dans *«une campagne composée de vastes prairies où paissent les animaux de ferme, avec çà et là quelques bâtisses agricoles ou riches maisons de campagne[53]»* en périphérie de Genève. On peut aisément se l'imaginer d'après les plans de Micheli-du-Crest de 1730 et les quelques gravures de l'époque. Puis le domaine fut divisé avec au nord une propriété appartenant à Gustave Revilliod (1877-1890) et «*au sud, l'autre domaine - dont l'actuelle maison de maître , la "villa Rigot" porte le nom de la dernière famille de propriétaires*[54]». Le domaine changera de propriétaires de nombreuses fois : appartenant à la famille Pictet pendant près de 150 ans avant d'être racheté en 1763 par la famille Rilliet-Fatio. C'est le propriétaire de l'époque Isaac Robert Rilliet-Fatio *«[qui] modernise[ra] le domaine en le dotant d'un jardin à la française, alors en vogue[55]»* et fera reconstruire les bâtiments. Il confiera les plans de la demeure principale au maître maçon Jean-Louis Bovet qui réalisera une maison de maître qui s'inscrira dans la grande tradition architecturale du XVIIIe. Elle sera entourée d'un jardin luxuriant de 25 hectares et riche d'une exceptionnelle diversité d'espace pour l'époque. La famille Rigot en deviendra propriétaire au XIXe siècle.

Au XX[e] siècle, le domaine sera à plusieurs reprises sacrifié par l'installation de la Société des Nations et des grands réseaux viaires qui l'accompagneront. Celui-ci aurait même pu disparaître sans l'intervention du philanthrope et *«mécène américain John Davison Rockefeller Jr. [qui] acquiert ce qui reste de Varambé et en fait don à l'Université de Genève, à condition que cette dernière garantisse l'intégrité de la propriété[56]».*

Aujourd'hui, le paysage dans lequel s'inscrit la campagne Rigot n'a plus l'identité et les tracés historiques d'autrefois. Mais c'est peut-être par la régénération de son sol, premier projet pilote entrepris par le canton de Genève, qu'un nouveau souffle est donné à ce site. L'enjeu étant de répondre aux besoins actuels de préservations des sols, des espaces ouverts, vivants et qui pourraient se rattacher à la continuité des parcs de la pénétrante de Prégny.

---

[52] AMSLER, Christine, BOVAY, Isabelle, THOMAÏDES, Miltos, 2008. *Jardin, Jardin : 3 siècles d'histoire des jardins à Genève.* p.38
[53] ELSIG, Frédéric, NAEF GALUBA, Isabelle, 2020. *L'héritage de gustave revilliod*
[54] AMSLER, Christine, et al. 1999-2001. *Maisons de campagne genevoises du XVIIIe siècle.* p.167
[55] ELSIG, Frédéric, NAEF GALUBA, Isabelle, 2020. *L'héritage de gustave revilliod*
[56] LES JOURNÉES EUROPÉENNES DU PATRIMOINE, 2015. *La campagne Rigot, un don à l'université de Genève.* p.44

1600 — Domaine de Varembé est la propriétée de la famille Pictet pendant 150 ans

1763 — Rilliet-Fatio devient propriétaire du domaine

XVIII — Une vie à la campagne l'été Grand domaine - villégiature

1730, un paysage de campagne

Le domaine de Varambé est adossé au coteau formé par la moraine ondulée et sculptée par le retrait du glacier qui dessine le fin relief de la colline de Prégny. Depuis le Petit-Saconnex, il domine le lac et le grand paysage ouvert sur les premiers reliefs du Salève puis du massif du Mont-Blanc.

En 1730, le domaine semblait s'étendre jusqu'aux rives du lac. Il comprenait deux groupes de bâtiments, trois allées parallèles en tilleuls ou en ormes et un jardin tourné sur le lac cerné de prés et de bocage. A l'est et à l'ouest le corps de ferme étaient encadré par deux parcelles de vergers. Un jardin regroupant les plantations d'agréments était installé au sud. «*Seuls des près s'inclinaient encore doucement en direction du lac sans plus présenter d'obstacle à la vue*[57]».

À cette époque (XVIII[e] siècle), le paysage de campagne domine l'horizon. Il est rythmé en grande partie par des teppes, sols peu fertiles mais de parfaits prés et pâturages pour l'élevage du bétail. Le paysage se compose de parcelles de hutins qui donnent sur le lac, et de champs où les cultures de froment, seigle, orge et trèfle semblent possible grâce aux labours et à l'apport d'engrais animal. Toutes ces parcelles agricoles étaient délimitées et accompagnées par des haies bocagères fixant sur le terrain les limites cadastrales et permettant la protection des terres.

1764-1765, un jardin d'agrément

En 1763 la maison de maître est reconstruite ainsi que deux corps de fermes et leurs dépendances par Isaac-Robert Rilliet-Fatio nouvel acquéreur de la propriété. Elle est agrémentée d'un jardin tenu d'une très grande diversité végétale et d'une richesse d'aménagements d'agréments (dont il ne reste rien aujourd'hui). D'importants travaux de terrassement ont été réalisés devant la maison pour y installer *«un jeu de terrasses recevant les parterres, form[ant] en direction du lac, une importante avancée qui domine de part et d'autre deux grands potagers-vergers aménagés dans de luxueux enfoncements (...) attest[ant] d'un luxe dans la mise en œuvre que le seul souci de préserver les vues lointaines ne saurait justifier*[58]*»* : une topographie maîtrisée. Un cèdre du Liban est planté dans l'axe de la maison en direction du lac et une allée de marronniers des Balkans accompagne la promenade au sud en donnant sur la route de Ferney. Le propriétaire apportera de nouveaux aménagements dès 1780. On notera au nord-est la présence d'une montagne artificielle plantée *«un bosquet «à la chinoise», petit bois en feuillus et conifères comportant trois «montagnes» créées de toute pièce, l'une donnant naissance à une source et l'autre abritant une glacière*[60]*».* Le domaine domine une vaste campagne qui s'arbore progressivement.

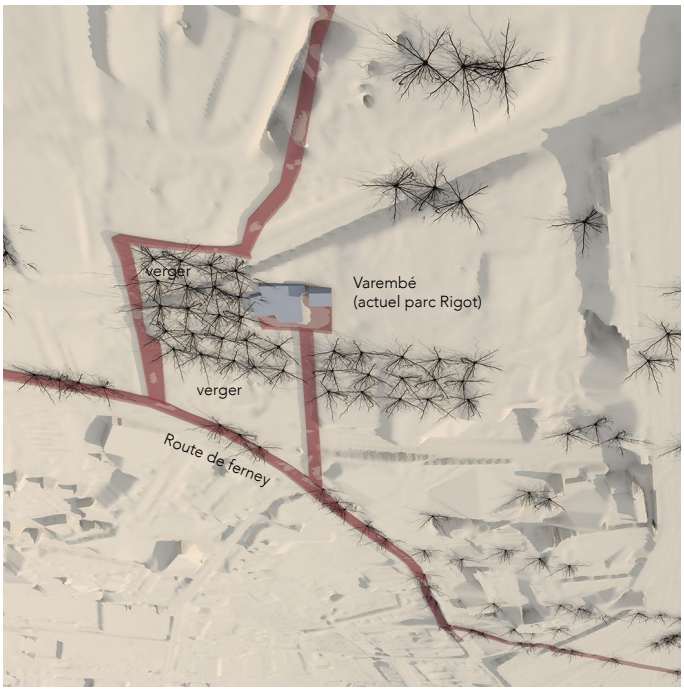
[57] AMSLER, Christine, et al. 1999-2001. *Maisons de campagne genevoises du XVIIIe siècle.* p.167
[58] AMSLER, Christine, BOVAY, Isabelle, THOMAÏDES, Miltos, 2008. *Jardin, Jardin : 3 siècles d'histoire des jardins à Genève.* p.38
[60] *Idem*, p.38

1763
Construction de la maison de maître (peut-être) réalisé par l'architecte Jean-Louis Bouet

1764
Composition des jardins en 3 niveaux :
- Verger accompagné de ferme et dépendances
- Terrasse principale et allée de maître, cabinet de verdure, salle d'arbre, etc.
- Potager

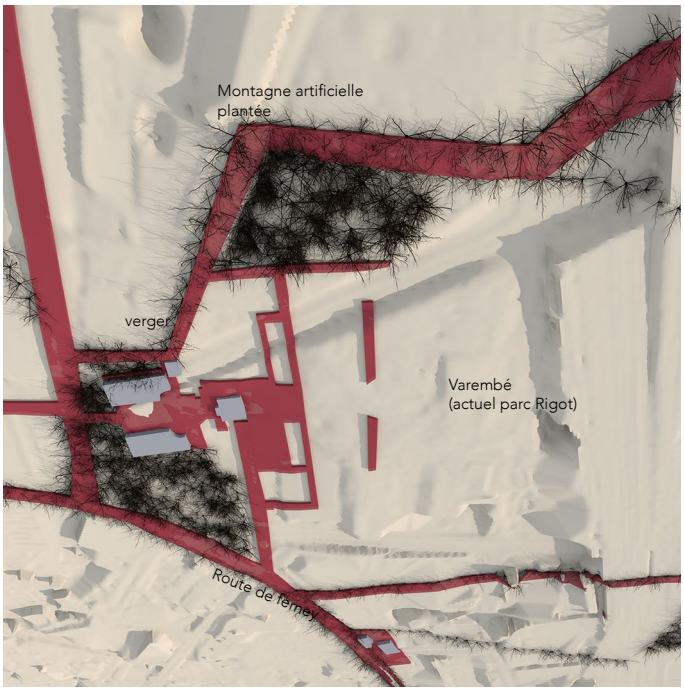
1780
Création d'une petite colline de tradition chinoise artificiel et boisé, accompagné par un paysage de source et de glacière

Carte vue du dessous du domaine Rigot 2.12
La vue en 3D met en lumière l'occupation du sol de la campagne avec le réseau de chemin et le maillage racinaire



Vue inclinée du dessous du domaine Rigot 2.13
On peut deviner les deux parcelles de vergers qui encadraient le corps de ferme

Carte vue du dessous du domaine Rigot 2.14
Les bocages dessinent les limites du parcellaires des domaines



Vue inclinée du dessous du domaine Rigot 2.15
Les surfaces de sol revêtus sont beaucoup plus importante à la suite des nouveaux aménagements. On voit se dessiner le jeu de terrasse et la montagne artificielle plantée.

1807
Projet paysager non réalisé des frères Baumann
Nivellement et mise en près des potagers et terrasses

XVIII
Une vie à la campagne l'été
Grand domaine - villégiature

1858
La voie ferrée reliant Genève à Lausanne traverse le bas de la parcelle de Varambé

1807, un ambitieux projet de jardin

Cet ambitieux projet de jardin paysager conçu par les frères Baumann, cultivateurs-pépiniéristes de la région de Mulhouse, ne sera jamais réalisé.

Ils souhaitaient casser les codes classiques des jardins à la française pour tendre vers le style des jardins anglais en rompant les mouvements de terrain et en aménageant une grande prairie accompagnée de chemins sinueux. Un petit lac ponctué d'une île devait agrémenter la promenade au bas du domaine. Aménagements et transformations substantielles selon les modes paysagères des différentes époques et que l'on retrouve encore aujourd'hui dans la campagne Rigot morcelée.

1833, un jardin paysager

Sur le plan de la Commune du Petit-Saconnex de 1833, la cartographie de l'état des lieux de la campagne Rigot met en évidence les aménagements pensés et réellement réalisés par les frères Baumann en 1807. Le jardin laissera la place à un aménagement de type jardin anglais. Il prendra la forme d'un parc, composé d'une prairie et ponctuée de bosquets, ouvert sur les paysages lointains. Le potager sera déplacé et adossé au corps de ferme à l'ouest et encadré par le verger. Au droit de la route de Ferney, des aménagements du début du XVIII[e] perdurent comme l'allée d'ormes plantée jusqu'à la demeure ornée de sa salle d'arbres. La montagne artificielle boisée agrémente toujours le domaine.

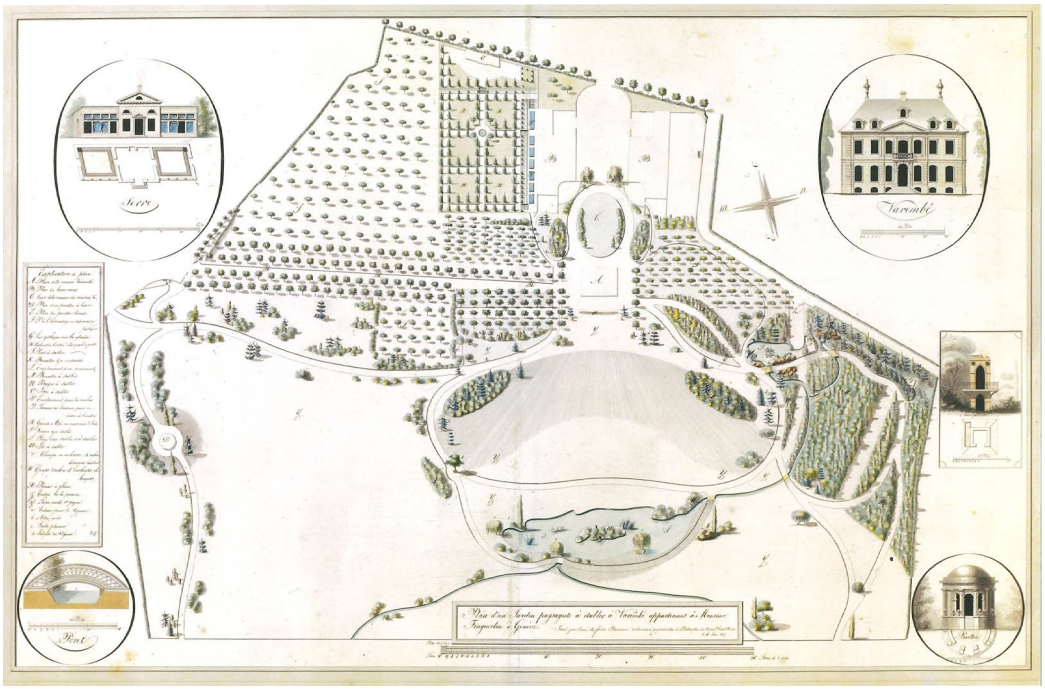
En 1858, la construction de la voie de chemin de fer reliant Genève à Lausanne amputera la campagne de son accès privilégié aux rives du lac en aval du domaine. C'est l'une des premières cicatrices et discontinuités qui marqueront progressivement le domaine.

En 1900, le chemin Eugène-Rigot est réalisé en bas de la parcelle.

1867
Détachement d'importantes parcelles, dont le bosquet chinois, au profit de Gustave Revilliod (autre propriété de Varembé)

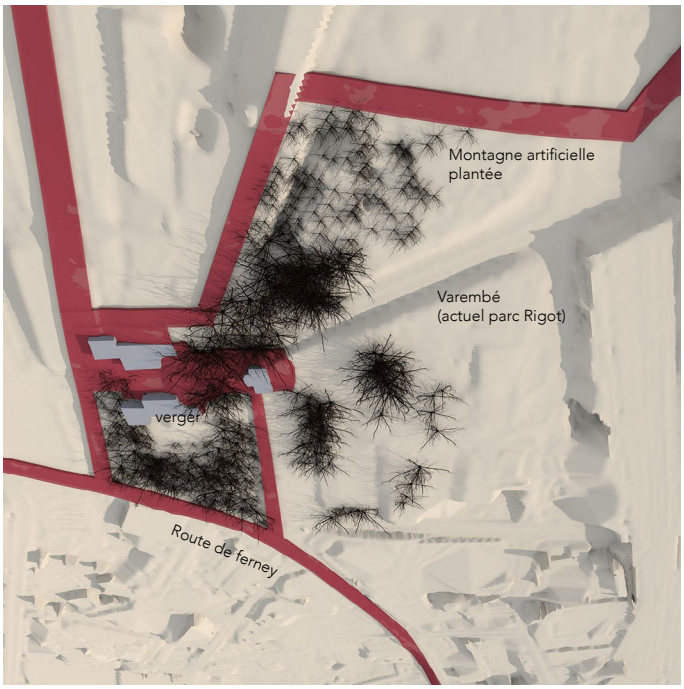
1890
Ligne de tram Genève-Ferney est réalisée. Elle longe le domaine au sud, empruntant la route de Ferney

1900
Création du chemin Madame par Eugène Rigot au pied de la parcelle dans le but de lotir



Carte 2.16
Plan non réalisé du domaine de Varembé

Carte vue du dessous du domaine Rigot 2.17
On peut remarquer le manque de donnée sur la végétation de la carte Dufour



Carte vue inclinée du dessous du domaine Rigot 2.18
Le plan plus précis du domaine Rigot nous renseigne sur la présence du verger, des bosquets plantés et de la montagne artificielle

1931 — Les héritiers Rigot-Griolet vendent le domaine à la Société immobilière de la Place des Nations. Parcelles cédées en 1932 à l'Etat de Genève.

1929-1938 — Construction du Palais des Nations

1934 — L'ancien «chemin de Genève à Pregny» est totalement réaménagé en avenue de la Paix

1940 — En 1940, des parcelles sont cédées à la SDN pour l'aménagement du nouveau quartier international

1932, construction de la SDN

C'est dans les années 30 que la campagne Rigot subira le plus de transformation due aux extensions urbaines et viaire. Le domaine de Varambé qui longe le domaine Rigot au nord est légué à la ville de Genève suite au décès de Gustave de Revilliod en 1890, puis cédé à la Société des Nations. Il sera désigné pour accueillir le palais des Nations en 1928 dans le parc du musée de l'Ariana. L'alignement de marronniers des Balkans qui accompagnait la grande allée depuis dès 1765, est conservée au droit du futur Palais de la SDN. La campagne Rigot semble résister aux premiers aménagements urbains : on retrouve le potager à l'ouest du bâtiment de ferme, l'allée de marronniers qui encadre la promenade jusqu'à la maison de maître et le petit bois de la montagne artificiel. En face de la route de Ferney, le bas du domaine est traversé de toute sa longueur par une route qui dessert des jardins d'ouvriers eux-mêmes dominant la voie ferrée.

1963, un domaine sacrifié

C'est dans les années 60 que la campagne Rigot sera le plus sacrifiée. Dès 1934, la campagne est scindée en différents axes de circulations dus au *«nouveau réseau viaire [qui] entraîne la démolition de la dépendance nord et mutile la composition des cours en enfilade. Le pavillon chinois est démoli, les potager et verger abandonnés (...)*[61]*».* L'avenue de la paix et l'avenue de France sont réalisées pour irriguer ce nouveau quartier de la SDN. Le petit bois sur la montagne artificielle est traversé d'est en ouest par l'avenue de la Paix. Les cordons boisés qui accompagnaient la route de Ferney sont abattus. La place des Nations s'installe en amont du domaine sur les terrains vendus à la SDN. Au bas du domaine, des terrains de tennis remplacent les jardins d'ouvriers et les pavillons provisoires en bois de l'École Professionnelle s'installent le long de l'avenue de France dans la grande prairie, où ils sont adossés à l'alignement de marronniers à l'ouest.

Ce paysage de campagne encore très ouvert, dépourvu de construction, orienté vers le lac et offrant des vues sur la chaine du Mont-Blanc, s'est petit à petit refermé. Il fut assailli par de nouvelles constructions et par l'empiétement de l'espace public. Ces transformations inéluctables qui ont émergé des visions et constructions urbanistiques de l'époque ont complètement dénaturé la composition de la campagne Rigot héritée du XVIIIe siècle.

[61] AMSLER, Christine, BOVAY, Isabelle, THOMAÏDES, Miltos, 2008. *Jardin, Jardin : 3 siècles d'histoire des jardins à Genève.* p.50

1942 — Rachat du domaine par John D.Rockefeller pour le donner à l'Université de Genève

1955 — Construction des pavillons de l'École professionnelle, aujourd'hui Collège Sismondi

1999 — Classement de la campagne Rigot (parcelle, maison de maître et dépendance)

2007-2011 — Les pavillons en bois du collège Sismondi sont détruits au profit d'un nouveau bâtiment en dur

Photo2.3
Le domaine Rigot avant la construction de l'Avenue de la Paix, encore préservé - Photographie aérienne 1932

Photo2.4
Le domaine Rigot aux limites dessinées par le réseau viaire et assailli de nouvelles constructions - Photographie aérienne 1963

2009-2013 — Construction de la maison de la Paix de l'Institut de hautes études internationales et du développement à Genève

2014 — Image directrice du domaine Rigot par le bureau Ilex paysage

2018-2019 — Construction du centre d'hébergement collectif à Rigot

Fin du XX^{ème} à aujourd'hui

Rigot face à la pression urbaine

Les multiples aménagements, transformations et mutations de la campagne Rigot de ces derniers siècles offrent aujourd'hui un espace morcelé qui a perdu presque toute son identité héritée du XVIII^{e}. «*À ce jour, (...) ne subsiste des jardins du XVIII^{e} siècle guère plus que l'ancien bosquet chinois en partie tronqué, englobé dans le parc de l'ONU*[62]». C'est sans doute grâce au mécène et acquéreur John Davison Rockfeller Jr, propriétaire de la campagne Rigot en 1942, que celle-ci a été préservée d'une très forte pression immobilière due à la proximité du quartier de la SDN. Il *«en fait don à l'Université de Genève, à condition que cette dernière garantisse l'intégrité de la propriété*[63]*».*

Au XXe et au XXIe siècle, les grandes tendances de nature en ville *«motivée par les enjeux environnementaux et sociétaux et inscrite dans les Plans d'Agglomérations*[64]*»* vont permettre de préserver ce qu'il reste de la campagne Rigot. En 1999, la parcelle, la maison de maître et son corps de ferme sont classés. Ils deviennent l'héritage genevois *«reconnu comme étant représentatif de l'architecture patricienne d'influence française répandue à Genève au cours de la seconde moitié du 18ème siècle*[65]*».* Cela insiste sur la nécessité de préserver les espaces ouverts dans la ville de plus en plus dense de Genève. Toutefois, après des modifications de limite de zone, des équipements en dur seront construits sur la parcelle : en 2011 l'école professionnelle en bois laisse la place au collège Sismondi (une réalisation de 3 bâtiments installés au droit de l'avenue de France) et l'IHEID installe la maison de la Paix qui ferme définitivement la vue sur le lac à l'est de la parcelle. Au début des années 2000, le haut de la parcelle est réquisitionné pour accueillir l'aménagement de la boucle de retournement du tram 15 à l'arrêt Nations. Cet espace sera restitué à la campagne Rigot fin 2026 suite au prolongement du tram 15 jusqu'à Ferney-Voltaire par l'Avenue de France. Même si une partie est rendue au parc, il sera de nouveau empiété le long de l'Avenue de France par la restructuration et l'aménagement des arrêts de la nouvelle voie de tram.

Parallèle à l'allée replantée d'un double alignement de tilleuls, le Centre d'hébergement collectif pour migrants voit le jour en juillet 2019. Ce double bâtiment conçu sous forme de module est réalisé en bois et utilise des ressources forestières locales. Il offre la possibilité d'une expansion pour accueillir des résidents en plus. Il s'agit d'un projet de nature éphémère conçu sur pilotis pour minimiser l'impact sur le sol. Il a vocation à être démonté en 2030 et ainsi offrir plus d'espace ouvert pour le public dans le parc de la campagne Rigot.

Une pépinière urbaine de 141 arbres, inaugurée le 30 mars 2023, a vu le jour en amont de l'allée de maître qui mène aux parvis rénovés de la maison Rigot et de la dépendance Masaryk. Elle vit en lieu et place de l'ancien théâtre éphémère (voir partie 2.4.2. Images directrices : Évolutions et recompositions urbaines du domaine Rigot). Implantée à l'emplacement

[62] AMSLER, Christine, BOVAY, Isabelle, THOMAÏDES, Miltos, 2008. *Jardin, Jardin : 3 siècles d'histoire des jardins à Genève.* p.50
[63] LES JOURNÉES EUROPÉENNES DU PATRIMOINE, 2015. *La campagne Rigot, un don à l'université de Genève.* p.44
[64] HÜSLER ET ASSOCIÉS, ARCHITECTES PAYSAGISTES, 2020. *Image directrice pour la campagne Rigot, conclusion.* p.15
[65] *Idem* p.15
[66] DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE, 2023. *Végétalisation autour du futur Tram des Nations: une*

2020-2021
Démontage du théâtre provisoire.
Potager partagé provisoire initié par l'IHEID et le centre d'hébergement collectif.
Réalisation du projet Ilex aux abords de la maison de maître

2021
Deuxième image directrice du domaine Rigot par le bureau Hüsler

2023
Inauguration de la pépinière urbaine en vue de la végétalisation de la nouvelle voie du tram des Nations Avenue de France

de la pépinière historique, elle s'inscrit dans la perspective de végétalisation du nouveau projet du tram 15. La pépinière complète des aménagements paysagers déjà amorcés sur le site depuis 2014. Elle accompagne un verger composé de 28 arbres fruitiers, installés dans le cadre d'une démarche participative ainsi qu'un jardin potager participatif «*créé en partenariat avec l'IHEID, le Centre d'hébergement collectif de Rigot et l'EPER*[66]».

Photo 2.5
Vue aérienne du domaine Rigot lors de la régénération du sol de la future prairie cultivée, septembre 2021

nouvelle pépinière urbaine et des aménagements innovants au parc Rigot. Communiqué de presse

La campagne Rigot : un site expérimental des "communs"

«*Sa fonction de poumon vert à l'échelle urbaine participera à la qualité générale du lieu et à la réduction des îlots de chaleur tout en renforçant un nouveau relais de Nature en ville précieux pour la biodiversité. (...) Le Domaine Rigot constitue ainsi un site pilote visant à expérimenter des espaces publics répondant aux attentes de la population et favorisant une gestion à la fois durable et participative. A terme, cet espace de cohésion sociale, positionné sur un carrefour de mobilité douce, pourra constituer un nouveau parc aux contours définis par des fronts végétaux généreux et à la gouvernance communautaire pérenne, selon le concept novateur et encore expérimental des "communs"*[67]*».* Cette nouvelle méthode de gouvernance communautaire de la campagne Rigot offre l'opportunité de redonner des espaces ouverts, respirables et vivables dans le tissu dense de la ville. Responsabiliser le citoyen, l'habitant et l'usager sur la nécessité de préserver et choyer ces espaces de bien commun est peut-être une des solutions aux enjeux actuels. Des actions comme la sensibilisation et la participation sont primordiales pour que les citoyens conscientisent combien le vivant et le sol vivant sont des biens inévitablement communs. En revanche, le risque d'accroître la pression des usages et le piétinement sur ce parc est une éventualité. Cela pourrait nuire à l'effort fourni de la régénération de ses sols. Une nouvelle méthode pour utiliser et profiter des lieux est à imaginer.

L'analyse historique des usages du sol du domaine Rigot à montrer que le sol de ce parc n'est pas un sol intact. Il a été maintes fois remanié, façonné, remodelé, retravaillé, déplacé etc. depuis les années 1730 (et peut-être même avant).

L'étude de la cartographie du sol a montré qu'il jouissait d'une continuité avec les autres milieux ouvert jusqu'à la réalisation des routes de l'Avenue de la Paix et de l'Avenue de France, véritable rupture dans le sol et le sous-sol.

Ce sol hérité n'est pas un sol originel. Mais c'est un milieu encore ouvert, qui subsiste au cœur de la ville dense et qui bénéficie encore d'une continuité verticale de la roche-mère à l'atmosphère.

Mais comme on va le voir par la suite, ce milieu ouvert et non-construit, qui semble vivant en surface par sa végétation, a bien des difficultés à le rester en profondeur.

[67] DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE, 2023. *Végétalisation autour du futur Tram des Nations: une nouvelle pépinière urbaine et des aménagements innovants au parc Rigot.* Communiqué de presse

Photos 2.6 et 2.7
Inauguration du projet éphémère ALICE de l'EPFL sur les hauts du domaine Rigot. Un sol déjà soumis aux contraintes du piétinement, juin 2023

2.4.2. Images directrices : évolutions et recompositions urbaines du Domaine Rigot

Retrouver les marqueurs paysagers de l'identité historique du parc

En 2014, le bureau ILEX paysage urbanisme est mandaté par le département de l'aménagement, du logement et de l'énergie ainsi que l'Office du patrimoine et des sites pour réaliser un plan de gestion pour le domaine Rigot. Le bureau propose de structurer le site en 6 grands secteurs d'interventions. La première intervention réalisée est la requalification de l'allée de maître historique qui mène à la villa Rigot. Un double alignement de 30 tilleuls accompagne ce chemin de mobilité douce. Les travaux réalisés en 2015 permettent de relier le parvis de l'Opéra des Nations depuis l'avenue de France au parvis des villas. Un espace public donnant sur la grande prairie et le glacis, et, de surcroit l'héritage des aménagements paysagers du Domaine Rigot. Suite à la fermeture du Grand Théâtre de Genève pour travaux de rénovations en février 2016, un théâtre éphémère en bois est proposé pour accueillir les productions et œuvres lyriques. La Domaine est désignée pour l'accueillir. Il devait s'installer en aval de l'allée de maître (secteur B), adossé au collège Sismondi, mais sera finalement implanté sur le plateau, à la place des vergers (secteur D). Il restera sur le site de la campagne Rigot pendant deux ans et demi. Cette installation retarde les aménagements pour retrouver l'espace ouvert de verger dans la continuité du potager de la dépendance Masaryk.

«*En 2018, l'OCAN a élaboré un plan de gestion pour l'entretien de la campagne Rigot sur la période 2018-2021 avec l'Atelier Nature Paysage. Suite à l'approbation de ce plan de gestion (DD 111076), l'entreprise Boccard Parc et Jardin SA assure aujourd'hui l'entretien du domaine*[68]».

Les services de l'OCAN, l'OU et l'OPS du Canton de Genève, acteurs engagés dans la réhabilitation de cet espace public à haute valeur patrimoniale, mandatent le bureau HÜSLER et ASSOCIÉS SA architectes paysagistes «*pour la mise à jour de l'image directrice pour 2020 ainsi que l'établissement d'un avant-projet pour le secteur D*[69]».

Un parc qui répond aux enjeux climatiques et d'usages actuels et futurs

La volonté du bureau de paysage est, sans tomber dans le postiche, de renforcer la vision d'un parc urbain tout en s'appuyant sur l'identité historique du Domaine. Cette porte d'entrée végétalisée et ouverte sur le quartier des Nations s'inscrit dans la succession des grands parcs de la rive droite, comprenant le conservatoire et jardin botanique, le parc de l'Ariana, le parc de Vermont, etc. Le Domaine Rigot est également traversée par la Promenade de la Paix. Un projet de mobilité douce ancré dans le plan d'agglomération (PA2 - mesure prioritaire Ae2).

L'un des objectifs phare de cette image directrice qui s'inscrit dans les directives de la SBG-2030[70] d'enrichir et valoriser la biodiversité et de partager ses bienfaits auprès de la population est : la stratégie d'arborisation du parc. Elle s'appuie sur un état des

[68] HÜSLER ET ASSOCIÉS, ARCHITECTES PAYSAGISTES, 2020. *Image directrice pour la campagne Rigot, introduction*. p.4
[69] *Idem* p.4
[70] STRATÉGIE BIODIVERSITÉ GENÈVE 2030, *adopté par le Conseil d'État le 21 février 2018*

A - Le glacis parc et les bosquets (automne 2014 selon budget DGNP). Fiche d'intervention développée dans le cadre du mandat.
Surface : 26 610 m²

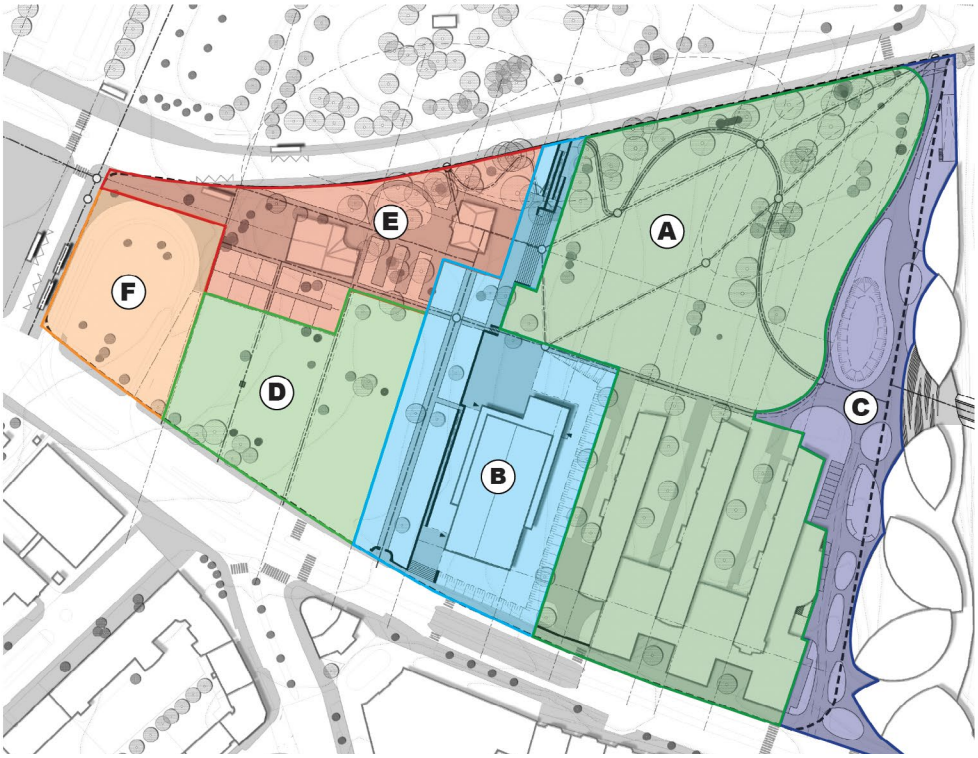
B - Le théâtre éphémère associé à l'allée de maître (2014-2015).
Fiche d'intervention en attente du travail des architectes mandaté par la fondation du Grand-Théâtre de Genève.
Surface : 10 870 m²

C - Le chemin Eugène-Rigot (2015-2016).
Réalisation de la Ville de Genève avec coordination SMS et DGNP pour les essences à planter.
Surface : 7 680 m²

D - Les vergers (2015 selon budget).
Réalisation en coordination avec le monument en hommage à Nelson Mandela.
Surface : 6 630 m²²

E - Les abords, le parvis et les accès au secteur bâtis des villas Rigot et Mazarik.
Réalisation inconnue.
Surface : 6 850 m²

F - La boucle de retournement du tram réaffectée.
Réalisation inconnue.
Surface : 4 210 m²



Carte 2.19 et 2.20
Image directrice 2014 pour le Domaine Rigot, vision idéale et secteurs d'intervention.

lieux de l'existant, sur les ambiances et les espaces à conserver ou créer et plus particulièrement sur l'état sanitaire des arbres. L'attention portée aux végétaux est vectrice de la stratégie d'urbanisme du vivant et se traduit par la volonté de répondre aux objectifs définis par le bureau de paysage. Il s'agit en effet de «*définir clairement les limites de la campagne Rigot par l'affirmation de fronts végétaux généreux et structurants participant à la qualité de la trame urbaine connexe (axes de circulations, place des Nations)*[71]» et «*d'être un poumon vert à l'échelle urbaine en participant à la réduction des îlots de chaleur et en s'intégrant au réseau de biodiversité en ville (bassin de rétention et refuge pour la petite faune, gestion et entretien différencié, revêtement perméable et semi-perméable, augmentation et diversification des typologies végétales : cordon, bosquet, sous-bois, prairie extensive, etc)*[72]». Maintenir ouvertes les structures héritées que sont le glacis paysager tourné vers l'IHEID et la prairie cultivée en amont du domaine, est une réelle volonté. Les lisières de Rigot s'épaississent, plantées plus densément, et sont enrichies de nouvelles espèces qui s'adaptent à l'évolution climatique.

Cependant, un imprévu a impacté le bon développement des végétaux sur le site lorsque une partie des premières phases du projet ont été réalisées en suivant les deux images directrices. Les bureaux de paysage avaient, visiblement, omis de tenir compte de la qualité du sol urbain en place lors de leurs diagnostics.

---

[71] HÜSLER ET ASSOCIÉS, ARCHITECTES PAYSAGISTES, 2020. *Image directrice pour la campagne Rigot, conclusion.* p.20
[72] *Idem*, p.20

Légende

- *Arborisation vision idéale*
- *Bâtiment*
- *Revêtement enrobé*
- *Revêtement perméable*
- *Revêtement pavé*
- *Prairie / gazon*
- *Zone humide*
- *Potagers*

Espaces activés

1. *Espace fédérateur*
2. *Potagers partagés*
3. *Espace fédérateur (jeux et pique-nique)*
4. *Placettes*
5. *Espace de dilatation de la Promenade de la Paix*
6. *Abords zone humide*

Légende

- *Caduc*
- *Caducs abords villas*
- *Persistant*
- *Persistants majours, en groupe*

Principes

Franges/traitement limites extérieures

. Traitement « uniforme » avec variations caduc/persistant et au niveau essences (voir liste non exhaustive p.57)

. Traitement « différencié » des perméabilités visuelles (TBB, tige, CP, sous-bois..)

Plateau des Villas

. Proposer des essences emblématiques à grand développement qui remplaceront à terme les marronniers

. Développer le thème des arbres à moyen développement dans le cabinet de curiosités

Le glacis paysager

. Développer le thème de groupes de grands conifères en amont et des métaséquoias en aval de la pente (partie humide)

La prairie cultivée

. Développer le thème des fruitiers (verger et grands fruitiers solitaires)

Carte 2.21 et 2.22
Image directrice 2020 pour le Domaine Rigot, plan idéal et gestion du patrimoine arboré : une vision à long terme

2.4.3. Le sol, acteur majeur vivant du Domaine Rigot

Des soins à porter au sol

Dans la perspective cantonale de la prise en considération des valeurs paysagères à maintenir et à enrichir sur le territoire, et pour faire face à la pression de densification de ces espaces ouverts, le parc du Domaine Rigot s'inscrit dans la démarche de requalification et d'occupation de l'espace ouvert en faveur du vivant.

Rigot est un site pilote qui accueil l'expérimentation d'un projet d'aménagement de sol résilient. Il n'existe pas de solution pour recréer des sols ayant un niveau de complexité qui résulte du processus naturel et originel de pédogenèse. Ce n'est cependant pas l'objectif recherché, car c'est un processus temporel trop long à l'échelle du projet (et humain). Le but est de trouver des solutions pour accélérer les processus de pédogenèse sur des sols en place et retrouver des sols qui rendent des services écosystémiques en milieu urbain.

D'importants travaux de régénération des sols ont été effectués sur trois espaces du Domaine Rigot pour que ce lieu puisse de nouveau retrouver ses fonctionnalités écologiques. Il y a eu : la double allée de maître (2021), l'aval du glacis paysager (été 2022) et la prairie cultivée (automne 2022).

Premier cas d'étude : le double alignement de tilleul de l'allée de maître (2021)

Un sol atteint dans sa structure physique

6 ans après la plantation du double alignement de 30 tilleuls en 2015, des retards de développement significatifs des arbres sont constatés : «*un retard de développement difficile à expliquer compte tenu de l'application d'un protocole de plantation conforme aux règles de l'art, et d'un suivi avec arrosages sur 3 années*[73]». Le bureau d'ingénierie en environnement BMG solution est mandaté par l'OCAN pour réaliser une «*expertise pédologique en lien avec les interrelations "sol/arbre" dans le contexte d'un retard de développement de Tilia cordata*[74]». Ladite expertise révélera que le sol qui entoure l'alignement a déjà été remanié avant la plantation des tilleuls. Le premier remaniement de ce sol remonterait à l'aménagement de l'allée de maître marqué par un nivellement et un remblaiement au moment de la plantation des marronniers (1765). Puis, les chantiers successifs en amont et en aval de l'allée de maître (voir la partie 2.4.1.) «*ont probablement entraîné des atteintes physiques supplémentaires sur les sols concernés (installations de chantier et circulation de machines)*[75]».

[73] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Tilleuls, parc Rigot 2021.* p.1
[74] *Idem* p.1
[75] *Idem* p.4

Photos 2.8, 2.9, 2.10 et 2.11
Un sol compacté qui ne respire presque plus. Plantation des tilleuls après les travaux.

Un sol de nature fragile

Il est important de spécifier que les sols de la campagne Rigot sont susceptibles d'être profondément affectés par des atteintes physiques extérieures dues à leur nature. Ces sols sont de type «*limono-argileux à argilo-limoneux remaniés (colluvions et moraine altérée remaniées avec fragments de déchets inertes), reposant sur la moraine de retrait Würmien, en phase limono-argileuse pré consolidée (6d1) ou argilo-limoneuse pré consolidée (6e1)*[76]» . En effet ces sols ont tendance, pour les limons, à garder en mémoire les atteintes physiques subies et, pour les argiles, à se lisser et à former une barrière à l'infiltration des eaux de ruissellement si malmené ou compacté lors d'une mauvaise période (trop sec ou trop humide).

Le rapport d'étude pédologique relève une forte discontinuité horizontale et verticale entre les différents horizons. L'horizon "A" est composé d'une terre d'apport à dominance limoneuse et d'une structure graveleuse qui favorise l'infiltration de l'eau. Il «*est favorable au développement racinaire de surface, ainsi qu'à l'alimentation hydrique et minérale de l'arbre*[77]». Les deux autres horizons "B" et "BC" de la fosse de plantation continue sont des matériaux remaniés de remblais, caractéristiques des anthroposols. L'horizon "B" est de type limono-argileux. Il est«*transformé, très variable et aléatoire, ne remplit plus la fonction de sous couche arable fonctionnelle en l'état actuel. L'horizon "B" remanié serait probablement compatible avec le développement racinaire, ainsi qu'à l'alimentation hydrique et minérale de l'arbre, mais uniquement dans un contexte de sol suffisamment structuré et aéré, ce qui n'est plus le cas actuellement*[78]». Enfin, l'horizon "BC" lui aussi de nature argilo-limoneux «*est peu compatible avec le développement racinaire, et l'alimentation hydrique et minérale de l'arbre, mis à part localement, à la faveur de fissurations profondes liées notamment à des phénomènes de dessiccation/gonflement des argiles*[79]». Cet horizon inférieur est directement en contact avec la moraine affleurante à un mètre de profondeur.

La forte compacité verticale de ces horizons inférieurs et le manque de matière organique (MO) nuit aux échanges gazeux, hydrique, d'air, de matériaux organiques ou inertes entre la surface et la roche mère altérée. Ce sol «*ne remplit que très partiellement la fonction de support fertile et fonctionnel pour le développement racinaire*[80]». La compaction est due en grande partie à la circulation des engins de chantiers en condition humide, elle se traduit par une disparition de macroporosité dans les différents horizons qui contraignent le système racinaire

[76] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Tilleuls, parc Rigot 2021*.p.3
[77] *Idem*, p.9
[78] *Idem*, p.10
[79] *Ibidem*
[80] *Idem* p.14

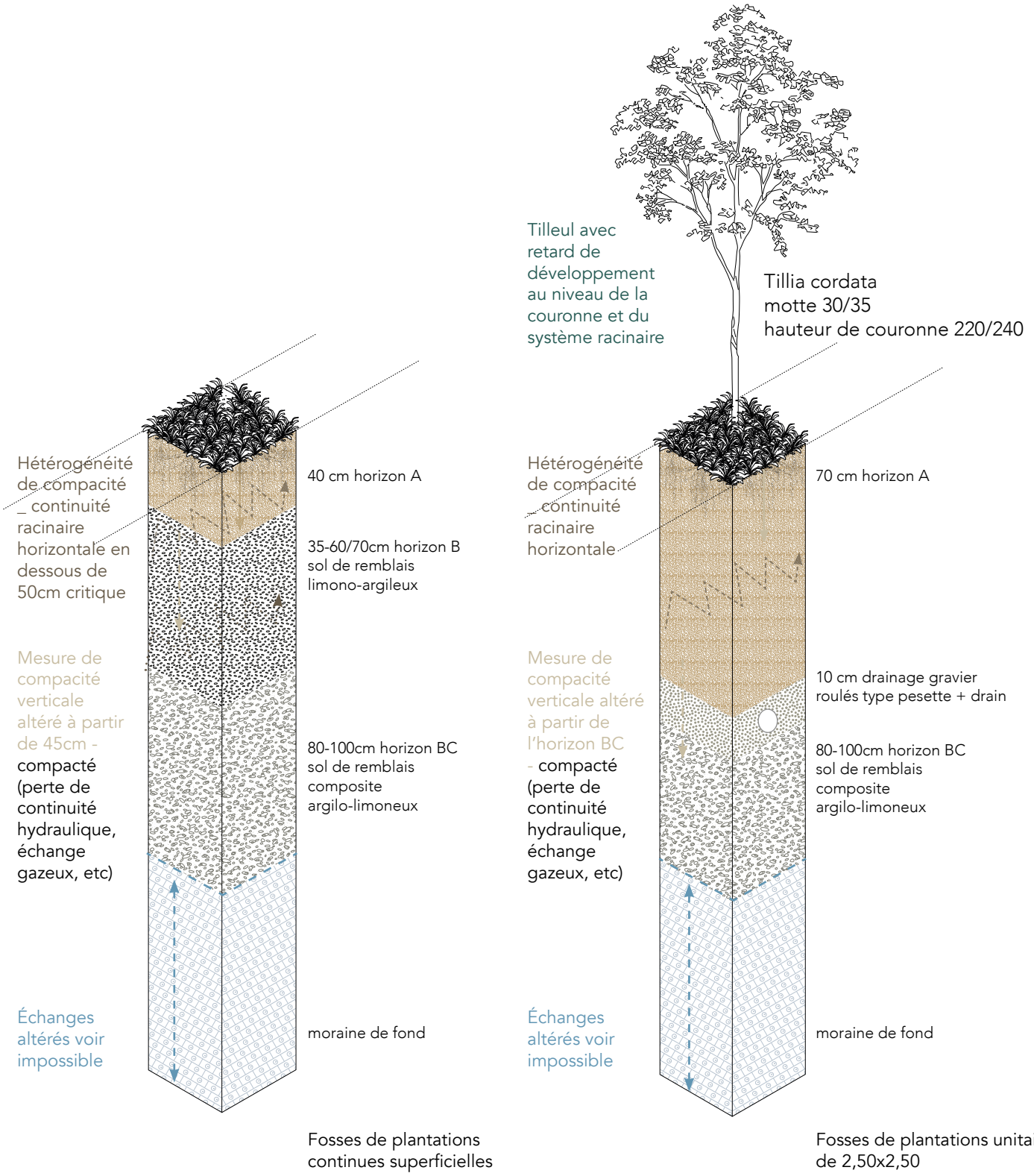


Illustration 2.3
D'après des carottages sur le sol de l'allée de maître du Domaine Rigot, avant travaux

des tilleuls à se développer de manière horizontale dans l'horizon "A". Toutefois, ce sol n'est pas complètement mort. C'est en le travaillant qu'il va être possible de recréer un milieu favorable au développement des êtres vivants et ainsi le pérenniser en vue de sa renaturation[81].

Régénération des sols de l'allée de maître

Aujourd'hui, les bureaux d'ingénierie en environnement font face à une forte dégradation du sol urbain. Ils n'ont d'autres possibilités que de développer et adapter des principes de renaturation des sols qui sont habituellement appliqués dans les milieux naturels hors des villes. Les méthodes mécaniques utilisées en agriculture améliorent et renaturent le sol au sens large. Autrement dit, pour rendre ses 3 fonctions essentielles efficaces (hydrique, captation du carbone et habitat pour la faune et la flore) et les pérenniser. La renaturation est une action forte qui cause des dérangements importants aux sols et aux milieux. En revanche, c'est un investissement à long termes qui permet de retrouver un certain équilibre avec un enrichissement de la biodiversité pour le site impacté. Elle redonne également une structure physique en recréant des conditions pour qu'une vie diversifiée puisse s'ancrer. Le point de départ est de réactiver le sol pour que la vie reprenne rapidement son cours[82].

Etant donnée que la microporosité de l'allée de maître de la campagne Rigot n'a pas totalement disparu, le sol n'est pas complètement dépourvu de vie. Ce sont ces procédés mécaniques de réparation physique et biologique pour régénérer les sols qui ont été utilisés pour le sol de Rigot. Comme le système racinaire n'a pu se développer que dans l'horizon "A" à cause de la compaction des autres horizons plus en profondeur, le bureau BMG Solution a proposé de décompacter le sol «*pour restituer une macroporosité suffisante, briser les semelles de compactage, permettre une meilleure aération et infiltration des eaux météoriques, et garantir un développement racinaire en dehors des fosses unitaires de plantations*[83]». Ces travaux mécaniques de sous-solage, utilisés dans le domaine agricole pour aérer le sol, ont permis la décompactions par «*une action de fissuration par "compression" avec soulèvement de la masse de matériaux terreux à décompacter*[84]» sur un minimum de 80 cm.

Pour donner suite aux travaux de fissuration du sol, il est proposé de semer un mélange grainier d'herbacés à systèmes racinaires pivotants dominant (Medicago sativa, Secale cereale L., Raphanus sativus L., etc.) dans l'objectif qu'ils favorisent la régénération du sol par le vivant. C'est un processus

[81] GIREL, Mathias, 2022. *Entretien avec l'Ingénieur Environnement BMG Solution,19 juillet 2022, Genève*
[82] Idem
[83] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Tilleuls, parc Rigot 2021.* p.14
[84] *Idem*, p.14

Photo 2.12
Un sol retrouvé et régénéré qui accompagne l'allée de maître devant le centre d'hébergement collectif pour migrants, juin 2023.

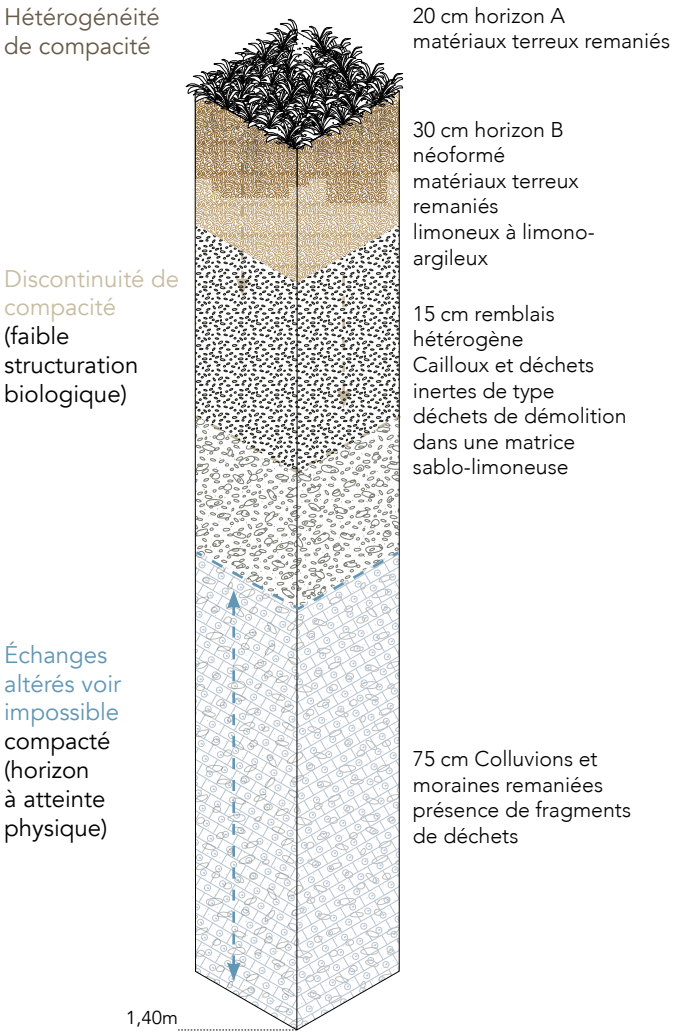
complémentaire et durable qui assure et maintient une porosité du sol et active les échanges biologiques et chimiques entre la surface et la roche mère altérée. «*Suite à ce processus de réparation préalable, la faune et la flore du sol seront stimulés, et participeront efficacement au développement et à l'entretien de la structure, pour retrouver un sol fertile et fonctionnel dans ce contexte*[85]». Cette interaction physique et biologique agit sur la biologie des sols. De ce fait, 3 années suffisent pour retrouver un sol vivant qui s'auto-épure.

Deuxième cas d'étude : l'aval du glacis paysager (été 2022)

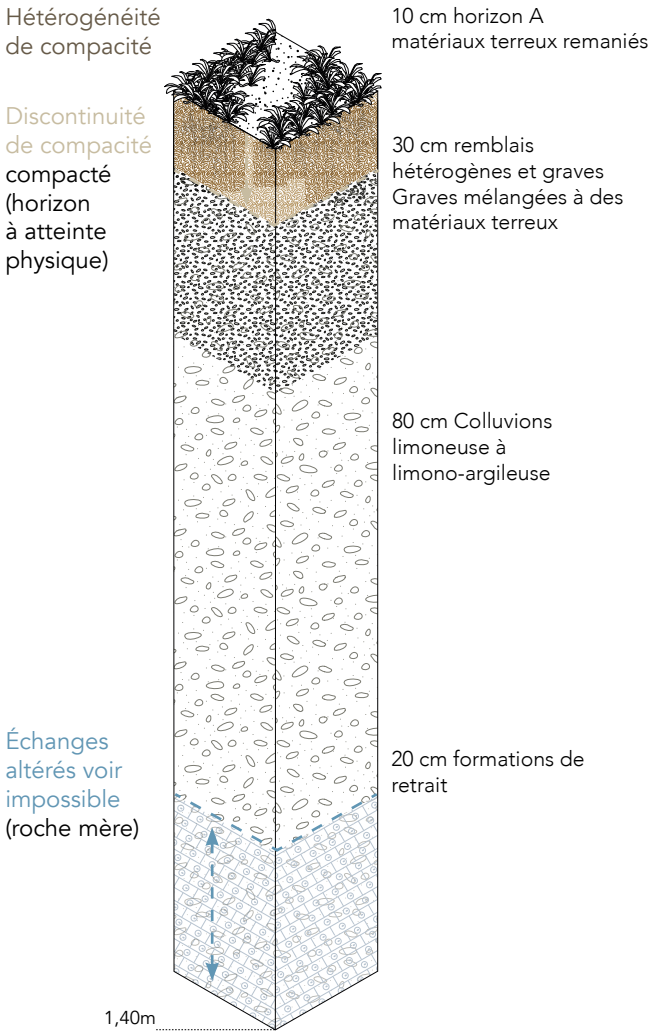
Rigot, un terrain remanié relativement sensible

Les investigations pédologiques précédentes (allée de maître 2020) ont mis en évidence les atteintes physiques subies par une partie des sols du Domaine Rigot et leur non-résilience due à la nature et aux caractéristiques de ces sols. Le sol du parc a déjà était remanié lors d'aménagements et de constructions passées. Une expertise pédologique a donc été commandée par le maître d'ouvrage État de Genève DT/OCAN au bureau BMG Solution dans la perspective de réalisation d'aménagement et de plantation à venir. Le site qui est concerné se trouve en partie est du glacis. Dessinée par le bureau de paysage Hüsler, il doit accueillir la promenade de la Paix, des groupes de grands conifères en aval accompagné par une frange étoffée d'une végétation qui sera composée de caducs et de persistants en lisière du collège Sismondi (voir partie 2.4.2. Images directrices : évolutions et recompositions urbaines du Domaine Rigot). Le sol sur lequel doit être réalisé l'aménagement n'est pas d'origine. «*Le projet de promenade s'inscrit dans un contexte particulier, ce secteur du parc ayant accueilli des tennis en partie est, ainsi que des pistes provisoires de chantier et autres installations ayant entraîné le remblaiement et le nivellement des terrains en différentes phases, ainsi que d'importantes compactions. Le sol en présence correspond à un sol urbain fortement remanié et transformé par les activités anthropiques*[86]». Comme pour la précédente expertise, il s'avère que les sols très hétérogènes spatialement sont «*des sols [totalement] remaniés et peu structurés sur remblais limono-argileux, particulièrement sensibles aux atteintes physiques*[87]». En effet, lors de différents travaux de 2005 à 2020 qui concernent la réalisation du collège Sismondi, de la maison de la Paix de l'IHEID et de la réalisation de la promenade plantée d'Eugène Rigot ; le site a servi d'espace pour le stockage des matériaux et de piste

[85] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Tilleuls, parc Rigot 2021*. p.14
[86] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Promenade, parc Rigot*. p.4
[87] *Idem*, p.4



Sondage S1 - sol reconstitué "Anthroposol" - sol perméable modérément profond



Sondage S7 - sol reconstitué "Anthroposol" - sol perméable assez superficiel

Illustration 2.4
D'après des carottages sur le sol du glacis paysager du Domaine Rigot, avant travaux

et plate-forme pour la circulation des engins de chantier. Ces actions ont potentiellement compacté en profondeur et durablement ce sol déjà fragilisé. De plus, des analyses chimiques ont révélé la présence de nombreux métaux lourds et des HAP dans les horizons "A" et "B". Enfin, il a été constaté entre 20 et 70cm de profondeur, l'enfouissement de matériaux exogènes inertes issus des déchets de chantiers (fragments de béton, brique, tuile, verre, graves, etc.) et recouverts par une couche végétale (horizon "A").

Toutes ces atteintes se traduisent par une discontinuité tant verticale qu'horizontale due à la compaction des différentes couches, nuisant au développement des systèmes racinaires. «*Les atteintes au sol concerné sont d'ordre physique, biologique [et localement chimique], puisque les anomalies de structure, perméabilité, compacité, etc. se répercutent directement sur la vie du sol, et réciproquement* [88]».

Régénération des sols en aval du glacis paysager

Le fait que les sols soient compactés, asphyxiés et de faible porosité dès les horizons "B" et "BC", on observe le ralentissement de l'infiltration des eaux de pluie qui entravent le développement des systèmes racinaires. Il est nécessaire de mettre en œuvre des travaux de régénération. L'enjeu de ce projet de renaturation de sol «*consiste à régénérer durablement les sols urbains présents sur le site, notamment en leur redonnant une porosité structurale, une perméabilité, une profondeur utile et une densité apparente compatibles avec le développement d'une végétation diversifiée et résiliente face au dérèglement climatique*[89]». Pour ce faire, le bureau BMG Solution propose dans son rapport des Conditions générales et particulières pour le projet Rigot un processus de régénération en 4 phases :

1. Préparation accès / plate-forme de stockage provisoire (livraisons des composts, etc.).

2. Décapage par horizons différenciés, tri des déchets et des matériaux valorisables, incorporation de composts par mélanges, décompactage du fond, remise en place, par bandes de travail.

3. Préparation du lit de semis et semis structurants en employant du matériel à très faible portance.

4. Protection de la zone de régénération des sols par barrières bois[90].

Toutes ces étapes se sont réalisées en terrain sec avec des précautions autour de la manipulation des terres et le remblaiement successif des horizons avant le semis. L'action biologique par le semis d'une couverture végétale du site a été réalisée très vite après

[88] BMG SOLUTION, 2021. *Rapport pédologique - Promenade, parc Rigot.* p.14
[89] BMG SOLUTION, 2022. *Conditions générales et particulières. Rigot - Travaux de régénération des sols.* p.3
[90] *Idem*, p.3

Photos 2.13, 2.14, 2.15 et 2.16
Travaux de régénération du glacis paysager et réalisation de la promenade de la Paix (voie verte PDCant 2030)

la fin des travaux. Le but est de redonner des conditions de vie à la biodiversité pour une bonne résilience du sol, de permettre une bonne prospection racinaire des végétaux semés et plantés par la suite et puis surtout de pouvoir infiltrer les eaux de ruissellement (concept de ville éponge). À l'automne 2022, la promenade de la Paix a été ouverte aux mobilités douces, et les espaces environnants ont été recouverts d'une couverture de strate herbacée très dense adaptée à la régénération du sol et protégée par des barrières du piétinement des usagers.

Troisième cas d'étude : départ de l'Opéra des Nations en vue de l'aménagement de la prairie cultivée (automne 2022)

Sous le théâtre éphémère un sol en souffrance

Après avoir été installé pendant trois ans en lieu est place de la future prairie cultivée, le théâtre éphémère en bois de Genève est enfin démonté(voir partie 2.4.2. Images directrices : évolutions et recompositions urbaines du Domaine Rigot). Contraint par un planning très serré de démontage de la structure et un surcoût budgétaire, le chantier a été très brutal pour les sols. Peu de préconisations ont été prises pour ménager les sols lors de ces travaux[91].
Le sol a été fortement impacté par les circulations d'engins de chantiers et par sa couverture devenue «imperméable» à cause du théâtre pendant trois ans. Les différents horizons, de même nature que sur les autres sites de Rigot où le bureau d'ingénieur est intervenu, étaient fortement compactés. Les mêmes carences de la structure physique et biologique ont été constatées : peu de vie et une moraine affleurante (roche mère altérée). Ce projet de régénération s'inscrit dans la même veine que les deux précédentes réalisations sur le site de la campagne Rigot.

Du sol retrouvé à la pépinière urbaine

Le projet suit une démarche d'économie circulaire avec un apport de matériaux extérieur (3500m3 de terre d'un chantier de décapage à 8km) dans un périmètre très proche de la campagne Rigot. Il a fallu faire un important apport de matériaux terreux pour reconstituer l'horizon A de 30cm et l'horizon B de 35 cm sur la moraine pour retrouver un sol fertile et fonctionnel propice au développement d'un milieu vivant. Comme les précédents chantiers, la couverture végétale par semis permet de passer le relais au vivant pour la régénération naturelle du sol grâce, entre autres, aux systèmes racinaires.
Dans le courant de l'automne 2022, «*un potager collectif a également pu être créé en partenariat avec l'IHEID, le Centre*

[91] GIREL, Mathias, 2023. *Intervention lors d'une visite de la pépinière urbaine du parc du Domaine Rigot, Ingénieur Environnement du bureau BMG Solution, Genève, 29 mars 2023*
[92] DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE, 2023. *Végétalisation autour du futur Tram des Nations: une nouvelle pépinière urbaine et des aménagements innovants au parc Rigot.* Communiqué de presse

d'hébergement collectif de Rigot et l'EPER tandis que les sols ont été régénérés sur la totalité du site. Aujourd'hui, une pépinière urbaine de 141 arbres accompagnée d'un verger participatif de 28 fruitiers enrichit le site[92]».

Photos 2.17, 2.18, 2.19 et 2.20
Le sol retrouvé : du démantèlement du théâtre à la plantation de la pépinière

Un processus transdisciplinaire dans la politique publique d'aménagement du canton de Genève

Le projet de la campagne Rigot est novateur dans les méthodes de régénération des sols en vue d'aménagement d'espace public. Ce changement de mode de faire, en prenant en compte la qualité des sols avant un chantier de plantation, est impulsé par l'envie de faire évoluer les politiques publiques et d'y inclure ces changements de pratique. Ce processus de projet s'inscrit dans une démarche de co-construction, de manière conjointe, entre le maître d'ouvrage représenté par l'État de Genève - DT/OCAN et le bureau d'ingénieur mandataire. Il s'inscrit également dans une recherche de transdisciplinarité en vue de la réalisation d'un espace public vivant et de qualité à destination de la gestion par les «communs».

C'est un projet qui est novateur sur plusieurs facettes : la gestion des eaux pluviales (concept de ville éponge), le processus de plantation sur des espaces qui ont vocation à accueillir du public en favorisant la participation et enfin dans le processus de régénération du sol pour redonner des conditions propices à la vie et ainsi tendre vers une résilience de la ville et du territoire.

Ce projet interroge sur les questions de gestion à court et long terme des espaces publics et ouverts. En effet, le parc de la campagne Rigot se veut précurseur dans l'expérimentation de la gestion par le commun. Seulement, à la suite d'une renaturation il faut un minimum de trois ans pour retrouver un sol presque à l'état naturel. Alors, comment gérer ce conflit qui se dessine entre l'humain usager, actif et bénéficiaire des services écosystémiques rendus par ces espaces vivants et le vivant non-humain actif et essentiel pour assurer la pérennité de ce lieu ?

Mais avant d'imaginer répartir les usages et les usagers voir même sanctuariser des milieux pour la pérennité du vivant non-humain, on peut voir émerger des outils/indices sur la qualité des sols pour amorcer une vision et une gestion durable des sols en milieu urbain.

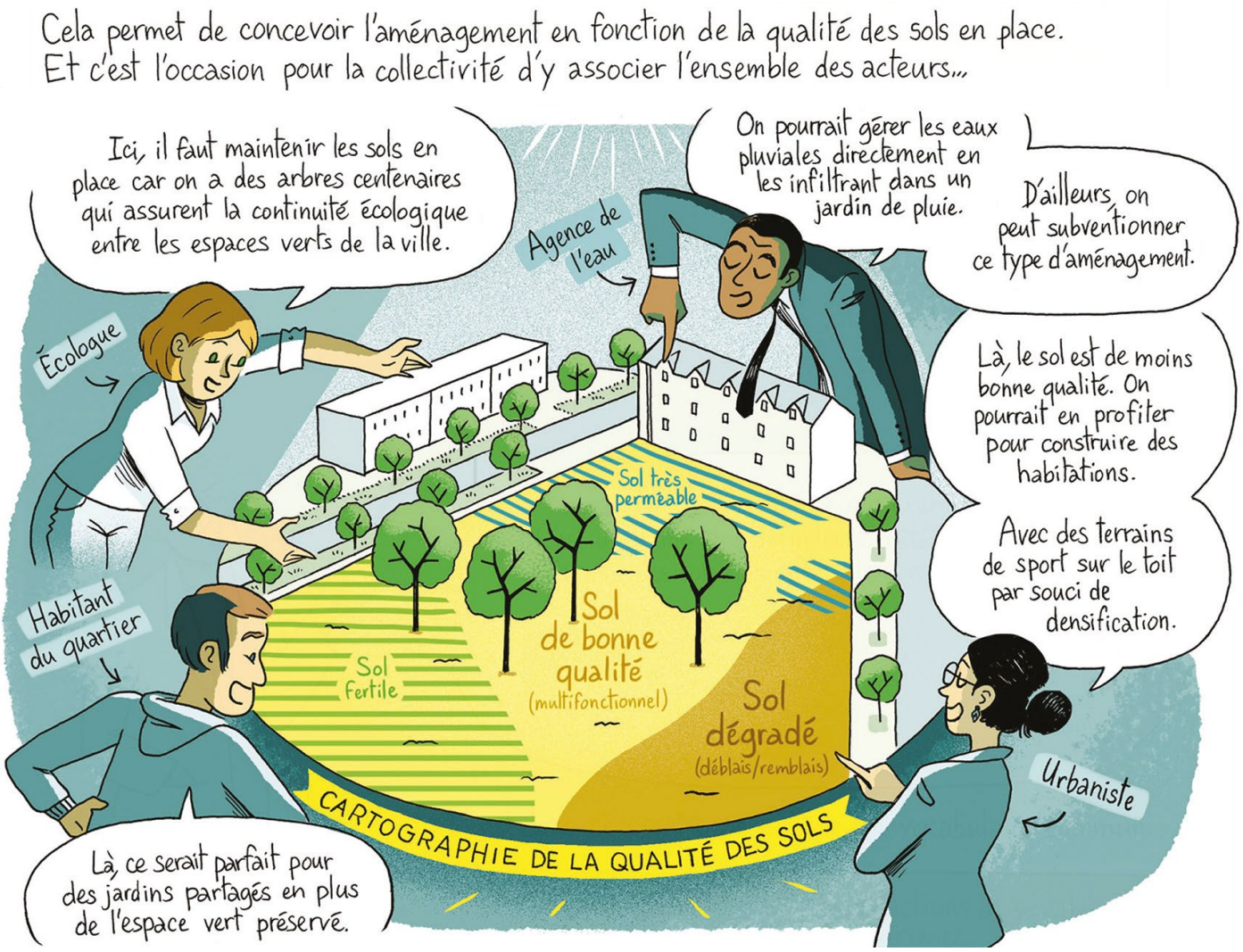


Illustration 2.5
Les super pouvoirs des sols

2.4.4. Vers une prise en compte de la qualité des sols dans les processus d'aménagements

ID et IUS : Indices quantitatifs

Depuis 2014, sur le canton de Genève un Indice de Densité et un Indice d'usage des sols ont été mis en place dans le cadre de l'optimisation de construction dans la zone à bâtir et pouvoir tendre vers une utilisation rationnelle du sol dans un canton contraint par sa taille. Cet indice de densité (ID) permet de :

«- *de préconiser de manière comparable la densité sur des îlots à bâtir ;*

- de laisser la prééminence à la démarche du projet urbain, qui déterminera d'abord les aires dévolues aux espaces publics et aux équipements et délimitera les périmètres à bâtir sur lesquels les indices minimaux s'appliqueront ; (...)[93]». Sa méthode de calcul pour un îlot comprend *le rapport entre la surface brute de plancher* (logements et activités) et l*a surface nette de terrain à bâtir* (surface totale du périmètre concerné) : ID=SBP/SNB[94].

Le second indice applicable au document d'urbanisme (PLQ) est l'indice d'utilisation du sol, indice qui nous intéresse un peu plus dans ce contexte car il «*sert à la détermination des droits à bâtir, et de la densité générale du quartier (...) intégr[ant] toutes les surfaces réservées à un usage public*[95]». La méthode de calcul pour obtenir l'IUS d'un site est le rapport entre *la surface brute de plancher* (logements et activités) et *la surface totale des terrains formant le périmètre d'un PLQ* ou îlot de construction (incluant les surfaces de circulation externe, de raccordement, et les surfaces publiques incluant un équipement)[95].

Ces indices font référence à un taux de densité admis dans le PDCn 2030. Ils sont un premier outil pour déterminer quelles sont les surfaces densifiées et donc imperméabilisées sur un site selon le plan de zones. En revanche, ce sont des indices quantitatifs qui se réfèrent à la surface et non à la profondeur et la qualité de sol sur le site en projet. Il permet néanmoins de réserver des surfaces de sol non densifiés.

IQSol : Indice qualitatif

«*Comment fonctionnent les indices de qualité des sols ?*

Les indices de qualité des sols (IQS) sont des instruments non contraignants pour les collectivités. Selon leur capacité à remplir des fonctions, des surfaces de sols se voient attribuer des points. À l'aide de cartes, une valeur est attribuée à chaque surface selon les fonctions que le sol remplit. Les zones caractérisées par des sols très fonctionnels reçoivent une valeur plus élevée que celles qui remplissent mal ou peu de fonctions[96]*».*

Pour insister sur l'importance de la qualité des sols dans l'aménagement du territoire, un projet pilote a vu le jour dans la région morgienne. Ce projet est mené conjointement par la direction générale du territoire et du logement (DGTL), la Direction Générale de l'Environnement (DGE), des acteurs de l'aménagement du territoire (pédologues, scientifiques, responsables de l'administration publique, architectes paysagistes, etc.) et accompagné par la fondation Sanu Durabilitas

[93] DÉPARTEMENT DE L'AMÉNAGEMENT, DU LOGEMENT ET DE L'ÉNERGIE 2014. *Directive départementale - Plans d'affectation, 12 juin 2014.* p.3
[94] *Idem*, p.5
[95] *Ibidem*
[96] SANU DURABILITAS, 2023. IQSols - *La valeur des sols dans le développement territorial* [en ligne]
[97] RÉGION MORGES, 2021. *Qualité des sols* [en ligne]
[98] *Idem*

qui héberge les informations, les résultats et les données sur le projet-pilote de l'IQS.

Le but de cet indice IQS est de remédier à l'absence de données sur la qualité des sols dans le milieu urbain et ainsi préserver les services écosystémiques fournis par les sols, notamment «*les espaces verts urbains [qui] filtrent l'eau et la pollution et accueillent les plantes et les arbres qui rafraîchissent l'atmosphère*[97]». Ce projet s'articule avec une première phase qui vise à produire des *cartes indicatives de qualité des sols à l'échelle 1:5'000 ou moins* dans le but de cartographier *les différentes fonctions que sont la régulation, l'habitat et la production*, remplis par le sol[98]. Ce travail cartographique a été réalisé par les hautes écoles HEPIA, HEIA-FR et HEIG-VD. Le principe «*consiste à attribuer une note de 1 à 6 à chaque portion de territoire selon la capacité du sol à remplir ses différentes fonctions. Le résultat est ensuite retranscrit dans des cartes au 1 :5'000 et mis à disposition des acteurs publics et privés pour alimenter les décisions en matière d'aménagement du territoire*[99]». Cette cartographie peut être réalisée grâce aux données actuellement disponibles comme «*les propriétés du sol (forêt, parcelle agricole, parc, remblai de construction, etc.)* et *les informations plus ou moins directes sur les sols (sondages, sites pollués, portions de cartes pédologiques, zones d'emprises, topographie etc.)*[100]».

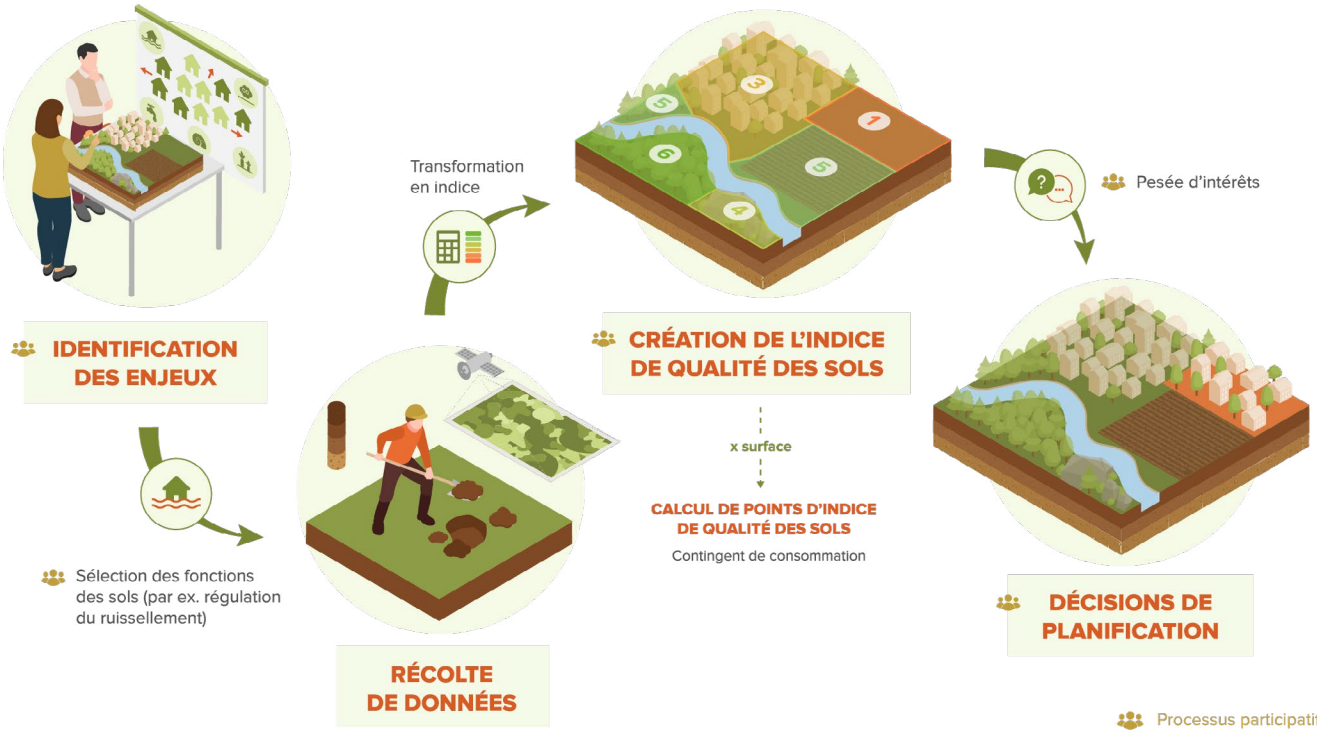


Illustration 2.6
Processus de fonctionnement de l'IQSols

[99] COMMUNIQUÉ DE PRESSE, *Première suisse : les communes de la région morgienne et l'État de Vaud collaborent pour mieux préserver la qualité des sols, mars 2021*
[100] HEPIA, HEIA-FR, HEIG-VD, 2020. *Rapport d'étude, Indice de qualité des sols (IQS) région Morges.* p.8

Dans un premier temps, la fonction de «*régulation des crues*» (terme utilisé par la FAO) a été développée comme test pour cette étude. Autrement dit, la «*capacité du sol à absorber l'eau en cas de pluie afin d'éviter que cette dernière ne ruisselle et provoque des inondations par surcharge des réseaux d'évacuation. Cette fonction dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau en surface (perméabilité de surface), de la porosité et de la profondeur utile du sol. En effet, si le sol est très perméable en surface mais que la porosité du sol et la profondeur sont faibles, le réservoir sol va vite se saturer et l'eau va ruisseler. Les trois indicateurs prix en compte dans cette étude pour estimer l'état de la fonction "régulation des crues" sont donc la perméabilité de surface, la porosité et la profondeur utile du sol*[101].»

Le résultat cartographique ci-contre pour la région de Morges montre une perméabilité accrue des sols lorsque l'on se trouve hors du milieu dense des villes (entre autres les milieux forestiers et agricoles). On peut quand même constater qu'il y a quelques parcelles dans les villes qui réunissent des conditions favorables aux bons fonctionnements des services écosystémiques de «*régulation du crues*».

IQSol une solution pour une densification et une végétalisation plus résiliente

Ce système de point sur la qualité des sols à la parcelle permet aux acteurs de l'aménagement du territoire et aux politiques communales et cantonales d'optimiser l'utilisation des sols en vue de réaliser un projet de densification en zone à bâtir. En effet, il est vivement conseillé de densifier sur un sol dont «la qualité est moindre» ou déjà impactée par la pression anthropique (pollution, imperméabilisée, etc.) que sur un sol à haut potentiel pédologique et qui assure des services écosystémiques importants en milieu urbain par exemple.

Cet outil pourrait également servir dans les stratégies d'arborisation des villes, par exemple pour la ville de Genève qui s'est fixée l'objectif d'atteindre 30% de canopée d'ici 2050, sur l'étude de site et donc de sol qui pourrait potentiellement accueillir une couverture végétale. «*En ce sens, l'IQS est un outil de repérage des priorités d'investigation, potentiellement utile pour déterminer les activités prioritaires de collecte de données directes*[102]». Dans le cas du parc du Domaine Rigot, une information cartographique IQS en amont de l'étude de projet, en plus des prélèvements pédologique réalisés, aurait permis de mettre en évidence le fait que ce sol dégradé nécessité une restauration/régénération (compaction/faible perméabilité). En effet, un sol altéré n'est pas propice au bon développement racinaire des arbres, ni ne subvient à leurs besoins sur le long terme sans une intervention mécanique de la structure physique du sol.

«*L'IQS permet aux acteurs du développement territorial de se poser la question de la gestion des ressources en sol, et de visualiser l'impact de leurs décisions sur cette ressource, en même temps*

[101] HEPIA, HEIA-FR, HEIG-VD, 2020. *Rapport d'étude, Indice de qualité des sols (IQS) région Morges.* p.10
[102] *Idem*, p.16
[103] *Ibidem*

que de prendre la mesure des incertitudes liées à cette évaluation faute de données. L'IQS offre aux utilisateurs une vison territoriale de la qualité des sols[103]».

La forte participation des acteurs du territoire à la récente journée nationale d'échanges sur l'IQSols à Bienne (23 mai 2023) révèle l'intérêt grandissant des professionnels aménagistes vers une meilleure gestion des sols en ville (voir compte rendu de la journée en annexe).

Pour aller plus loin et en complément de l'IQS sur le diagnostic d'un sol a vocation à accueillir des aménagements de plantation et à recevoir du public, il serait intéressant de pouvoir représenter la structure du sol. C'est-à-dire le paysage qui se trouve sous nos pieds. Toujours dans le cas du parc de la campagne Rigot, une représentation du paysage du sous-sol aurait peut-être pu orienter les stratégies d'aménagements. Plus particulièrement, montrer les césures ou discontinuités invisibles en surface qui ont un réel impact dans les profondeurs du sol et qui affectent les fonctions écosystémiques dont bénéficient les milieux naturels et anthropiques.

Carte 2.23
«La fonction de régulation du ruissellement (nommée "régulation des crues" dans la première phase du projet) soit la capacité du sol à stocker temporairement l'eau de pluie et limiter le ruissellement et les risques d'inondations en cas de fortes précipitations»
Projet pilote de la phase 2 pour l'IQSol de la région Morges.

2.4.5. Héritage de sol, une nouvelle planification par le paysage invisible

Du paysage de surface au paysage des profondeurs

Les politiques publiques cantonales ont émis la volonté de penser la ville à travers le paysage en donnant de l'importance «*triptyque eau/sol/arbre*[104]». Ce choix est appuyé par les bureaux de paysages mandatés pour penser les images directrices puis les opérations successives du parc de la Campagne Rigot. En effet, les récents épisodes de sécheresse et de forte pluie sur Genève ont mis en lumière la nécessité de bien et mieux planter la ville pour lutter contre les îlots de chaleurs, mais aussi d'absorber une partie des eaux de pluie et ruissellement qui inondent les villes. Les espaces publics ouverts et perméables rendent cela possible. «*Les services rendus par les sols sont associés à leurs fonctions, et la qualité des sols est par définition leur capacité à assurer leurs fonctions*[105]». Un sol vivant, sain et de qualité peut alors jouer son rôle en assurant une bonne rétention et une restitution de l'eau nécessaire au bon développement de la végétation en ville. Toutefois, ces sols font face à une très forte pression anthropique en milieu urbain et sont impactés durablement dans leurs structures physiques, chimiques et biologiques. Le cas d'étude de la campagne Rigot (végétation qui ne se développe pas, des sols qui ne respirent plus, pauvre en MO, etc.) en est la parfaite illustration.

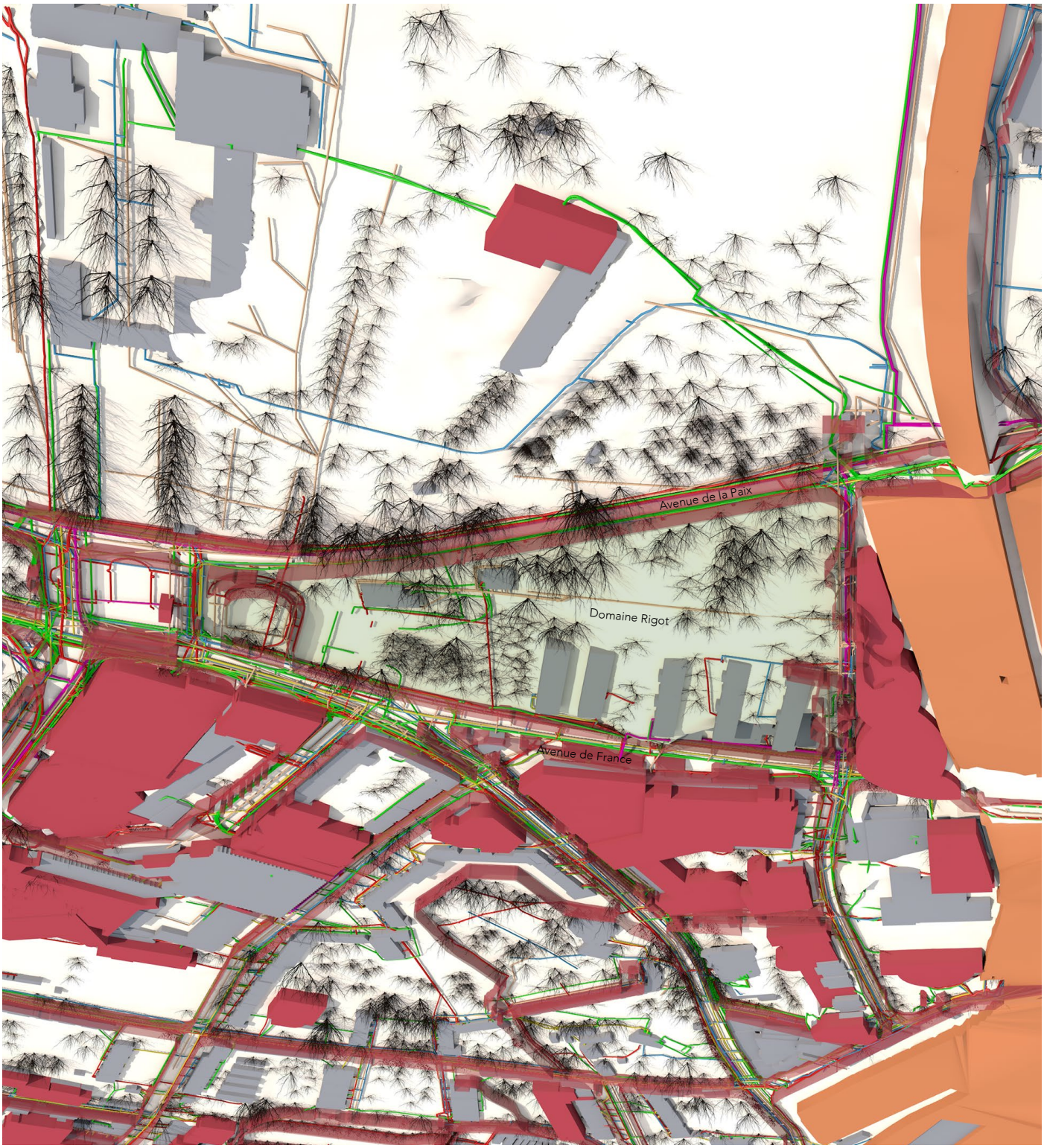
Le parc de la Campagne est hérité par la ville de Genève. Il représente la parfaite opportunité pour expérimenter et redonner aux Genevois des espaces ouverts, vivants et vivables. C'est par le site et plus précisément l'intérêt porté sur la qualité de son sol que les aménagements de ce parc ont été réalisable (potager participatif, pépinière urbaine, réinterprétation de l'identité historique par l'arborisation, etc.) dans le but de répondre aux enjeux actuels (îlots de chaleurs, pression urbaine, espace vert, etc.), tout en respectant le lieu et surtout en lui assurant une pérennité.

Ce projet insiste sur l'importance de s'intéresser et de comprendre les sols, de les analyser et de les aider à se régénérer (si c'est encore possible). Ce paysage visible de surface a été remodelé au fil des années, mais a aussi été affecté et marqué en profondeurs. En effet, le paysage de l'invisible a lui aussi était remanié, façonné, construit, ouvert puis refermé, scarifié, sacrifié, etc. Comme expliqué dans le premier chapitre de ce mémoire «*le paysage n'est que le reflet de son sol*[106]». Hors si nous nous intéressons à ce qu'il y a sous nos pieds, alors nos outils et nos modes de faire doivent encore évoluer pour assurer la résilience des paysages de surface.

*«**De nouvelles cartes** permettront-elles un jour de **s'orienter dans l'épaisseur des situations construites**, et non plus seulement **dans l'inframince de leur surface ?**»*

(Deleuze, 1983)

[104] OFFICE CANTONALE DE L'EAU, 2023. *Partage d'expériences Eau en Ville - Les sols urbains au cœur de l'adaptation des villes aux changements climatiques.* Webinaire
[105] BÜNEMANN et al., 2018. *Cité dans le rapport d'étude Indice de qualité des sols (IQS) région de Morges, 2021.* p.3
[106] GALLINET, Gilles, 2021. *Sols Vivants, socles de la nature en ville.* Conférence
[107] AÏT-TOUATI, Frédérique, ARÈNES, Alexandra, GRÉGOIRE, Axelle, 2019. *Terra Forma, Habiter parmi les vivants.* p.11



Vue inclinée du dessous du domaine Rigot 2.24
Le paysage d'ordinaire invisible du Domaine Rigot et de son environnement

Révéler les paysages invisibles

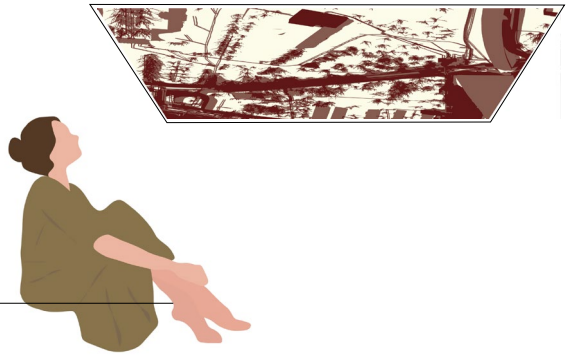
«*L'objectif est de développer d'autres modes de faire inspirés de la modélisation, outil privilégié de la science contemporaine, pour anticiper des futurs possibles (modèle climatique) autant que pour formaliser des idées abstraites (modèle mathématique)*[107]». Utiliser l'outil cartographique et orienter la focale non plus vers l'horizon mais vers le sol pour représenter et imager le paysage jusqu'ici invisible du sous-sol. Cela semble possible et permettrait de redessiner le territoire. En associant les outils du SIG et de la 3D, «*outils qui permettent de naviguer entre les échelles, de sortir du cadre métrique établi pour aller vers une conception écosystémique*[108]» on peut déjà avoir un aperçu d'un autre point de vue du sol. Ce travail cartographique que je mène est une recherche expérimentale en cours, sur la manière de représenter le paysage sous nos pieds. Le résultat offre un négatif de ce qui se passe en surface, le construit est omniprésent ainsi que le système racinaire «*comme un plan masse en hiver*[109]».

Dans les profondeurs de Rigot

Cette nouvelle cartographie des profondeurs met en avant l'encombrement qui traduit l'impact anthropique subi par le sol.

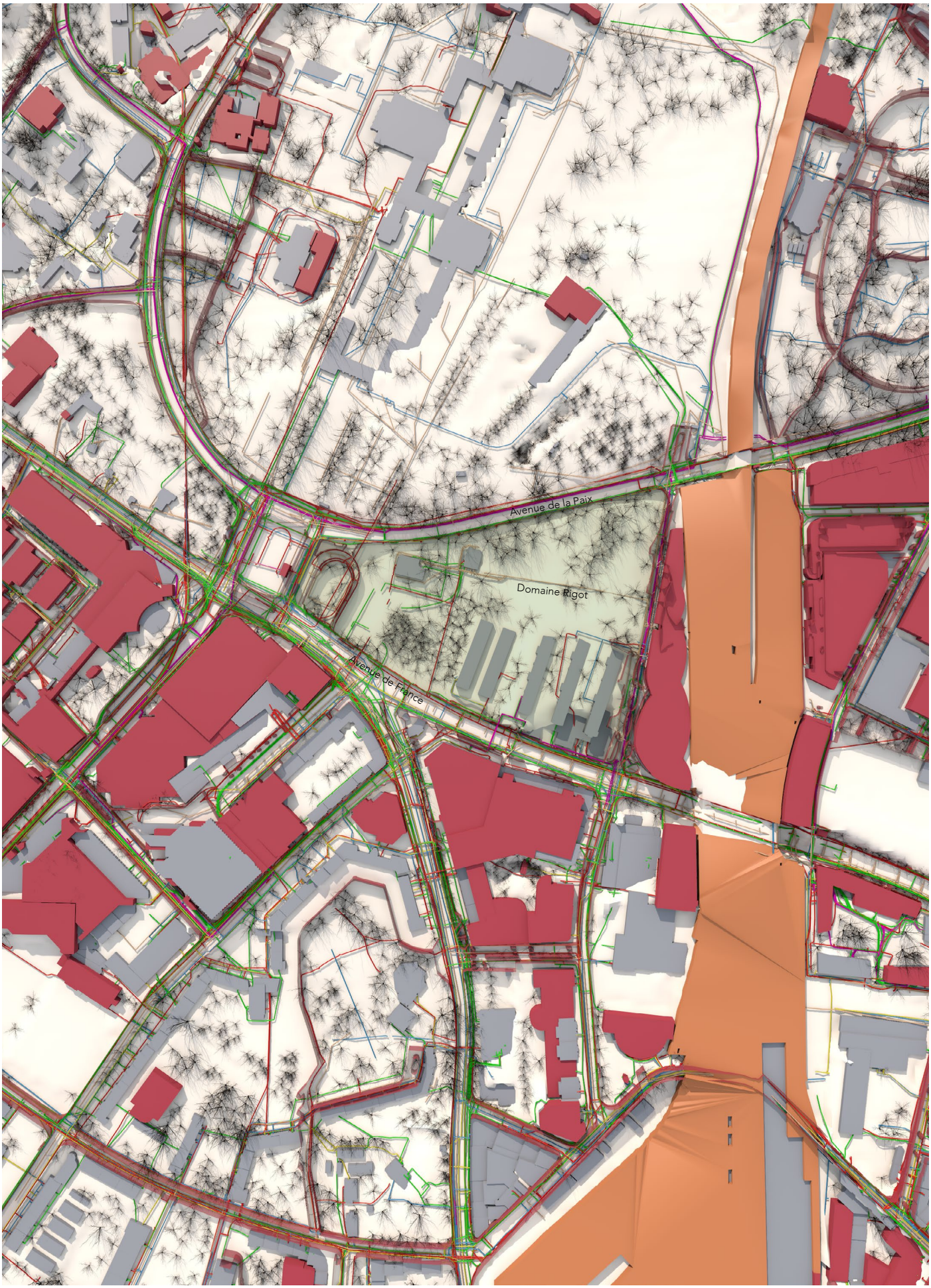
La carte ci-contre des sous-sols du Domaine Rigot révèle le paysage souterrain du parc et ses environs. La lecture plus fine du sous-sol met en lumière les composantes humaines construites qui structurent le sous-sol. Ces éléments sont composés des parkings souterrains (en bordeaux), des fondations des infrastructures routières (ruban rouge), du maillage des réseaux (bleu pour l'eau potable, brun assainissement, vert électricité, jaune télécom, etc.) du réseau de voie ferrée (en orange) et des fondations des bâtiments (gris).

Elle révèle aussi la présence du vivant. Le sol est un milieu plein, où le vide se mesure en nanomètre. Ici le choix a été fait de représenter les éléments construits et les systèmes racinaires des arbres (hypothèse), et non pas les éléments minéraux, liquide et gazeux qui constituent le sol. La représentation, pour l'instant, ne permet pas d'illustrer la microfaune et le réseau de mycorhize ou le chevelu racinaire essentiel à la vie du sol qui colonisent les 30-40 premiers centimètres du sol. En revanche, elle révèle par le vide laissé l'espace de vie du sol. Cette carte permet aussi de mettre en évidence de manière schématique les systèmes racinaires de la couverture arborée (taille du système racinaire corrélé à la circonférence du houppier). On devine les différentes structures végétales comme les alignements, les boisement, les sujets isolés, etc. qui composent et animent le paysage de surface. Cette cartographie offre une autre manière de lire le paysage.



Carte vue du dessous du domaine Rigot 2.25
Un paysage souterrain encombré

[108] AÏT-TOUATI, Frédérique, ARÈNES, Alexandra, GRÉGOIRE, Axelle, 2019. *Terra Forma, Habiter parmi les vivants.* p.11
[109] CRÉMEL, Laurence, 2023. *Discussion sur la cartographie du sous-sol de Rigot.*


Avenue de la Paix
Domaine Rigot
Avenue de France

Vue inclinée du dessous du domaine Rigot 2.26
Le paysage d'ordinaire invisible du Domaine Rigot et son environnement

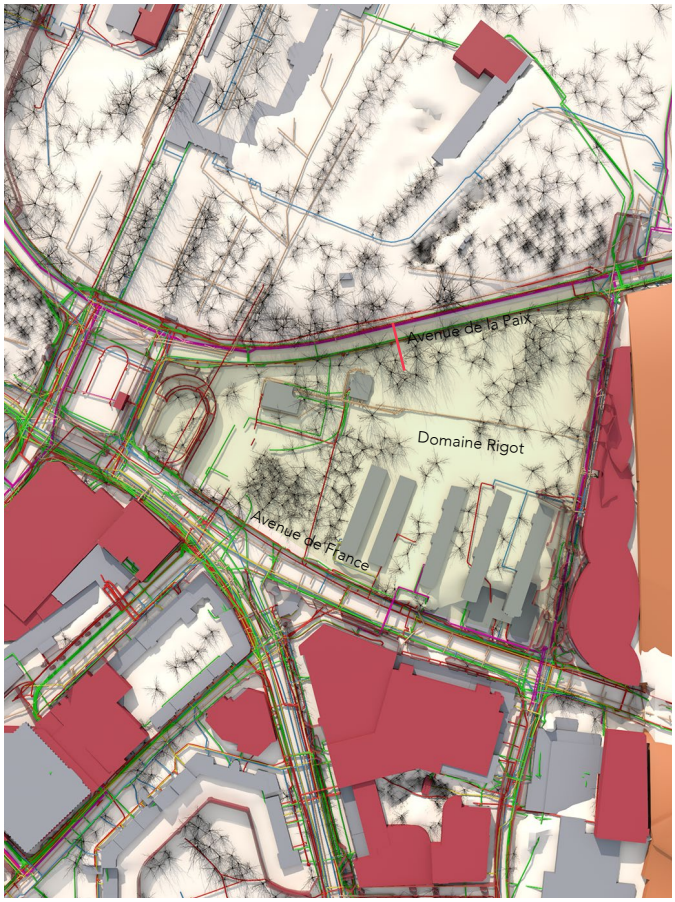
2.4.6. Application : planifier selon l'usage et la qualité du sol

La cartographie du sol

La cartographie du sol est une mise à nue du site. Elle permet de confronter et de comparer le paysage du dessus et du dessous pour mieux les comprendre. Elle révèle l'impact de la densité des infrastructures humaine. C'est un outil précieux pour les aménagistes car il permet de mettre en évidence les espaces qui accueillent le végétal en surface et leur possible étendue du système racinaire (hypothèse). Cet outil de cartographie 3D permet de lire la profondeur du sous-sol seulement par le construit. Mais cet outil ne remplace pas une approche par le site, une approche plus sensible qui ne peut-être perçue que par l'exploration in situ du lieux.

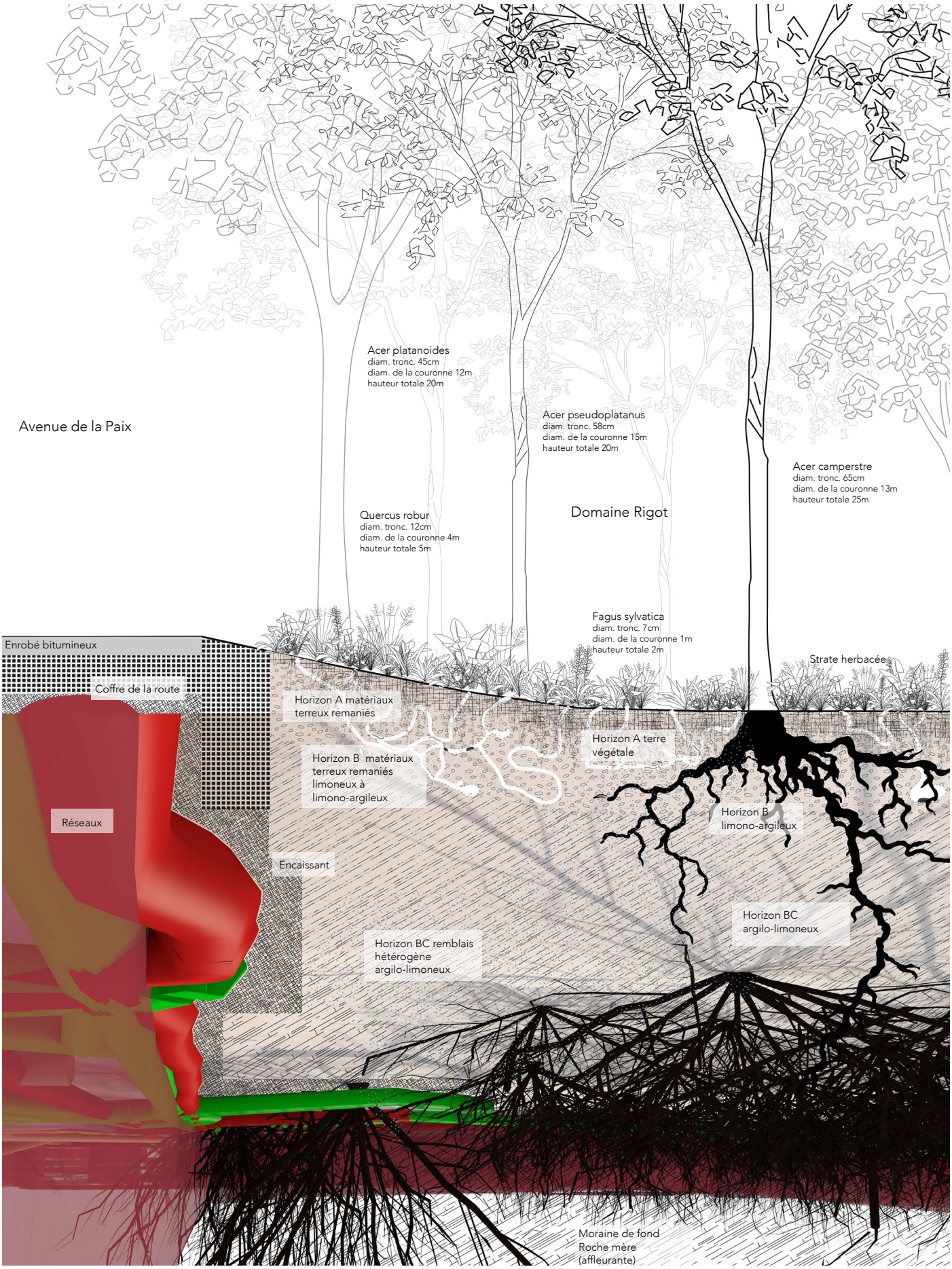
De plus, cet outil n'illustre pas (encore) la strate buissonnante et la strate basse qui sont des indicateurs précieux sur la nature du sol.

Ces représentations cartographiques ne peuvent s'abstraire d'une étude pédologique sur le terrain pour établir un profil de sol. Le résultat révélera un état de santé physique, chimique et biologique. Il orientera le choix vers une intervention mécanique et/ou biologique en vue de sa régénération. Le projet dépendra des moyens financier alloués à l'aménagement en question.



Cartes 2.27 et 2.28
Vue 3D en plan du Domaine Rigot (dessus et dessous) - repère trait de coupe.

[110] SANU DURABILITAS, 2021. *Outil, Fiche d'utilisation des sols.* (en ligne)
[111] *Idem*



Coupe perspective 2.1
Lisière nord du domaine Rigot, coupe sur l'Avenue de la Paix et le glacis paysager, hypothèse de sol d'après la vue 3D - état existant.

Planifier avec les paysages invisibles

Débuter le processus de planification par les sols d'après les observations et les données cartographiques, implique de mieux les qualifier. Pour ce faire, on peut s'appuyer sur *la fiche d'utilisation des sols*[110] (voir en annexe) qui sensibilise les différents acteurs de l'aménagement du territoire. Cette fiche doit servir *«à illustrer l'impact général sur les sols de projets d'aménagements et de constructions publics. Cinq catégories d'atteintes sont définies allant des sols les moins atteints, les "sols en pleine terre" aux plus atteints, les "sols bâtis"*[111]». Les différentes catégories qui servent à qualifier les sols sont intéressantes à utiliser en légende sur la carte des sous-sols. Elle permet de nommer la diversité des sols rencontrés sur le site en catégorisant et en simplifiant la couche SIG sur la couverture de sol «*de l'Ordonnance technique du DDPS sur la mensuration officielle. Cette ordonnance fédérale introduit un catalogue d'objets de couverture du sol cantonale (art.7-b)*[112]». Cependant, comme il est mentionné sur le site IQSols de sanu durabilitas, cette fiche doit s'utiliser en parallèle de l'IQS pour avoir des informations «optimales» sur la qualité des sols.

Une rotation de la fréquentation dans le parc pour un usage mesuré du sol

Le plan ci-contre met en évidence les surfaces de sols en pleine terre qui ont été régénérées, les sols apparents, les sols revêtus et les sols bâtis. L'intérêt de les qualifier en ces termes permet de situer les sols de pleine terre. Des mesures peuvent-être mises en place pour assurer la conservation des sols et limiter l'impact des usagers (piétinement, compaction, etc.) :

- le repos hivernal des espaces de pleine terre entre octobre et avril (exemple des Buttes Chaumont à Paris);
- des ganivelles autour des jeunes bosquets d'arbres;
- une rotation des usages des sols du parc à l'image de la rotation des cultures qui est pratiquée en agriculture. Celle-ci peut s'appuyer sur les 5 secteurs (espaces de pleine terre uniquement) définis dans le plan de gestion des interventions (bureau H&A) avec une fermeture de 1 à 2 secteurs par an et suivant un roulement.

Par exemple :

- année n > fermeture de l'allée de maître et prairie (B) + boucle de retournement du tram (E);
- année n+1 > fermeture du glacis paysager, les bosquets (A) + les abords du parvis et villas (D);
- année n+2 > fermeture des vergers (C);
- n+3 > etc.

Quand les années où les secteurs de pleine terre seront fermés (cloturés par des ganivelles), un semis d'une couverture végétale pourra être mis en place pour régénérer le sol grâce au vivant (action du système racinaire pour décompacter, aérer et nourrir le sol).

La fermeture de ces espaces assurent également des relais et réservoirs à la biodiversité chaque année.

[112] CATALOGUE SITG. *Couverture du sols selon classification OTEMO*, 15.11.2022 (en ligne)

Sols en pleine terre : Sols dénués de toutes constructions et installations, en surface ou en sous-sol, non revêtue et non recouverte

Sols apparents : Sols sur constructions, installations ou infrastructures souterraines ou sur revêtements laissant apparaître la terre végétale (ex. pavés gazons). Profondeur du sol d'au minimum 60 cm (horizon A et B) ou d'au minimum 30 cm de terre végétale (horizon A).

Sols revêtus : Sols sous un revêtement homogène (ne laissant pas apparaître la terre végétale) du type surface goudronnée, même perméable, ou sous tous types de dalles, lames en bois, pavés même filtrants, et marches, sous surfaces en gravier/gravillon, et sous tous types de couverts (terrasse, etc.)

Sols bâtis : Sols ayant subi un décapage, voire une excavation, et sur lequel une construction est posée (ex. tous types de bâtiments, garages, etc.)

A Le glacis paysager et les bosquets

B Allée de maître et prairie

C Les vergers

D Les abords du parvis et villas

E Boucle de retournement du tram

Carte 2.29
Plan de gestion/préservation de la pleine terre et secteur d'intervention pour la rotation des usages

Révéler les milieux favorables pour la prospection racinaire

La prospection racinaire est une autre notion importante à prendre en compte dans la volonté de protection des sols vivants en milieu urbain. Comme l'explique Yannick Poyat[113] c'est la capacité pour le système racinaire à se développer et parcourir le sous-sol. Toutefois, il n'est pas toujours très accueillant. Il contient de nombreux obstacles construits comme le révèle la cartographie sur les sols et des matériaux qui ne permettent pas la prospection car trop compactés sous les routes ou les trottoirs, etc.

Sur ce plan, j'ai essayé de cartographier la prospection racinaire possible du parc du Domaine Rigot. Elle se décompose en trois situations[114] :

- les zones non favorables à la prospection racinaire (routes, fondations de bâtiments, sous-sols construits, etc);
- les zones peu favorables à la prospection racinaire (certaines surfaces de chemins perméables ou semi-perméables, les trottoirs réalisés avec des matériaux plus nobles, ou les fosses de stockholm, etc.)
- les zones favorables à la prospection racinaire (pleine terre).

Cette deuxième catégorie «peu favorable à la prospection racinaire» est plus difficile à cartographier car elle dépend de la nature du matériaux, de sa compaction et de la présence d'oxygène en profondeur. Cependant, c'est cette catégorie qu'il faudrait inscrire en priorité dans les objectifs/projets d'aménagement des villes. Cartographier ces «potentielles de perméabilité» ou «à désimperméabiliser» permettrait de mieux répondre aux objectifs de 30% de canopée supplementaire pour la ville de Genève «fixé dans le programme de législature 2020-2025 du Conseil administratif[115]», et atteindre les objectifs dessinés par le triptyque «eau/sol/arbre[116]» portés par les politiques publiques cantonales.

En faisant l'exercice de cartographier ces trois possibilités de prospection racinaire dans le parc du Domaine Rigot, on peut voir sur cette carte en vue du dessus et vue du dessous que les routes et le bâtis dessinent une limite plutôt nette et infranchissable à cette continuité de sol avec la pénétrante de Prégny. L'intervention sur les revêtements des chemins dans le parc (diminuer la compaction, proposer d'autres matériaux ou imaginer d'autres manières de faire, etc.) favoriserait l'exploration des racines et conforterait la continuité de sol.

---

[113] POYAT, Yannick, 2023. *Entretien sur les sols en milieu urbain.*
[114] *Idem*
[115] VAUCHER, Anna, 2022. *Des arbres moins taillés pour plus d'ombrage.* (en ligne)
[116] OFFICE CANTONALE DE L'EAU, 2023. *Partage d'expériences Eau en Ville - Les sols urbains au cœur de l'adaptation des villes aux changements climatiques.* Webinaire

Carte 2.30
Plan de la prospection racinaire en vue de dessus et vue du dessous du Domaine Rigot

2.5. Continuité de sol : de la parcelle au grand territoire

Discontinuité du sous-sol mis en lumière par la cartographie

Ce travail cartographique met en lumière la proportion disponible sur une parcelle des sols de pleine terre. Il permet également de révéler les éventuelles discontinuités de sol horizontales (tranché de réseaux, fondations, etc.) et verticales (parking souterrain, etc.) qui affectent le bon fonctionnement du «triptyque eau/sol/arbre». Dans le processus de projet, ces informations cartographiques doivent servir à planifier autrement les espaces ouverts. Par exemple :

- favoriser les sols déjà impactés ou construits s'il est projeté de réaliser des voiries perméables ou non;
- ménager des surfaces à sanctuariser pour les sols et ainsi diminuer l'impact du piétinement;
- favoriser les constructions en bordure de voirie pour éviter de créer de nouvelle discontinuité biologique des sols;
- effectuer des rotations d'usage des sols de pleine terre pour leur permettre de se régénérés naturellement;
- envisager une étude historique sur l'usage des sols pour mesurer les éventuelles atteintes passées d'ordres physiques, chimiques ou biologiques qui nécessiteraient une expertise pédologique pour éviter de planter dans des sols qui ne sont plus capables d'assurer leurs fonctions écosystémiques;
- prendre en compte la notion du temps long écologique qui est un facteur important pour la régénération du sol.

Enfin, opérer un croisement avec d'autres données cartographiques comme la carte de l'aléa de ruissellement édité par l'OFEV, permettrait de mieux répondre à la planification et à la valorisation de la ressource «triptyque eau/sol/arbre» pour une meilleure résilience des parcs et des villes à l'avenir. Inscrire le sol dans le maillage vert du paysage cantonal.

La cartographie des sous-sols souligne la forme d'îlot vivant que prend le parc, ou tout autre espace ouvert non-construit dans la densification de la ville que ce soit en surface ou en profondeur. Elle met en lumière la nécessité de retrouver des continuités biologiques tant horizontales que verticales et de s'inscrire dans un réseau de sol vivant à grande échelle.

Les pénétrantes de verdures sur le canton de Genève semblent être la bonne échelle pour retrouver et valoriser ces continuités de sols en vue de renforcer le maillage vert issu du PA2012. Cette démarche s'inscrit dans la fiche C06 Préserver et reconstituer les continuités biologiques et répond aux objectifs du mesure du PDCn 2030 de Genève : «*Renforcer la mise en réseau des espaces naturels et faciliter les déplacements de la faune à l'échelle locale et régionale.*

Effets attendus

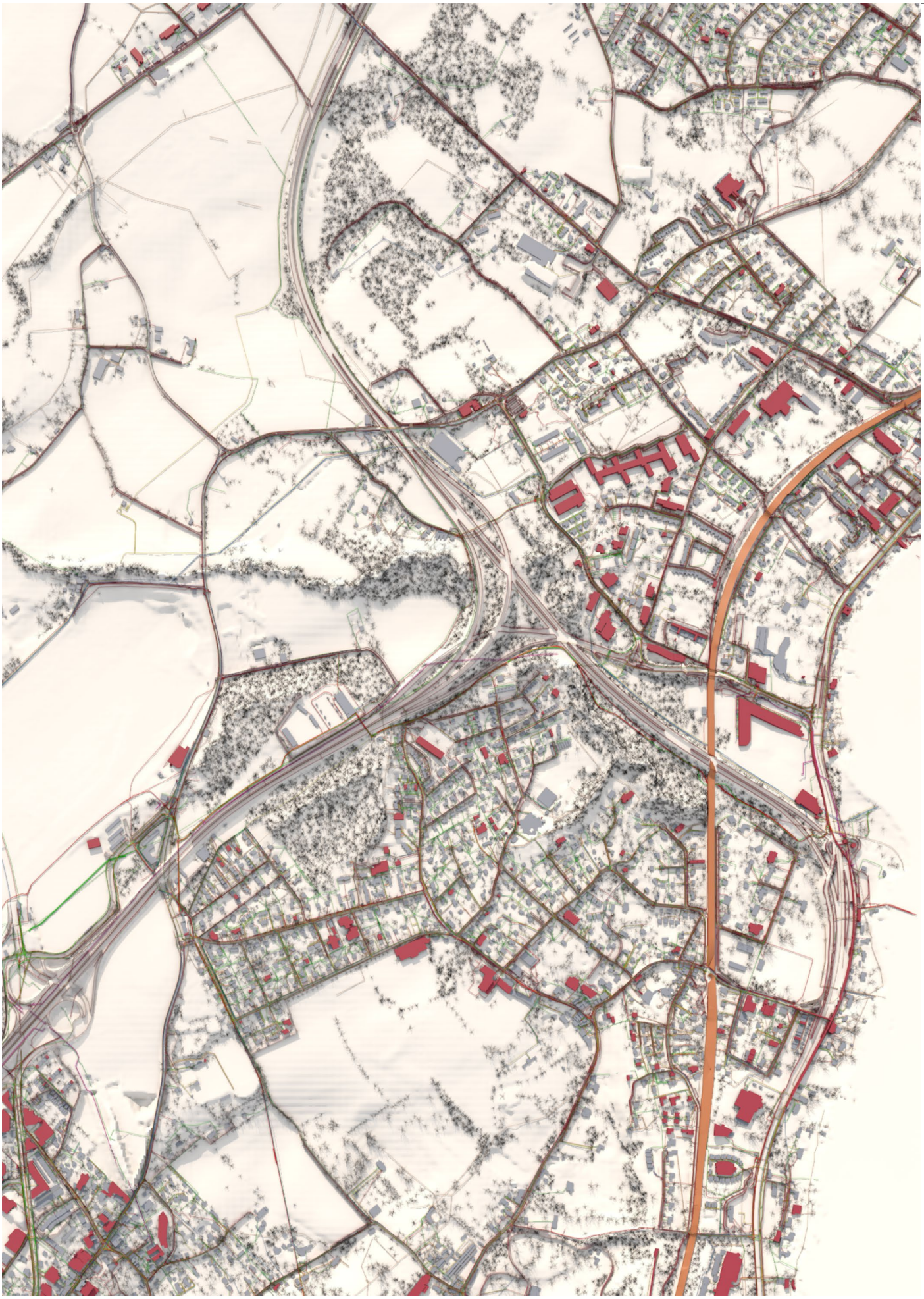
- *Reconnexion d'espaces naturels fragmentés*
- *Maintien de la biodiversité*
- *Permettre à la population de bénéficier d'espaces verts interconnectés*[112]»

[112] OFFICE DE L'URBANISME, 2021. *Plan directeur cantonal Genève 2030 - Fiches C espace rural*. p.180

La notion de continuité interroge sur la disponibilité des espaces ouverts non-construits à destination du vivant, sur les possibilités de décloisonner les espaces et peut-être de les démultiplier en fonction des usages. Avant toute chose, elle met en évidence les conflits qu'il peut y avoir entre le vivant humain et non-humain, et l'importance de considérer la planification à l'échelle du territoire pour les résoudre sans tomber dans la généralisation. Car chaque lieu, chaque site dispose de ses spécificités de paysage en surface comme en profondeur.

« La discipline du paysage fait appel à une connaissance intime de l'ordre de la nature et des espaces ouverts. ***Familière du vide, elle ne vise pas nécessairement à le remplir****. Elle sait jouer avec ces vides et tenter de trouver un lien entre éléments épars sans toujours faire appel au construit.* ***Ainsi peut s'inventer une manière de relier les fragments urbains qui constituent la ville périphérique en se juxtaposant au gré des opportunités.****»*

(Masboungi, 2002)



Plan 3.1
Vue du dessous du paysage et des alentours de la pénétrante de Prégny

” Le sol sculpteur du paysage ”

Alain Ruellan
pédologue

«Le paysage et la biodiversité sont deux entités complémentaires, qui participent à la richesse naturelle de notre région et à son cadre de vie. En effet, la préservation, la mise en valeur ou la transformation des multiples éléments qui constituent le paysage urbain et rural typique genevois contribuent à maintenir le socle indispensable au développement de la biodiversité. A contrario, les espèces végétales, par leur répartition et leur diversité, façonnent le maillage paysager. Ces deux entités se complètent ainsi et permettent de définir les infrastructures écologiques[1]».

Je souhaite rappeler que le questionnement qui m'anime dans cette étude est de comprendre comment le sol vivant peut être le garant des paysages ouverts et non-construits en milieu urbain.
Après avoir essayé de montrer dans les deux premiers chapitres le caractère important du sol vivant en milieu urbain, tant dans la nouvelle relation à lui que dans que dans sa préservation, j'aimerais dans ce dernier chapitre amorcer une déclinaison spatiale pour rendre compte de la place du sol dans la planification par la pénétrante de verdure de Prégny. Je m'appuierai sur les concepts de continuités de sol, sociale et écologique pour expliquer le processus de continuité de paysage. Pour finir, j'ouvrirai sur la possibilité d'inscrire ces continuités dans un schéma directeur des espaces ouverts par et pour le sol vivant sur le canton de Genève.

---

[1] PLATEFORME NATURE ET PAYSAGE DE GENÈVE, 2021. *Manifeste pour la nature et le paysage de Genève - mesures prioritaires d'ici 2023.*

3.1. Les continuités de paysage sur la rive droite

Continuités de sol, socle de l'aménagement du territoire

Comme expliqué dans les chapitres précédents : le sol regorge de particularités. Il est cette partie supérieure et vivante indispensable à la vie et une ressource de biodiversité. En revanche, il a beau abriter la source des paysages vivants dans lesquels nous vivons aujourd'hui, il n'en n'est pas moins malmené et contraint en milieu urbain. L'une des hypothèses de ce mémoire tente de démontrer l'importance de révéler le sol comme paysage invisible à la dimension indispensable dans l'aménagement du territoire. L'objectif est de l'inclure dans toutes les phases de la planification et d'en faire un levier capital lorsqu'on pense le paysage. «*Le sol doit être compris comme un système global d'équilibres dynamiques, à l'intérieur duquel toutes les couches sont interdépendantes et sont toutes simultanément affectées, à chaque modification du contexte de pédogénèse*[2]».

Une fois révélé, ce paysage des profondeurs met en lumière les discontinuités sociales et biologiques que nous ne semblons plus, ou ne voulons plus voir en surface et qui disparaissent dans les méandres administratifs et outils réglementaires de la planification.

Faire ressortir le socle (géographique) et le sol sur lequel les villes se sont construites et évoluent encore aujourd'hui nous conduit à repenser la ville en prenant en considération cette source de milieux encore vivants. La connaissance du sol sous nos pieds permet de veiller à sa transformation raisonnée. Autrement dit, de mieux gérer son articulation et sa dimension à toutes les échelles de la ville, puis, de l'inscrire dans un projet de paysage qui pérennise les continuités et le maillage sur le territoire à hauteur de sol. La gestion des sols dans la planification doit être la plus durable possible, car sa perte irréversible a une incidence sur le paysage de surface vivant et la qualité de vie en milieu urbain.

Grâce à des acteurs de l'aménagement du territoire engagés pour la préservation de cette ressource non renouvelable et le maintien des paysages ouverts et vivants pour les usagers urbain, des opportunités jaillissent à petite échelle dans le tissu dense de la ville. De ces opportunités émergent le parc du domaine Rigot développé dans le chapitre précédent. En effet, un tel projet entrepris par le prisme du sol a permis de nouveaux aménagements. Il devient une pièce maîtresse dans la planification cantonale genevoise, et notamment le point de départ de l'aménagement de la future voie de tram des Nations.

Axer la focale sur le sol nous amène à nous interroger sur les types d'aménagements à concevoir et à planifier pour répondre aux enjeux climatiques et tendre vers un urbanisme par et pour le vivant dans des villes plus résilientes.

[2] VIALLE, Antoine, VERRECCHIA, Éric, 2017. *Du sol comme œuvre, au sol comme archive de l'action humaine*. p.113

Sur le canton de Genève, le paysage emblématique marqué par les reliefs, la campagne, les fleuves et le lac, est dans la planification du territoire depuis le plan Braillard de 1936. Il inspire le maillage vert, véritable ossature d'espace public sur le territoire qui prend aujourd'hui la forme des pénétrantes cartographiées dans la planification genevoise (PDCn 2030) sans réelle contrainte réglementaire.

Les pénétrantes assurent des continuités écologiques et sociales, mais aussi spatiales et temporelles. Ce chapitre va s'appuyer sur l'hypothèse que : ces motifs ont besoin du sol et des paysages ouverts non-construits (levier réglementaire foncier) pour s'inscrire concrètement dans les documents d'urbanisme, donc de consolider des continuités vivantes de la ville au grand territoire.

Les grands projets de la rive droite

Le paysage de la rive droite du canton de Genève est entrecoupé par de grandes infrastructures de mobilité : l'aéroport international de Genève, l'autoroute et la voie ferrée menant à Lausanne. Ces infrastructures de déplacements forment des cicatrices en surface et en profondeur sur les pénétrantes de verdures de Versoix, Genthod, Bellevue et Pregny. Cela limite leur franchissement et détériore les continuités sociales, biologiques et de sol qui vont du lac vers la campagne périurbaine genevoise. Seuls les cours d'eau arrivent à se frayer un chemin sous les infrastructures routières et assurent une continuité aquatique du Jura au lac.

L'Avenue de France puis Route de Ferney qui va du lac à Ferney-Voltaire (FR) scinde ce paysage en deux grandes entités :

l'une au nord-est caractérisée par le quartier des organisations internationales, la pénétrante de Pregny et la commune de Prégny-Chambésy. C'est un paysage composé d'un tissu plutôt hétérogène ponctué de grands domaines qui appartiennent à des organisations internationales, des consulats et fondations ainsi que des résidences cernés de grands parcs. Ces grands espaces assurent à la fois des continuités biologiques, écologiques et paysagères possibles par la succession de bois, forêts, prairies, parcelles agricoles accompagnées par les surfaces de promotion à la biodiversité. Ce doux relief dessiné par la colline de Pregny dégage l'horizon sur le grand paysage en direction du lac et des Alpes. Il est également marqué par le tissu dense de la zone villa au nord et à l'est de la pénétrante de Prégny. Ce paysage n'en est pas moins difficilement praticable pour les usagers/ résidants mais aussi la faune qui parcourt le territoire. Ces grands domaines s'avèrent inaccessibles pour la plupart car ils sont privatisés et les quartiers de la zone villa forme un véritable dédale de rues sans réelles issues. L'autoroute clôt le paysage au nord et à l'est.

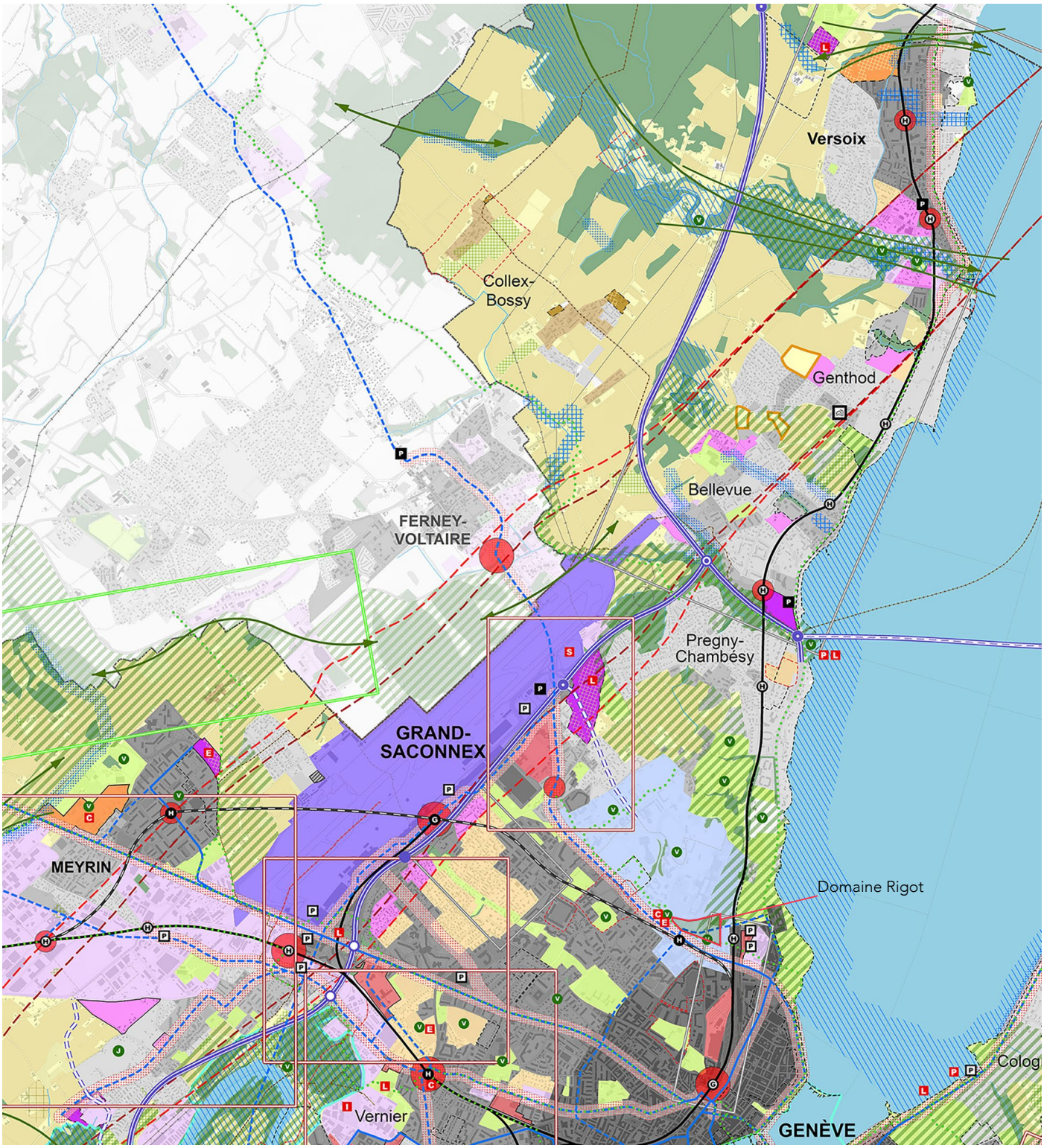
Au sud-ouest, il y a un front urbain plus dense qui part de l'Avenue de France jusqu'au Grand-Saconnex. Comme on peut le lire dans la fiche P09 (PDCn 2030), il tend à se densifier avec le projet du Grand-Saconnex inscrit comme« Grand projet».

Le lieu-dit Pré-du-Stand sera impacté par l'accueil d'une extension urbaine qui va habiller la façade de l'aéroport d'activités et d'équipements loisirs et sports. Parallèlement, le quartier de la Suzette (fiche A01 PDCn 2030) est également inscrit dans un projet de renouvellement urbain. Ces paysages cartographiés en surface d'assolement et cultivés, souffrent de la pression urbaine. Ils se ferment progressivement, condamnant définitivement le sol et la possibilité de maillage transversal entre la pénétrante de Prégny et la succession de parcs entre gare et aéroport. Le sol près du lieu-dit Pré-du-Stand est marqué par une profonde cicatrice à cause du projet souterrain de la route des Nations qui dessert l'autoroute en amont de l'aéroport et se reconnecte à la surface dans le quartier des Nations (à proximité des instances internationales de l'ONU, SIDA et de l'OMS). Ce projet permet une diminution de la circulation sur la route de Ferney, là où le tram des nations verra bientôt le jour. Toutefois, il est à prévoir la sérieuse augmentation du trafic de l'Avenue de la Paix, isolant davantage le parc Rigot de la pénétrante de Prégny.

Ce territoire sur la rive droite est enclavé par les infrastructures de déplacement et s'appuie sur les minces ouvertures qui assurent encore les continuités vers la campagne périurbaine mais s'amenuisent et s'affaiblissent progressivement. Beaucoup de «*ces sols ouverts à l'intérieur de cette zone sont ainsi destinés à être urbanisés en priorité, en dépit de la valeur environnementale et sociale qu'ils pourraient avoir intrinsèquement*[3]».

Finalement, pour tendre vers un projet de sol vivant et continu sur la rive droite de Genève, il est impératif de s'appuyer sur les continuités écologiques, les continuités de sols et les continuités sociales (flux de déplacements humains) dans le but de maintenir les connexions entre le lac et la campagne, voir même le Jura. Dans le PDCn 2030, ces trois continuités sont illustrées par les pénétrantes de verdure qui s'inscrivent dans le Projet de paysage (PP2) sur lequel s'est construit le territoire. Ce réseau de continuité doit s'articuler *«en un maillage d'espaces ouverts destiné à mettre en place un "projet de connectivité généralisée" par les espaces publics à l'échelle métropolitaine, espace public rural et espace public urbain*[4]», de façon transversal et à la manière du maillage Braillard.

[3] VIGANÒ, Paola, BARCELLONI CORTE, Martina, VIALLE, Antoine, 2020. *Le sol de la ville-territoire.* p.4
[4] MAYOR&BEUSCH, 2015. *Pénétrantes de verdure étude générale - rapport final.* p.13



Plan 3.2
Plan directeur cantonal 2030 de Genève - Zoom sur la rive droite

3.2. Des continuités écologiques et sociales: des ressources de sol vivant (levier réglementaire)

Il existe des leviers réglementaires par lesquels il est possible de lier et conforter les continuités sur le territoire. D'ordre écologique ou social, la superposition de ces outils peut être un atout cartographique pour révéler les faiblesses et les forces du territoire. Il s'agit de hiérarchiser, composer, tisser et amplifier le réseau pour s'inscrire dans un véritable projet de continuité de paysage par le sol.

Les pénétrantes de verdures sources vives de paysage ouverts et continus sur le territoire

Les pénétrantes de verdures sont reconnues et comprises dans le territoire et l'imaginaire genevois depuis le début du XXe (voir partie 2.3. De la formation d'un territoire aux permanences du paysage). Elles «*permettent d'apporter à la ville et à l'agglomération une base précieuse pour mettre en place l'idée de "ville verte", paradigme le plus souhaitable de l'évolution du territoire urbanisé*[5]». Elles traduisent la volonté de planification du territoire pour assurer les continuités biologiques et l'accessibilité aux paysages de campagne en périphérie et à destination de l'usager résidant au cœur de la ville (et inversement). Elles initient également la nécessité de laisser entrer la nature en ville en s'appuyant sur les espaces publics, les promenades, les parcs, les bois, les parcelles agricoles, etc. «*Cet héritage apparaît comme une chance extraordinaire d'apporter à l'agglomération des espaces non (ou peu) bâtis structurant le territoire. Un bien commun à prendre en main et à valoriser*[6]». Les pénétrantes de verdures font partie intégrante du maillage vert sur le canton selon le PDCn 2030 et assurent idéalement un réseau de nature et de connexion aux multiples usages. Cependant, la réalité sur le terrain est tout autre. N'étant pas soumises à des contraintes légales, elles subissent les pressions constantes de l'urbanisation qui se soldent par le grignotage des lisières. Comme le mentionne le PDCn 2030 «*certaines pénétrantes sont déjà aménagées et protégées par des mesures légales, comme les rives du Rhône et de l'Arve, d'autres nécessitent diverses mesures pour assurer leur pérennité : maintien de leur continuité et d'une largeur suffisante, définition de leur vocation dans une optique multifonctionnelle (protection de la nature, agriculture, délassement, sport, paysage, patrimoine)*[7]». Elles sont marquées par de nombreuses discontinuités visuelles (paysage de surface) et/ou physiques comme l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols qui vont affecter le paysage des profondeurs. Pourtant, les pénétrantes de verdures ont toutes des caractéristiques paysagères différentes qui s'appuient sur la charpente du territoire genevois : «*échappées lacustres, rivières, ouvertures sur le relief et grands cours d'eau*[8]». Elles offrent également des opportunités de sol vivant encore peu atteint et parfois sanctuarisé de la pression anthropique.

La reconnaissance et l'emprise des pénétrantes de verdure dans le PDCn 2030 et d'autres réglementations à venir seront, visiblement, des

[5] MAYOR&BEUSCH, 2015. *Pénétrantes de verdure étude générale - rapport final*. p.12
[6] *Idem*
[7] DT, 2021, p.26
[8] MAYOR&BEUSCH, 2015. *Pénétrantes de verdure étude générale - rapport final*. p.19

Carte 3.3
Infrastructures paysagères sur la rive droite - extraits du PP2, du PDCn 2030 et de la maille verte de Braillard

leviers pour assurer des continuums de sol non artificialisés, comme le montre la carte 3.3, dans l'aménagement du territoire sur le canton de Genève.

Les surfaces d'assolement et les réseaux agro-environnementaux

Les surfaces d'assolement et les zones agricoles hors SDA font également parties des pénétrantes de verdures, et faisant également partie intégrante de la charpente naturelle sur le canton comme le montre la carte 3.4. Elles sont les sources de sol cartographiés dans le Plan Paysage du Projet d'Agglomération 2012 (PP2) et «*se composent des terres cultivables comprenant avant tout les terres ouvertes, les prairies artificielles intercalaires et les prairies naturelles arables*[9]». Des paysages agricoles ouverts qui composent la majeure partie de la périphérie du canton de Genève dont une partie est soumise à l'outil réglementaire du Plan Sectoriel des Surfaces d'Assolement (PS-SDA) créé en 1992 et révisé en 2021. Aussi, elles apparaissent dans la Constitution fédérale (article 104) pour assurer la préservation des terres cultivées. «*Il s'agit du seul instrument de protection qualitative des sols dans le domaine de l'aménagement du territoire*[10]» qui n'est pourtant pas optimal car «*il ne tient évidemment pas compte de la qualité des sols urbains ; il ne prend en compte que la fonction de production agricole des sols ; il ne tient pas compte de l'évolution de la qualité de ces surfaces (dégradation/amélioration)*[11]».

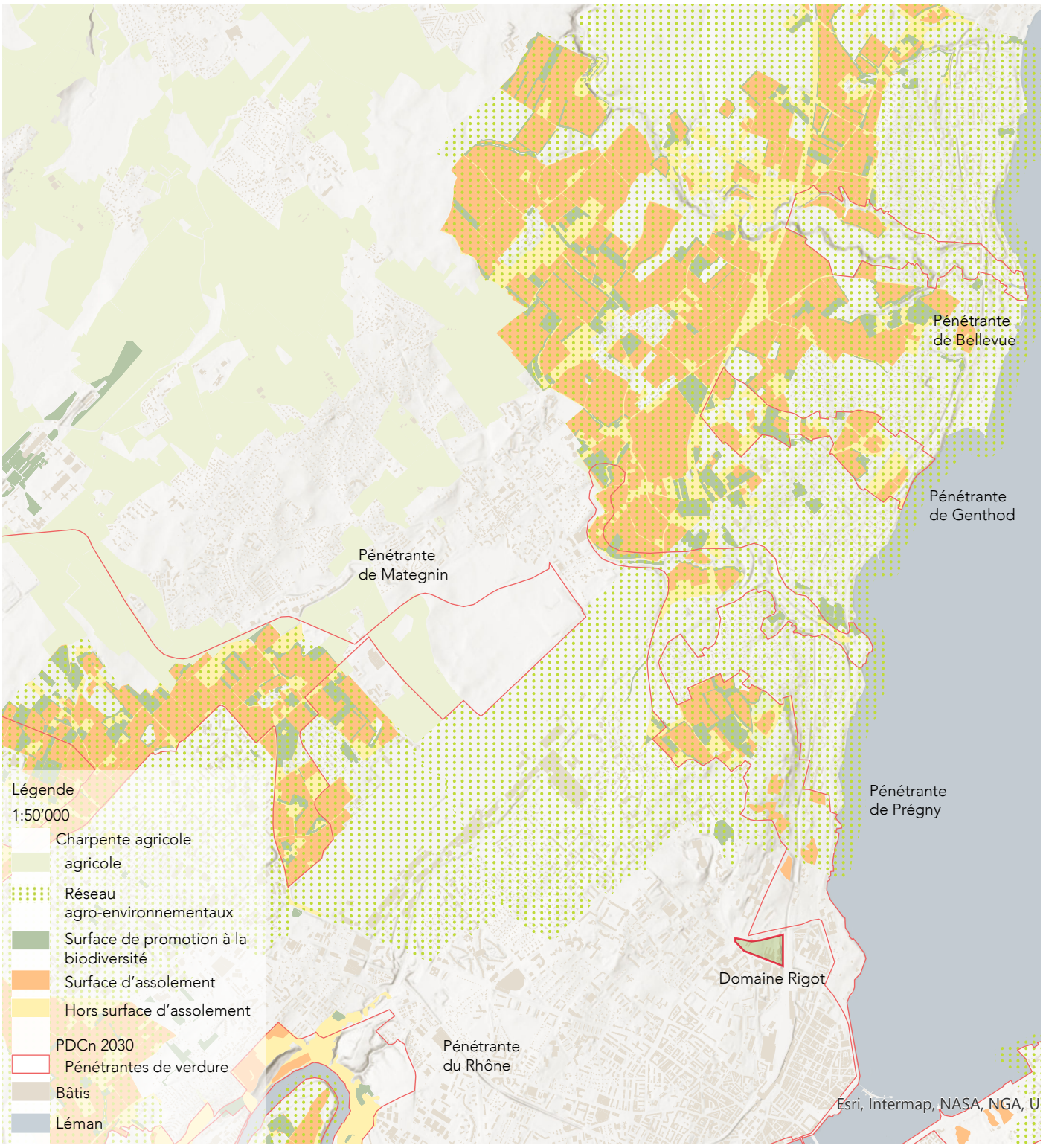
Les SDA et autres zones agricoles sont souvent accompagnées de Surfaces de promotion à la biodiversité (SPB) (compensations écologiques) qui assurent une transition vers des modes de cultures plus durables et permettent la mise en place de couloirs végétaux et aquatiques pour le déplacement de la faune. Ces couloirs sont cartographiés à l'échelle cantonale et viennent compléter les «*réseaux agro-environnementaux (RAE) – qui veillent à relier ces surfaces afin de favoriser le déplacement d'espèces sauvages*[12]». Tous ces outils réglementaires permettent de lier et de renforcer le maillage sol/paysage.

Le Réseau écologique genevois

Il existe à l'échelle du canton un outil d'aide à la planification qui amorce un réseau écologique qui relie les grandes entités naturelles sur le territoire «*à celles de dynamique des populations et d'interconnexion entre biotopes*[13]». Il s'appuie sur «*les trames des milieux ouverts, humides, forestiers et secs*[14]». Ce réseau écologique REG (mis à jour en 2014) a pour ambition de connecter durablement les milieux naturels et offrir «*des services écosystémiques qui contribuent pour une part essentielle à la prospérité et à la qualité de vie*[15]». Le sol vivant est un milieu de vie et un support pour la biodiversité qui participe au réseau en assurant un support et des continuités.

---

[9] GE.CH, *Surfaces d'assolement*, en ligne
[10] SANU DURABILITAS, 2022. *Les bases légales.* p.4
[11] *Idem*, p.4
[12] STRATÉGIE BIODIVERSITÉ GENÈVE 2030, *adopté par le Conseil d'État le 21 février 2018.* p.65
[13] SITG.CH. *REG Réseau Écologique Genevois 2014.* (en ligne)
[14] *Idem*
[15] *Ibidem*



Carte 3.4
Infrastructures et continuités agricole (surface hors zone à bâtir) - extraits du PP2, du PDCn 2030

L'infrastructure écologique

«*L'infrastructure écologique, c'est ce précieux réseau de vie qui irrigue en biodiversité notre territoire. Elle assure ainsi le bon fonctionnement de ce dernier et les nombreuses prestations écosystémiques dont nous tirons parti pour nos activités*[16]». Autrement dit, l'infrastructure écologique est l'outil non contraignant d'aide à la planification dans la Stratégie Biodiversité Genève 2030. La stratégie promeut et incite à la préservation de la biodiversité dans l'aménagement du territoire sur le canton. Elle garantit le bon fonctionnement des services écosystémiques et assure une meilleure assurance-vie pour l'adaptation au réchauffement climatique.

L'infrastructure écologique fonctionne comme un réseau de réservoirs de biodiversité (milieux naturels) et de corridors biologique (zones relais). Elle «*est donc constituée de zones naturelles et semi-naturelles qui ont en commun de garantir une capacité fonctionnelle des habitats, leur connectivité, fournir des services écosystémiques, et ainsi garantir la durabilité de nos sociétés*[17]*».*

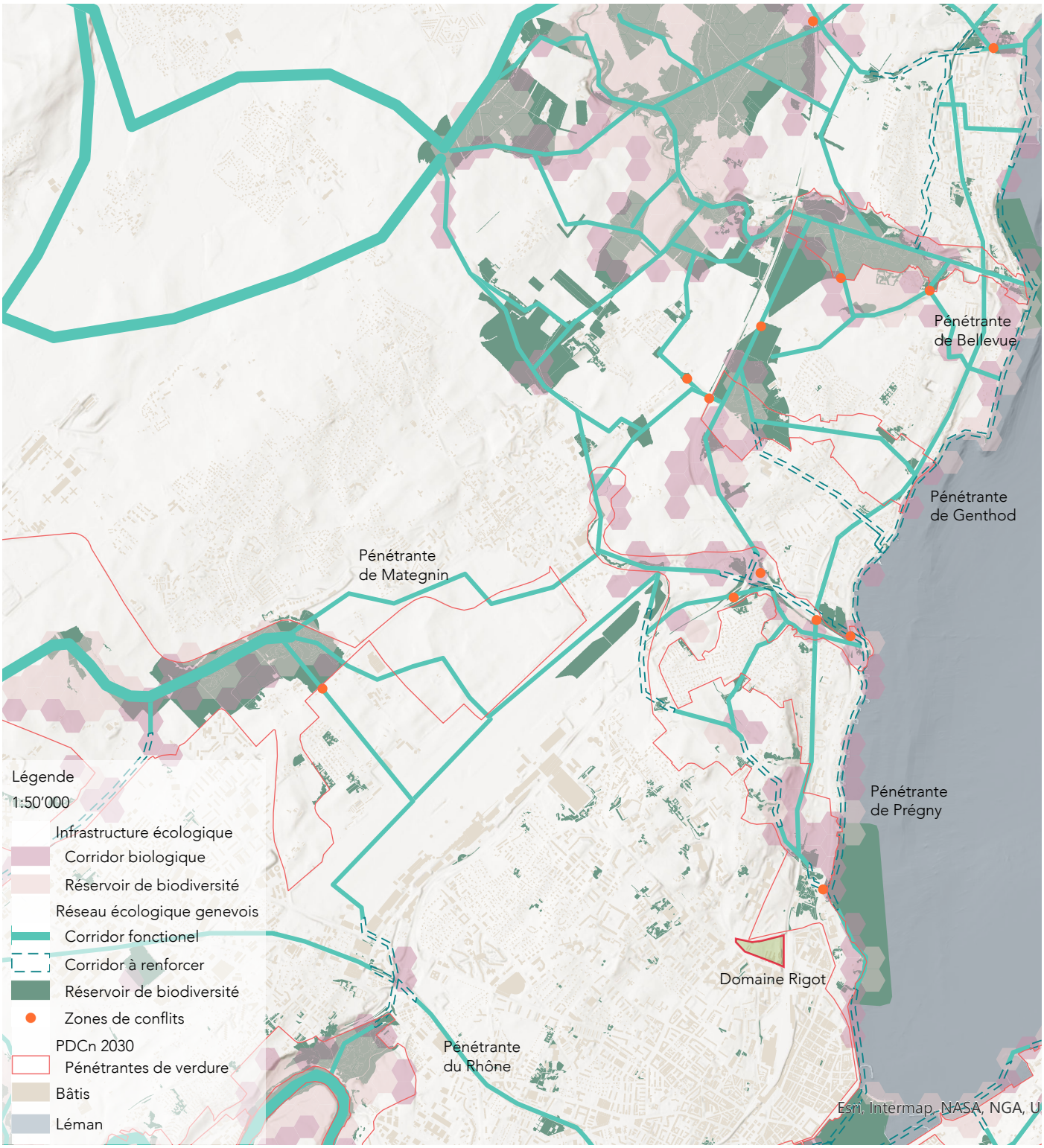
Cartographier les réservoirs et les réseaux de biodiversité permet de les faire coïncider avec les infrastructures nécessaires aux déplacements et aux différents usages des humains. C'est l'un des objectifs du premier Plan Biodiversité 2020-2023 « *visant à intégrer l'infrastructure écologique à la gestion de notre territoire et à la renforcer partout ou c'est possible*[18]». Il s'appuie sur un outil «le diagnostic de biodiversité» qui recueil les données des inventaires d'espèces de la faune et de la flore et de leur interrelation (connexion entre les différents milieux et les services écosystémiques qui sont produits). Ce diagnostic prend la forme d'une carte de la qualité de la biodiversité «*avec une résolution spatiale de 25 par 25 mètres, cette carte attribue à chaque hexagone une valeur située entre 1 (faible qualité de la biodiversité) et 100 (très bonne qualité de la biodiversité)*[19]». Cette cartographie de la qualité de la biodiversité sur le canton de Genève est un outil concret pour répondre aux objectifs de préservation de la biodiversité en proposant une planification stratégique à différentes échelles tout en s'appuyant sur des sols vivants.

Le Réseau de mobilité douce

Genève est un petit canton en termes de superficie. Pourtant, il a su développer une politique de déploiement d'un important réseau de mobilité douce (MD) et de transports en commun à l'échelle de son agglomération. Ces modes de déplacements se retrouvent dans les différentes planifications-cadres à l'échelle cantonale (Plan directeur des chemins de randonnée DETA, Plan d'action de la mobilité douce 2015 -2018 DETA, Mobilités 2030. Stratégie multimodale pour Genève DGM, etc.).

Cependant, cette MD s'appuie sur les liaisons structurantes préexistantes comme les pénétrantes de verdures, parcs, etc. Certes, ces espaces assurent et répondent aux objectifs de continuités des réseaux prévus dans la fiche B05 Promouvoir la mobilité douce du PDCn 2030. Mais ils n'en

[16] GE.CH. *Une infrastructure écologique renforcée.* (en ligne)
[17] OCAN, HEPIA, 2020. *L'infrastructure écologique du Canton de Genève.* (en ligne)
[18] *Idem*
[19] *Ibidem*



Carte 3.5
Continuité écologiques - extraits du PDCn 2030, de l'Infratructure écologique genevoise et du REG2014

demeurent pas moins nuisibles pour les continuités et les réservoirs de biodiversités, et ce notamment à cause de l'infrastructure construite (rupture en surface et en sous-sol). De plus, «*le réseau de mobilité douce doit être complété pour relier les espaces verts et publics entre eux et avec les bâtiments publics de manière à créer un "maillage" fin dans le tissu urbain*[20]». Le besoin de croiser les réseaux de déplacements de MD et de biodiversité renforcerait la préservation et la réversibilité des milieux naturels. Cela permettrait de mettre en lumière les zones de conflits afin de travailler à une cohabitation bénéfique pour une meilleure résilience sur le territoire.

Le Réseau de parcs

Les nombreux parcs sont représentés dans le plan «*zones et de liaison de verdure*» du plan directeur cantonal de 1948. La trame verte résulte en partie de ce plan et se retrouve encore aujourd'hui, en prenant la forme d'objectifs, dans la fiche A11 du PDCn 2030 : «*Développer le réseau des espaces verts et publics*». Ce réseau comprend les pénétrantes de verdures, les voies vertes d'agglomérations, les grands parcs de l'agglomération, les parcs de quartier, les espaces publics d'intérêts cantonal (fiche A10 PDCn 2030), les espaces publics de quartiers, etc. L'historicité des parcs leur donne un caractère inestimable en qualité de sol en milieu urbain. Malheureusement, ils n'assurent parfois plus toutes leurs fonctions écosystémiques. Comme on a pu le voir avec le cas d'étude du Domaine Rigot, ce sont des sols qui ont très souvent été en lien avec l'agriculture/ élevage en faisant de grands domaines et qui ont, dans une grande majorité des cas, été maintes fois remaniés. Comme l'explique Mathias Girel ingénieur environnement «*dans les parcs il y a beaucoup de chantiers de réseaux, de station provisoire, etc. Un parc est toujours refait tous les 15 ans – ce sont des pelles, des engins de chantiers, des remaniements de terrains, des plantations, etc. Les sols ne sont plus naturels. Les parcs à Genève sont anthropogènes. Ils peuvent être à différent niveau de qualité, de fertilité et de fonctionnalité mais on retrouve très souvent des sols en très mauvais état dans ces parcs*[21]».

S'appuyer sur le maillage de parc permet d'inclure le maillage arboré présent dans la stratégie opérationnelle d'arborisation dessinée par le bureau apaar en 2020 (mandaté par GE21 et Atelier Nature et Paysage). Il prend en compte l'objectif de 30% de canopée en plus d'ici 2050 à l'échelle de la ville de Genève. Or, pour savoir où planter il faut identifier les espaces susceptibles d'accueillir de nouvelles plantations, et prêter attention à la qualité du sol vivant.

[20] OFFICE DE L'URBANISME, 2021. *Plan directeur cantonal Genève 2030 - Fiche fiche A11, Développer le réseau des espaces verts et publics*. p.133
[21] GIREL, Mathias, 2022. *Entretien avec l'Ingénieur Environnement BMG Solution,19 juillet 2022, Genève*

Carte 3.6
Continuité de parcs et réseau de mobilité - extraits du PDCn 2030

Ces différents outils réglementaires (qu'ils soient contraignants ou non) révèlent la recherche d'aménagement continu du territoire à l'attention des humains ainsi que du vivant non-humain. Cette recherche de continuité est pensée à l'échelle du PPA2 par le dessin des espaces à enjeux paysagers diffusés dans la densité de la ville tout en connectant les paysages de la rive droite.

Révéler le sol mettra en évidence un territoire déjà très occupé par l'humain, intense jusque dans les profondeurs du sol très souvent méconnu, et dénoncera les césures qui impactent ces paysages dès les strates les plus profondes du sol. Le projet de sol doit s'inscrire dans le projet de continuité paysagère sur le territoire pour assurer une pérennité aux réseaux écologiques et, aux déplacements humains en révélant :

- les espaces où la cohabitation est possible
- les espaces de sols à régénérer pour conforter les réseaux de biodiversité qui existent,
- les espaces à reconquérir sur la ville imperméable en faveur de la biodiversité et de la «pleine terre» retrouvée.

Photos 3.1 et 3.2
Voie verte du chemin de la Paix - continuité sociale

3.3. La pénétrante de Prégny

3.3.1. Du paysage au sol

«La pénétrante de Pregny s'étire des quais de la rade à l'autoroute devant l'aéroport sur une superficie de 192.9 ha selon le schéma directeur cantonal; en franchissant la colline de Pregny, de magnifiques vues sont proposées sur les Alpes d'un côté et le Jura de l'autre.

Caractérisée principalement par la présence de parcs publics, d'un grand domaine agricole et de divers équipements, la pénétrante développe son ruban entre le site des organisations internationales et les tissus pavillonnaires et villageois de Pregny et Chambésy. Environ la moitié des terrains se trouve en zone de verdure et le tiers en zone agricole; la quasi totalité de ses parcelles sont des jardins historiques ICOMOS.

Dans la cadre du plan directeur du Jardin des Nations, sa fonction d'espace libre de référence a été déterminée, des cheminements prévus et des potentiels de développement précisés. Un barreau la connecte au nord à la pénétrante de Bellevue[22]».

Limite (im)perméable

Sur sa limite sud-ouest, la pénétrante est bordée par le quartier des Organisations internationales. Une limite qui est plutôt floue visuellement et spatialement à cause de la proximité des parcs, cependant inaccessibles, accompagnant les grands domaines des instances internationales. Au nord et à l'est, elle est dessinée par le réseau dense de rues de la zone villa de Prégny-Chambésy. L'autoroute scinde la pénétrante à hauteur du lieu-dit Pré-du-Stand du Grand-Saconnex, là où elle est la plus rétrécie et la plus contrainte dans sa continuité.

Au sud-est, l'unique franchissement avec le lac se fait par le passage souterrain du Jardin botanique sous la route de Lausanne.

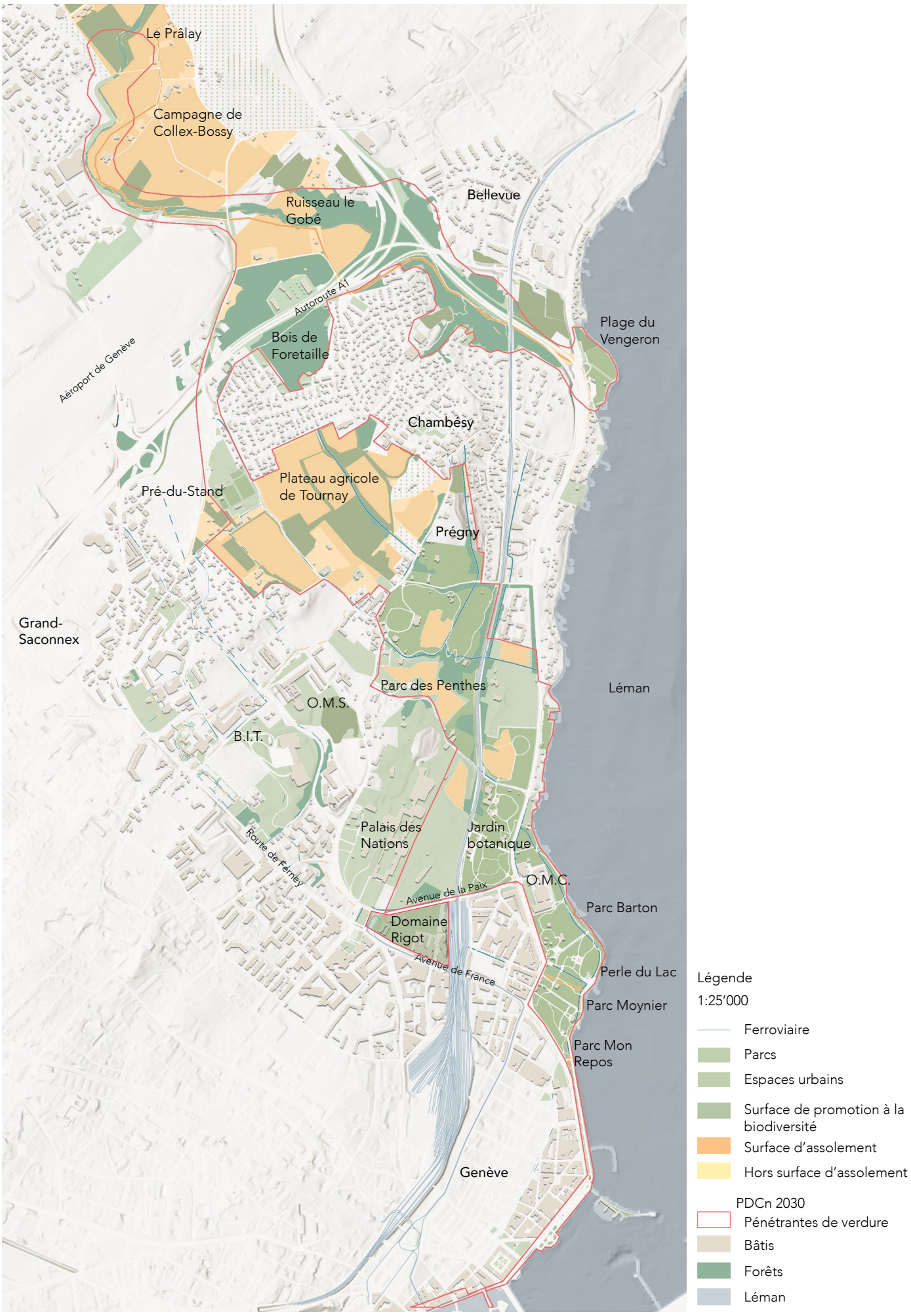
La plage du Vengeron se situe à l'extrémité de la pénétrante au nord qui donne sur le lac. Elle semble complètement isolée et coupée du réseau de continuité par l'échangeur donnant sur l'entrée de l'autoroute et la route de Lausanne.

Une succession de paysages ouverts

Comme explicité dans l'étude de Mayor et Beush, la pénétrante de Prégny se compose d'un défilé d'espaces-publics qui débutent par le chapelet de parcs bordant le lac (Parc Mon Repos, Parc Moynier, Perle du Lac, Parc Barton) puis se poursuit après le franchissement de la route de Lausanne par le Jardin botanique avant l'ascension vers le parc des Penthes. S'en suit une constellation de grands domaines plus ou moins accessibles qui parent le doux relief de la colline de Pregny. Cette traversée de paysages ouverts est entrecoupée par les haies bocagères ponctuées de grands chênes, reliquat du passé agricole, qui délimitent les majestueux domaines privés. Le plateau agricole de Tournay de 40 hectares lui offre de grandes échappées visuelles sur les paysages du Jura avant de redescendre vers les quartiers plus denses de la zone villa de Machéry et La Foretaille (commune de

[22] MAYOR&BEUSCH, 2015. *Pénétrantes de verdure étude générale - rapport final*. p.39

Carte 3.7
Le paysage de la pénétrante de Prégny


Le Prâlay
Campagne de Collex-Bossy
Ruisseau le Gobé
Bellevue
Autoroute A1
Plage du Vengeron
Aéroport de Genève
Bois de Foretaille
Chambésy
Plateau agricole de Tournay
Pré-du-Stand
Prégny
Grand-Saconnex
Parc des Penthes
Léman
O.M.S.
B.I.T.
Palais des Nations
Jardin botanique
Route de Ferney
O.M.C.
Avenue de la Paix
Parc Barton
Domaine Rigot
Avenue de France
Perle du Lac
Parc Moynier
Parc Mon Repos
Genève
Légende
1:25'000
Ferroviaire
Parcs
Espaces urbains
Surface de promotion à la biodiversité
Surface d'assolement
Hors surface d'assolement
PDCn 2030
Pénétrantes de verdure
Bâtis
Forêts
Léman

Chambésy) en limite de la pénétrante.
L'enchaînement de la pénétrante, en direction du Jura, se faufile à travers l'espace exigu et artificiel du site sportif des Blanchets qui s'étend de l'autre côté de la route de Colovrex. Ce paysage s'ouvre légèrement en longeant le cimetière du Blanché du Grand-Saconnex et des jardins familiaux le long de la route de Colovrex avant de venir buter sur le rond-point et l'avenue de la Foretaille. Le regard attrape, 100m plus loin, le cordon boisé guidant jusqu'au bois de Foretaille. C'est à cet endroit que les continuités écologiques et de sol de la pénétrante sont stoppées net par l'autoroute. Seules les continuités aquatiques du Vengeron et du Gobé parviennent à franchir cet obstacle ayant étaient canalisé pour assurer la poursuite du chemin de l'eau jusqu'au lac. Le franchissement de l'édifice routier est possible pour les usagers de mobilité douce en empruntant soit la route de Colovrex pourvu d'un simple trottoir ou, la passerelle de la Foretaille.
Passé ces infrastructures, la pénétrante accompagne le ruisseau du Gobé, longe la frontière avec la France jusqu'au lieu-dit La Prâlay et ouvre sur le paysage de campagne de Collex-Bossy.
Le paysage et le sol retrouvés du parc Rigot, en limite sud de la pénétrante, sont intimement liés par leurs histoires à la pénétrante de Prégny. Cependant séparé par l'Avenue de la Paix, Rigot demeure dans le maillage de paysage ouvert proche de la pénétrante.

Mobilité

La promotion de la mobilité douce, fiche B05 du PDCn 2030, fait partie des grands enjeux de déplacements sur le canton et l'agglomération de Genève.
La pénétrante de Prégny est actuellement bordée par les chemins de randonnées (Plan directeur des chemins de randonnées pédestres, DETA – DGAN) qui partent du lac pour franchir la succession de parcs décrits précédemment. La mobilité douce à proximité de la pénétrante se verra confortée par l'aménagement de plusieurs voies vertes : «*aménagement d'une liaison MD sur le cours des Nobel et la promenade de la Paix valorisant le patrimoine paysager*[23]» et une longeant le lac aux abords de la route de Lausanne. Ce maillage renforcé facilitera le déplacement des usagers en MD autour et jusque dans la pénétrante. Cependant, le risque à venir est l'engorgement et la mise sous pression supplémentaire sur ces espaces qui devraient à l'avenir accueillir toujours plus d'usagers à la recherche de fraicheur dans les parcs du canton.
Le projet de tram des Nations sur la route de Ferney permettra à terme de connecter Ferney-Voltaire (FR) jusqu'au centre de Genève en traversant le Grand-Saconnex. Ce projet d'aménagement urbain doté d'une véritable ossature de transports en commun longera la pénétrante et, favorisera la connexion entre le front végétal à l'est et le front urbain à l'ouest par des espaces publics transversaux. De fait, il renforcera et fortifiera la maille verte.

[23] OFFICE DE L'URBANISME, 2021. *Plan directeur cantonal Genève 2030 - Fiches B05 Promouvoir la mobilité douce*. p.240

Photo 3.3
Chemin Eugène Rigot - continuité sociale

C'est l'opportunité de retrouver des sols en les désimperméabilisant et en les aidant à se régénérer en vue de plantation d'avenir et d'une meilleure gestion des eaux de ruissellement.

Paysage des profondeurs de la pénétrante

«*Notre voyage se fera vers l'intérieur et non vers les lointains, en épaisseur plutôt qu'en étendue [...] nous avons changé de cap, passant de la ligne d'horizon à l'épaisseur du sol, du global au local*[24]». En effet, si l'on change de focal et que l'on plonge dans les profondeurs de la pénétrante de Prégny (voir image ci-contre) un paysage nouveau se révèle. Un paysage du dessous, qui semble en surface plutôt continue, s'avère être lui tout aussi anthropisé et empreint de discontinuité. Le sol est fréquemment décapé puis consolidé, constituant la base physique des constructions et sous-sol. La continuité physique et biologique des sols en ville est atteinte par les césures que forment les fondations des infrastructures routières et des différents réseaux de conduite d'eau, télécom, chauffage, gaz, etc. Apparaissent des îlots de quartiers clairsemés de quelques parcelles, réserve de sol. La fragmentation de ces sols est issue de la subdivision progressive du parcellaire et de principe de construction intrusive.

Mis à part les quelques souterrains de caves et de parkings qui sont recensés au Jardin botanique et accompagnent les villas au bord du lac, ce sont les réseaux qui alimentent la ville qui vont impacter le plus ce paysage. Le labyrinthe de tuyaux souterrains, plus ou moins entrelacés, dévoile de nombreuses césures nettes en limite des parcs et domaines. Certains traversent les espaces de réservoir de pleine terre, comme dans le parc des Penthes ou à l'extrémité nord de la forêt de Foretaille, semblant pourtant peu ou pas se répercuter en surface. Bien que ces césures semblent anodines car visibles ponctuellement en surface, elles n'en sont pas moins synonymes d'intrusions passées et à venir. Les infrastructures routières et ferroviaires, ruptures constatées en surface, ne font que se prolonger dans les profondeurs.

Cette fragmentation peu visible dans le paysage, a un impact durable sur les continuités biologiques des sols et entre autres sur le paysage racinaire (représenté de manière schématique sur la carte). Malgré cela, les bocages, cordons boisés, haies et boisements assurent le rôle de continuités paysagères et biologiques en surface.

[24] AÏT-TOUATI, Frédérique, ARÈNES, Alexandra, GRÉGOIRE, Axelle, 2019. *Terra Forma, Habiter parmi les vivants.* p.3

Carte 3.8
Carte du sous-sol de la pénétrante de Prégny

Le Prâlay
Campagne de Collex-Bossy
Bellevue
Ruisseau le Gobé
Plage du Vengeron
Bois de Foretaille
Aéroport de Genève
Autoroute A1
Chambésy
Plateau agricole de Tournay
Pré-du-Stand
Grand-Saconnex
Prégny
Léman
Parc des Penthes
O.M.S.
B.I.T.
Route de Ferney
Palais des Nations
Jardin botanique
O.M.C.
Avenue de la Paix
Domaine Rigot
Avenue de France
Genève
Légende
1:25'000
Fondation bâtis
Infrastructures routières et chemins
Réseaux
Système racinaire
Ferroviaire
Constructions souterraines

3.3.2. Les enjeux de la pénétrante de Prégny

« L'attention au sol souligne l'émergence d'un espace urbain qui n'est plus celui de la ville traditionnelle : un espace fragmenté, hétérogène, qui n'a plus la continuité de la ville du passé. Le projet du sol s'occupe des différences qui s'incrustent à sa surface et dans son épaisseur[25]».

La continuité paysagère de la pénétrante de Prégny est un réservoir de pleine terre sur la rive droite encerclé par les infrastructures de transports. Le fait de vouloir la renforcer reflète une réelle envie de montrer l'importance d'un sol de qualité pour le dessein de la ville. Comme discuté précédemment, l'héritage des grands domaines et des parcs des OI privatisés, rendent peu perméable l'accès aux espaces. Il en résulte la préservation des paysages et le maintient des continuités biologiques, paysagères et de sol vivant.

Cependant, de nombreuses césures impactent de manière plus ou moins forte la pénétrante, la déconnectant des structurent paysagères proches, altérant les relations avec le vivant et formant des enclaves jusque dans le sol.

La carte sur la prospection racinaire, en page 137, met en lumière ces nombreuses césures dans le sol de la pénétrante. On peut distinguer en orange les zones non favorables à la prospection racinaire (les infrastructures routières, les fondations bâtis et les infrastructures souterraines) et en hachuré vert les zones favorables à la prospection racinaire. À cette échelle d'étude il est difficile de mettre en évidence les zones peu favorables à la prospection racinaire qui demandent une finesse dans l'analyse de la cartographie et semblerait plus pertinent à une échelle plus petite.

Face à cette diversité, l'enjeu du projet de sol pour la pénétrante est de s'appuyer sur les continuités spatiales jusque dans les profondeurs. L'objectif est de renforcer les continuités de paysages en s'appuyant sur les structures paysagères continues et/ou fragmentées qui sont héritées des bocages et des cultures d'un paysage agricole passé. Cette vision pour la pénétrante de Prégny met en avant l'importance de rendre compte de l'existant : la ressource sol et paysage dans l'aménagement du territoire et des lieux de frottements en périphérie pour répondre aux tensions entre l'urbanisation, les infrastructures et les espaces naturels et agricoles. Plus qu'une prise de conscience, sa connaissance doit apparaître de manière durable dans le maillage vert sur le territoire. Pour conforter les continuités paysagères, gagent d'espaces ouverts et non-construits vivant dans le milieu urbain, il est nécessaire de s'appuyer sur :

- les continuités de sol vivant véritable *«capital naturel[26]»*, réservoirs de biodiversité et ressource des structures végétales qui composent la pénétrante de Prégny;

- les continuités écologiques en réhabilitant l'infrastructure écologique apte à fonctionner en réseau continue («*réservoirs de biodiversités, relais et corridors biologiques[27]*»);

- les continuités sociales dont les flux s'incarnent par le maillage de mobilité douce qui parcours et connecte ce territoire ponctué de parcs.

[25] VIGANÒ, Paola, 2016. *Le sol et son projet.* p.247
[26] STRATÉGIE BIODIVERSITÉ GENÈVE 2030, 2020. *Préambule au Plan Biodiversité.* p.8
[27] HAVLICEK, Elena, 2016. *Le sol urbain : surface inerte ou capital naturel ?* p.25

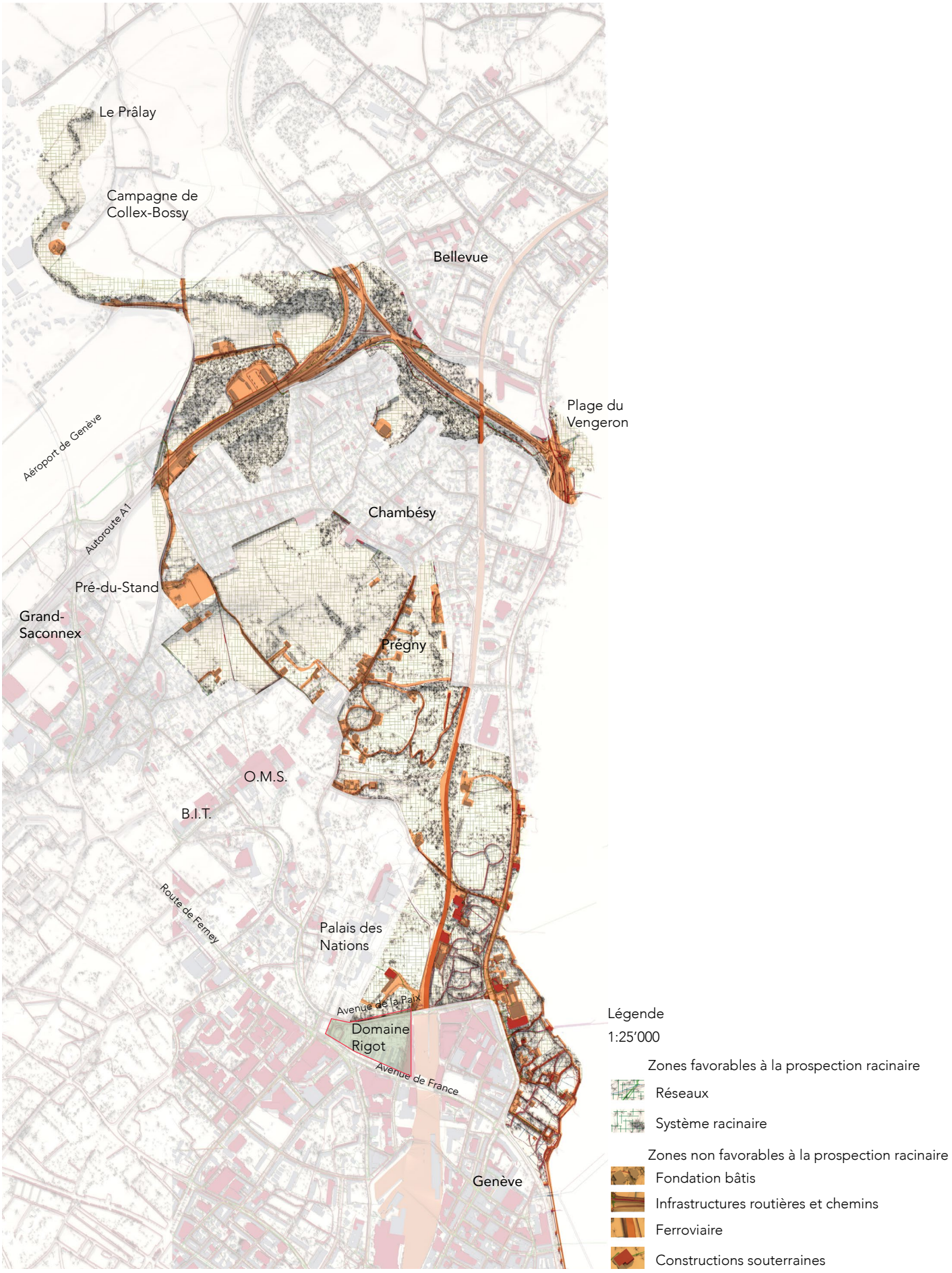
Carte 3.9
Synthèse des enjeux

Le Prâlay
Campagne de Collex-Bossy
Ruisseau le Gobé
Bellevue
Autoroute A1
Aéroport de Genève
Bois de Foretaille
Plage du Vengeron
Chambésy
Plateau agricole de Tournay
Pré-du-Stand
Prégny
Grand-Saconnex
Parc des Penthes
Léman
O.M.S.
B.I.T.
Palais des Nations
Jardin botanique
Route de Ferney
O.M.C.
Avenue de la Paix
Parc Barton
Domaine Rigot
Avenue de France
Perle du Lac
Parc Moynier
Parc Mon Repos
Genève
Légende
1:25'000
Ferroviaire
Parcs
Espaces urbains
Surface de promotion à la biodiversité
Surface d'assolement
Hors surface d'assolement
Bâtis
Forêts
Léman
Enjeux
Extension urbaine
Discontinuités écologiques
Discontinuités sociales
Discontinuités de sol
Passages piétons
Arrêts de bus
Continuité sociale
Franchissement
Front poreux (urbain/campagne)
Domaines infranchissables
Rupture de sol
Limite pénétrante

« Les effets de ce nouveau référentiel sont multiples. En premier lieu, ***il rend mieux visible une Terre palimpseste*** *en mettant au jour la stratification de l'exploitation des sols.* ***L'extension de l'emprise humaine est lisible non seulement horizontalement mais verticalement****, dans l'accumulation des actions humaines qui ont pénétré le sol jusqu'au strate les plus profondes. [...]* ***En profondeur, l'espace disponible n'est pas infini non plus, car le sous-sol est déjà saturé.»***

(Grégoire et al., 2019)

Carte 3.10
Carte de la prospection racinaire du sous-sol de la pénétrante de Prégny


Le Prâlay
Campagne de Collex-Bossy
Bellevue
Plage du Vengeron
Aéroport de Genève
Autoroute A1
Chambésy
Pré-du-Stand
Grand-Saconnex
Prégny
O.M.S.
B.I.T.
Route de Ferney
Palais des Nations
Avenue de la Paix
Domaine Rigot
Avenue de France
Genève
Légende
1:25'000
Zones favorables à la prospection racinaire
Réseaux
Système racinaire
Zones non favorables à la prospection racinaire
Fondation bâtis
Infrastructures routières et chemins
Ferroviaire
Constructions souterraines

3.3.3. Projet de sol pour la pénétrante : projet de continuités paysagères

«*Avant tout développement, il convient d'établir des relations prudentes en termes de biodiversité, de qualité de l'espace et de la végétation, de préoccupations de mobilité [...]*[24]».

Ces *relations prudentes* doivent s'appuyer sur le projet de sol source et socle des continuités de paysages de la pénétrante. *«Seuls des sols en pleine terre, sains et intacts, sont à même de rendre tous les services dont manque actuellement l'espace urbain. En ce sens, reconnaître la valeur des fonctions écologiques des sols est essentiel*[25]*».*

Le fait de planifier avec les sols de la pénétrante en vue de conforter et d'étendre les réseaux écologiques permet de le préserver durablement.

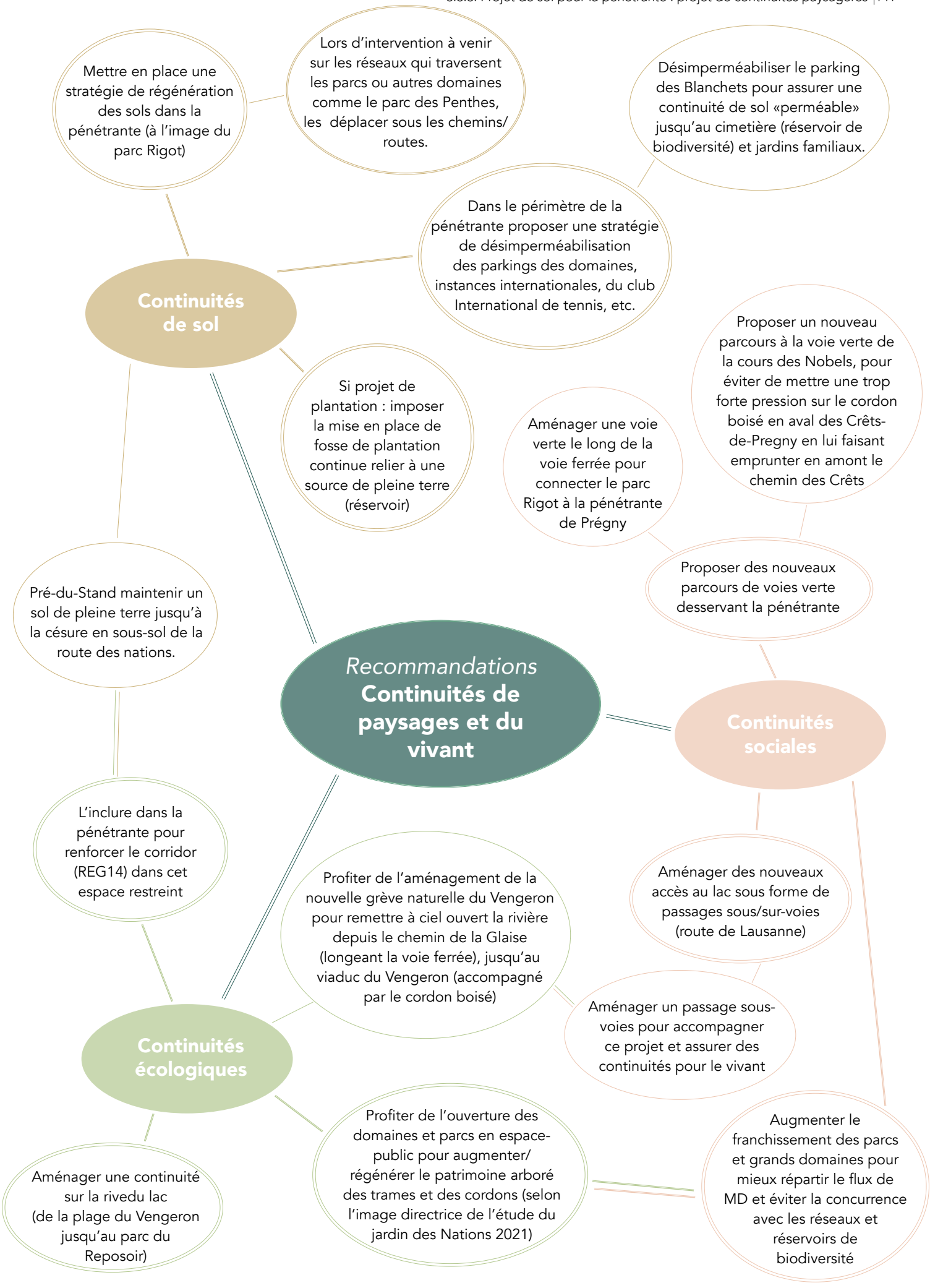
L'ouverture et l'accessibilité aux parcs et domaines des OI démultiplie et hiérarchise les réseaux de mobilité douce qui irriguent la pénétrante. La pression anthropique sur les sols est ainsi atténuée et absorbée par plusieurs espaces jusque sur ses périphéries. Si l'on reprend le scénario de promenade des parcs proposés par le bureau Mayor et Beush, il doit s'appuyer sur plusieurs axes de mobilité douce, toujours dans l'optique de valoriser les qualités paysagères et la richesse patrimoniale de la pénétrante tout en réduisant la pression sur les sols. À terme, la pénétrante sera accessible dans ce projet de conception de Jardin du quartier des Nations dessiné par le groupement ALIN[26] qui esquisse un quartier-paysage pour le territoire de la rive droite.

La carte des perméabilités de sol continu (issu d'une étude cartographique 3D) associée à des outils tels que l'IQSol sont des atouts pour définir les potentielles qualités des sols encore vivants en milieu urbain. Ils permettent de prioriser les sites où les sols qui doivent être régénérés pour restaurer des continuités biologiques. Une investigation pédologique de l'état de santé des sols sur le terrain est obligatoire pour diagnostiquer les éventuelles atteintes et prendre les mesures nécessaires en vue de la régénération et de la restauration des services écosystémiques permis par les sols. Les opportunités de sols présumés «à régénérer» sont cartographiées mais ne reflètent pas nécessairement la réalité du terrain à cause du manque de données pédologique sur ces sites. Cependant, ils s'inscrivent dans une volonté d'assurer les continuités paysagères.

La succession de parcs des Penthes, des domaines des OI, du bois de Foretaille, des prairies cultivées de Tournay, des cordons boisés du chemin des chèvres et de l'Impératrice, du patrimoine arboré du Jardin botanique au chapelet de parc de la Perle du lac, des ruisseaux du Vengeron et du Gobé, *«ce sont toutes des composantes qu'il faut articuler, recoudre, pour tisser une maille ouverte constituante de la qualité du paysage*[27]» dans la pénétrante et accessible. Toutes ces composantes sont l'image/la résultante de sol encore vivant.

Schéma 3.1
Recommandations pour les continuités de paysages et du vivant de la pénétrante de Prégny

[24] ARCHITECTURE LAND INITIATIVE, 2021. *Vision pour le jardin des Nations - Vision et Stratégies.* p.25
[25] IMHOF, Caroline, 2023. *Laissons nos sols respirer !* (Newsletter)
[26] ARCHITECTURE LAND INITIATIVE, 2021. *Vision pour le jardin des Nations.*
[27] BUSSY-BLUNIER, Tiphaine, DAUNE, Laurent, 2011. *Projet Paysage 2, franco-valdo-genevois, état des lieux et diagnostic.* p.347


Recommandations
Continuités de paysages et du vivant
Continuités de sol
Mettre en place une stratégie de régénération des sols dans la pénétrante (à l'image du parc Rigot)
Lors d'intervention à venir sur les réseaux qui traversent les parcs ou autres domaines comme le parc des Penthes, les déplacer sous les chemins/ routes.
Désimperméabiliser le parking des Blanchets pour assurer une continuité de sol «perméable» jusqu'au cimetière (réservoir de biodiversité) et jardins familiaux.
Dans le périmètre de la pénétrante proposer une stratégie de désimperméabilisation des parkings des domaines, instances internationales, du club International de tennis, etc.
Si projet de plantation : imposer la mise en place de fosse de plantation continue relier à une source de pleine terre (réservoir)
Pré-du-Stand maintenir un sol de pleine terre jusqu'à la césure en sous-sol de la route des nations.
Continuités sociales
Aménager une voie verte le long de la voie ferrée pour connecter le parc Rigot à la pénétrante de Prégny
Proposer un nouveau parcours à la voie verte de la cours des Nobels, pour éviter de mettre une trop forte pression sur le cordon boisé en aval des Crêts-de-Pregny en lui faisant emprunter en amont le chemin des Crêts
Proposer des nouveaux parcours de voies verte desservant la pénétrante
Continuités écologiques
L'inclure dans la pénétrante pour renforcer le corridor (REG14) dans cet espace restreint
Profiter de l'aménagement de la nouvelle grève naturelle du Vengeron pour remettre à ciel ouvert la rivière depuis le chemin de la Glaise (longeant la voie ferrée), jusqu'au viaduc du Vengeron (accompagné par le cordon boisé)
Aménager des nouveaux accès au lac sous forme de passages sous/sur-voies (route de Lausanne)
Aménager un passage sous-voies pour accompagner ce projet et assurer des continuités pour le vivant
Aménager une continuité sur la rivedu lac (de la plage du Vengeron jusqu'au parc du Reposoir)
Profiter de l'ouverture des domaines et parcs en espace-public pour augmenter/ régénérer le patrimoine arboré des trames et des cordons (selon l'image directrice de l'étude du jardin des Nations 2021)
Augmenter le franchissement des parcs et grands domaines pour mieux répartir le flux de MD et éviter la concurrence avec les réseaux et réservoirs de biodiversité

*« **L'entrelacement des échelles**, concept interscalaire (regarder entre les échelles), voire transcalaire (regarder au travers les échelles), apparaît donc comme "une notion simple, théorique et opératoire" qui, **quelle que soit la mesure du projet** (édifice, jardin, quartier, grand territoire), fait interagir quatre échelles (géographie, site, plan et matière) de manière non linéaire, **impliquant l'idée de tissage où le grand n'implique pas le petit et à fortiori, l'analyse de précède pas le projet**.»*

(Bonnet F., 2014)

Carte 3.11
Projets de continuités de paysage et du vivant sur la pénétrante de Prégny

Légende

1:25'000

- Ferroviaire
- Parcs
- Espaces urbains
- Surface de promotion à la biodiversité
- Surface d'assolement
- Hors surface d'assolement
- Bâtis
- Forêts
- Léman

Projet continuités

- Régénération de sol
- Réservoirs de biodiversités
- Renforcement bocage/ cordons boisés
- Remise à ciel ouvert du Gobé
- Continuité aquatique bord de lac
- Nouveaux franchissements
- Nouveaux arrêts de bus
- Voie verte
- Nouvelles voies verte
- Continuité sociale
- Nouveau périmètre pour la pénétrante

3.4. Des continuités possibles avec le grand territoire : vers un schéma directeur des espace ouverts

Ainsi, la réflexion sur le sol comme (re)source de continuités de paysages amène à proposer une hypothèse de tracé représentant la trame du vivant à Genève, à l'image de la trame verte dessinée par Braillard. Cette trame viendrait s'appuyer sur la carte du *Maillage des espaces publics du centre-ville* de Genève de 2011 dessiné par l'atelier ar-ter issu du PPA2.

En effet, l'une des premières hypothèses sur le parc Rigot était qu'à la suite de l'effort de régénération des sols effectué sur ce parc, il semblait cohérent de le reconnecter à l'emprise de la pénétrante pour qu'il soit le point de départ d'un nouveau souffle de sol sain pour les réseaux écologiques et humains.

Cependant, la cartographie du sol de Rigot a mis en lumière un site enclavé, comme une petite île encore vivante dans une mer de béton et d'asphalte imperméable jusque dans les profondeurs. Les continuités de sols paraissent pour le moins bien altérées.

Toutefois, les continuités en surface sont réactivées par cette régénération de vie qui vient du sol. Le parc Rigot devient la pièce maîtresse dans la maille urbaine prenant le «*statut d'espaces ouverts sanctuaires de biodiversité, de ressources paysagères et récréatives*[28]». Il irradie, diffuse, insuffle un élan qui vient renforcer le système d'espaces encore ouverts dans la ville dense. Le paysage vivant en surface se prolonge, s'insinue, s'accroche à des opportunités dans la planification urbaine en faveur du vivant, comme par exemple la future voie plantée du tram des nations. «*Dans la ville-territoire fragmentée et hétérogène, qui "renouerait avec les éléments de manière inédite" (Bonnet et al., 2012) et qui deviendrait habitat en accueillant la vie des animaux et des plantes, activateurs inlassables d'échanges écosystémiques (Pickett et al., 2013)*[29]», et doit disposer d'un sol en capacité d'accueillir ces activateurs. Si ce n'est pas le cas, les décideurs politiques et les acteurs de l'aménagement du territoire se doivent de mettre en place une planification ambitieuse et forte pour tendre vers un urbanisme par et pour le vivant continu et résilient !

Vers un schéma directeur des espaces-ouverts

Le sol, s'il ne peut être continu, doit être l'activateur ou le garant de réservoir de sol vivant. Pour garantir ses sols ressources, il est impératif de maintenir ouvert voir même de tendre vers une patrimonialisation de ces espaces non-construits comme biens communs en les intégrant à une stratégie de planification incluant toutes les échelles de la ville dans la trame du vivant. *«La défense des espaces ouverts comme structure du paysage de l'agglomération sera un des impératifs [...]. Les espaces ouverts, qu'ils soient naturels ou agricoles, doivent dessiner la charpente paysagère à l'échelle du territoire et se décliner ensuite dans les quartiers sous la forme de parcs et d'espaces publics*[30]*»* et être la source de sol vivant.

Aller vers un schéma directeur des espaces ouverts (volet opérationnel du PDCn 2030), permettrait de pérenniser ces espaces ressources dans les

[28] VANBUTSELE, Séréna, 2017. *Des réserves foncières aux zones vertes: projets et contre-projets d'urbanisation contribuant à la formation des sites semi-naturels bruxellois.* p.145

[29] VIGANÒ, Paola, BARCELLONI CORTE, Martina, VIALLE, Antoine, 2020. *Le sol de la ville-territoire.* p.8

[30] BUSSY-BLUNIER, Tiphaine, DAUNE, Laurent, 2011. *Projet Paysage 2, franco-valdo-genevois, état des lieux et diagnostic.* p.349

documents de planification comme dans les projets d'aménagement sur le canton, de les protéger contre les pressions liées à la densification car ils seront la vision dans la stratégie de planification urbaine du canton. Plus précisément, il s'agit d'inclure toutes les opportunités de projets à venir dans le tracé de la trame du vivant des espaces ouverts. Dans le Plan directeur cantonal 2030 d'après Tiphaine Bussy, tout est déjà cartographié. Les espaces non bâtis restent à planifier et à être stipulés dans une stratégie d'espaces ouverts structurants et non-construits dans l'optique de restaurer le sol et se réapproprier l'espace public.

Cet outil cartographique 3D, amorce d'une certaine représentation des paysages du sous-sol de l'espace urbain, devient une aide précieuse aux orientations à donner à la planification (par exemple : vision pour la stratégie de plantation du canton). Il met en évidence les obstacles aux continuités en surface et en profondeur. C'est une mise en lumière pour mieux révéler et offrir une autre lecture possible des sols qu'il reste à planifier et à cartographier sur le territoire genevois.

Une esquisse de schéma directeur sur la rive droite expérimentée et proposée lors d'un atelier de projet de paysage (MDT). Rigot figure déjà comme un maillon entre la pénétrante de Prégny et le réseau de parcs qui s'étend dans Genève.

«L'ensemble de notre projet est une véritable stratégie pour penser l'urbanisme végétal. Il redonne une place privilégiée à la terre, aux plantes et aux habitants au centre de la ville moderne. Il lui donne les moyens de faire face aux changements climatiques pour construire un cadre de vie résilient pour les habitants du canton de Genève.

Ce que nous mettons en oeuvre aujourd'hui est le début d'un processus vivant, complexe et continu, voué à s'étoffer sur le long terme. Il est temps d'entrer dans le paradigme de la ville durable et d'offrir une place central au végétal. Il est nécessaire de rappeler encore une fois que l'objectif de notre projet n'est pas de planter partout, mais de planter où cela fait sens et où les végétaux auront de bonnes conditions de vie[31]».

La pénétrante de Pregny .....

Les structures végétales des connexions de la pénétrante à la route de Ferney .....

Le réseau d'irrigation qui se diffuse à toutes les rues .....

Parc du Domaine Rigot .....

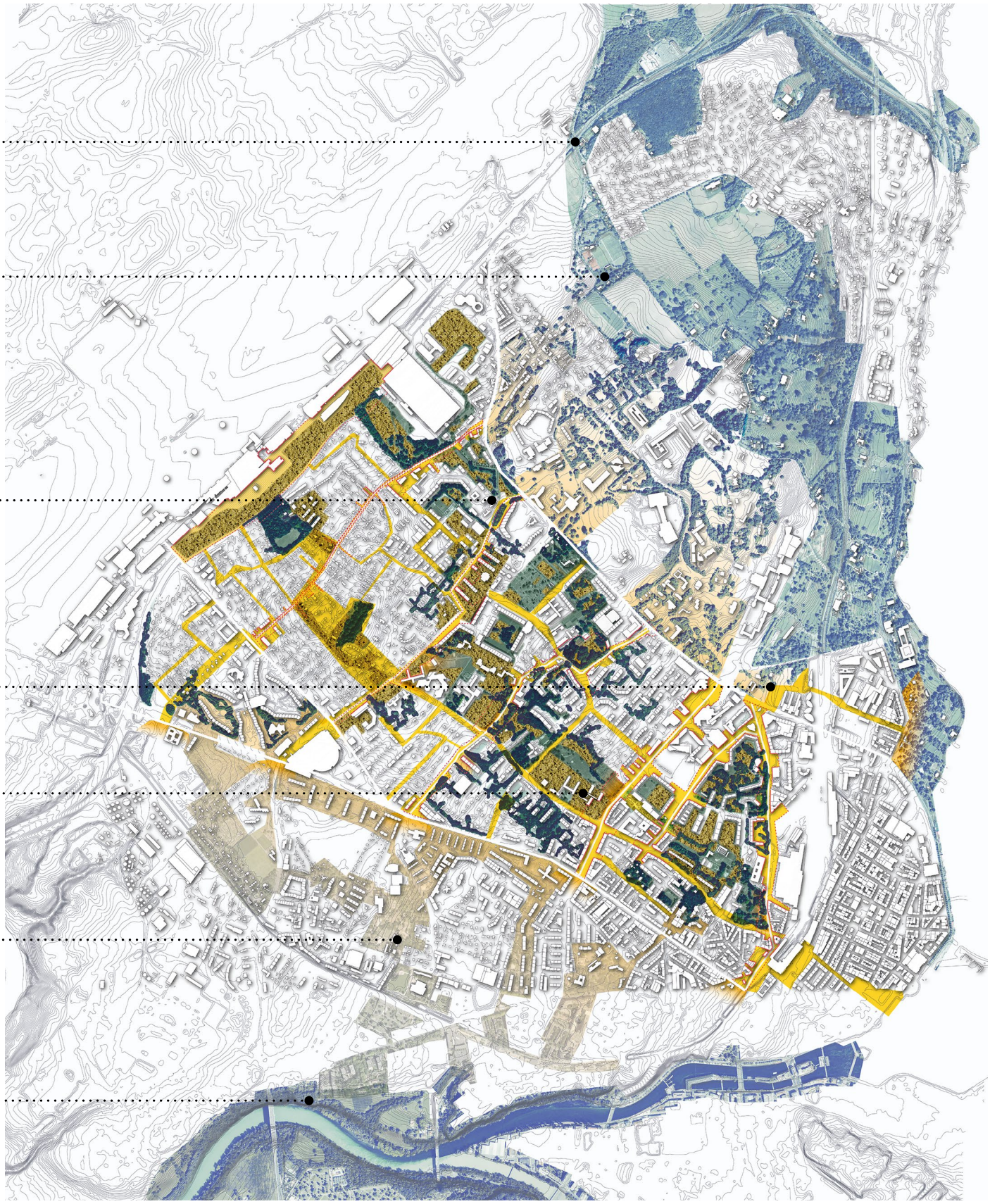
Les connexions possibles dans et entre les quartiers, suivant les structures végétales .....

Des continuités possible en s'appuyant sur les espaces ouverts structurants .....

La pénétrante du Rhône .....

[31] ALVAREZ, Isabel, DROMPT, Louis, MIVILLE, Sandra, PESSON Odile, PROUST, Maëlle, SIEFRIDT, Camille, 2020. *Le sol en milieu urbain, la continuité pour le végétal de demain à Genève*. p.26

Carte 3.12
Projets de continuités de paysage et du vivant sur la sur la rive droite du canton de Genève - Les espaces ouverts , non-construits et structurants



Conclusion

L'occupation et l'action de l'homme sur le sol ont certes permis d'assurer le développement des sociétés, mais «*la communauté des sciences du sol [*alertent*] : les sols constituent, à l'échelle du temps humain, une ressource non renouvelable et donc particulièrement vulnérable*[31]». Les nombreuses atteintes de l'homme sur le sol dans nos sociétés doivent être repensées à l'aune des connaissances. Des liens ont été établis et des faits avérés entre changements climatiques et impact de l'humain sur son environnement.

L'hypothèse de ce travail montre que révéler et représenter le sol/sous-sol contribue à le (re) considérer comme une surface disposant d'une épaisseur. Il fonctionne en interaction entre l'atmosphère et le «matériel parental» et est plus qu'un simple volume sur lequel s'appuyer. L'importance de mettre en lumière ce paysage invisible habité par le vivant non-humain, laisse deviner un paysage façonné par des décennies d'urbanisation, dissimulant ce que l'on ne voulait plus voir. Les sols de la ville sont qualifiés d'anthroposols par les pédologues, autrement dit, des sols produits et modifiés par les nombreuses actions humaines qui nuisent à leurs structures physiques, biologique et chimique. Mais ces sols qui n'ont pas encore été scellés dans les villes doivent devenir l'opportunité d'une planification pour l'avenir différente.
Les inclure dans les processus et les mécanismes d'aménagements du territoire implique de les comprendre « *: il faut penser les sols dans leurs dimensions fonctionnelles, pour apprendre à projeter avec les anthroposols ; il faut penser les sols dans leur épaisseur historique, pour apprendre à projeter avec les cycles des sols*[32]» et ainsi de mieux les préserver.
L'habitabilité du territoire et plus spécifiquement des sols doit transcender l'expression foncière et financière qui lui a été attribuée. Jusqu'ici les sols ont eu vocation à être recouverts et/ou artificialisés. Aujourd'hui, la vision dans l'aménagement du territoire peut inclure le vivant et plus spécifiquement le sol vivant comme garant d'espaces ouverts, non-construits et structurants !

L'hypothèse énoncée au début de ce travail de s'appuyer sur les sols encore vivants en milieu urbain pour dessiner et conforter les espaces ouverts de la ville de demain a révélé :

- l'importance de comprendre le sol des villes pour mieux l'intégrer aux mécanismes de la planification urbaine;
- le fait que le sol naturel ou originel en milieu urbain n'existe plus;
- la planification avec ce sol hérité et encore vivant implique un changement de paradigme sur la gestion des sols pour être la plus durable possible;
- l'urgence d'être considéré pas les acteurs politiques de la ville et les aménagistes;
- elle permet de consolider et de conforter les visions urbanistiques du XXe siècle à Genève, notamment celle de Braillard, de mise en valeur du patrimoine naturel du canton par une planification

[31] VIALLE, Antoine, VERRECCHIA, Éric, 2017. *Du sol comme œuvre, au sol comme archive de l'action humaine*. p.108
[32] *Idem*, p.119

de l'espace-publics sous forme d'un réseau d'espace ouvert structurant;

- le maillage socio-écologique existant et encore à conforter, assure des continuités de paysage par les pénétrantes de verdure avec le grand territoire jusque dans la ville dense.

Les opportunités urbaines de régénération de sol qui sont décrites dans le projet du parc Rigot doivent devenir la norme dans le processus d'aménagement et faire partie d'une stratégie de continuité de sol à grande échelle. Ces processus s'inscrivent dans le projet de paysage qui conçoit et aménage en prenant en compte l'héritage naturel et anthropique, et actuel. Associer les outils cartographiques développés sur le sol comme l'IQSols dans les processus d'aménagements et les appliquer aux stratégies de végétalisation mises en place lors du renouvellement des planifications directrices à toutes les échelles du territoire, permettrait de répondre aux enjeux auxquels sont confrontées les villes aujourd'hui : lutte contre les îlots de chaleurs, maintien des corridors biologiques, augmentation de la canopée, gestion et infiltration des eaux de surfaces, etc.[33] En effet, dans le projet de paysage, une attention particulière est apportée au patrimoine vivant, or, il est intrinsèquement lié au sol car il représente un facteur essentiel à son existence, il en est son reflet et on doit en prendre soin.

L'urbanisme par le vivant se dessine avec la relation qui naît du projet de paysage et du projet de sol en se nourrissant mutuellement et en permettant l'articulation de la maille verte vivante et continue sur le territoire de Genève.

Le sol des villes est bien plus qu'une ressource il doit devenir une source inaliénable, condition de vie pour le vivant humain et non-humain en milieu urbain. Planifier avec l'épaisseur (qualité) et non plus sur l'épaisseur des villes, offre un espoir de concevoir autrement avec le vivant dans l'aménagement du territoire.

Le sol est un bien commun et la résilience de la ville doit venir du sol !

L'outil 3D cartographique de représentation du sous-sol développé pour ce travail de mémoire, a permis de révéler les sols pour mieux les intégrer dans la planification. Cependant, il reste à affiner certains détails dans la représentation comme les systèmes racinaires, la vie dans le sol, les horizons hypothétiques de sol, le plafond de la roche mère, etc. L'une des difficulté est d'imaginer un volume qui évolue sans cesse. Autrement dit : l'épaisseur du monde visible au monde invisible.

C'est un véritable outil d'analyse, de diagnostic, de suivi et de projet sur lequel les architectes-paysagistes et les urbanistes peuvent s'appuyer pour penser et concevoir le paysage du sol pour le vivant.

[33] PROUST, Maëlle, 2023. *Une nouvelle place pour les sols dans l'aménagement du territoire.* (article en ligne)

*« **Vous êtes perdu** si vous oubliez que les fruits sont à tous, **et que la terre n'est à personne** !»*

(Rousseau J-J., 1755)

Bibliographie

AGENDA 2030 ET OBJECTIFS DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2020. *Objectif 15: Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres*. Disponible à l'adresse URL : https://www.eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung/ziel-15-landoekosysteme-schuetzen-wiederherstellen-und-ihre.html

AÏT-TOUATI, Frédérique, ARÈNES, Alexandra, GRÉGOIRE, Axel, 2019. TerraForma, manuel de cartographies potentielles. Ed : B42. ISBN 978.2.490077.10.6

AMOSSÉ, Joël, 2014. *La faune du sol comme indicateur de la qualité des sols urbains - étude des communautés de vers de terre, d'enchytréides et de nématodes et de leurs relations avec des sols d'âges différents.* Thèse. Université de Neuchâtel - Faculté des Sciences. Institut de Biologie.

AMSLER, Christine, LOMBARD, Thierry, KELLER, Pierre, FATIO, Olivier, 1999-2001. *Maisons de campagne genevoises du XVIIIe siècle*. 2 volumes. Domus Antiqua Helvetica.

AMSLER, Christine, BOVAY, Isabelle, THOMAÏDES, Miltos, 2008. *Jardin, Jardin : 3 siècles d'histoire des jardins à Genève*. CH-Gollion : Infolio éditions. ISBN 978-2-88474-137-8

BARLES, Sabine, BREYSSE, Denys, GUILLERME, André, LEYVAL, CORINNE,1999. *Le Sol urbain*. Ed : anthropos. Collection villes. ISBN 2.7178.3903.8

BARTHASSAT, Marcellin, BEUCHAT, Sébastien, BUSSY-BLUNIER, Tiphaine, [et al.], 2018. *repérages, le paysage genevois entre héritage et partage*. Ed. HEPIA, Genève. ISBN 978.2.9701070.1.9

BAVA, Henri, HÖSSLER, Michel, PHILIPPE, Olivier, 2021. *Sols vivants, Socles de la nature en ville*. Ed. Agence TER. ISBN 978.2.9576920.0.2

BESSE, Jean-Marc, 2018. *La nécessité du paysage*. Ed : Parenthèses Marseille. ISBN 978.2.86364.410.2

BLUM, W.E.H., 2006. *Functions of soil for society and the environment*. Revue Environnement Science Biotechnol. 4:75–79.

BUSSY-BLUNIER, Tiphaine, DAUNE, Laurent, 2011. Projet Paysage 2, franco-valdo-genevois, état des lieux et diagnostic. Ed. HEPIA Genève. ISBN 978.2.8251.4167.0

CHALOT, R., 2016. *Trame brune*. Article internet https://agencelichen.wordpress.com/2016/09/21/trame-brune/

CHOAY, Françoise, 1965. *L'urbanisme utopies et réalités, une anthologie*. Ed. Points Essais. ISBN 978.2.7578.4439

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1966. *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451)*. In : Le portail du gouvernement suisse [en ligne]. Etat le 1er janvier 2022. URL : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1966/1637_1694_1679/fr

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1979. *Loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979 (LAT, RS 700)*. In : Le portail du gouvernement suisse [en ligne]. Etat le 1er janvier 2019. URL : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1979/1573_1573_1573/fr

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1983. *Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01)*. In : Le portail du gouvernement suisse [en ligne]. Etat le 1er janvier 2022. URL : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1984/1122_1122_1122/fr

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1998. *Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol, RS 814.12)*. In : Le portail du gouvernement suisse [en ligne]. Etat le 12 avril 2016. URL : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1998/1854_1854_1854/fr

CONFÉDÉRATION SUISSE, 2000. *Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT, RS 700.1)*. In : Le portail du gouvernement suisse [en ligne]. Etat le 1er juillet 2022. URL : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/310/fr

CONSEIL DE L'EUROPE, Strasbourg, août 1972. *Charte européenne des sols* In: Revue Juridique de l'Environnement, n° 3-4, 1976. Travaux du premier Congrès de la SFDE (Strasbourg, les 6, 7 et 8 mai 1975) pp. 421-424

CORAJOUD, Michel, 2010. *Le paysage, c'est l'endroit où le ciel et la terre se touchent*. Ed. Actes Sud / ENSP. ISBN 978.2.7427.8750.0

DEBOEUF DE LOS RIOS, Gaëtane, BARRA, Marc, GRANDIN, Gwendoline, 2022. *Renaturer les villes*. Méthode, exemples et préconisations. ARB îdF, L'Institut Paris Region.

DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE ET DÉPARTEMENT DES INFRASTRUCTURES, 2023. *Végétalisation autour du futur Tram des Nations: une nouvelle pépinière urbaine et des aménagements innovants au parc Rigot. In : site République et Canton de Genève*. Date de publication le 30 mars 2023. Consulté le 12 mai 2023. URL :https://www.ge.ch/document/vegetalisation-autour-du-futur-tram-nations-nouvelle-pepiniere-urbaine-amenagements-innovants-au-parc-rigot

DIENER, Roger, HERZOG, Jacques, MEILI, Marcel, [et al.], 2006. *La Suisse, portrait urbain - Introduction*. Ed : Birkhäuser Architecture. ETH Studio Basel. ISBN 978.3.7643.7288.0

DIENER, Roger, HERZOG, Jacques, MEILI, Marcel, [et al.], 2006. *La Suisse, portrait urbain - Frontières, communes, brève histoire du territoire*. Ed : Birkhäuser Architecture. ETH Studio Basel. ISBN 978.3.7643.7288.0

DIENER, Roger, HERZOG, Jacques, MEILI, Marcel, [et al.], 2006. *La Suisse, portrait urbain - Matériaux*. Ed : Birkhäuser Architecture. ETH Studio Basel. ISBN 978.3.7643.7288.0
DESVIGNE, Michel, 2009. *Natures intermédiaires, les paysages de Michel Desvigne*. Ed.Birkhäuser Verlag AG. ISBN 978.3.7643.7713.7

DESVIGNE, Michel, 2020. *Territoires en projet, Michel Desvigne Paysagiste*. Ed.Birkhäuser Verlag AG. ISBN 978.3.03821.983.5

ELSIG, Frédéric, GALUBA NAEF, Isabelle, 2020. *L'héritage de gustave revilliod*. In : Libreo Swiss Humanities [en ligne]. 3 avril 2020. ISBN 9782825711460. [Consulté le 26.04.2023]. URL : https://libreo.ch/livres/l-heritage-de-gustave-revilliod/i.-le-domaine/une-histoire-de-collections-l-arborisation-de-l-ariana-et-l-arrivee-des-conservatoire-et-jardin-botaniques

GOBAT, Jean-Michel, GUENAT, Claire, 2019. Sols et paysages, Types de sols, fonctions et usages en Europe moyenne. Ed : Presses polytechniques et universitaires romandes. ISBN 978.2.88915.295.7

HENRY, Patrick, 2023. *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. Ed. Apogée. ISBN 978.2.84398.767.0

HUBSCHMAN JACQUES. *Sols et paysages : quelques problèmes d'écologie du sol*. In: Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 43, fascicule 2, 1972. Actes du premier colloque sur la science du paysage. pp. 147-156; doi : https://doi.org/10.3406/rgpso.1972.3326 https://www.persee.fr/doc/rgpso_0035-3221_1972_num_43_2_3326

KELLER, Catherine, LAMBERT-HABIB, Marie-Laure, ROBERT, Samuel, AMBROSI, Jean-Paul, RABOT, Éva, 2012. *Méthodologie pour la prise en compte des sols dans les documents d'urbanisme : application à deux communes du bassin minier de Provence*. Sud-Ouest européen [En ligne], 33 | 2012, mis en ligne le 06 décembre 2013, consulté le 31 juillet 2023. URL : http://journals.openedition.org/soe/173 ; DOI : https://doi.org/10.4000/soe.173

LAROCHE, Bertrand, THORETTE, Jacques, LACASSIN, Jean-Claude, 2006. L'artificialisation des sols : pressions urbaines et inventaire des sols. In : Étude et Gestion des Sols, Volume 13, 3, 2006 - pages 223 à 235

LÉVEILLÉ, Alain, CANOSA, Anne, CORNUT, Louis, CORBOZ, André, [et al], 2003. *1896 - 2001: projets d'urbanisme pour Genève*. Ed : Genève, Centre de recherche sur la rénovation urbaine, Institut d'architecture de l'Université de Genève.

LÉVEILLÉ, Alain, 2011. *Genève, un siècle et demi de projets d'urbanisme*. In : Tracés : bulletin technique de la Suisse romande, Vol. 137, p. 13.

LÉVY, Jean-Pierre, HAJEK, Isabelle, 2016. *La nature urbaine, une utopie paradoxale*. Futuribles, 414, pp.61-72. hal-01375795

MAROT, Sébastien, 1995. *L'Alternative du paysage*. Le visiteur, pp.54-81. hal-03505985

MAROT, Sébastien, 2016. *Au centre du tableau, Introduction à la conférence de Dennis Meadows, 24 novembre 2011*. In : ALONZO, Éric, BABOULET, Luc, CHABARB, Pierre, [et al.]. *marnes*. Ed. de la Villette / école d'architecture de la ville & des territoires à Marne-la-Vallée, pp.19-31. ISBN 978.2.86364.404.1

MAROT, Sébastien, 2010. *Sub-urbanisme / sur-urbanisme, De Central Park à La Villette*. In : ALONZO, Éric, BABOULET, Luc, CHABARB, Pierre, [et al.]. *marnes*. Ed. de la Villette / école d'architecture de la ville & des territoires à Marne-la-Vallée, pp.301-353. ISBN 978.2.915456.63.9

MASBOUNGI, Ariella, 2002. *Penser la ville par le paysage*. Ed : de la Villette Paris. ISBN 2.903539.70.7

MATHIEU, Jérôme, 2016. *Biodiversité et syndrome de dispersion dans les communautés de macrofaune du sol*. Ecologie, Environnement. Université Pierre et Marie Curie. HAL Id : tel-01342216

MAYOR, BEUSCH, & DALE-OU, 2015. *Pénétrantes de verdure*. Étude générale, rapport final.

MURATET, Audrey, CHIRON, Françoise, 2019. *Manuel d'écologie urbaine*. Les presses du réel/ collection Al Dante. ISBN 978.2.37896.087.2

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, 2016. *Conserver et améliorer la qualité du paysage. Vue d'ensemble des instruments de politique paysagère*. URL : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/paysage/publications-etudes/publications/conserver-et-ameliorer-la-qualite-du-paysage.html

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, 2020. *Stratégies Sols Suisse*. URL : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/sol/info-specialistes/mesures-de-protection-des-sols/bodenstrategie-schweiz.html

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, 2020. *Fiche - Stratégies pour les sols*. OFEV-F-863B3401/464. URL : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/sol/info-specialistes/mesures-de-protection-des-sols/bodenstrategie-schweiz.html

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, 2020. *Conception «Paysage suisse ». Paysage et nature dans les domaines politiques de la Confédération.* Plans sectoriels et conceptions. URL : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/paysage/dossiers/magazin2020-3-dossier/la-conception-paysage-suisse-en-pratique-façonner-le-paysage-du-quotidien.html

OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL, ARE, 2022. *Statistique suisse des zones à bâtir 2022*. Confédération Suisse. URL : https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/bases-et-donnees/statistique-suisse-des-zones-a-batir.html

OFFICE DE L'URBANISME - DIRECTION DE LA PLANIFICATION CANTONALE, 2021. *Bilan de la mise en oeuvre 2021*. In : Rapport OAT en cours. Canton de Genève: PDCn 2030.

OFFICE DE L'URBANISME DU CANTON DE GENÈVE OU, 2023. *Statistiques des zones d'affectation du canton de Genève». Service de l'observation du territoire*. URL : https://app2.ge.ch/tergeoportal/apps/storymaps/stories/a88e9a19e3a1444cbe6ae135fe6c7e1e

OFFICE DE L'URBANISME DU CANTON DE GENÈVE OU, 2017. Les nouveaux quartiers-jardins du XXIe siècle - *Guide pour une densification de qualité de la zone 5 sans modification de zone à Genève*. URL : http://etat.geneve.ch/geodata/SIAMEN/Publications/Densification_Zone5_guide_web.pdf

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, OFFICE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE OFAG ET OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL ARE, 2020. *Fiche d'information : Centre des compétences pédologiques et cartograohie des sols*. URL : https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation/sda.html

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV, OFFICE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE OFAG ET OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL ARE, 2020. *Fiche d'information - Plan sectoriel des surfaces d'assolement*. URL : https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation/sda.html

PANOS, Mantziaras, VIGANÒ, Paola, 2016. *Ressource et projet, le sol des villes*. Ed : MétisPresses vuesDensembleEssais. ISBN 978.2.940563.11.1

PANOS, Mantziaras, VIGANÒ, Paola, 2018. *Projeter des horizons d'attente, urbanisme de l'espoir*. Ed : MétisPresses vuesDensembleEssais. ISBN 978.2.940563.36.4

PATRIMOINE ROMAND, 2015. *La campagne Rigot, un don à l'université de Genève*. In : Les Journées européennes du patrimoine : Échanges et influences. 12 et 13 septembre 2015. [Consulté le 28.04.2023]. Disponible à l'adresse : https://www.patrimoineromand.ch/documents/jep2015.pdf

PARMENTIER, Hervé, 2022. *Trame brune*. GéoConfluences. ENS de Lyon. URL : https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/trame-brune

POYAT, Yannick, 2018. La cartographie des services écosystémiques rendus par les sols : un nouvel outil pour les projets d'urbanisme durable. Eléments de synthèse. Thèse. Sciences de la société : Territoires, Economie, Droit.

POYAT, Yannick, 2023. *La PLEINE TERRE*. LinkedIn : https://www.linkedin.com/posts/yannick-poyat-5622515b_spadom-bonnepratique-brf-activity-7032023068671664130-P8l8?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

RAFFESTIN, Claude, 1989. *Éléments pour une théorie du sol*. In: La construction sous contrôle ? : faut-il renforcer ou alléger l'aménagement pour mieux gérer les zones à bâtir ? : Journées romandes de l'aménagement du territoire. Lausanne : Presses polytechniques romandes, pp. 185-189. URL : https://archive-ouverte.unige.ch/unige:4509

RIO, Nicolas, FRANÇOIS, Mathilde, LOISEL Manon, 2021. *Une COP des sols vivants pour faire atterrir la planification*. Article Le blog de Partie Prenante. URL : https://partieprenante.com/cop-sols-vivants-faire-atterrir-planification/

RUELLAN, Alain, 1984. Les sols dans le paysage. In : Cahier ORSTOM, série Pédologie, vol XXI, n° 2/3, 1984-1985. pp. 133-217. Institut Français de Recherche Scientifique en Coopération (ORSTOM)

SANCHEZ, Caroline, NIVEAU, Stéphane, 2022. *L'évolution du paysage dans le temps. In : Géologie*. Ed : Tana éditions. Les carnets du scarabée. ISBN : 979.10.301.0438.7

SCHMIDIGER, Corinne, LAUSTELA, Matias, GRÜNENFELDER, Bruno, 2021. *Carte indicative des sols valorisable et réhabilitables pour des compensations SDA*. Basler & Hofmann SA Ingénieurs, planificateurs et consseillers. Numéro du rapport 06765-01. URL : https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation/sda.html

SCHWARTZ, Christophe, SÉRÉ, GEOFFROY, STAS, Marie, BLANCHARD, Anne, MOREL, Jean-Louis, [et al.], 2016. Quelle ressource Sol dans les villes pour quels services et quels aménagements ? Innovations Agronomiques, 2015, 45, pp.1-11. URL : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01282566

SECCHI, Bernardo, 1986. *Progetto di suolo*. In : Casabella, N° 521, pp.19-23. Les extraits cités dans ce mémoire ont été traduits par Marino Amodéo.

SELOSSE, Marc-André, 2021. *L'origine du Monde, une histoire naturelle du sol à l'intention de ceux qui le piétinent*. Ed : Actes Sud. ISBN : 978.2.330.15267.3

SURCHAT VIAL, Nicole, BESSAT, Frédéric, ROULET, Pascale, 2010. *Genève Agglo 2030, un projet pour dépasser les frontières*. Ed : Parenthèses Marseille. ISBN 978.2.86364.252.8

TOUBLANC, Monique, 2012. *Planifier les trames vertes dans les aires urbaines : une alliance à trouver entre paysagisme et écologie*. Développement & Territoire.

VANBUTSELE, Séréna, 2017. *Du ménagement de l'espace ouvert au dé-ménagement de la ville : exploration des sites semi-naturels pour une densification qualitative de Bruxelles*. Prom. : Declève, Bernard http:// hdl.handle.net/2078.1/182471

VIDAL DE LA BLACHE, Paul, 1908. *Tableau de la géographie de la France*. In : Avant-propos. URL : https://fr.wikisource.org/wiki/Page:Vidal_de_la_Blache_-_Tableau_de_la_geographie_de_la_France,_1908.djvu/17

VIGANÒ, Paola, & équipe HRC-EPFL — LAB-U, 2020. *Le sol comme base de projet commun*. Conférence sur Dessiner la transition du grand Genève. Organisée par Panos Mantziaras, directeur de la FBA, et Ariane Widmer (urbaniste cantonale, État de Genève) et réalisées en partenariat avec le Département du territoire du Canton de Genève et le Pôle métropolitain du Genevois français.

VIGANÒ, Paola, BARCELLONI CORTE, Martina, VIALLE, Antoine, 2020. *Le sol de la ville-territoire*. Revue d'anthropologie des connaissances [En ligne], mis en ligne le 01 décembre 2020, consulté le 30 juin 2021. URL : http://journals.openedition.org/rac/14737 ; DOI : https://doi.org/10.4000/rac.14737

WALTER, Christian, BISPO, Antonio, CHENU, Claire, LANGLAIS, Alexandra, SCHWARTZ, Christophe, 2015. *Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation*. Cahiers Demeter, pp.53-68.

WALTER, Pascal, HÄNNI, Elvira, 2018. *Vers une politique durable des sols*. Synthèse thématique 5 du Programme national de recherche - Utilisation durable de la ressource sol. (PNR 68), Berne. isbn: 978-3-907087-37-4

ZHONG MENGUAL, Estelle, 2021. *Apprendre à voir, Le point de vue du vivant*. Ed : Actes Sud. ISBN 978-2-330-15164-5

Tables des figures

Illustrations

1.1 Le vivant fairies (micro-organismes), sous toutes ses formes, et omniprésents dans le sol. Dessin de John Cargill Brough, The Invisible Worl, extrait de The Fairy Tales of Science (1859). URL : https://exhibits.charlotte.edu/s/ninersrememberapril30/item/3497#?cv=&c=&m=&s=&xywh=-127%2C0%2C614%2C614

1.2 Les avantages de la ville et de la campagne : le concept de la cité-jardin. Schéma concept de Ebenezer Howard Cité jardin. URL : https://souslesjupesdelametropole.wordpress.com/2013/10/21/ebenezer-howard-the-three-magnets-theory/

1.3 La face cachée du sol : une accumulation de plusieurs siècles de civilisation. Dessin de couverture de Patrice Killoffer. In : Le Sol urbain collection. VILLES Anthropos

1.4, 1.6 et 1.7 Œuvres Little People de l'artiste plasticien, photographe street artist Slinkachu https://www.comart-design.com/wp-content/uploads/2016/05/SECRET-GARDEN.jpg, https://wemadethis.typepad.com/we_made_this/2007/01/little_people_a.html et https://culturevsnutella.wordpress.com/2012/05/09/dans-un-trou-de-souris-slinkachu/

1.5 Bloc fonctionnement et interaction des sols en profondeur avec la surface, illustration personnelle, inspirée de la coupe des sols vivants de l'agence TER et de coloco par Kevin Michels

1.8 Détails de sol et de racines au pied d'une touffe d'herbes - représentation du vivant Œuvres de Albrecht Dürer, Grande touffe d'herbes (1503) dessin à l'aquarelle et à la gouache, 41 x 31,5 cm, musée Albertina, Vienne. https://fr.muzeo.com/reproduction-oeuvre/la-grande-touffe-dherbes/albrecht-durer

2.1 Ville-campagne, limite flou. Extrait de l'article «Sobriété en sols et transition de nos territoires» de Sylvain Grisot sur le site dixit.net : https://dixit.net/newsletter116/

2.2 Coupe théorique des divers terrains roches et minéraux. Sources BnF Gallica - Coupe par Cuvier, Georges, Brongniart, Alexandre, 1832

2.3 D'après des carottages sur le sol de l'allée de maître du Domaine Rigot, avant travaux. Source BMG Solution - rapport pédologique et PROUST Maëlle

2.4 D'après des carottages sur le sol du glacis paysager du Domaine Rigot, avant travaux. Source BMG Solution - rapport pédologique et PROUST Maëlle

2.5 Les super pouvoirs des sols. Source CEREMA, dessin UGHETTI Mathieu

2.6 Processus de fonctionnement de l'IQSols. Source qualite-sols.ch. URL : https://qualite-sols.ch

Schémas

1.1 Concept positionnant le sol comme un capital naturel générant des services écosystémiques en réponse à des besoins humains. Adapté de Walter et al., 2015 : adapté de Dominati et al., 2010.

2.1 Stratégies pertinentes en matière de sol et projets de réforme de la Confédération. Adapté de Walter F., Hänni E. (2017) : Politische Aktivitäten im Bereich Bodennutzung, www.nfp68.ch/SiteCollectionDocuments/NFP68_TS5_Anhang.pdf dans PNR68 Synthèse thématique 5 Vers une politique durable des sols.

2.2 Synthèse du contexte réglementaires relatifs à l'aménagement du territoire et qui traite ou non du sol vivant (pleine terre)

3.1 Recommandations pour les continuités de paysages et du vivant de la pénétrante de Prégny

Coupe perspective

2.1 Lisière nord du domaine Rigot, coupe sur l'Avenue de la Paix et le glacis paysager, hypothèse de sol d'après la vue 3D - état existant. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

Photos

1.1 Rue Saint Léger en pavé taillé et pavé roulé. Photographie 1876-1925. Noir et blanc pavé geneve https://bge-geneve.ch/iconographie/oeuvre/vg-p-2311 Bibliothèque de genève, CIG, VG P 2311

2.1 Allée de maître du domaine Rigot, juin 2023

2.2 Entrée dans le domaine de Varambé depuis la route de Ferney. Source Bibliothèque de Genève. URL : https://notrehistoire.ch/entries/j04YzEDwWqK - Négatif argentique noir/blanc sur verre - Bibliothèque de Genève

2.3 Le domaine Rigot avant la construction de l'Avenue de la Paix, encore préservé - Photographie aérienne 1932. Source SITG

2.4 Le domaine Rigot aux limites dessinées par le réseau viaire et assailli de nouvelles constructions - Photographie aérienne 1963. Source SITG

2.5 Vue aérienne du domaine Rigot lors de la régénération du sol de la future prairie cultivée, septembre 2021. Source BUSSY-BLUNIER Tiphaine OCAN

2.6 et 2.7 Inauguration du projet éphémère ALICE de l'EPFL sur les hauts du domaine Rigot. Un sol déjà soumis aux contraintes du piétinement, juin 2023

2.8, 2.9, 2.10 et 2.11 Un sol compacté qui ne respire presque plus. Plantation des tilleuls après les travaux. Source BUSSY-BLUNIER Tiphaine OCAN et PROUST Maëlle

2.12 Un sol retrouvé et régénéré qui accompagne l'allée de maître devant le centre d'hébergement collectif pour migrants, juin 2023.

2.13, 2.14, 2.15 et 2.16 Travaux de régénération du glacis paysager et réalisation de la promenade de la Paix (voie verte PDCant 2030). Source BUSSY-BLUNIER Tiphaine OCAN et PROUST Maëlle

2.17, 2.18, 2.19 et 2.20 Le sol retrouvé : du démantèlement du théâtre à la plantation de la pépinière. Source BUSSY-BLUNIER Tiphaine OCAN et PROUST Maëlle

3.1 et 3.2 Voie verte du chemin de la Paix - continuité sociale

3.3 Chemin Eugène Rigot - continuité sociale

Cartes

2.1 Extraits du site Map Soil BFH - Profil de sol. Base de donnée Soildat et enregistrement nationale des données foncières. Université des sciences agricoles, forestières et alimentaires. Groupe de recherche sur l'utilisation des sols et la protection des sols. 2023 maps.soil.bfh.science.

2.2 Pénétrantes de verdure sur le Canton de Genève. Source SITG

2.3 Carte géologique du bassin genevois, territoire ondulé nord-sud. Sources SITG, Geo.admin, formation du territoire LÉVEILLÉ Alain

2.4 Carte de la Suisse durant la dernière période glaciaire - zoom sur le bassin genevois entre Salève et Jura. Sources TeTU

2.5 Carte de l'hydrographie du bassin genevois jusque dans les profondeurs. Source SITG

2.6 Carte de Micheli-du-Crest 1730. Source TeTU

2.7 Plan directeur régional 1936. Source TeTU

2.8 Zones et liaisons de verdure 1948 - Genève agglomération future. Source TeTU

2.9 Plan de la zone agricole 1952. Source TeTU

2.10 Schéma d'agglomération - plan paysage 2007. Source TeTU

2.11 Plan directeur cantonal 2030. Source ge.ch

2.12 La vue en 3D met en lumière l'occupation du sol de la campagne avec le réseau de chemin et le maillage racinaire. Source image 3D d'après le plan de Micheli-du-Crest 1730

2.13 On peut deviner les deux parcelles de vergers qui encadraient le corps de ferme. Source image 3D d'après le plan de Micheli-du-Crest 1730

2.14 Les bocages dessinent les limites du parcellaires des domaines. Source image 3D d'après le plan Atlas cantonal de Mayer 1828-1831

2.15 Les surfaces de sol revêtus sont beaucoup plus importante à la suite des nouveaux aménagements. On voit se dessiner le jeu de terrasse et la montagne artificielle plantée. Source image 3D d'après le plan Atlas cantonal de Mayer 1828-1831

2.16 Plan non réalisé du domaine de Varembé Sources Plan de Gestion pour la Campagne Rigot 2014 - bureau Ilex paysage urbanisme

2.17 Carte vue du dessous du domaine Rigot. On peut remarquer le manque de donnée sur la végétation de la carte Dufour
Source image 3D d'après la carte Dufour 1842
2.18 Vue inclinée du dessous du domaine Rigot
Le plan plus précis du domaine Rigot nous renseigne sur la présence du verger, des bosquets plantés et de la montagne artificielle
Source image 3D d'après le plan de la commune du Petit-Saconnex 1828

2.19 et 2.20 Image directrice 2014 pour le Domaine Rigot, vision idéale et secteurs d'intervention. Source ILEX paysage urbanisme

2.21 et 2.22 Image directrice 2020 pour le Domaine Rigot, plan idéal et gestion du patrimoine arboré : une vision à long terme. Source Hüsler et associés, architectes paysagistes

2.23 «La fonction de régulation du ruissellement (nommée "régulation des crues" dans la première phase du projet) soit la capacité du sol à stocker temporairement l'eau de pluie et limiter le ruissellement et les risques d'inondations en cas de fortes précipitations». Projet pilote de la phase 2 pour l'IQSol de la région Morges. Source Carte Jura Léman - map.cjl.ch URL : https://www.regionmorges.ch/strategie/sols/iqs-phase2/

2.24 Vue inclinée du dessous du domaine Rigot. Le paysage d'ordinaire invisible du Domaine Rigot et de son environnement. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

2.25 Vue du dessous du domaine Rigot. Un paysage souterrain encombré. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

2.26 Vue inclinée du dessous du domaine Rigot. Le paysage d'ordinaire invisible du Domaine Rigot et son environnement. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

2.27 et 2.28 Vue 3D en plan du Domaine Rigot

(dessus et dessous) - repère trait de coupe. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

2.29 Plan de gestion/préservation de la pleine terre et secteur d'intervention pour la rotation des usages. Source Hüsler et associés, architectes paysagistes, légende fiche d'utilisation des sols et PROUST Maëlle

2.30 Plan de la prospection racinaire en vue de dessus et vue du dessous du Domaine Rigot. Source Hüsler et associés, architectes paysagistes et PROUST Maëlle

3.1 Vue du dessous du paysage et des alentours de la pénétrante de Prégny. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

3.2 Plan directeur cantonal 2030 de Genève - Zoom sur la rive droite. Source ge.ch

3.3 Infrastructures paysagères sur la rive droite - extraits du PP2, du PDCn 2030 et de la maille verte de Braillard. Source SITG et Plan Braillard TeTu

3.4 Infrastructures et continuités agricole (surface hors zone à bâtir) - extraits du PP2, du PDCn 2030. Source SITG

3.5 Continuité écologiques - extraits du PDCn 2030, de l'Infratructure écologique genevoise et du REG2014. Source SITG et Infrastructure écologique

3.6 Continuité de parcs et réseau de mobilité - extraits du PDCn 2030. Source SITG

3.7 Le paysage de la pénétrante de Prégny. Source SITG

3.8 Carte du sous-sol de la pénétrante de Prégny. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

3.9 Synthèse des enjeux. Source SITG

3.10 Carte de la prospection racinaire du sous-sol de la pénétrante de Prégny. Source image 3D et SITG - PROUST Maëlle

3.11 Projets de continuités de paysage et du vivant sur la pénétrante de Prégny. Source SITG et ALIN

3.12 Projets de continuités de paysage et du vivant sur la sur la rive droite du canton de Genève - Les espaces ouverts , non-construits et structurants. Source Semestre 2 Atelier de projet de paysage mai 2020 - MDT

Abréviations

ALIN	Architecture Land Initiative
ARE	Office fédéral du développement territorial
COP	Conférence des Parties
CPS	Conception paysage suisse
DETA	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DGAN	Direction générale de l'agriculture et de la nature
DGE	Direction générale de l'environnement
DGTL	Direction du territoire et du logement
DT	Direction du territoire
EPER	Entraide protestante suisse
ETHZ	École polytechnique fédérale de Zurich
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
GE21	Genève Envie 21
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
HEIA-FR	Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg
HEIG-VD	Haute école d'ingénierie et de gestion de Vaud - Yverdon-les-Bains
HEPIA	Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture - Genève
ID	Indice de densité
ICOMOS	Conseil international des monuments et des sites
IHEID	Institut de hautes études internationales et du développement de Genève
IQSol	Indice de qualité des sols
IQVER	Indicateur qualitatif de verdure
ITEC-FR	Institut des technologies de l'environnement construit de Fribourg
IUS	Indice d'utilisation des sols
KOBO	Le centre national de compétences pédologiques
LAT	Loi sur l'aménagement du territoire (suisse)
LCI	Loi sur les constructions et les installations diverses
LGZD	Loi générale sur les zones de développement
LPE	Loi sur la protection de l'environnement
LPN	Loi sur la protection de la nature
LPRLAC	Loi sur la protection générale des rives du lac
MD	Mobilité douce

MDT	Master en développement territorial
MO	Matière organique
OAT	Ordonnance sur l'aménagement du territoire
OCAN	Office cantonal de l'agriculture et de la nature
OCEau	Office cantonal de l'eau
OFAG	Office fédéral de l'agriculture
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OI	Organisations internationales
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des nations unies
OPS	Office du patrimoine et des sites
OSol	Ordonnance sur les atteintes portées aux sols
PDCn	Plan directeur cantonal
PDCom	Plan directeur communal
PdV	Pénétrante de verdure
PLQ	Plan localisé de quartier
PP2	Plan paysage du projet d'agglomération 2
PS-SDA	Plan Sectoriel des Surfaces d'Assolement
RAE	Réseau agro-environnementaux
REG	Réseau écologique genevois
RPSFP	Règlement relatif aux places de stationnement sur fonds privés
SBG 2030	Stratégie biodiversité genève 2030
SDA	Surface d'assolement
SDN	Société des nations
SIG	Système d'information géographique
SPB	Surface de promotion de la biodiversité
SSS	Stratégie Sol Suisse
SV	Sol vivant

Annexes

Annexe 1
Fiche d'utilisation des sols réalisé par Sanu Durabilitas
Source https://www.sanudurabilitas.ch/fr/projets/indice-de-qualité-des-sols/

FICHE D'UTILISATION DES SOLS

NOM DE LA COMMUNE

Libellé du projet| Parcelles concernées (rf articles) | Bureau d'ingénieurs/architectes responsable

LOGO COMMUNAL

Date d'entrée des données:

Surface totale de/des article(s):

Mode d'utilisation : remplir les colonnes "Surfaces avant projet" et "Surfaces après projet" en attribuant les surfaces de sols aux 5 catégories proposées. Les surfaces totales "avant" et "après" projet doivent être équivalentes.

	Surfaces avant projet (m2)	Surfaces après projet (m2)
	Total	Total
Sols en pleine terre	50	5
Sols apparents	15	20
Sols revêtus	25	15
Sols bâtis	10	60
Surfaces totales de sols	100	100
Toitures végétalisées	0	10

1**. Sols en pleine terre**: Sols dénués de toutes constructions et installations, en surface ou en sous-sol, non revêtue et non recouverte.

2.**Sols apparents**: Sols sur constructions, installations ou infrastructures sous-terraines ou sur revêtements laissant apparaître la terre végétale (ex. pavés gazons). Profondeur du sol d'au minimum 60 cm (horizon A et B) ou d'au minimum 30 cm de terre végétale (horizon A).

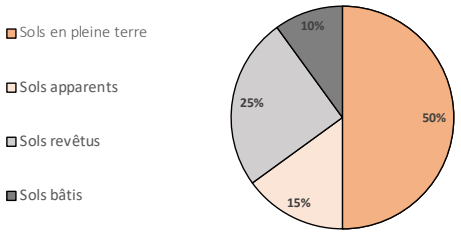
3. **Sols revêtus**: Sols sous un revêtement homogène (ne laissant pas apparaître la terre végétale) du type surface goudronnée, même perméable, ou sous tous types de dalles, lames en bois, pavés même filtrants, et marches, sous surfaces en gravier/gravillon, et sous tous types de couverts (terrasse, etc.)

4. **Sols bâtis**: Sols ayant subi un décapage, voire une excavation, et sur lequel une construction est posée (ex. tous types de bâtiments, garages, etc.)

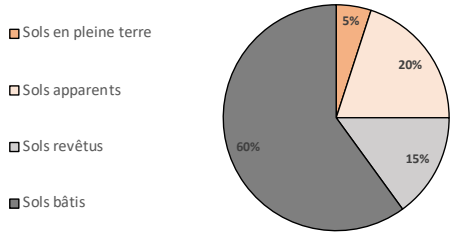
5**. Toitures végétalisées**: Sols présents sur tous types de toitures végétalisées.

	Sols en pleine terre	Sols apparents	Sols revêtus	Sols bâtis	Toitures végétalisées
BILAN (m2)	**-45**	**5**	**-10**	**50**	**10**

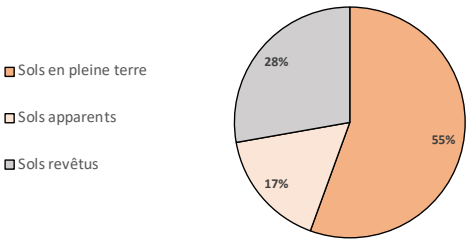
CATÉGORIES DE SURFACES DE SOLS AVANT LE PROJET



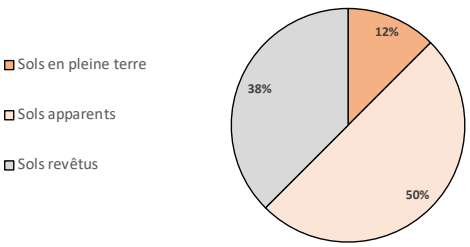
CATÉGORIES DE SURFACES DE SOLS APRÈS LE PROJET



CATÉGORIES DE SURFACES DE SOLS AVANT LE PROJET SANS LES EMPRISES BÂTIES



CATÉGORIES DE SURFACES DE SOLS APRÈS LE PROJET SANS LES EMPRISES BÂTIES



Commentaires et précisions:

© sanu durabilitas

Compte rendu sur la journée nationale d'échange IQSols à Biel/Bienne

Une nouvelle place pour les sols dans l'aménagement du territoire

Force est de constater qu'encore aujourd'hui les sols en suisse continuent de disparaître. Soumis aux pressions anthropiques induites par les politiques publiques de densification des villes vers l'intérieur, ils subissent les faits de l'urbanisation entrainant, entre autres, leur imperméabilisation. Ces pressions impactent directement les services écosystémiques des sols et très souvent de manière irrémédiable.
Si nous voulons assurer un avenir viable dans des villes qui font face aux nombreux enjeux actuels et à venir, alors le sol doit devenir un acteur majeur dans l'aménagement du territoire.
Toutefois, la politique fédérale a émis la volonté d'encadrer la gestion des sols de manière pérenne à travers la Stratégie Sol Suisse éditée en 2020. Cette stratégie a impulsé la nécessité de considérer la qualité des sols en milieu urbain dans l'aménagement du territoire afin de lutter contre leur réfaction et de compenser ces pertes au besoin. Elle a également initié le développement d'instruments de mesures et de cartographies, aidant à la compréhension de la qualité des sols, afin de mieux les inclure dans la pesée d'intérêts lors des décisions de planification et d'aménagement.

Avec l'aide de la fondation Sanu Durabilitas, qui œuvre pour le développement durable et, entre autres, la gestion mesurée des sols ; des communes se sont associées à des hautes écoles afin de développer des outils de mesures dans le but de limiter l'impact sur les sols trop souvent altérés en milieu urbain. Pour la région de Morges, les outils prennent la forme d'un Indice de qualité des sols (cartes des fonctions des sols avec gradient de valeurs qualitatives). Ils permettent de réaliser une pré-évaluation des fonctions d'un sol et donc de sa qualité à partir d'un croisement de données cartographiques existantes. Ces informations révélées par la cartographie sont, lors de phase d'étude d'impact d'un projet par exemple, précisées et augmentées par des relevées ciblées sur le terrain.
Le développement d'outils de cartographies dynamiques et enrichies par un aller-retour avec le terrain, assure une valorisation du sol existant, à moindre coût, et rend accessible les données sur les sols aux acteurs politiques sur le territoire. Ces outils permettent également d'augmenter les données pédologiques, actuellement peu développées au cœur des villes, pour assurer une utilisation mesurée de ce sol de plus en plus précieux.

Cette première journée nationale d'échanges sur les IQSols à Bienne amorce un changement de paradigme nécessaire sur les sols en les considérant comme une ressource non renouvelable.
Pour aller plus loin et sortir de la représentation en 2D que nous avons du sol dans l'aménagement du territoire, il faudrait le considérer au regard du paysage de surface, mais aussi des profondeurs. En effet, comme le souligne Gilles Gallinet « le paysage n'est que le reflet de son sol »[1]. Or un paysage vivant, ouvert et non construit est (a priori) gage d'un milieu vivant. Si nous souhaitons maintenir un cadre de vie de qualité, assurer la sécurité alimentaire et mieux faire face aux changements climatiques alors la préservation de cette « ressource cachée »[2] que nous avons sous nos pieds en milieu urbain est nécessaire. Travailler avec ce postulat introduit la nécessité de faire correspondre la planification du territoire à une vision de l'urbanisme plus vertueuse du sol.
Associer ces outils cartographiques d'IQSols dans les processus d'aménagement et les appliquer aux stratégies de végétalisation mises en place lors du renouvellement des planifications directrices à toutes les échelles du territoire, permettrait de répondre aux enjeux auxquels sont confrontées les villes aujourd'hui : lutte contre les îlots de chaleurs, maintien des corridors biologiques, augmentation de la canopée, gestion et infiltration des eaux de surfaces, etc.
Le sol est la source de paysage vivant qu'il nous faut connaître pour le préserver !

Maëlle Proust architecte-paysagiste
Etudiante en master développement territorial orientation architecture du paysage HES-SO/UNIGE

[1] Gallinet G. (2021). *Sols vivants. Socles de la nature en ville*. Edition Agence Ter
[2] Vigano P. (2020). Le sol comme base de projet commun. Conférence Dessiner la transition du grand Genève à la Fondation Braillard.

Annexe 2
Compte rendu de la journée nationale d'échange IQSols à Biel/Bienne
Source https://qualite-sols.ch/news-fr/compte-rendu-sur-la-journee-nationale-dechange-iqsols-la-perspective-des-sols-en-ville/