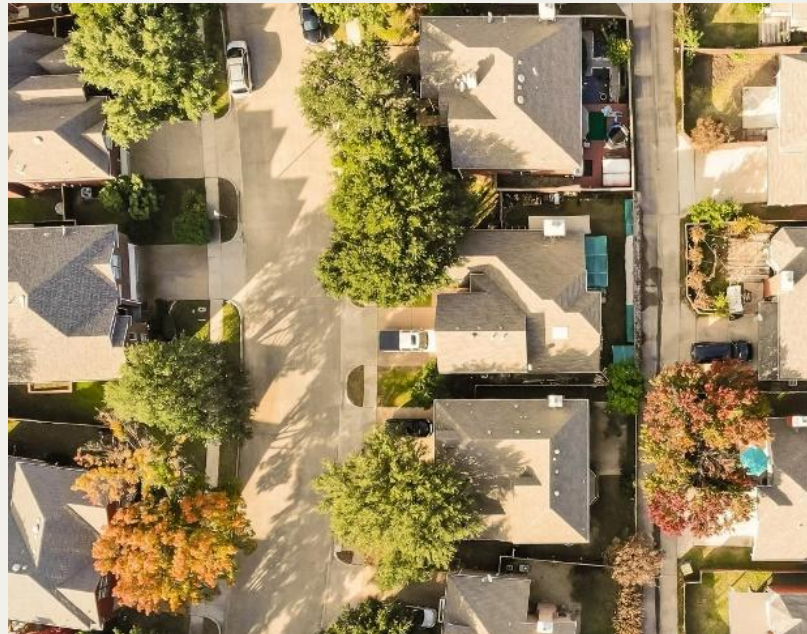


# Mise en œuvre d'un système d'information à référence spatiale de la biodiversité

*Bertrand Favre*, Chef de projet, Office Cantonal de l'Agriculture et de la Nature (OCAN)

*Nils Hamel*, Data Scientist au STDL, Université de Genève (UNIGE)





# INDEX

- Contexte
- Système informatique du patrimoine vert (SIPV)
- Inventaire Cantonal des Arbres (ICA)
- Perspectives

# Plan climat

## Analyse climatique des villes en Suisse

L'absence de facteurs naturels régulateurs de température tels que la végétation crée des îlots de chaleur urbains.

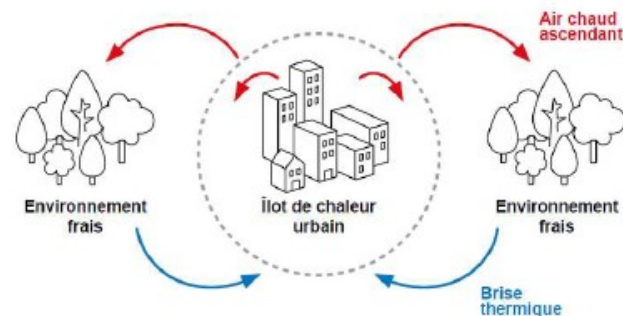


Illustration du phénomène d'îlot de chaleur urbain

SENSATION THERMIQUE	PET	NIVEAU DE STRESS THERMIQUE	
Très froid	4 °C	Stress de froid extrême	
	8 °C		
Confortable	13 °C	Seuil de l'inconfort thermique ← pouvant affecter le sommeil	
	18 °C		
	20 °C		Pas de stress thermique
	23 °C		
	29 °C		
Extrêmement chaud	35 °C	Stress de chaleur extrême	
	>41 °C		

Sensations et niveaux de stress thermique pendant la journée en fonction de la PET

## TEMPÉRATURE PHYSIOLOGIQUE ÉQUIVALENTE (PET)

Les paramètres météorologiques agissent de concert sur le bien-être de l'être humain. En combinant la température et l'humidité de l'air, la vitesse du vent et les flux de rayonnement solaire, la température physiologique équivalente caractérise la charge thermique ressentie par l'organisme.

Par rapport à des indices comparables, la PET à 1.1 m du sol a l'avantage d'être plus facile à comprendre grâce à l'unité °C et d'être devenue un standard, de sorte que les valeurs peuvent être comparées à celles d'autres villes.

# Plan climat – Analyse climatique du canton de Genève

Confort climatique des usagers des espaces ouverts influencé par la présence de végétation et d'ombrage

## Exemples de mesures

Développer des synergies entre la gestion de l'eau, la biodiversité et le confort climatique dans les espaces ouverts

Bien-être thermique à l'extérieur



Végétaliser et ombrager les espaces ouverts (de l'espace rue, des parkings, des cours intérieures et des arrière-cours)

Créer, développer et optimiser des espaces verts publics variés dans l'environnement résidentiel et professionnel

Désimperméabiliser et concevoir des surfaces avec des matériaux adaptés (couleurs claires) dans l'espace extérieur

Maintenir et protéger les parcs, les espaces verts et les forêts existants

Protéger, étendre et créer des surfaces d'eau ouvertes et mobiles

Développer un maillage d'espace ouvert généreux entre le bâti et connecter les espaces verts pour favoriser la ventilation

Amélioration de l'aération



Positionner les bâtiments parallèlement aux flux d'air et/ou espaces libres et veiller à laisser suffisamment d'espace entre eux pour participer à l'effet de ventilation

Éviter de créer des obstacles structurels ou naturels afin de limiter les barrières d'échange d'air et saisir les opportunités de déconstruction pour recréer des flux

Protéger et créer un maillage d'espaces verts à forte importance bioclimatique pour maintenir et développer les flux d'air

Développer un habitat qui participe au confort climatique extérieur et tempère l'intérieur

Réduction de la charge thermique à l'intérieur



Végétaliser les toits et les façades pour le confort intérieur et extérieur

Créer des effets d'ombrage pour des bâtiments grâce à de la végétation (arbres ou façades végétalisées). Protéger les bâtiments des rayonnements directs grâce à des mesures structurelles (balcons, verres adéquats)

Rénover, sous l'angle énergétique, les bâtiments pour limiter les émissions de gaz à effet de serre et de polluants

Optimiser les orientations des bâtiments et la localisation des pièces pour bénéficier d'un confort thermique également à l'intérieur



" De nombreuses villes élaborent des stratégies d'arborisation "



- Projets pilotes

**ACCLIMATASION: Pour une ville plus résiliente**

★ | SION

**CHRISTOPHE ELIVAZ**  
Professeur UNIL, Conseiller municipal de la Ville de Sion en charge du domaine de l'urbanisme et de la mobilité.

**LIONEL TUBISCO**  
Géographe UNIL, Urbaniste à la Ville de Sion, chef de projet ACCLIMATASION.



# STRATÉGIE BIODIVERSITÉ 2030

## Services écosystémiques



Adoptée par le Conseil d'État le 21 février 2018

### Champs d'application

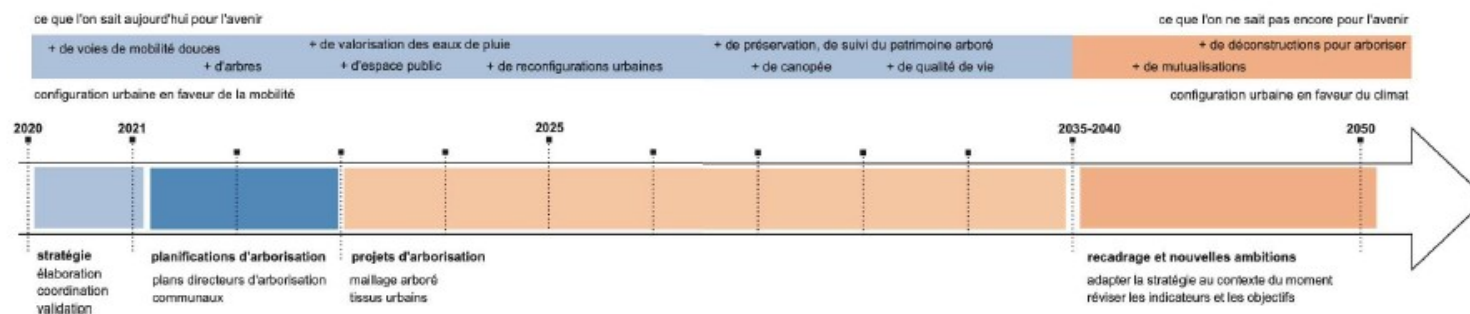
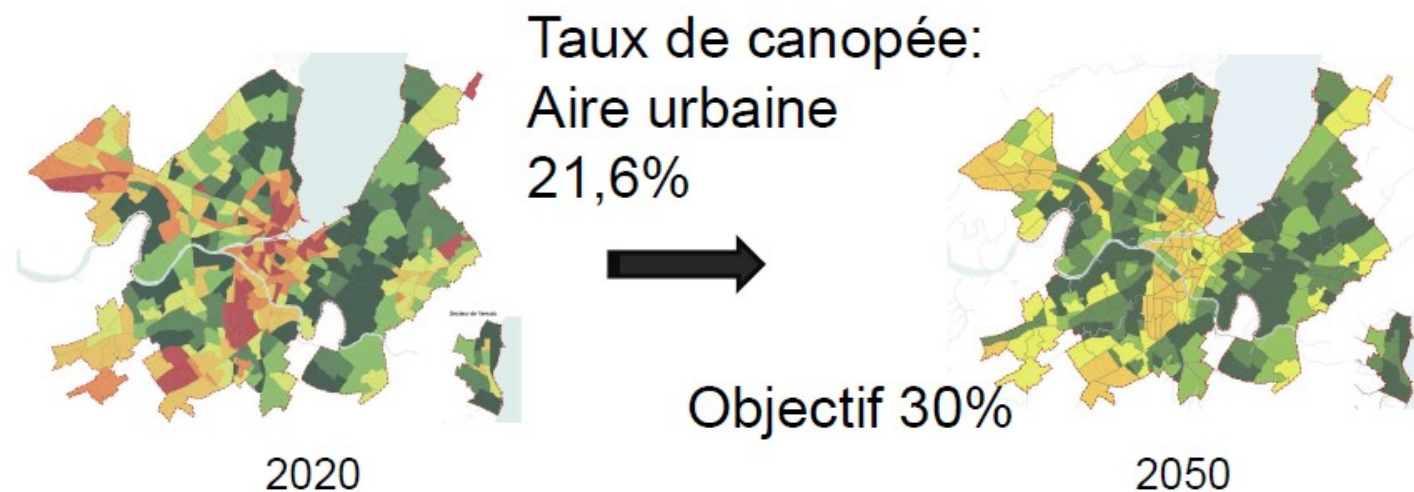
### Services écosystémiques

		1. Infrastructure écologique du territoire	2. Sites protégés et réserves naturelles	3. Forêt	4. Arbres	5. Cours d'eau et Lac	6. Aire agricole	7. Espace bâti	8. Prairie et flore	9. Sensibilisation et information	10. Formation et activités dans le cadre scolaire	11. Outils analytiques et de suivi	12. Outils administratifs et politiques
Soutien	Production d'oxygène	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Stockage du dioxyde de carbone	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Macroséjour	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cycle des nutriments	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Régulation	Fertilité des sols	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Qualité de l'air	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Microclimat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Qualité de l'eau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Rétention eau (protection contre crues)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Réduction de l'érosion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Approvisionnement	Pollinisation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Prévention des maladies et indésirables	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Eau potable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Alimentation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ressources médicinales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Culture	Engrais	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Bois	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Énergie	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Détente et bien-être	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Culture	Loisirs et écotourisme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Valeur scientifique	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Valeur esthétique	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Valeur spirituelle, identification	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

# 6 mesures proposées dans le plan d'actions biodiversité

- Intégrer l'arbre dans la planification du sol et du sous-sol et mettre en œuvre une arborisation durable de qualité
- **Concevoir un plan stratégique de végétalisation et lutter contre les îlots de chaleur**
- Inciter à la conservation des éléments du paysage traditionnel de la campagne genevoise
- Préserver les arbres biotopes, majeurs et remarquables
- **Compléter l'inventaire cantonal des arbres et suivre le patrimoine arboré**
- Mener une veille active sur les maladies des arbres

# Augmentation du taux de canopée



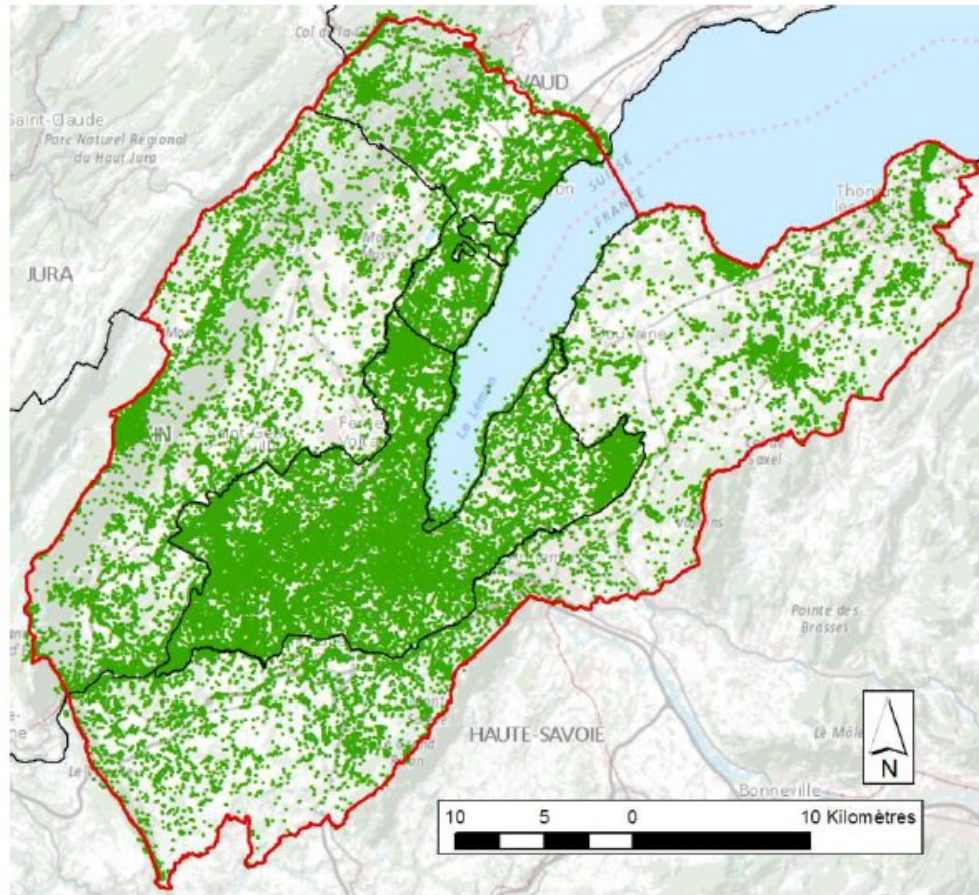


# Service informatique du patrimoine vert (SIPV) et partenaires ;

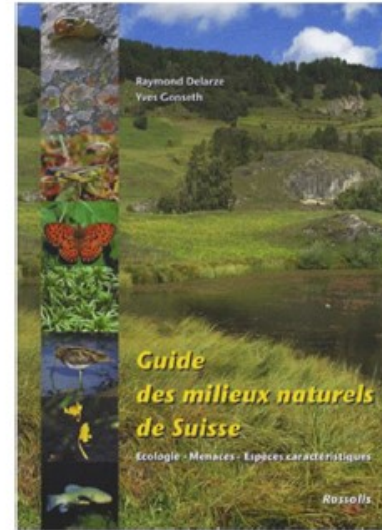
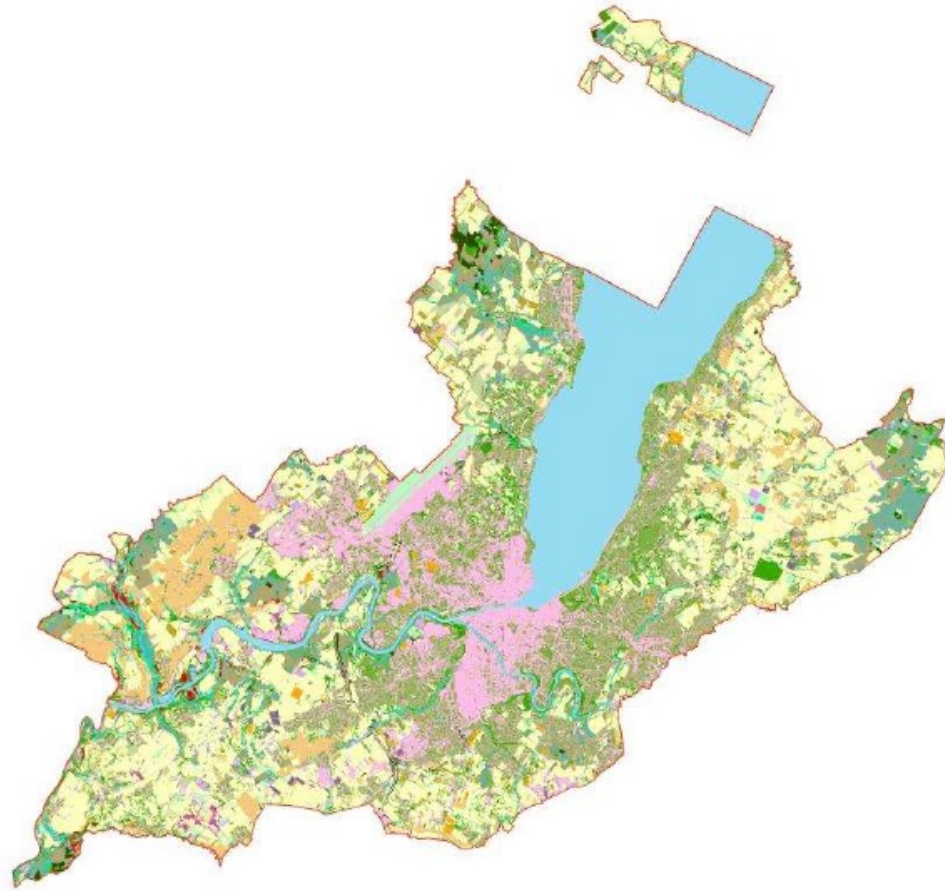


slido Aller sur [www.sli.do](https://www.sli.do) et entrer le code **JRG2021**

# Flore sauvage



# Milieux naturels





# Carte multi-échelles



Carte au 1/100'000  
7 classes

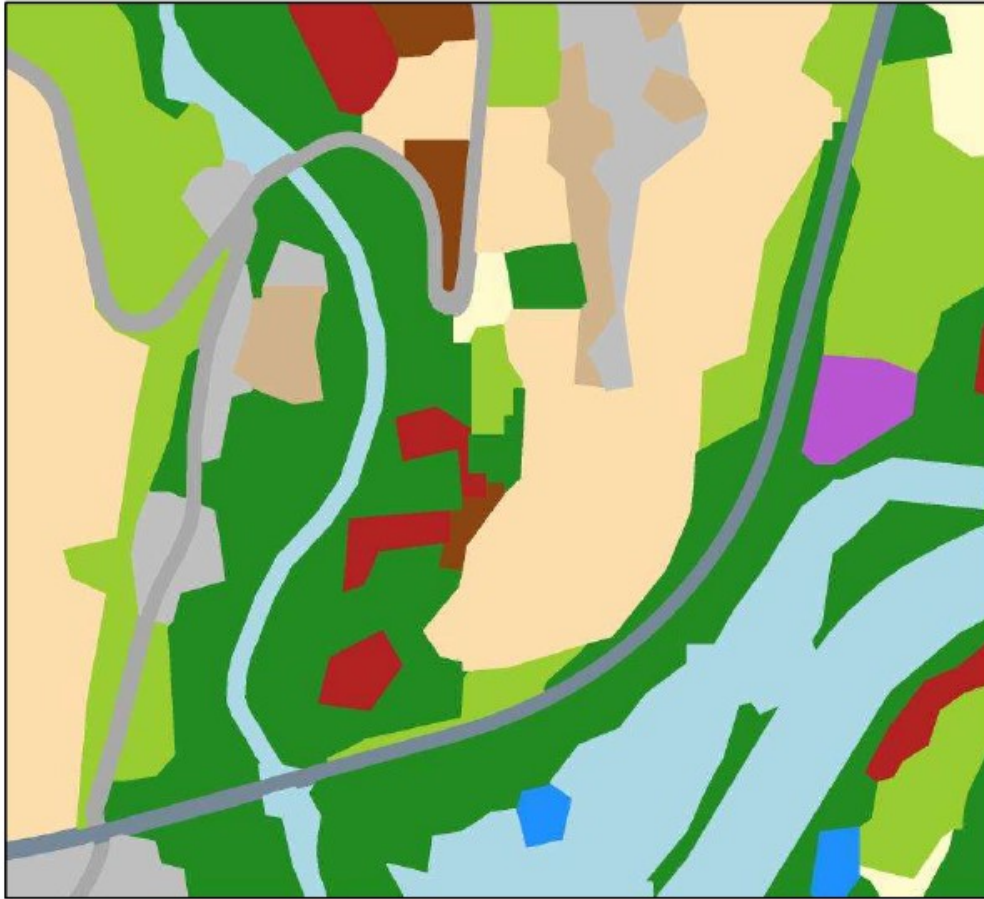


# Carte multi-échelles



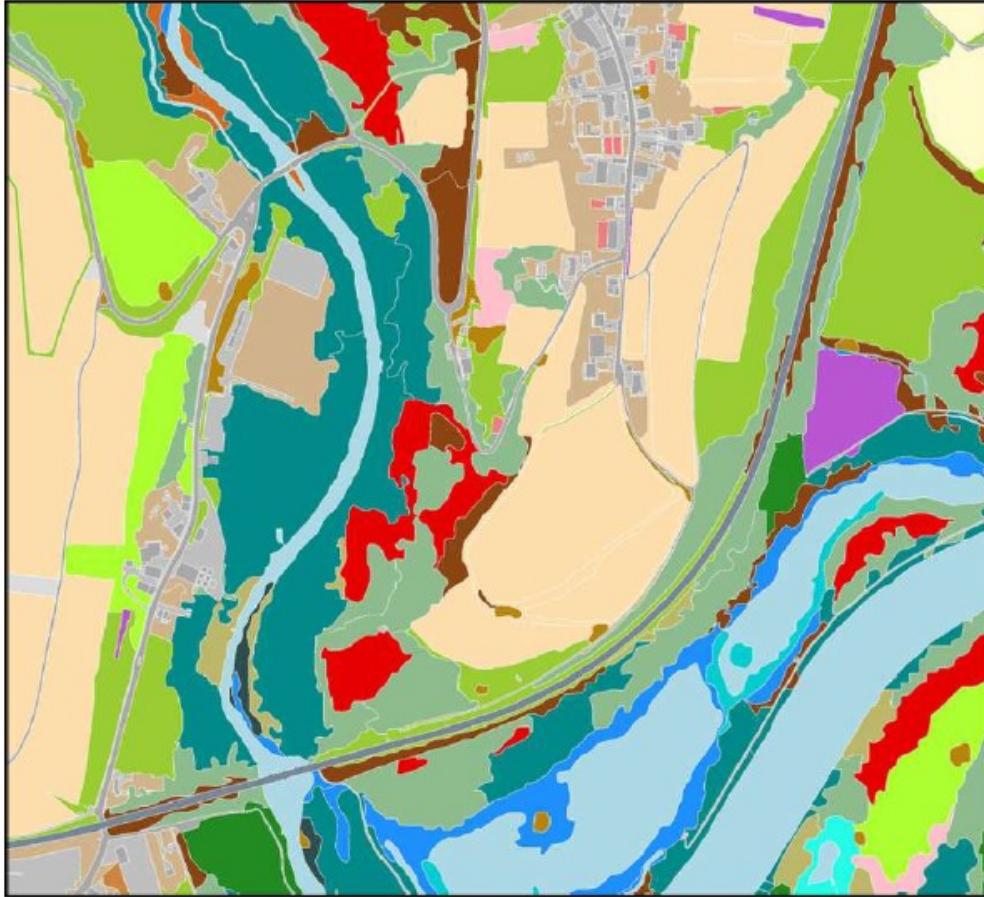
Carte au 1/25'000  
14 classes

# Carte multi-échelles



Carte au 1/10'000  
32 classes

# Carte multi-échelles



Carte au 1/5'000  
89 classes  
35 couleurs



# Services écosystémiques





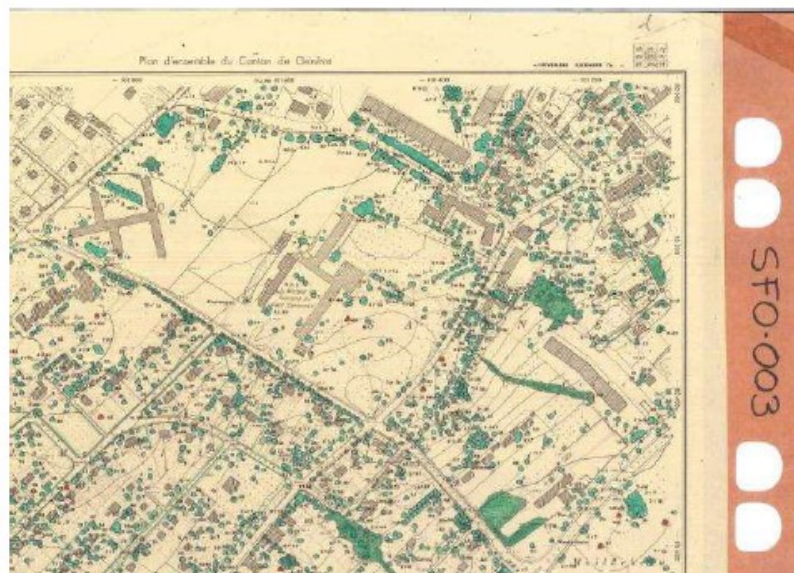
## Inventaire des arbres (ICA) - historique

Relevé de plus de 180'000 arbres par la Société genevoise d'horticulture (SGH) et le Canton de Genève.

Plus de 60 Genres identifiés  
Avec l'indication de leur situation  
483 espèces recensées

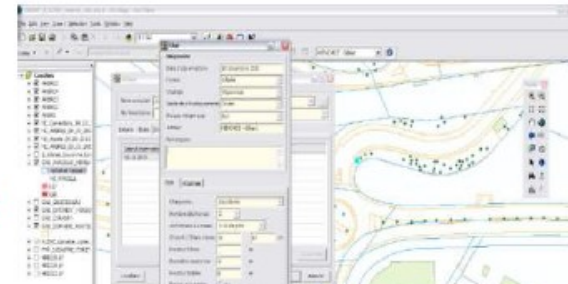
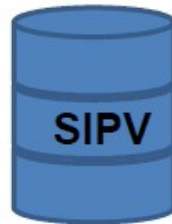
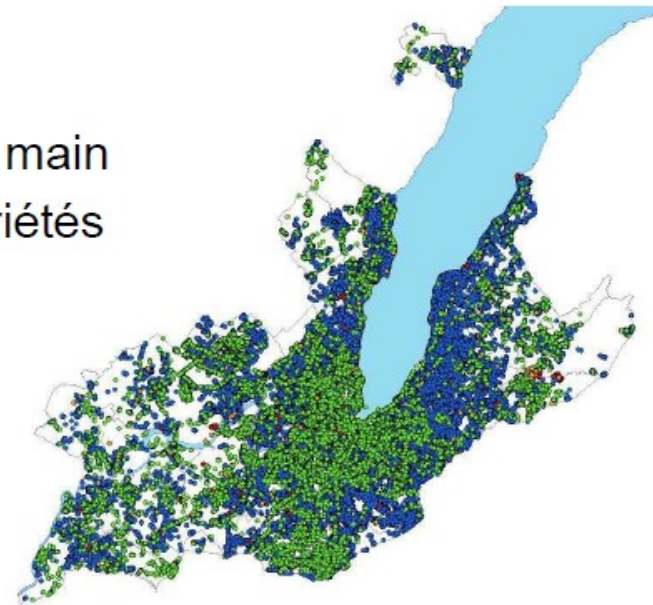


Mesure d'un mûrier d'Inde, 3,75 m de circonférence (p. 34)



# Inventaire des arbres (ICA) – état des lieux

- Une base de données exceptionnellement riche et précise
- A ce jour, plus de 230'000 arbres relevés
  - position géométrique, orthophotos
  - diamètre du tronc et de la couronne à la main
  - distinction de 900 genres / espèces / variétés
- principaux partenaires ;
  - CJB / Ville de Genève
- Données open source
- Nombre total des arbres estimés à 500'000



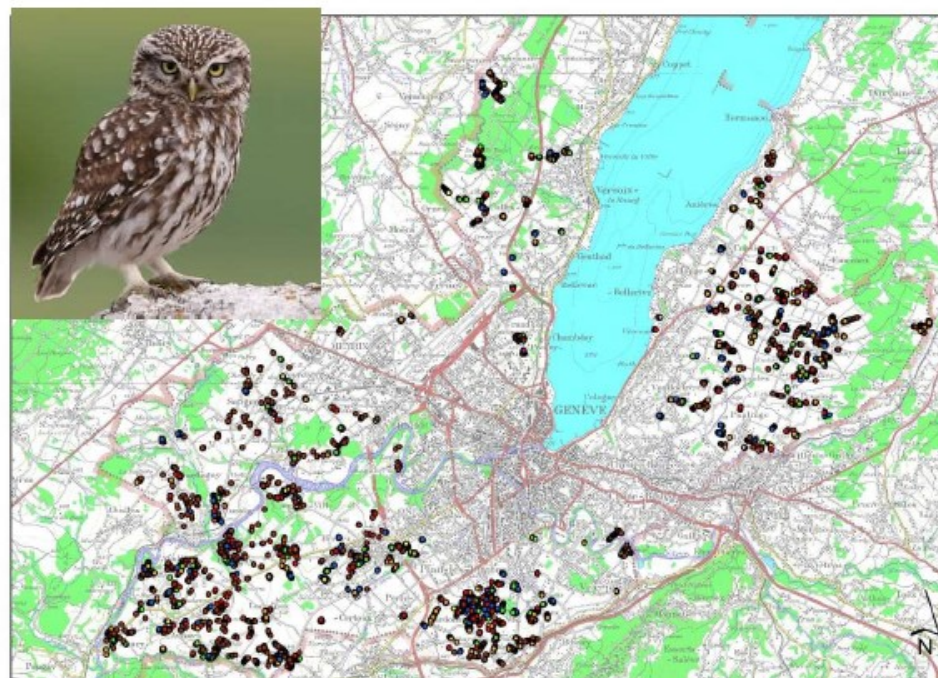


# Inventaire des arbres – état des lieux

## Avifaune – vergers hautes tiges

A ce jour, nous avons sur le territoire genevois :

- 18'800 arbres fruitiers relevés
- Environ 2'000 fruitiers sont identifiés avec leur variété
- Un patrimoine génétique d'importance

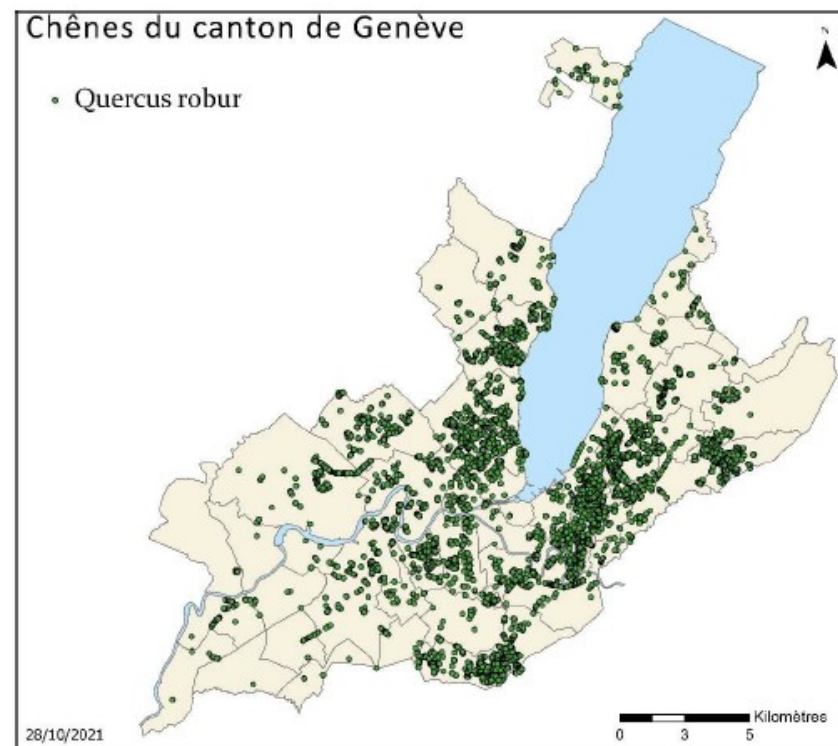


- <i>Cydonia oblonga</i>	319 pces	<i>Pyrus communis</i>	1'734 pces
- <i>Juglans x</i>	8'029 pces	<i>Prunus persica</i>	134 pces
- <i>Malus domestica</i>	3'859 pces	<i>Pyrus communis</i>	1'661 pces
- <i>Prunus avium</i>	3'102 pces		

# Inventaire des arbres – état des lieux

## Entomofaune – espèces cibles

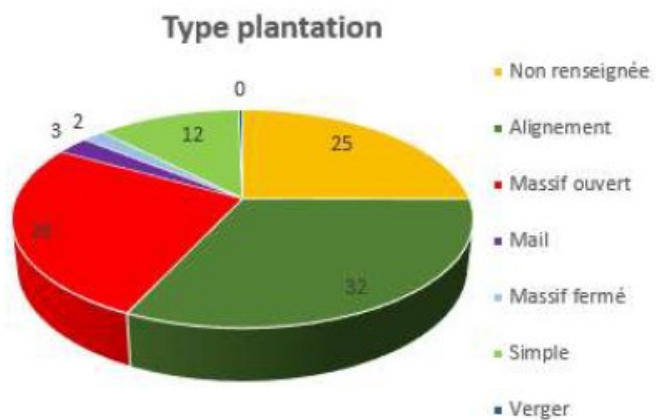
A ce jour, nous avons sur le territoire genevois inventorié plus de 10 600 Chênes pédonculés hors forêts



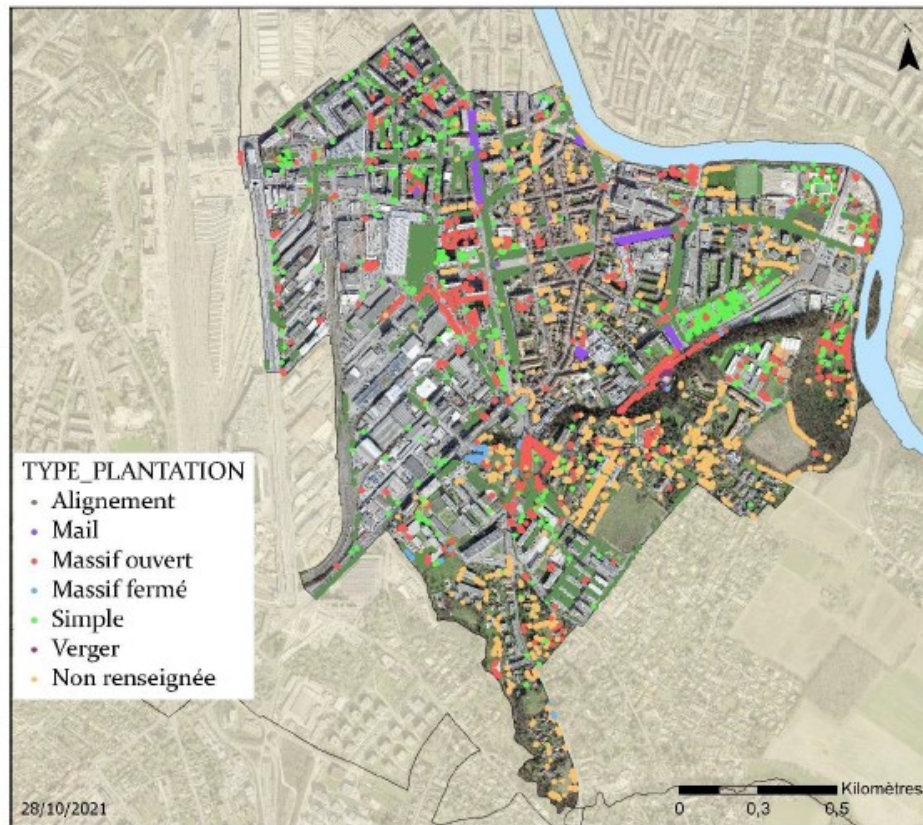


# Inventaire des arbres – état des lieux gestion du patrimoine arboré

Répartition des arbres  
sur le domaine public de  
la commune de Carouge



Type plantation	nbre	%
Non renseignée	1022	25
Alignement	1298	32
Massif ouvert	1063	26
Mail	111	3
Massif fermé	77	2
Simple	489	12
Verger	13	0
total	4073	100%



# Inventaire des arbres – projet couvrant

Récolte de données / phase test :

- LiDAR

Les arbres en ville sont des alliés face au défi climatique. En conséquence, face au devoir de gérer de manière durable un patrimoine arboré de qualité les villes et Cantons souhaitent automatiser au maximum l'inventaire de leur arbres isolés par traitement de données de prises de vues aériennes et LiDAR.



Surface 5,1 km<sup>2</sup> et  
1,8 % du territoire cantonal



# Positionnement des arbres

## LIDAR



### Objectif :

- Inventaire exhaustif de tous les arbres isolés (hors forêts)
- Définir une méthodologie et les outils minimaux afin d'assurer une mise à jour périodique

### Livrable attendu :

- Géolocalisation de la position du pied du tronc à 30 cm
- Géolocalisation du sommet de l'arbre à 1m
- Diamètre du tronc à 1m du sol
- Hauteur de l'arbre à 2m
- Couronne, positionnement du bord
- Couronne projection et volume

Transmission des données LiDAR (*densité 175-220 pts / m<sup>2</sup>*)

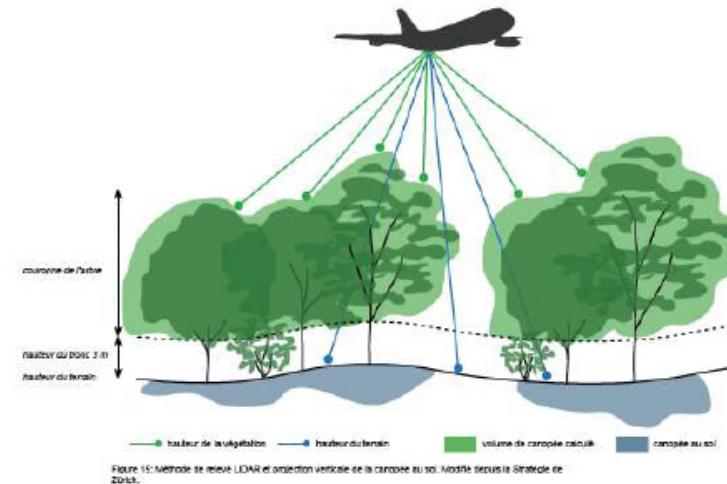


Figure 15: Méthode de relevé LiDAR et projection verticale de la canopée au sol. Adapté depuis la Stratégie de Zurich.





## QUESTION :

Comment le STDL peut accompagner des ambitions cantonales, grâce à la science des données au service de tous ?





Aller sur [www.sli.do](http://www.sli.do) et entrer le code **JRG2021**

*ou*

**Scanner le QR-Code** ci-contre

**Avez-vous dans votre institution des données ou bases de données non exploitées ?**



**Avez-vous dans votre institution des données ou base de données non exploitées ?**

063

Oui, mais nous n'avons pas le temps de les traiter



Oui, mais nous n'avons pas les moyens financiers de les traiter



Non





# MÉTHODOLOGIE

## COMPRENDRE LES NÉCESSITÉS

- Un inventaire nécessaire  
Comment créer un inventaire de manière automatisée
- Extraire les caractéristiques  
Déterminer les caractéristiques principales des arbres inventoriés
- Une procédure efficace  
Un processus suffisamment efficace pour être régulièrement répété

DATA SCIENCE

# MÉTHODOLOGIE

## LES DONNÉES

- Utilisation d'un LiDAR ad-hoc

Captation d'un LiDAR sur une zone définie de Genève

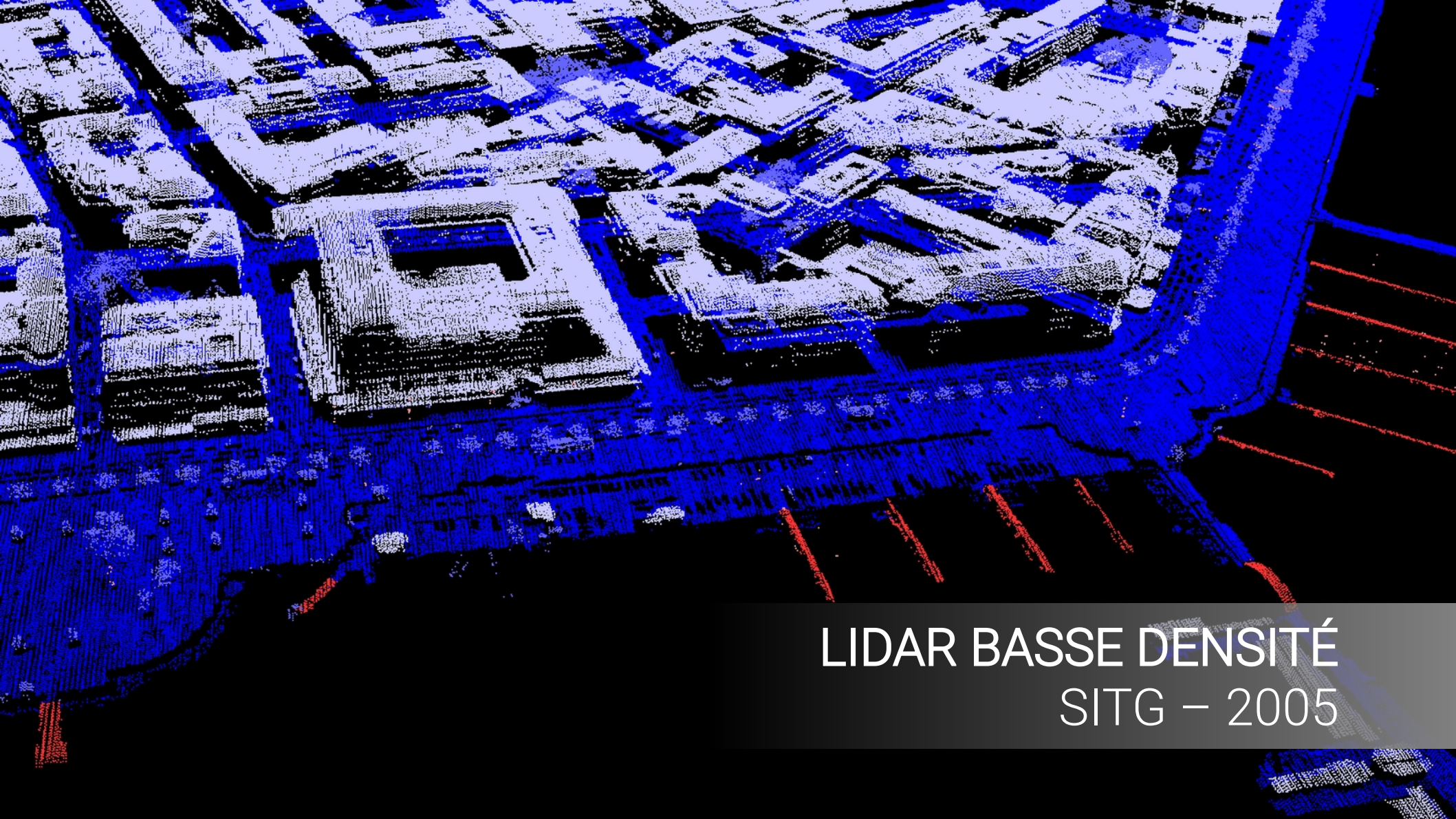
- Comprendre les contraintes

Quelle densité/régularité est nécessaire pour un inventaire fiable ?

- Contraintes de reproduction

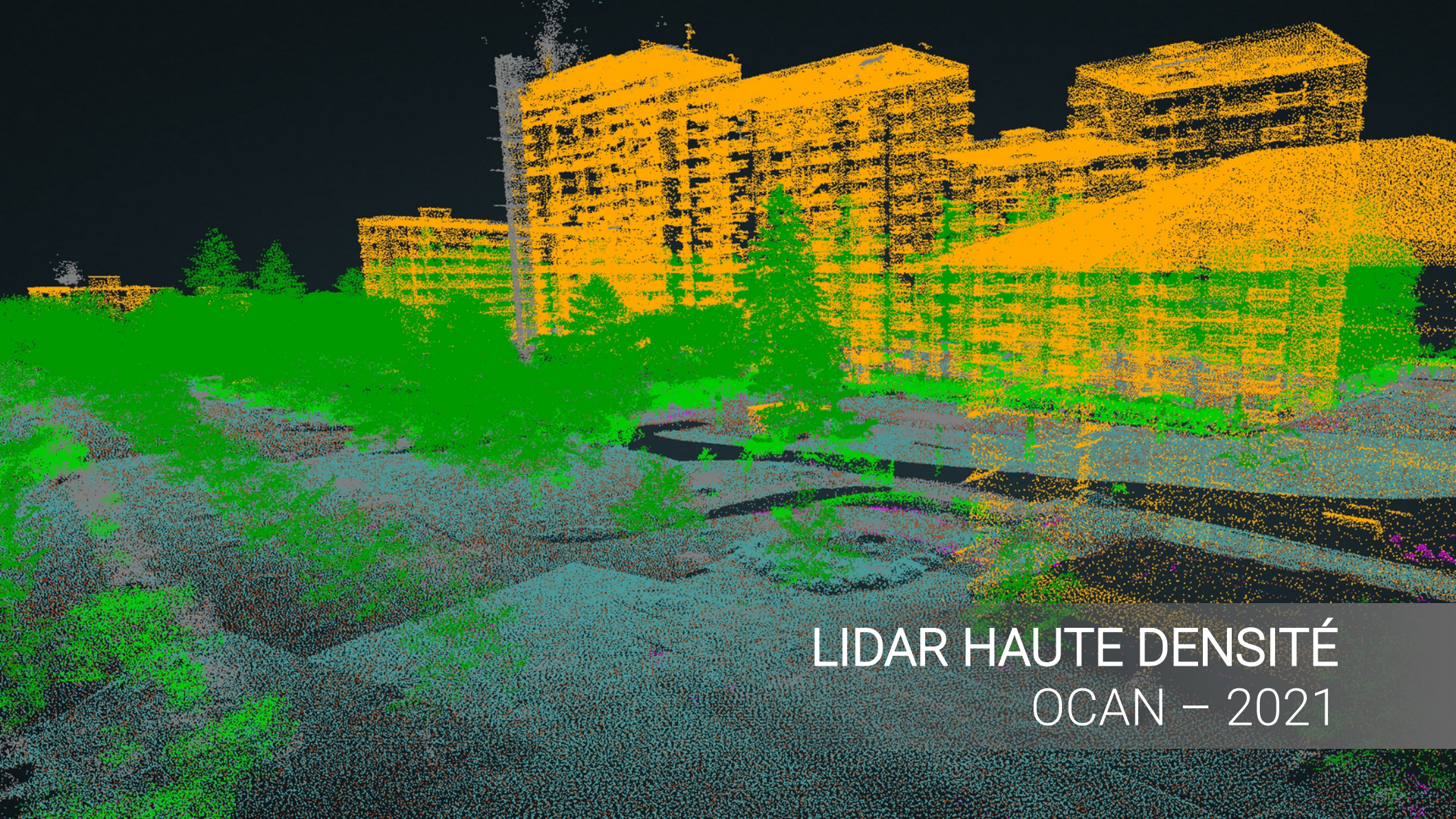
Quelles sont les nécessités pour un canton souhaitant reproduire les résultats ?





LIDAR BASSE DENSITÉ  
SITG - 2005





LIDAR HAUTE DENSITÉ  
OCAN – 2021



# MÉTHODOLOGIE LES SOLUTIONS

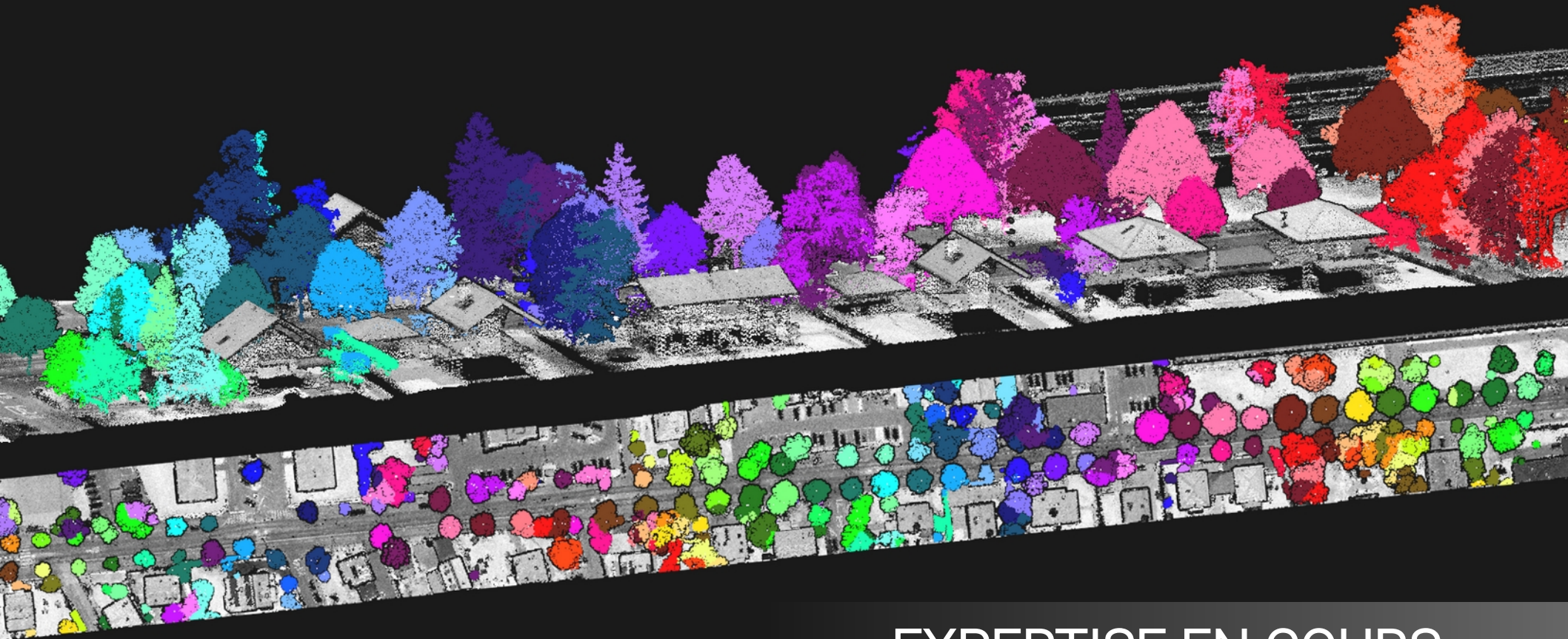
- Solutions commerciales

Terrascan (Terrasolid) – Solution commerciale

- Solutions libres

DFT – Digital Forrestial Toolbox (M. Parkan) – Solution open-source

DATA SCIENCE



EXPERTISE EN COURS  
RÉSULTATS DE TERRASCAN



# MÉTHODOLOGIE

## LA MÉTRIQUE

- Comment démontrer la fiabilité  
Une métrique est nécessaire pour démontrer que les objectifs sont atteints
- ICA : Inventaire Cantonal des Arbres  
Permet une première validation – Une donnée très hétérogène
- Un relevé par des géomètres  
Un relevé professionnel comme métrique





RELEVÉS GÉOMÈTRE  
UNE MÉTRIQUE FIABLE



# INVENTAIRE AUTOMATISÉ

## OBJECTIFS ET SUITES

- Des premiers résultats encourageants  
Les solutions étudiées semblent donner de bons résultats
- Extraire plus d'information  
En plus de l'inventaire, extraire une première caractérisation des arbres
- Couplage avec d'autres méthodes  
Des outils d'apprentissage profond sur les images ou les modèles LiDAR

CONCLUSION





Aller sur [www.sli.do](http://www.sli.do) et entrer le code **JRG2021**

*ou*

**Scanner le QR-Code** ci-contre

**Sachant qu'un organisme tel que le STDL existe,  
seriez-vous prêt à nous contacter pour vous aider  
à exploiter vos données / bases de données ?**

