



Services écosystémiques des arbres isolés du canton

Guinaudeau Benjamin - Etudiant Muse

Dirigé par : Anthony Lehmann & Martin Schlaepfer



GREEN TALKS du Printemps 2016
Biodiversité, Ecosystèmes
et Société,
... à l'échelle de Genève

www.unige.ch/environnement/fr/thematiques/biodiversite

Service écosystémiques

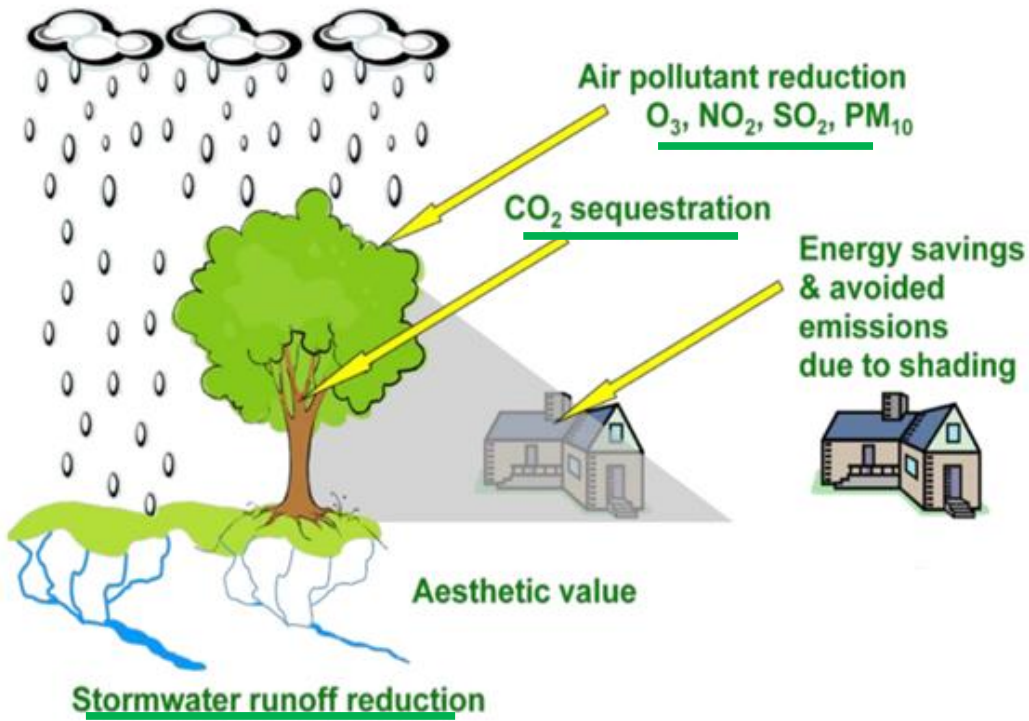
Flux de matière ou d'énergie issus du stock du capital naturel combinés aux services manufacturés pour produire du bien être (Costanza et al. 1997) et satisfaire les besoins de l'homme (de Groot et al., 2002).



d'après Étude & Documents n°20, Mai 2010, Commissariat Général au Développement Durable



Services écosystémiques des arbres

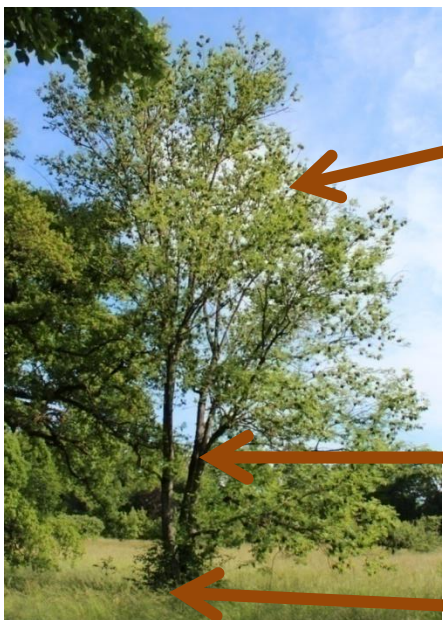


Stockage CO_2 : échelle globale, bénéficiaire : population mondiale
Evitement du ruissellement : échelle locale, bénéficiaire : population genevoise
Dépollution : échelle régionale, bénéficiaire : population du bassin genevois



Services écosystémiques quantifiés et processus clés:

séquestration du carbone



CO₂
CO₂
CO₂

Biomasse foliaire
Densité du bois
Taille de l'arbre

évitement du ruissellement



Évaporation
Interception de l'eau
Filtration

Surface foliaire
Sol

dépollution



Déposition stomate

Surface foliaire

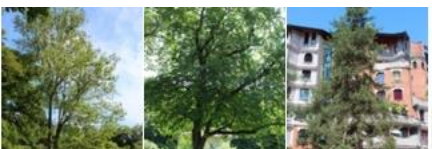


UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Questions et objectifs de recherche:

Objectifs : est ce que l'utilisation d'un outil de quantification des SE (i-Tree ECO) peut aider les gestionnaires dans leurs choix ?

- 1- Y a-t-il des différences entre essence en fonction des SE rendus?
- 2- Quelles essences sont les plus efficaces et quelle est la répartition sur le territoire ?
- 3- Que représentent ces 3 services sur le canton ?



INTRODUCTION



METHODE

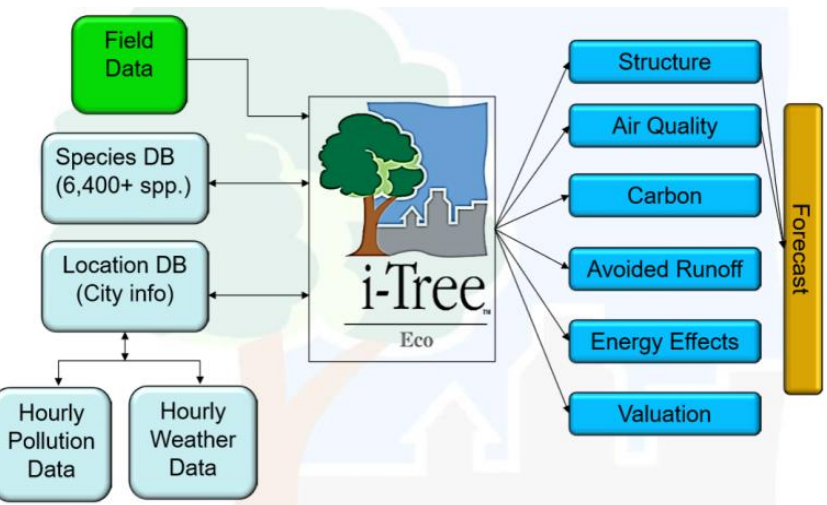


UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

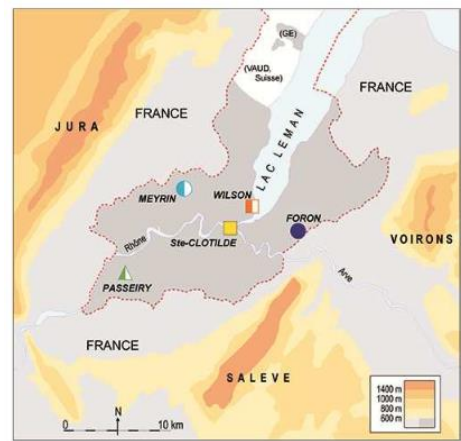
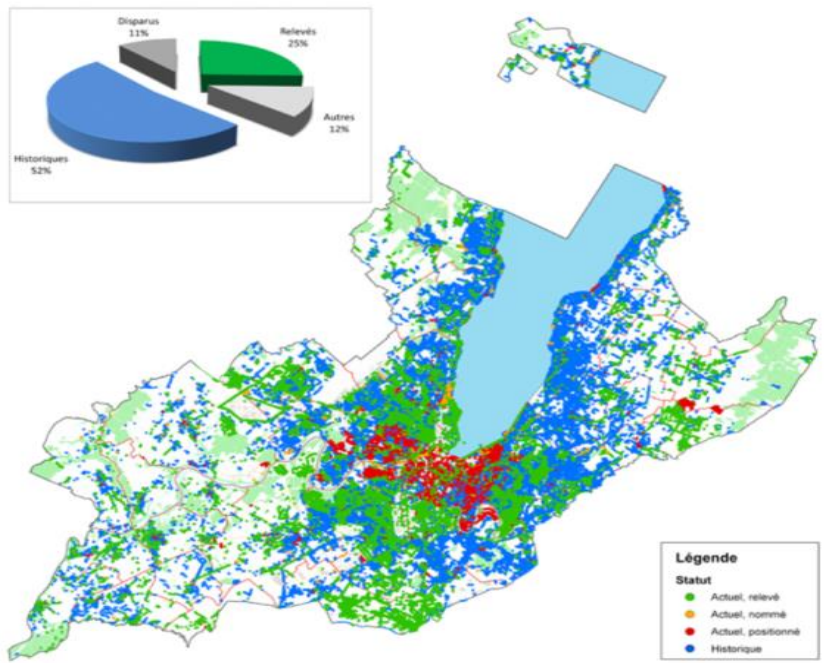
RESULTATS

CONCLUSION

Util utilisé: i-Tree ECO



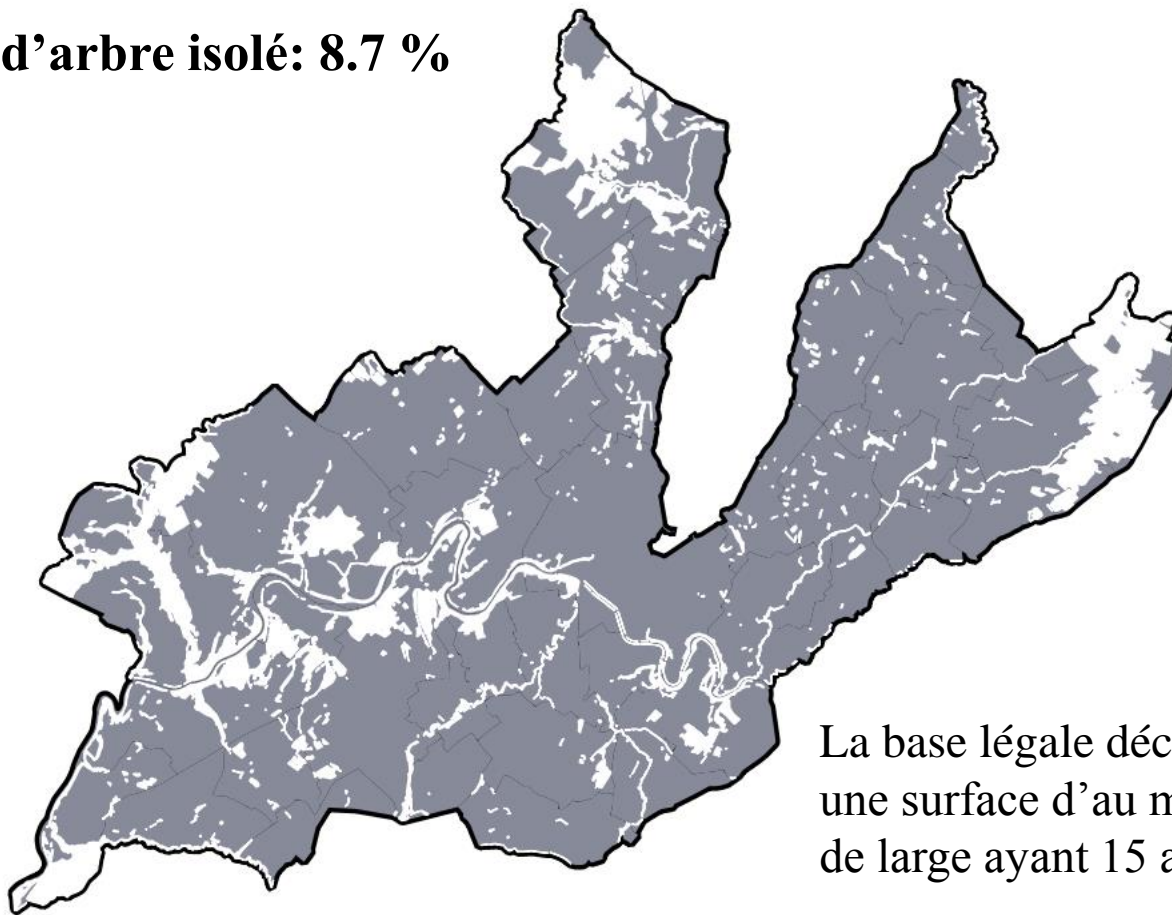
www.itreetools.org/resources/archives.php



Outil utilisé: i-Tree ECO

Nombre d'arbre estimé: 360 000 à
400 000 arbres, ou 1418 arbre/km²

Couverture d'arbre isolé: 8.7 %

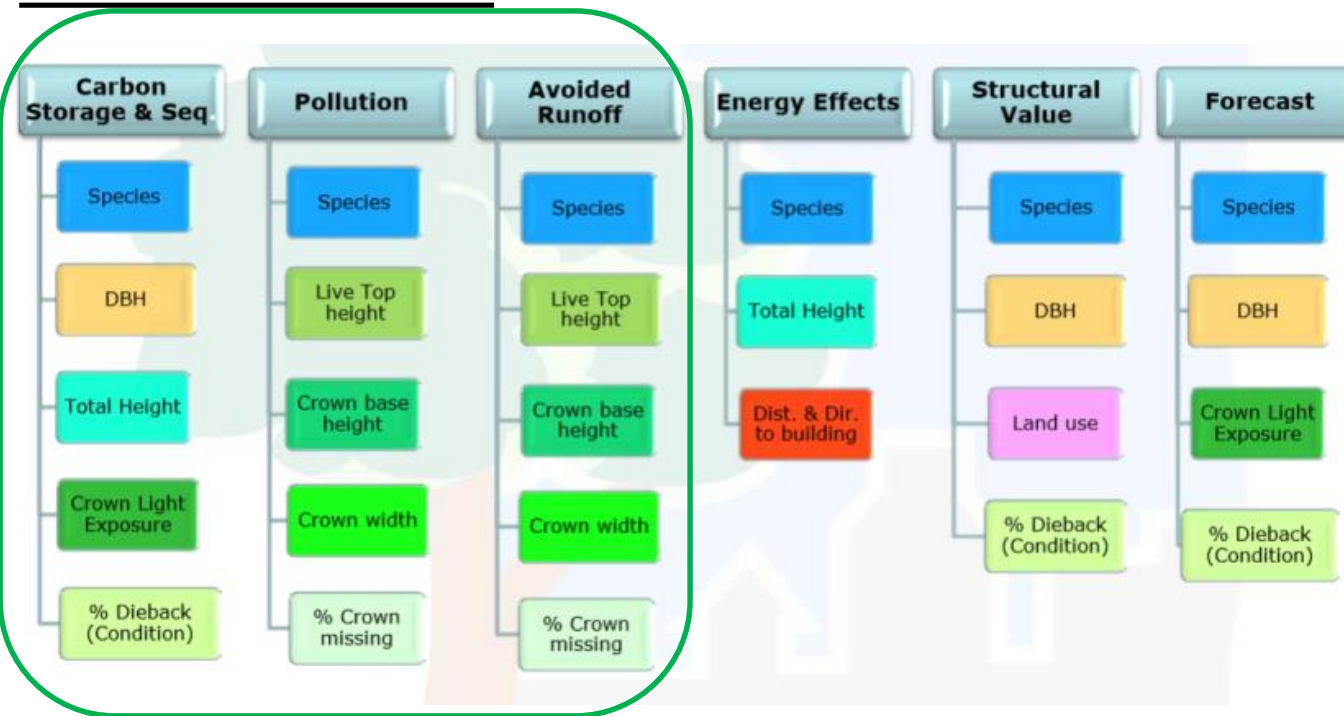


La base légale décrit une forêt comme
une surface d'au moins 500 m² et 12m
de large ayant 15 ans d'âge



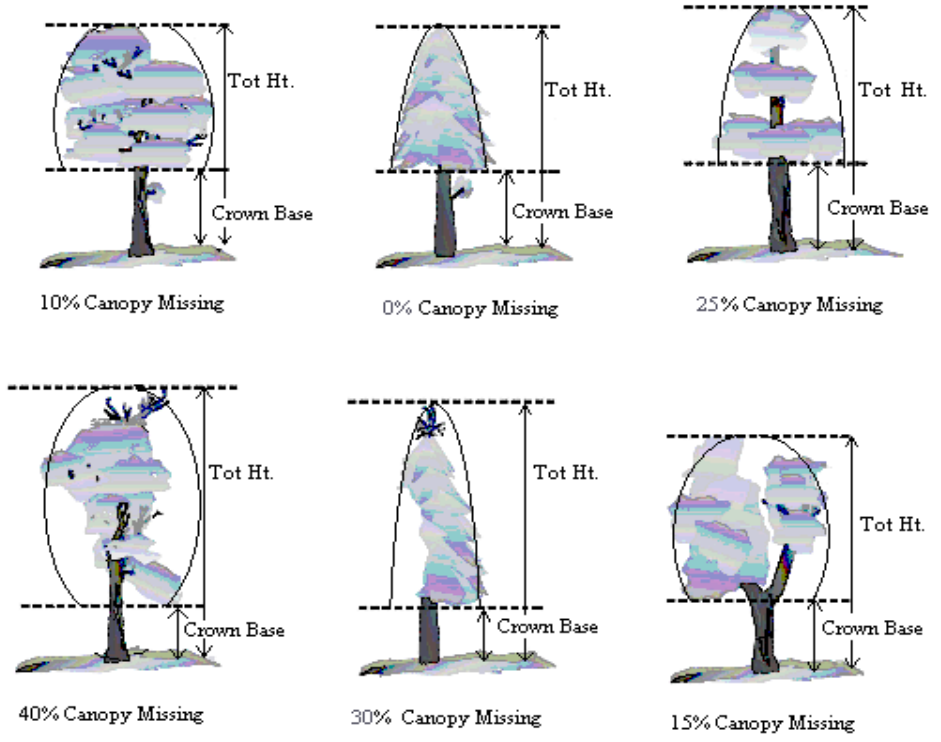
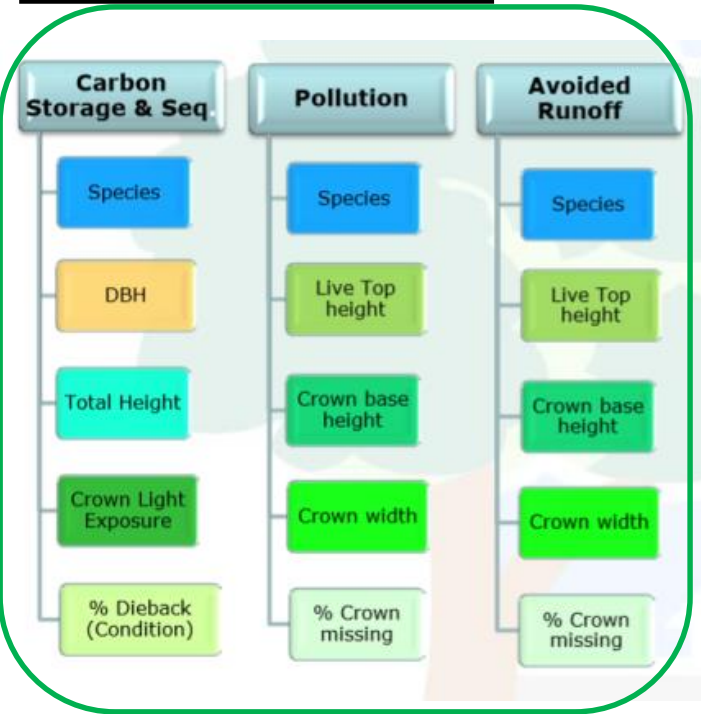
**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Données nécessaires:



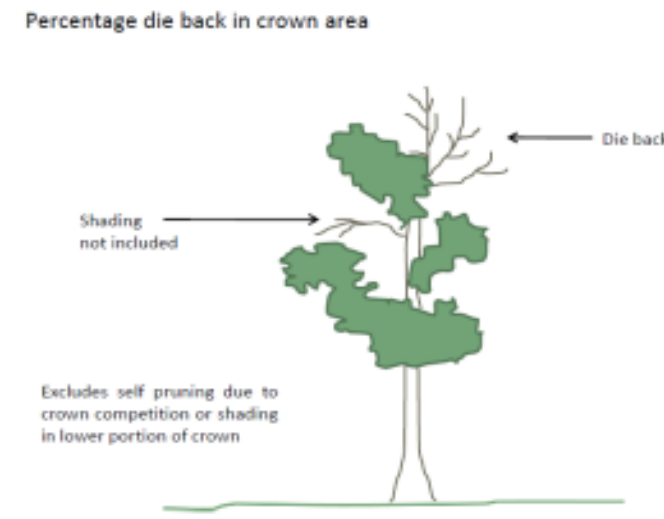
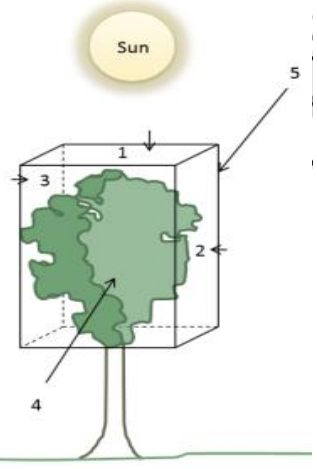
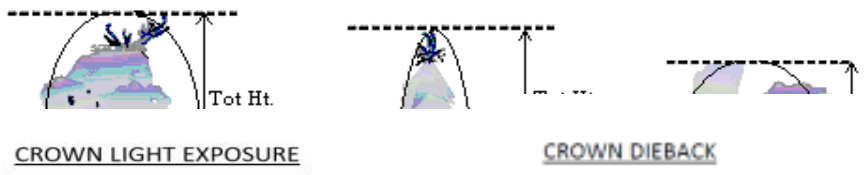
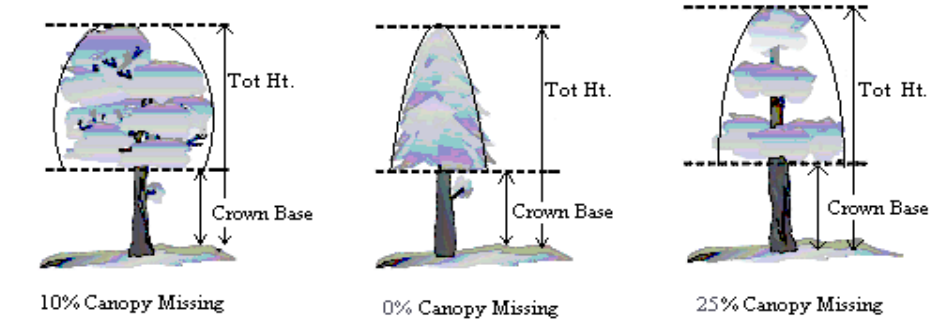
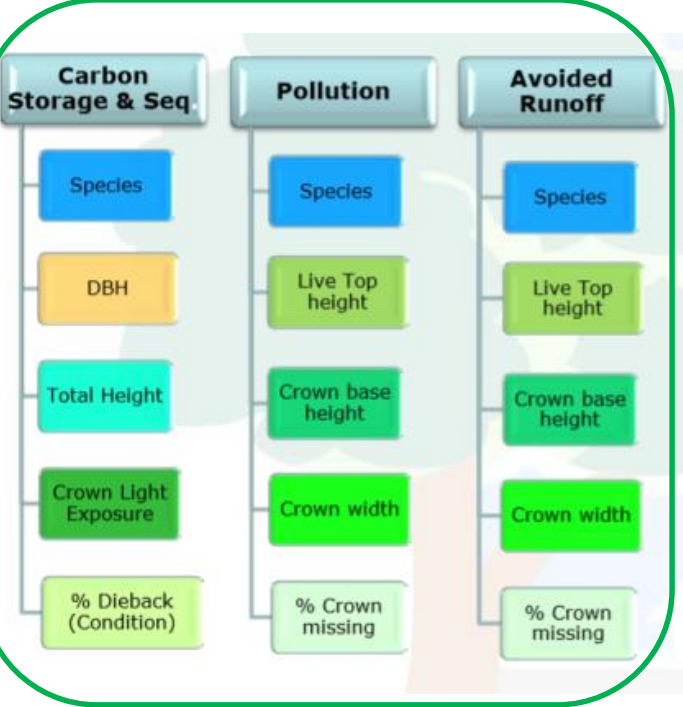
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Données nécessaires:

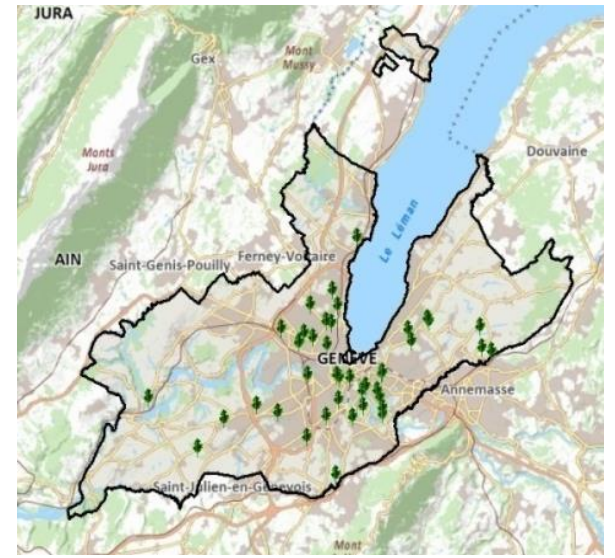


**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

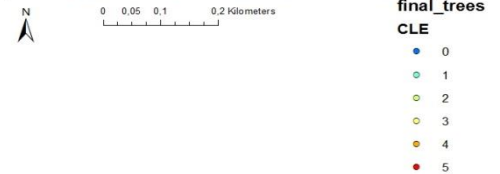
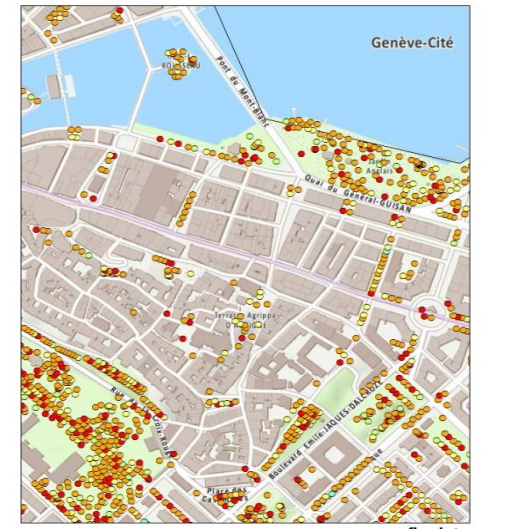
Données nécessaires:



espèce	Nombre
<i>Juglans regia</i>	1025
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1093
<i>Fagus sylvatica</i>	1152
<i>Tilia platyphyllos</i>	1209
<i>Platanus x acerifolia</i>	1406
<i>Pinus nigra</i>	1506
<i>Pinus sylvestris</i>	1743
<i>Acer campestre</i>	1775
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1951
<i>Fraxinus excelsior</i>	2182
<i>Acer platanoides</i>	2200
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2209
<i>Carpinus betulus</i>	3694
<i>Quercus robur</i>	6080



- % Canopy Missing
- % Canopy Dieback
- CLE - Crown light exposure



Data Entry for Inventory



Tree ID	Field Landuse	Species	HeighttoCrownBase	TreeHeightLiveTop	TreeHeightTotal	CrownWidthNS	CrownWidthEW	
71346	T	CABE	10	15	15	3.5	3.5	
71347	T	CABE	3	16	16	3.5	3.5	
71348	T	BEPE	0.2	16	16	1.25	1.25	
71444	T	QURO	5	25	25	2	2	
71445	T	QU	5	23	23	2.5	2.5	
71446	T	QU	6	22	22	3	3	
71447	R	PIAB	12	20	20	2.25	2.25	
71454	T	PISY	1	8	8	1.75	1.75	
71460	T	PISY	4	8	8	1.75	1.75	
71514	T	QURO	4	16	16	2	2	
71519	A	JURE	2.2	12	12	0.25	0.25	
71563	T	ACPL	2	18	18	1.5	1.5	
71565	T	CUSE	0.1	12	12	0.25	0.25	
71566	T	CABE	8	18	18	3	3	
71567	T	CABE	2	16	16	3.25	3.25	
71581	T	LITU	2	20	20	3.25	3.25	
71707	A	PINI	13	25	25	2.5	2.5	
71943	T	FREX	5	15	15	1	1	
71944	T	QURO	4	15	15	2	2	
71955	A	DCME	5	15	15	1.5	1.5	

Tree ID Date Crew X Y Photo ID

Tree Address Tree Notes

Switch Display Name

STAT Tree Species (Botanic Name) Land Use HT DBH DBH1 DBH2 DBH3 DBH4 DBH5 DBH6

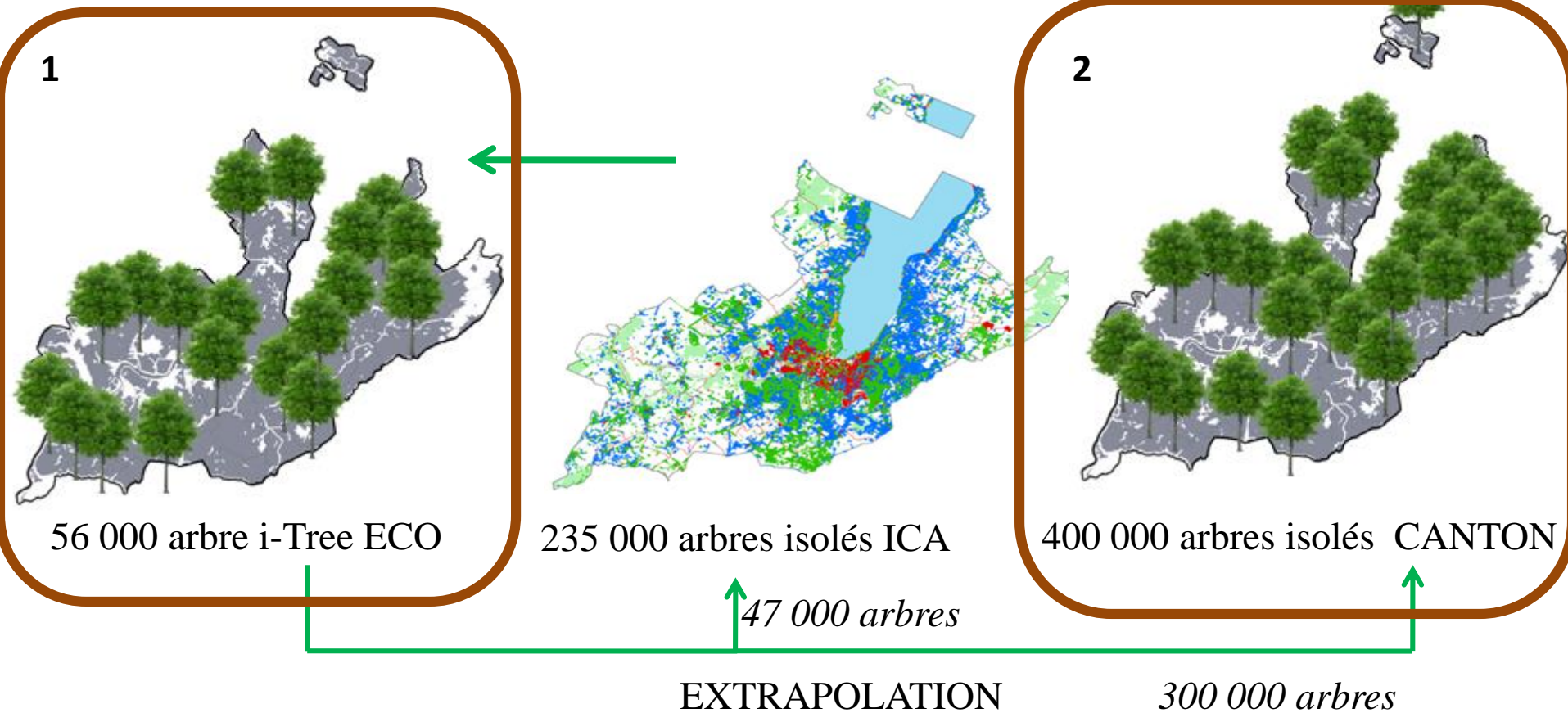
Height: TOTHT LiveTop CrownBase
 Crown Width: NS EW
 %Missing DB CLE
 Energy not included: D1 S1 D2 S2 D3 S3
 Tree Site

Enter Pest

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



Sélection des arbres isolés à analyser et extrapolation:



1: Description des SE pour les essences majoritaires

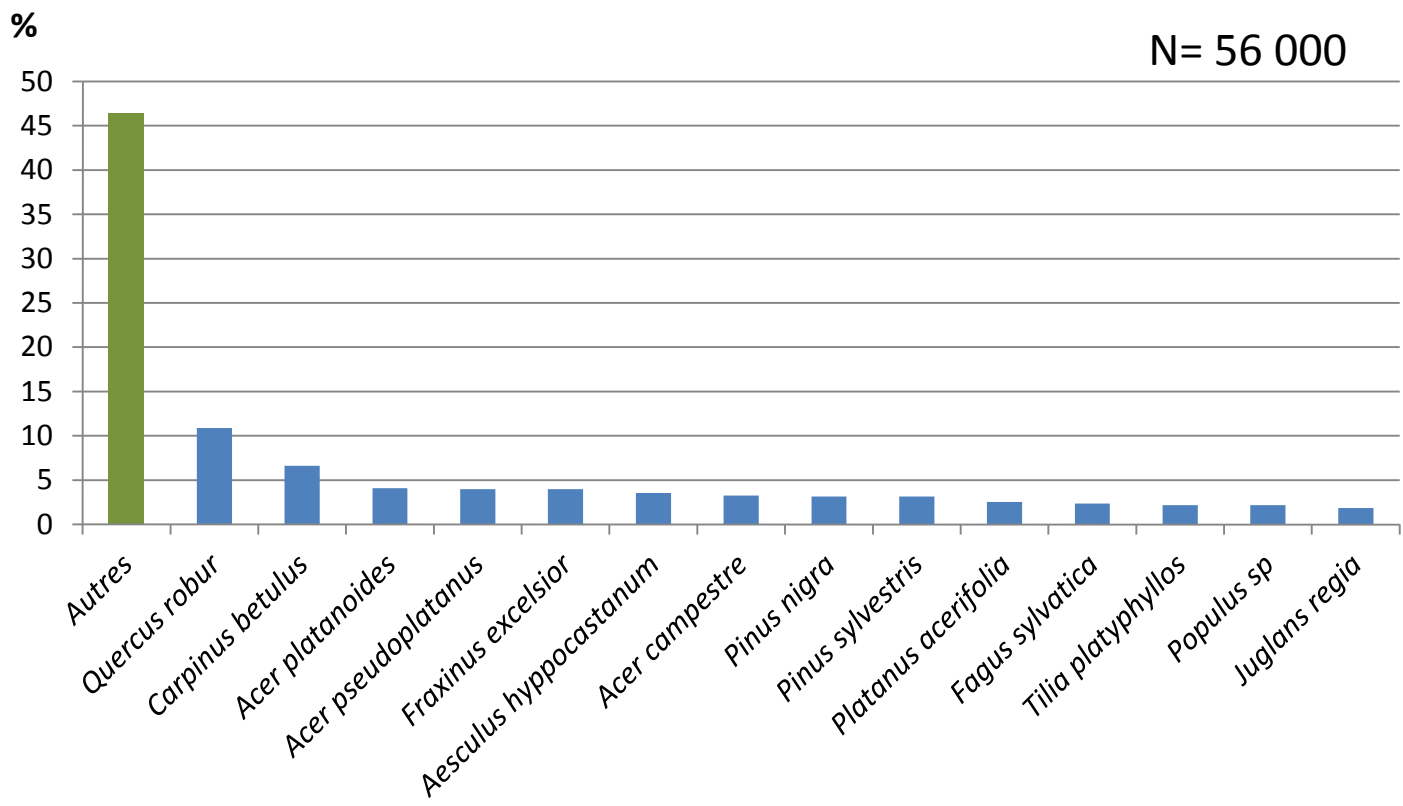
2: Extrapolation sur le canton pour l'ensemble des arbres isolés



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Structure de la population d'arbres retenues :

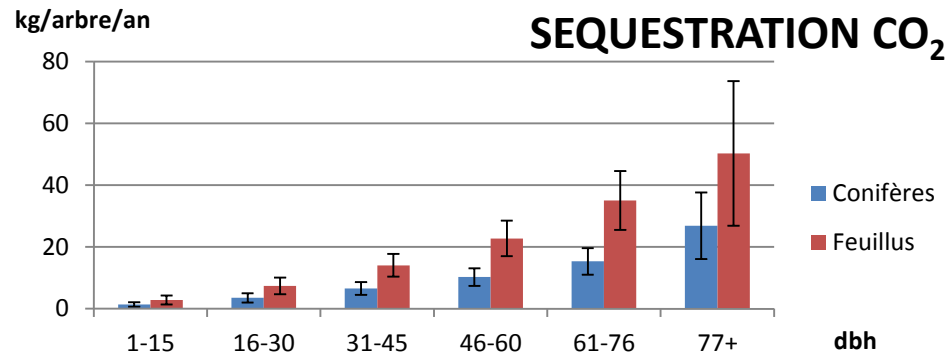
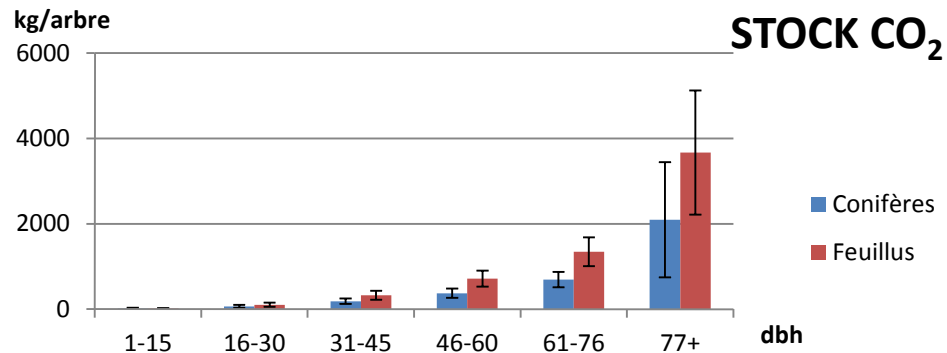
14 essences majoritaires



distribution par circonférence du tronc (dbh)



CO₂ par arbre:

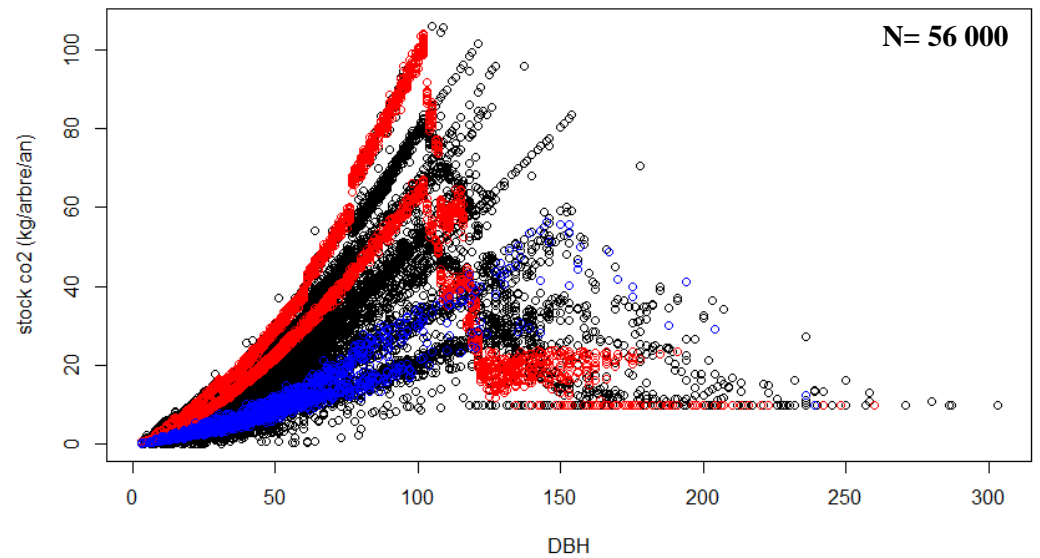
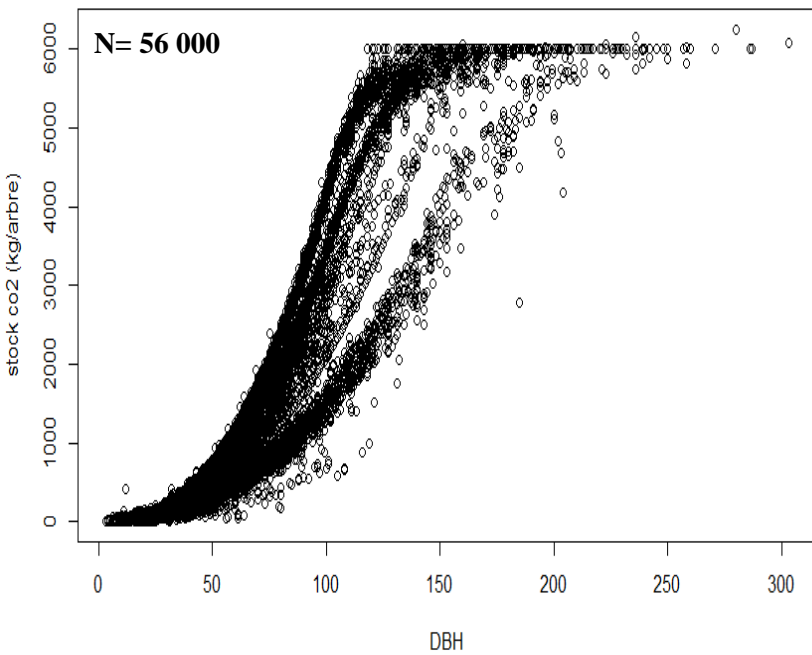
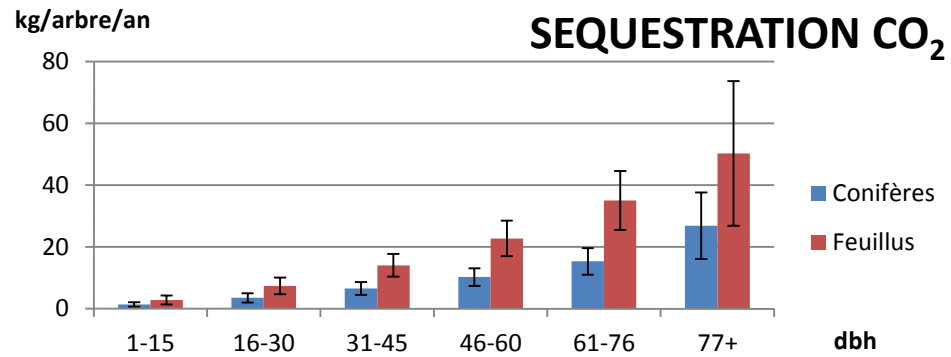
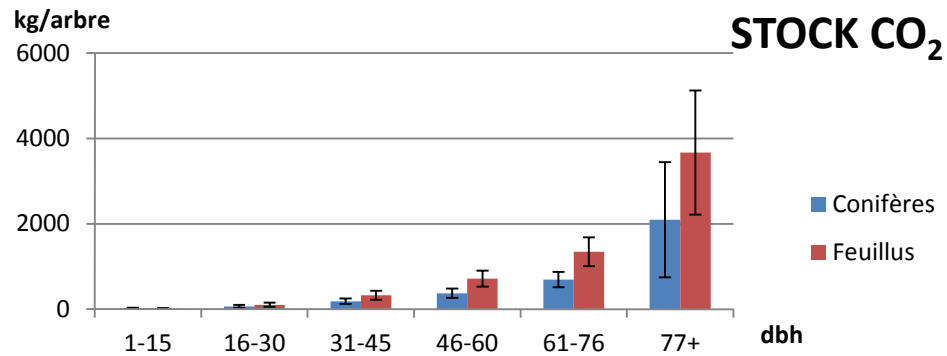


- Le stock de carbone correspond au CO₂ présent dans l'arbre à un instant 't'
- La séquestration du carbone correspond au taux annuel de CO₂ capté durant la période de croissance



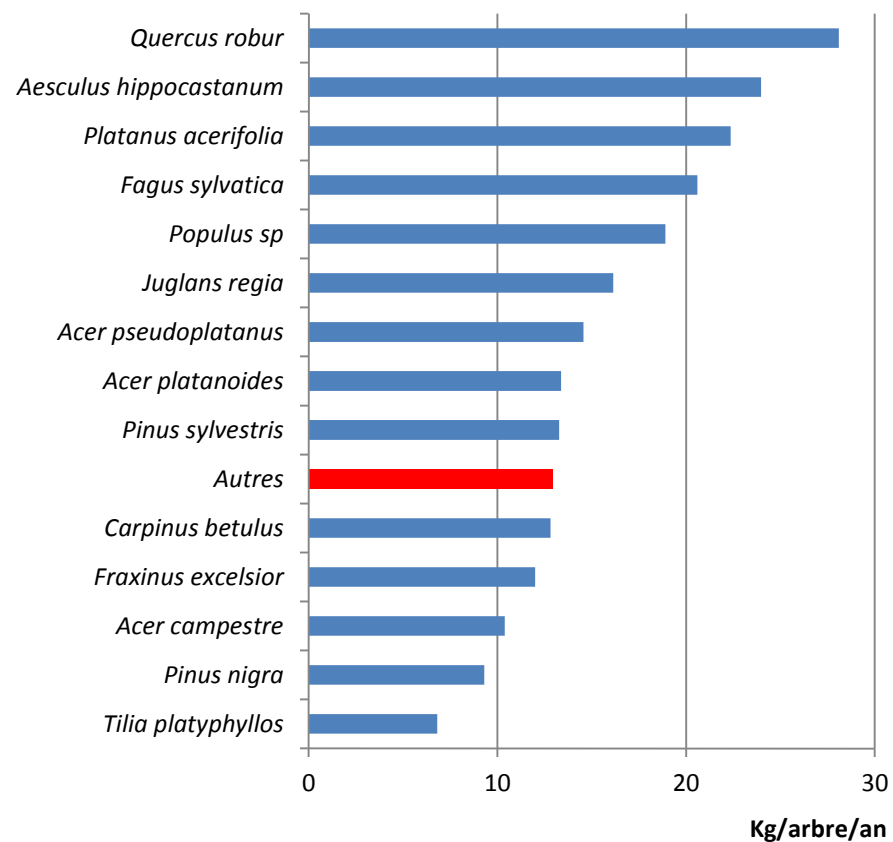
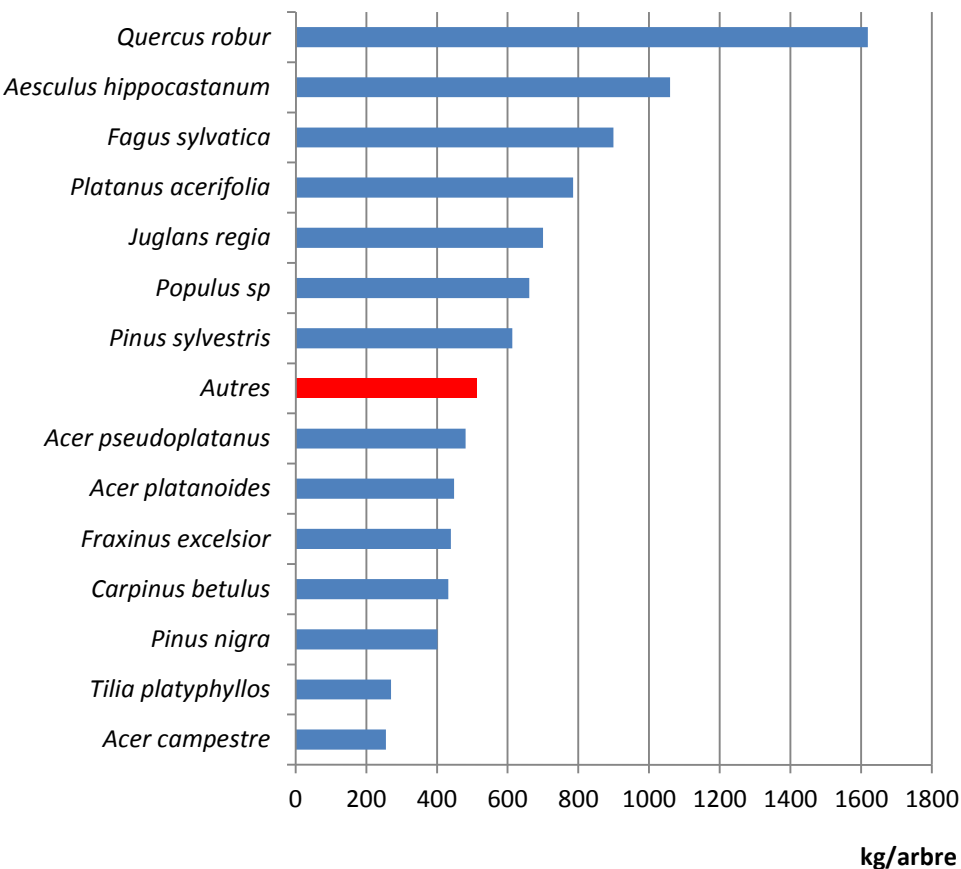
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

CO₂ par arbre:



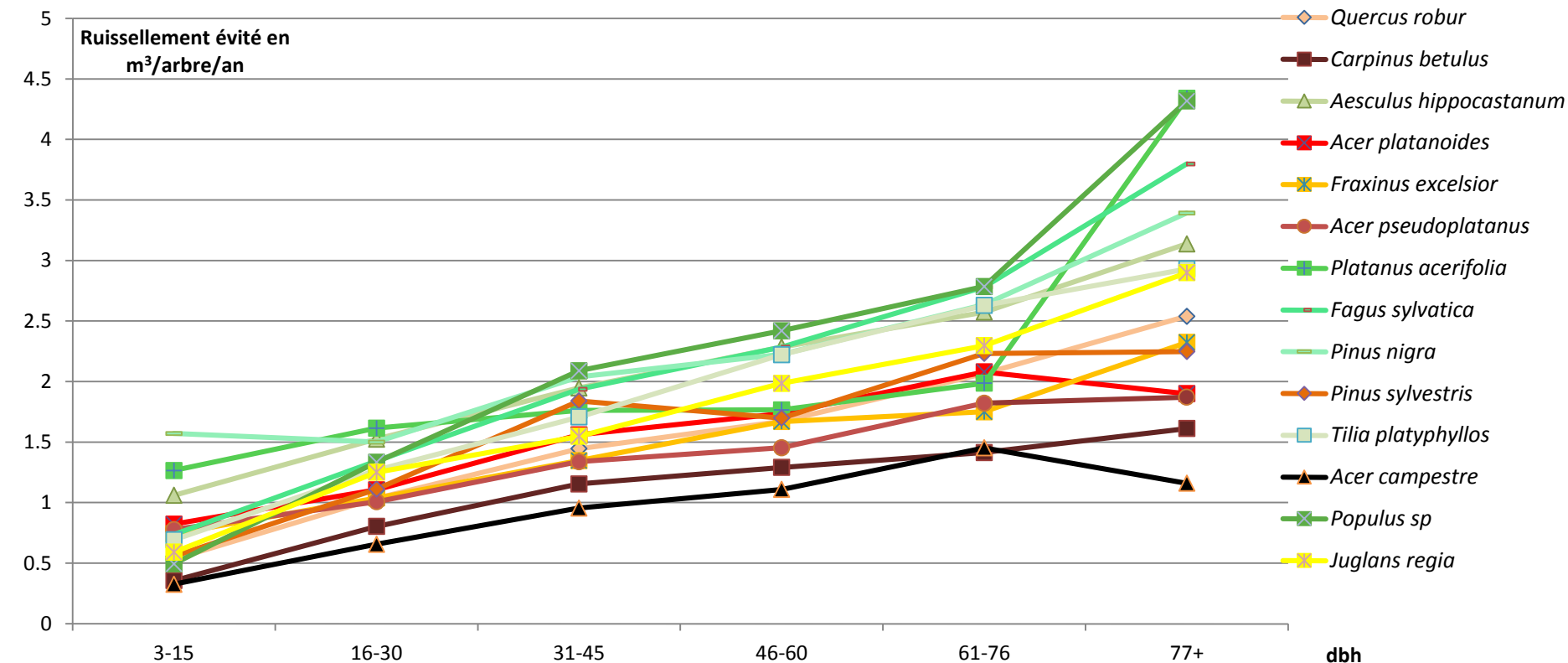
**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

CO₂ moyen par arbre:



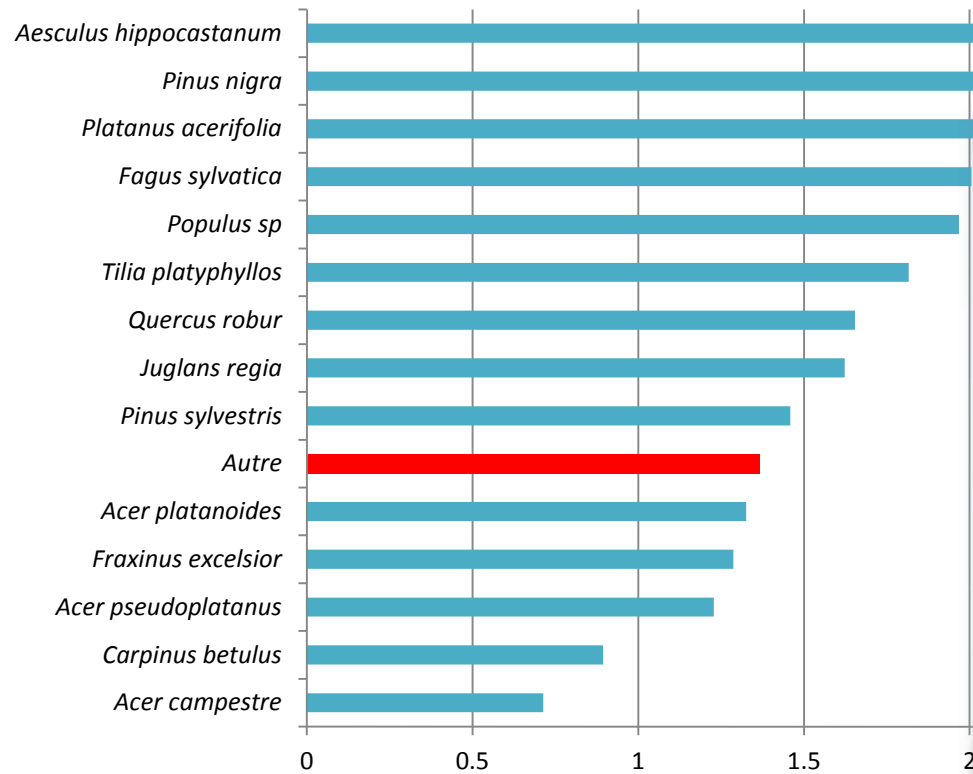
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Évitement du ruissellement moyen par arbre:



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Évitement du ruissellement moyen par arbre:



Surface foliaire paramètre clé

Espèce	m³ eau/an/arbre
Douglas	4.32
Cèdre de l'Himalaya	6.18
Cèdre de l'Atlas	7.89
Cèdre du Liban	11.5



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Capture moyenne de polluants atmosphérique par arbre:

POLLUANTS	Milieu urbain	Milieu suburbain	Milieu rural
DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂)			
OZONE (O ₃)			
PARTICULES FINES (PM10)			
DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)			
MONOXYDE DE CARBONE (CO)			
RETOMBÉES DE POUSSIÈRES			

LÉGENDE :

Etat 2014 :

= VLI OPair respectée

= VLI OPair respectée, mais immissions proches de la VLI

= VLI OPair non respectée. Immissions excessives

Tendance 2007-2014 :

= Amélioration

= Stabilisation

= Dégradation

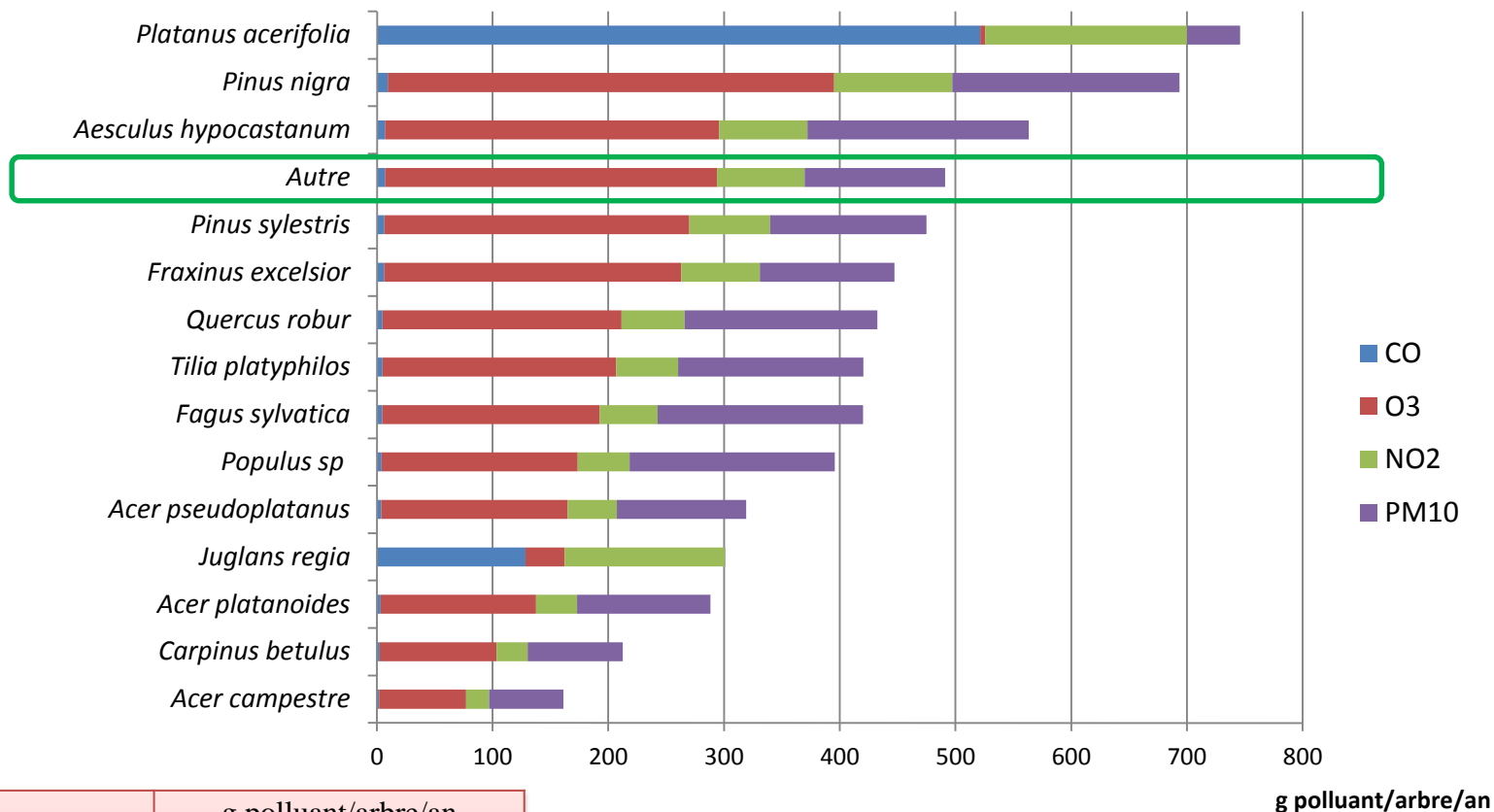
Bilan de la pollution de l'air par zone et par polluant, pour l'année 2014 ainsi que l'évolution sur la période 2007-2014

Rapport ropag 2013

CO, NO2, PM10 et O3



Capture de polluants atmosphérique moyen par arbre:



Espèce	g polluant/arbre/an
Séquoia	2755.4
Cèdre de l'Himalaya	2870.6
Douglas	3410.4
Cèdre de l'Atlas	3653.4
Genévrier	4196.4
Cèdre du Liban	5359.7

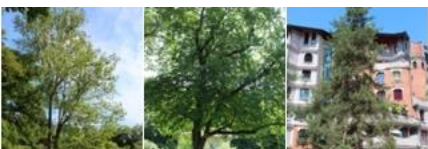
Surface foliaire paramètre clé



Y a-t-il des différences entre essence en fonction des SE rendus?

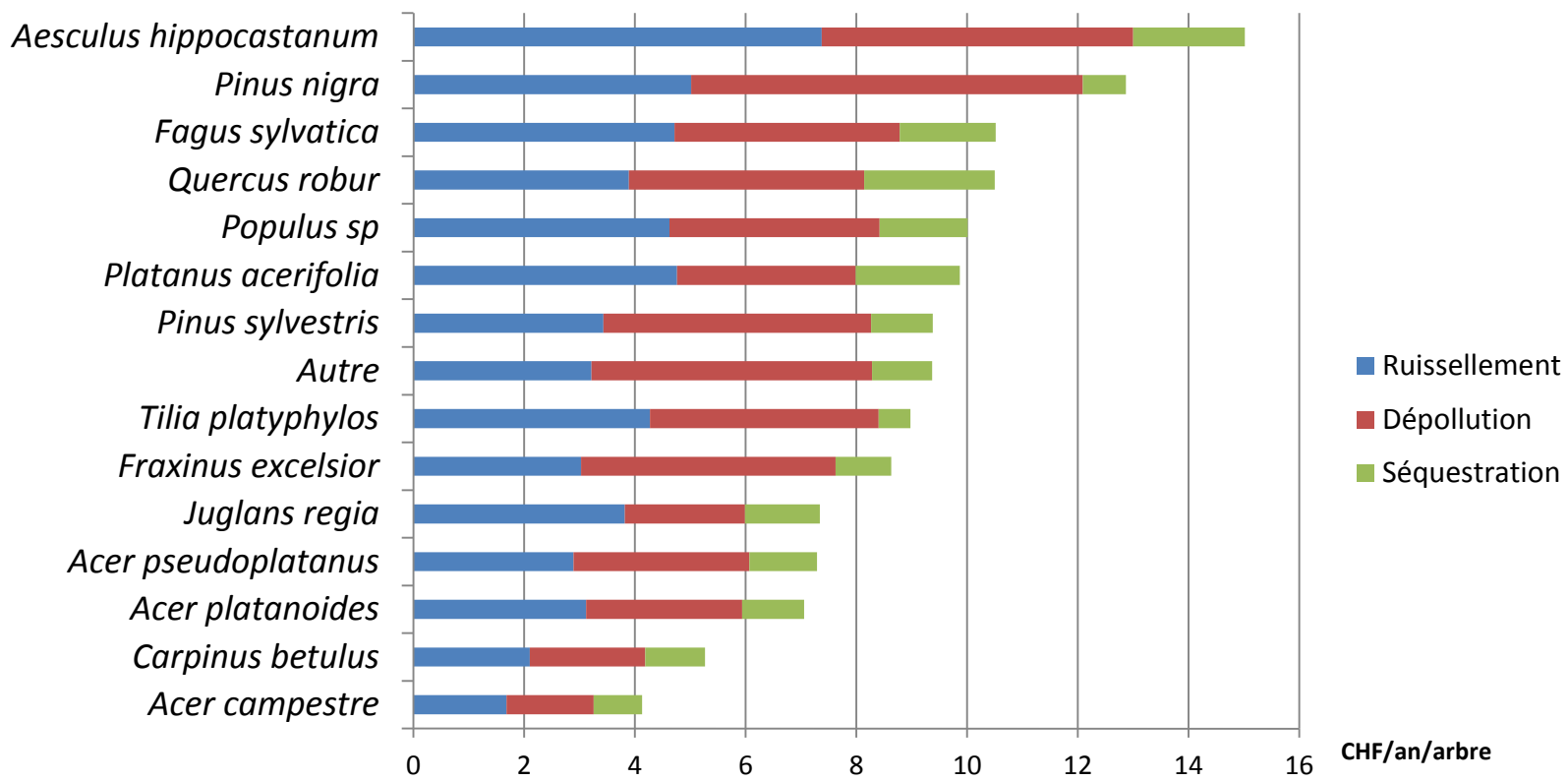
Somme des SE rendus par essence (classification de 1 (SE fort) à 15 (SE faible))

Espèces	Stock Co2	Seq Co2	Ruissellement	Dépollution	Total
<i>Aesculus hypocastanum</i>	2	2	1	3	8
<i>Platanus acerifolia</i>	4	3	3	1	11
<i>Quercus robur</i>	1	1	7	7	16
<i>Fagus sylvatica</i>	3	4	4	9	20
<i>Populus sp</i>	6	5	5	10	26
<i>Pinus sylestris</i>	7	9	9	5	30
<i>Pinus nigra</i>	13	14	2	2	31
<i>Juglans regia</i>	5	6	8	12	31
<i>Autres</i>	8	10	10	4	32
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9	7	13	11	40
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	12	12	6	41
<i>Acer platanoides</i>	10	8	11	13	42
<i>Tilia platyphilos</i>	14	15	6	8	43
<i>Carpinus betulus</i>	12	11	14	14	51
<i>Acer campestre</i>	15	13	15	15	58



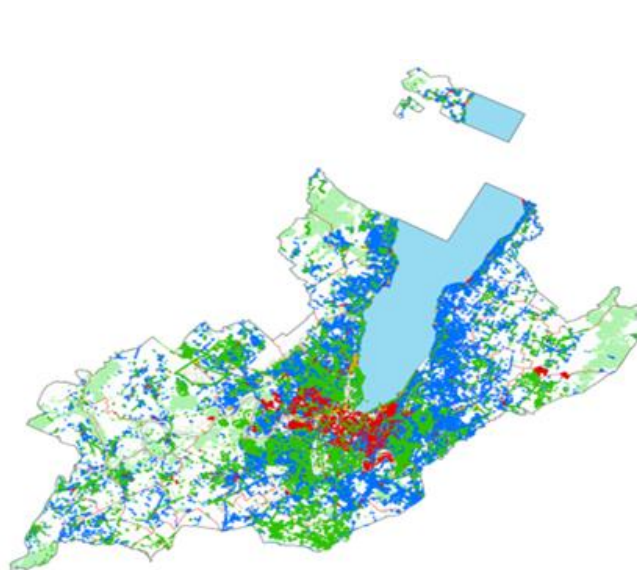
Comment changent les SE entre les essences majoritaires ?

Classement en terme de plus-value monétaire:





56 000 arbre i-Tree ECO



235 000 arbres isolés ICA



400 000 arbres isolés CANTON

Nbre arbres	Stock Co ₂ (tonne)	Séquestration Co ₂ (tonne/an)	Ruissellement (m ³ /an)	CO (kg/an)	O ₃ (kg/an)	NO ₂ (kg/an)	PM ₁₀ (kg/an)
56000	36112	852	81149	321	13277	3509	7348
47000	18833	545	56103	218	9015	2383	5123
297198	175148	4126	391597	1528	63214	16708	36143
399912	230093	5523	528849	2067	85506	22600	48614



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Nbre arbres	Séquestration Carbone (t/ha/an)	Ruissellement (m ³ /ha/an)	CO (kg/ha/an)	O3 (kg/ha/an)	NO2 (kg/ha/an)	PM10 (kg/ha/an)
399912	0.27	27.35	0.11	4.68	1.24	2.50

Nbre arbres	Stock Co2 (tonne)	Séquestration Co2 (tonne/an)	Ruissellement (m ³ /an)	CO (kg/an)	O3 (kg/an)	NO2 (kg/an)	PM10 (kg/an)
56000	36112	852	81149	321	13277	3509	7348
47000	18833	545	56103	218	9015	2383	5123
297198	175148	4126	391597	1528	63214	16708	36143
399912	230093	5523	528849	2067	85506	22600	48614

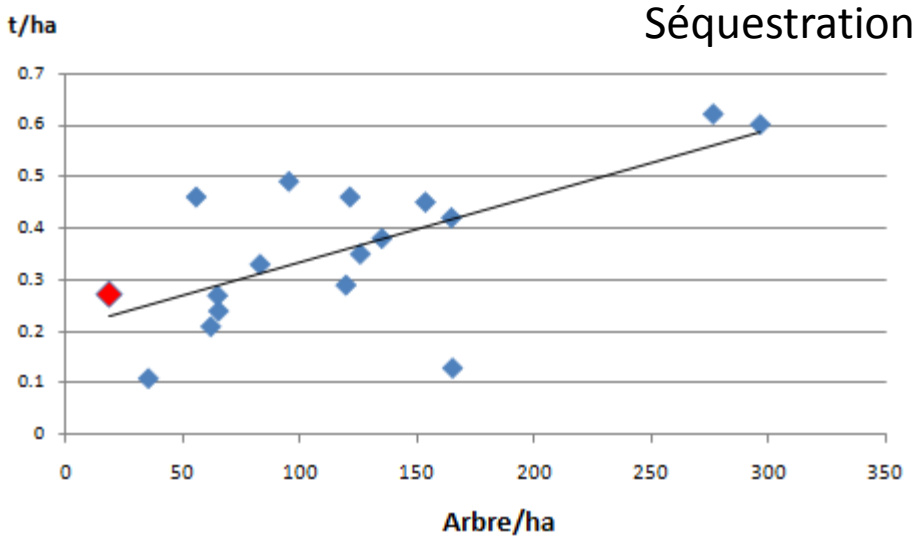
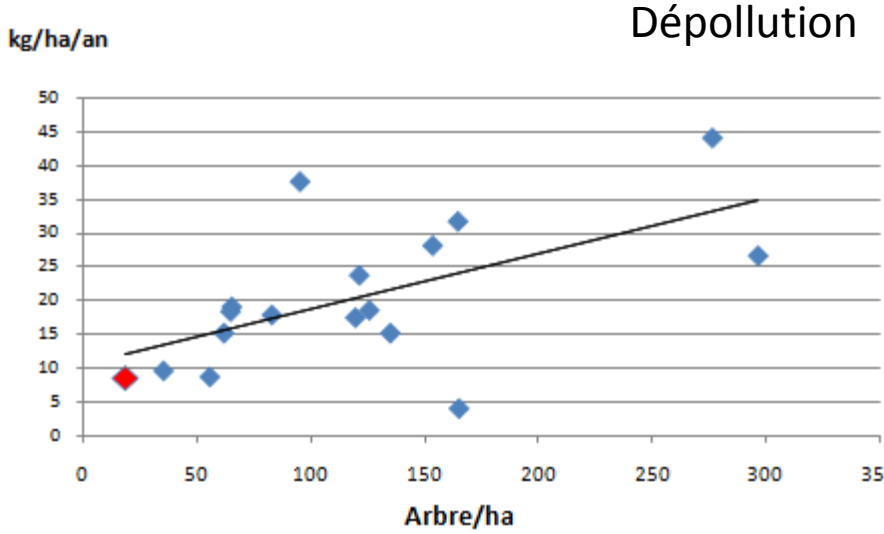


**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

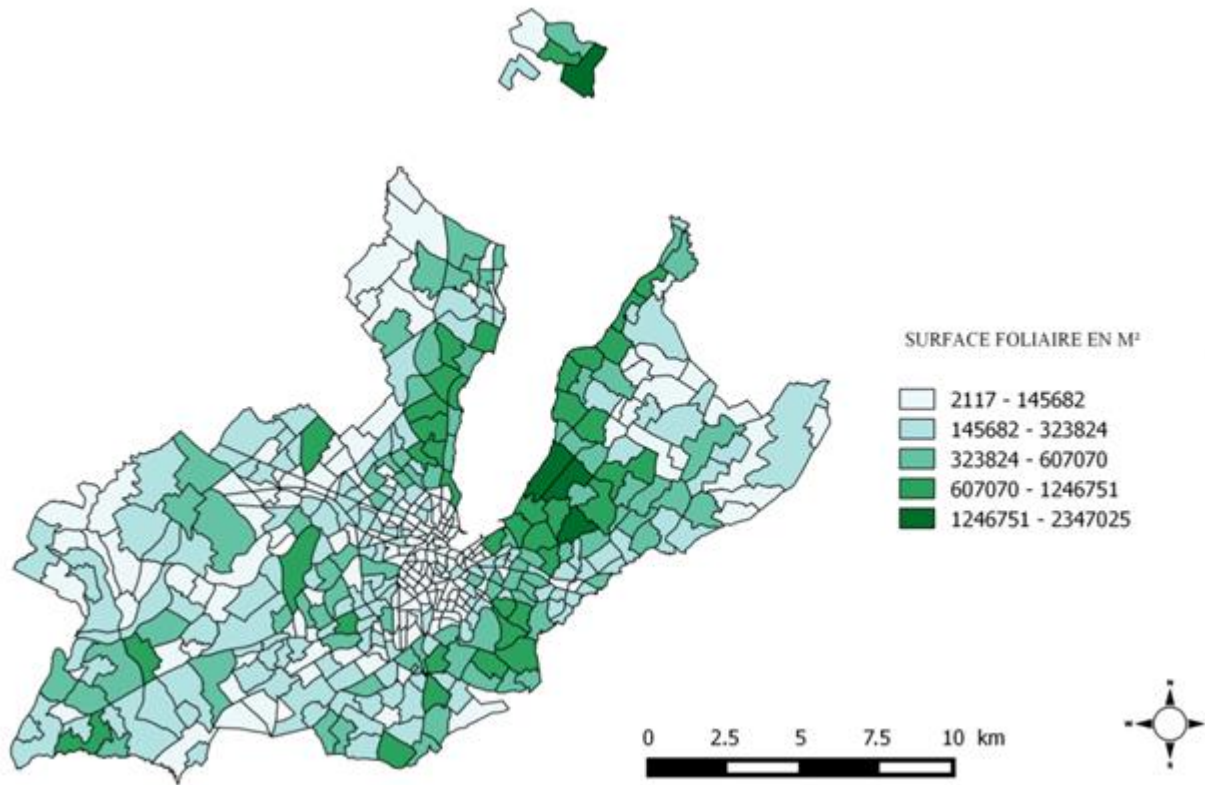
Ville	arbres/ha	Séq carbone (T/ha)	Dépollution (kg/ha)
Geneva, Switzerland	18.8	0.27	8.5
Jersey city, NJ	35.3	0.11	9.6
Edinburgh, UK**	55.6	0.46	8.7
Philadelphia, PA*	61.8	0.21	15.2
Minneapolis, MN*	64.7	0.27	18.4
New york, NY*	65.2	0.24	19.1
Boston, MA*	82.8	0.33	17.9
Freehold, NJ	95.1	0.49	37.7
Toronto, Canada*	119.4	0.29	17.5
Washington, DC*	121.1	0.46	23.8
Baltimore, MD*	125.5	0.35	18.6
Syracuse, NY*	134.7	0.38	15.2
Moorestown, NJ	153.2	0.45	28.2
Woodbridge, NJ*	164.3	0.42	31.8
Calgary, Canada*	164.8	0.13	4
Atlanta, GA*	275.8	0.62	44.2
Morgantown, WV*	295.8	0.6	26.7

*source usda forest service, ** source rapport Edinburgh 2012

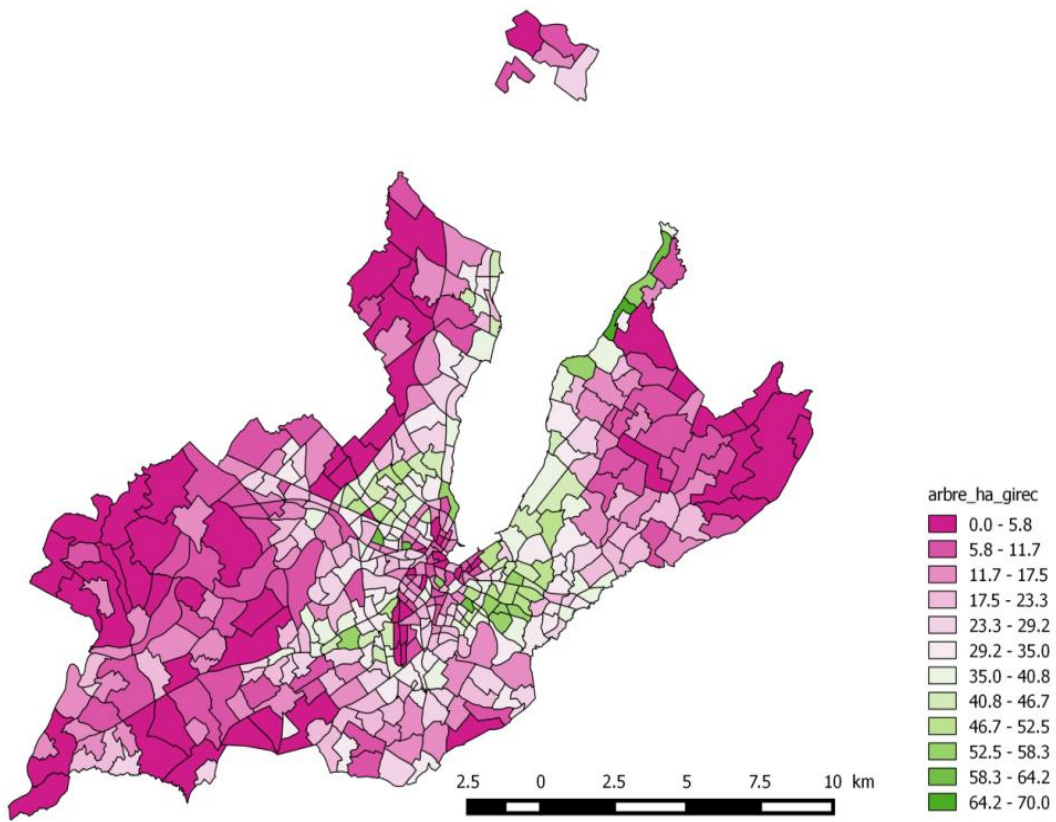
Ville	Stock CO ₂ kg/arbre	Séq CO ₂ (kg/arbre/an)
Genève	575	13.8
Szeged	410.8	14.01
Zürich	348.9	12.97
Bolzano	377.4	12.1



Y a-t-il des disparités entre les SE sur le territoire ?

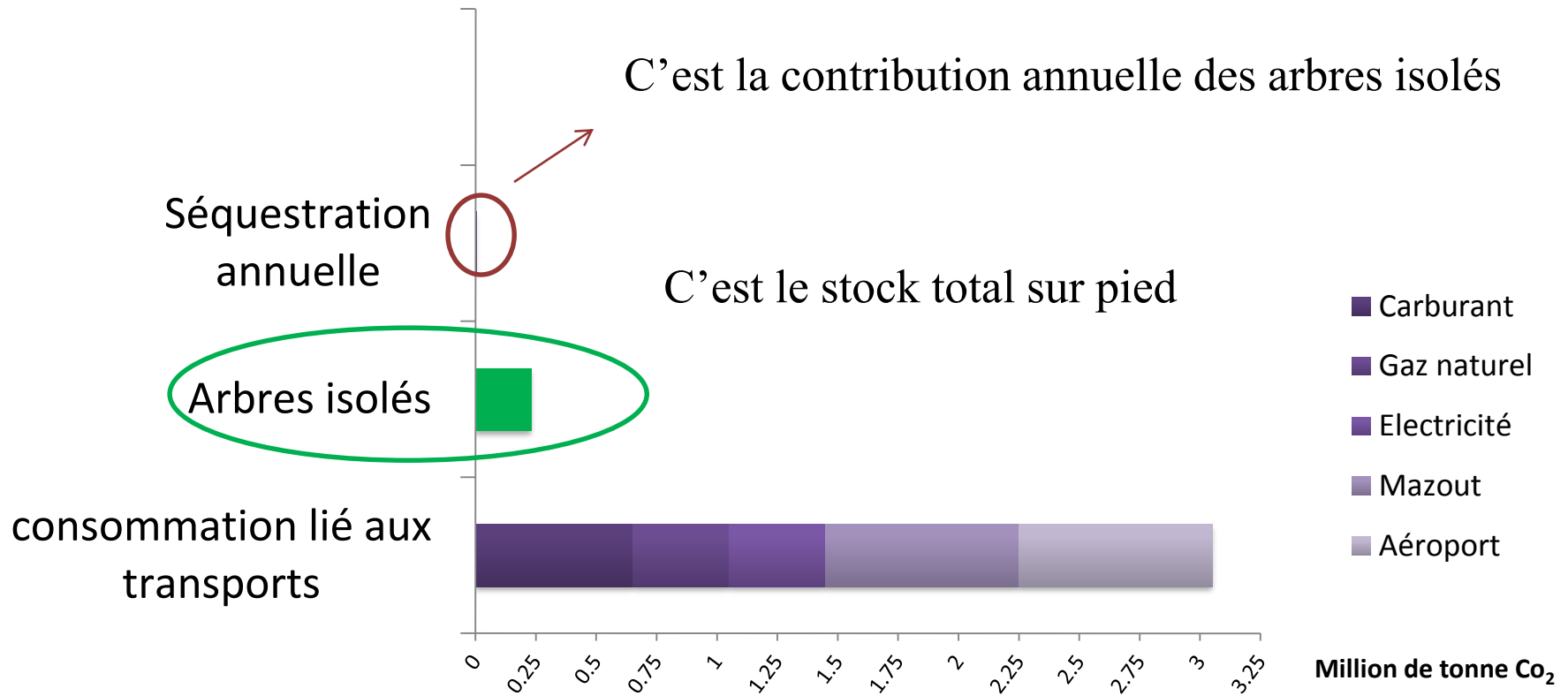


Y a-t-il des disparités entre les SE sur le territoire ?



Que représentent ces 3 services sur le canton ?

Ces chiffres dans le contexte genevois : Emission de CO₂ annuel



Sources:

OFEV, émission de Co₂ par habitant

Indicateurs du développement durable, statistiques genevoise

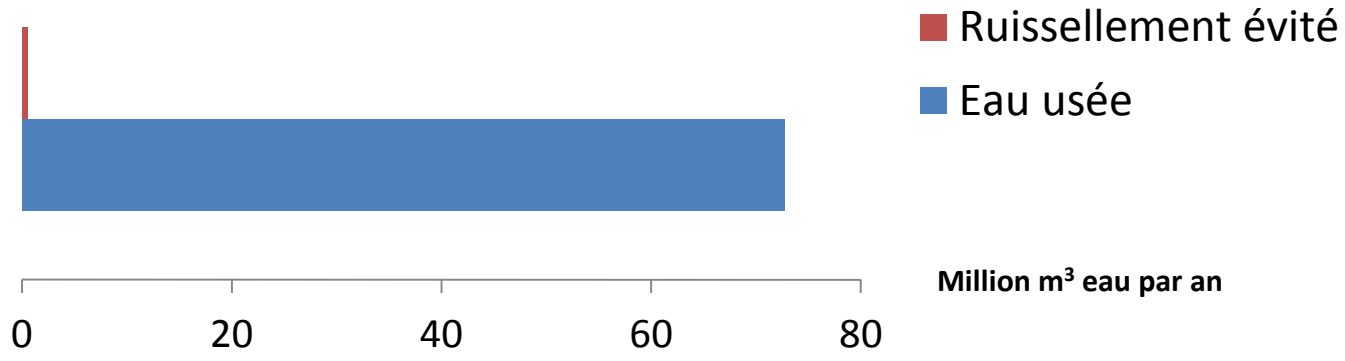
Plan climat Cantonal, NOE 21



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Evitement du ruissellement et dépollution

Débit du Rhône 251 m³ /s à la sortie du lac. —→ 35 min d'écoulement.



10 165 km parcourus en moyenne par an par genevois

les arbres séquestrent annuellement l'équivalent de :

- Emission de CO de 355 genevois,
- Emission de PM10 de 83 963 genevois
- Emission de NO2 de 3768 genevois



Sources:
Indicateurs du développement durable, statistiques genevoise
Micro recensement mobilité et transports (2010); Office fédéral de la statistique
Normes retenus par km parcouru en voiture : (http://www.enquetemobilite.irisnet.be/static/impact_fr.pdf)



Monétarisation:

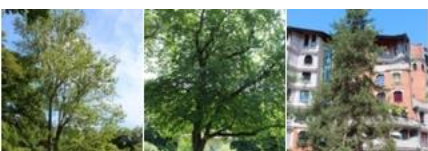
valeur d'échange de la tonne de CO₂ (actuellement autour 84 chf), On estime donc à **464 00 CHF** l'apport en termes de séquestration du carbone annuelle.

1m³ d'eau intercepté équivaut à 2,351 chf d'économie. Pour 528849 m³ d'eau de ruissellement évités annuellement c'est **1 243 324 CHF d'économie**.

polluant	Massicotte 2014 (\$)	Baro et al 2014 (\$)	itreeeco (chf)
CO	1143	1407	1615
NO2	7877	9906	11375
O3	7857	9906	11375
PM10	5260	6614	7594

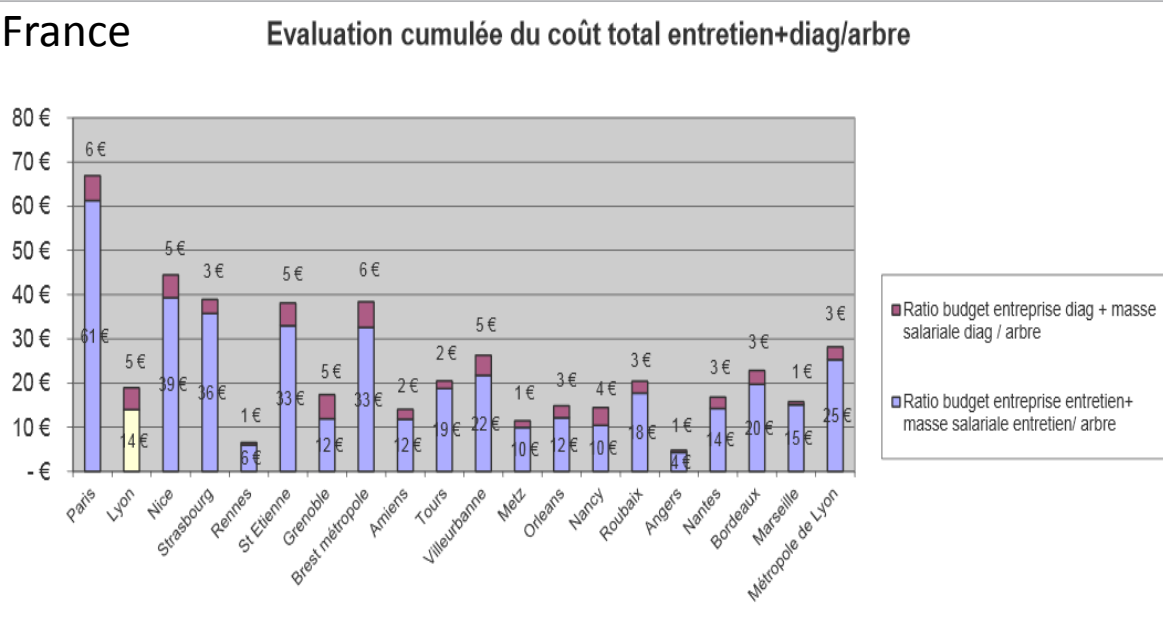
Les polluants capturés annuellement correspondent à une économie en termes d'amélioration de la santé, maladies évitées, amélioration de la qualité de l'air de **1 602 298 CHF**.

3 310 00 CHF de bénéfice pour les 400 000 arbres soit en moyenne **8.5 CHF/arbre/an**



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Estimation des coûts :



Lausanne

Année	Total en francs	Nbre arbres	Prix par arbre
2010	fr. 203'332.00	1313	fr. 154.86
2009	fr. 244'007.00	1323	fr. 184.43
2008	fr. 203'693.00	1332	fr. 152.92
2007	fr. 171'635.00	1342	fr. 127.89
2006	fr. 177'048.00	1344	fr. 131.73
2005	fr. 163'607.00	1345	fr. 121.64

MOYENNE fr. / arbre / an fr. 145.58

fourchette de coût (24 euros/arbre à 145CHF)

40 000 arbres sur le domaine public (SEVE)

Coût entre 1 056 000 et 5 800 000 CHF.

ratio de 3.13 :1 pour Genève (24€/arbre) ou 0.57 :1 (145 CHF/arbre).

Pour 1 franc investi, c'est donc entre **0.57 et 3.13 CHF de bénéfice** en prenant en compte seulement 3 services.



Comment changent les SE entre les essences majoritaires ?

Type	Stock de carbone (kg)	Séquestration (kg/an)	Ruissellement (m ³ /an)	CO (g/an)	O3 (g/an)	NO2 (g/an)	PM10 (g/an)
feuillu	676	16.3	1.22	0.0053	1.69	0.45	0.85
conifère	479	9.3	2.71	0.0279	8.17	2.16	1.79

- Les conifères semblent être de bon candidat dans l'évitement du ruissellement du fait de la présence continue des aiguilles
- Les feuillus doivent être préférés pour la séquestration du carbone
- Les essences fournissent un service de dépollution varié, certaines sont spécialistes d'un ou plusieurs polluants.
- **La surface foliaire et le nombre d'arbres sont des paramètres clés.**



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Conclusion :

Ces 3 services de régulation apportent relativement peu de bénéfice par comparaison à la consommation genevoise.

Mais reste toutefois positif (rapport coûts-bénéfices certainement supérieur à 1)

Non prise en compte des services qui ont le plus de valeur

- esthétique, paysager, spirituel
- récréationnel

Gestionnaire ne prennent pas en considération > priorité esthétique, sécuritaire, facilité de gestion

Différences entre essences > optimisation des choix d'essence possible

Hétérogénéité sur le territoire > combler les inégalités ?

Très certainement essayer d'aller estimer la plus value apportée par les forêts.



INTRODUCTION



METHODE



RESULTATS



CONCLUSION

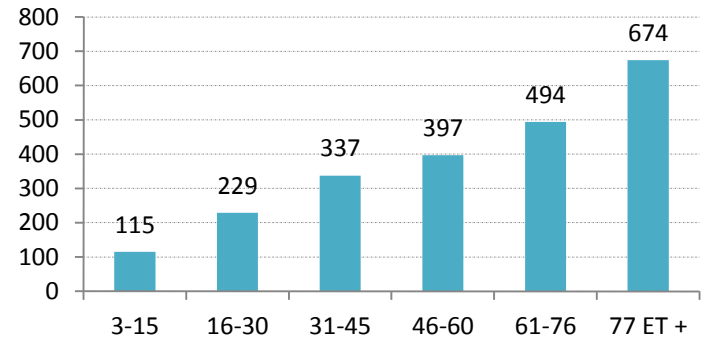


Merci de votre attention

Prise en compte l'ensemble des arbres isolés du canton:

DBH (CM)	Carbon Storage (kg) per tree		Gross Carbon Seq (kg/yr) per tree	
1-15	18	+/- 12	3	+/- 1
16-30	97	+/- 49	7	+/- 3
31-45	304	+/- 111	13	+/- 4
46-60	650	+/-220	20	+/- 7
61-76	1218	+/-406	31	+/-12
77+	3353	+/-1563	46	+/- 23

■ Leaf Area (m2) **Moyenne Leaf Area (m2) par classe de dbh**



- CO $0.02175 * SF - 1.29135$
- NO2 $0.2378 * SF - 14.111$
- O3 $0.8997 * SF - 53.3891$
- PM10 $0.445 * SF - 12.3024$

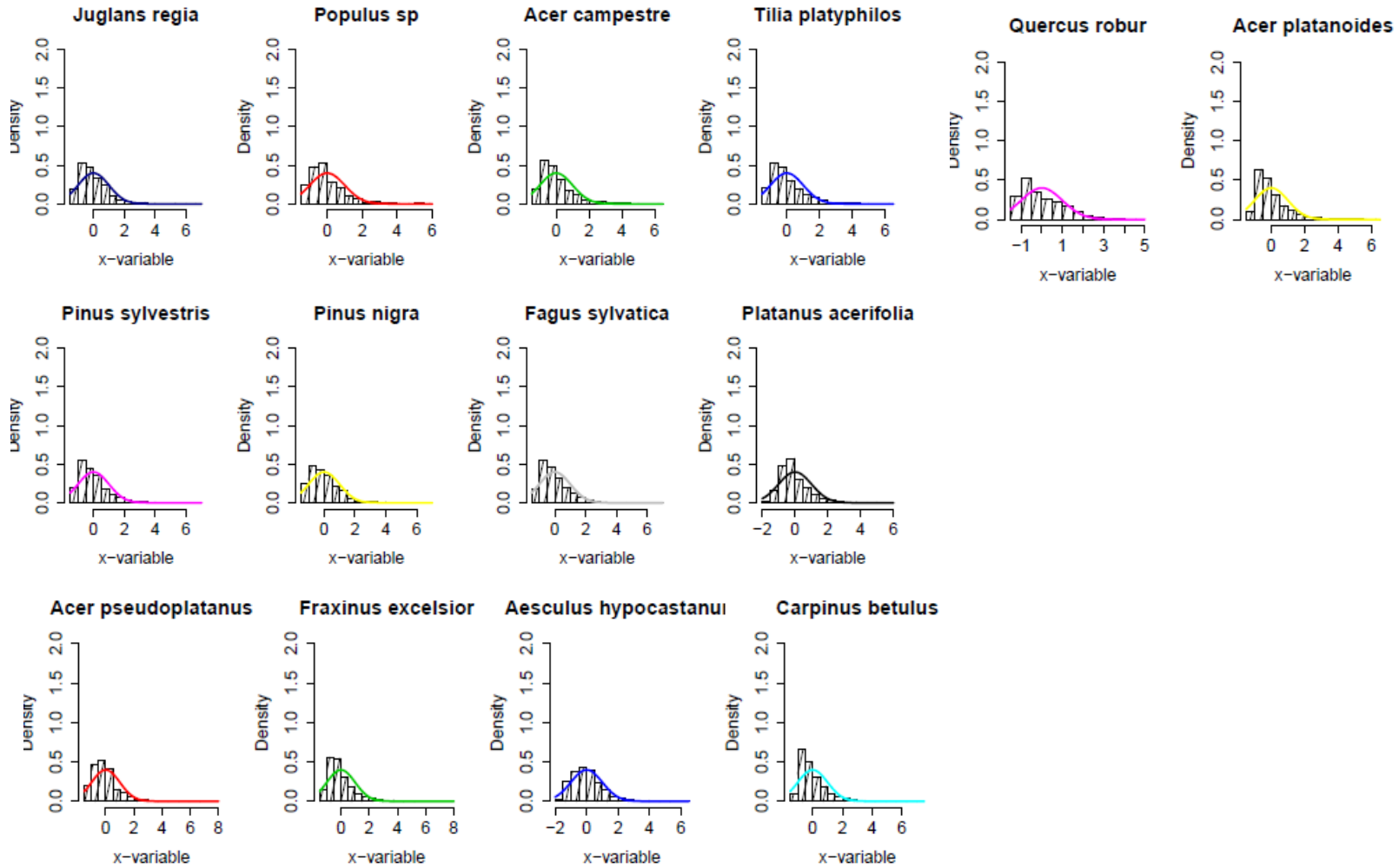
Avoided runoff = $0.0048 * SF - 0.113$

Validation des techniques d'extrapolation pour 47 043 autres arbres ICA:

- **CO2** : Utilisation de la moyenne de stockage ou de séquestration par classe de dbh.
- **Ruissellement** : Utilisation de la moyenne de la surface foliaire par classe de dbh, puis l'utilisation de la formule de régression 1.
- **Pollution**: Utilisation de la moyenne de la surface foliaire par classe de dbh, puis l'utilisation de la formule de régression 2 pour chaque polluant.



DISTRIBUTION DES POPULATIONS



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**