



HAL
open science

Évolution du patrimoine arboré des collectivités : les inventaires source potentielle pour des indicateurs de nature en ville

Barbara Ragueneat

► **To cite this version:**

Barbara Ragueneat. Évolution du patrimoine arboré des collectivités : les inventaires source potentielle pour des indicateurs de nature en ville. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02346702

HAL Id: dumas-02346702

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02346702>

Submitted on 5 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire : 2018 - 2019

Spécialité/Mention :

Paysage

Spécialisation/Parcours :

Génie de l'environnement - Préservation
Aménagement des Milieux et Ecologie
Quantitative (GE-PAMEQ)

Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement ( tudiant arrivé en M2)

Evolution du patrimoine arboré des collectivités: les inventaires source potentielle pour des indicateurs de nature en ville.

Par : Barbara RAGUENET



Soutenu   Rennes le 19 septembre 2019

Devant le jury composé de :

Président : Didier LE COEUR

Maître de stage : Pauline LA LLE

Enseignant r f rent : Jacques HAURY

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Pierre BAZIN,

Ingénieur d'études, Bureau d'étude Aubépine

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»

disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier toute l'équipe de Plante & Cité de m'avoir si bien accueillie, intégrée et aidée. Merci d'avoir rendu ces six mois très agréables et enrichissants. Je remercie particulièrement Benjamin Pierrache et Bastien Vajou qui ont partagé leur bureau avec moi et m'ont soutenue durant ce stage. Merci à Benjamin pour son aide précieuse pour décrypter et retrouver le nom officiel de certaines essences.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont répondu à mes sollicitations au cours de l'étape de collecte des inventaires. Puis, dans une autre phase de l'étude, aux professionnels de l'arbre urbain, dont Corinne Bourgery, qui m'ont accordé des entretiens, je les remercie pour leurs réponses, leurs conseils et leurs disponibilités. Et enfin, je remercie les gestionnaires du patrimoine arboré des villes de Rennes, Agen et Versailles pour leurs réponses, leurs éclaircissements et leurs expertises sur le sujet.

Et bien sûr, je tiens à remercier particulièrement ma maîtresse de stage Pauline Laille pour sa bienveillance, ses conseils et son aide. Merci d'avoir été à l'écoute et très impliquée dans mon stage.

Également un grand merci à mes proches pour leurs relectures, parfois éprouvantes.

Table des matières

Introduction.....	1
I. Matériel et méthode.....	2
1.1 Obtention et présentation des inventaires de patrimoine arboré.....	2
1.2 Les données présentes dans les inventaires.....	3
1.1.1 Date de réalisation de l'inventaire.....	3
1.1.2 Précision de l'identification des essences.....	3
1.1.3 Localisation des arbres.....	4
1.1.4 Typologie des arbres inventoriés.....	5
1.1.5 Informations non exploitables.....	6
1.3 La construction d'un indicateur de nature en ville pertinent.....	6
II. Résultats.....	8
2.1 Les inventaires : un état des lieux du patrimoine arboré urbain actuel.....	8
2.1.1 Description de l'échantillon.....	8
2.1.2 Les genres prédominants.....	9
2.1.3 Diversité du patrimoine.....	10
2.1.4 Influence de la typologie.....	11
2.1.5 Influence des domaines bioclimatiques.....	12
2.2 Quels indicateurs de nature en ville construire pour guider l'aménagement de la ville de demain : Les cas de Rennes, Versailles et Agen.....	13
2.2.1 Evolution du nombre d'arbres d'Alignement entre 2007 et 2017.....	14
2.2.2 Evolution de la composition du patrimoine arboré urbain.....	14
2.2.3 Les genres prédominants.....	15
2.2.4 La répartition des arbres dans la ville.....	16
III. Analyse et Discussion.....	22
3.1 Une tendance à la diversification.....	22
3.2 Une faible influence de la typologie.....	23
3.3 Des spécificités méditerranéennes.....	24

3.4 Evolution du patrimoine arboré en lien avec les spécificités de chaque territoire.....	24
3.5 Répartition des arbres.....	27
3.6 Pertinence d'un indicateur en nombre d'arbres par habitants.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	31
Annexes.....	33

Liste des Figures :

Figure 01 : Fréquence relative (%) de la précision de l'identification des essences au sein de l'échantillon.....	4
Figure 02 : Représentation des arbres inventoriés selon leur typologie.....	6
Figure 03 : Fréquence relative (%) des types de collectivité en fonction du nombre d'habitants au sein de l'échantillon.....	8
Figure 04 : Répartition spatiale des collectivités composant l'échantillon.....	9
Figure 05 : Evolution du nombre d'arbres d'Alignement inventoriés à Rennes, Versailles et Agen.....	14
Figure 06 : Evolution du nombre de genres différents au sein des arbres d'Alignement de Rennes, Versailles et Agen.....	15
Figure 07 : Évolution des genres prédominants des arbres d'Alignement de Rennes, Versailles et Agen.....	15
Figure 08 : Carte de la répartition des arbres d'Alignement de Versailles en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS.....	18
Figure 09 : Carte de la répartition des arbres de Rennes en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS.....	19
Figure 10 : Carte de la répartition des arbres d'Agen en 2018 en fonction du nombre d'habitants par IRIS.....	20
Figure 11 : Carte de l'évolution par IRIS du nombre d'arbres pour 10 habitants à Versailles entre 2007 et 2017.....	21
Figure 12 : Photo de la Place de Bretagne à Rennes en 2008 et en 2018.....	25
Figure 13 : Photo de l'Avenue de Paris à Versailles.....	26
Figure 14 : Vue aérienne du quartier Les Mottais à Renne.....	27

Liste des Tableaux :

Tableau 01 : Répartition des inventaires selon leur âge.....	3
Tableau 02 : Répartition de l'échantillon selon le type de localisation.....	4
Tableau 03 : Tableau de la typologie utilisée.....	5
Tableau 04 : Tableau d'attribution de la typologie selon l'adresse mentionnée.....	5
Tableau 05 : Nombre d'arbres pour 10 habitants selon le type de collectivité.....	7
Tableau 06 : Répartition de l'échantillon au sein des différents domaines bioclimatiques français.....	9
Tableau 07 : Genres dont la fréquence moyenne dans les 66 inventaires comportant des arbres d'Alignement est supérieure à 1%.....	10
Tableau 08 : Variation dans le nombre de genres par collectivité.....	10
Tableau 09 : Nombre d'espèces et de variétés des genres prédominants.....	11
Tableau 10 : Genres dont la fréquence pour les arbres de Cimetière est supérieure à 1%.....	12
Tableau 11 : Genres dont la fréquence moyenne dans le domaine méditerranéen est supérieure à 1%.....	13
Tableau 12 : Nombre d'arbres d'Alignement pour 10 habitants à Rennes et Versailles selon la catégorie de l'IRIS.....	16
Tableau 13 : Nombre d'arbres pour 10 habitants à Rennes et Agen selon la catégorie de l'IRIS.....	17
Tableau 14 : Nombre d'arbres pour 10 habitants à Versailles en 2007 et 2017.....	22

Liste des Annexes :

Annexe I Exemples d'arbitrage avec différents « niveau de confiance » du Matcheur Végébase.....	33
Annexe II Liste des genres recensés au sein de notre échantillon et de leurs fréquences moyennes...	34
Annexe III Carte de l'occupation des sols et des arbres d'Alignement à Versailles.....	35
Annexe IV Carte de l'occupation des sols et des arbres inventoriés à Agen.....	36
Annexe V Evolution des surfaces foliaires sur la place de Bretagne à Rennes.....	37
Annexe VI Capture d'écran des données pour Rennes du site « nosvillesvertes ».....	38
Annexe VII Capture d'écran des données pour Agen du site « nosvillesvertes ».....	39
Annexe VIII Capture d'écran des données pour Versailles du site « nosvillesvertes ».....	40

Introduction

L'importance des arbres et des espaces verts publics en milieu urbain a été démontrée dans de nombreuses études depuis quelques décennies. En évapotranspirant et en ombrageant les surfaces, les arbres contribuent à l'abaissement des températures locales (Nowak et al., 2007). À ces considérations climatiques, s'ajoutent des effets sur le bien-être des citoyens et sur leur santé. Les espaces boisés urbains contribuent à la bonne santé physique des habitants en offrant des lieux propices à la tenue d'activités physiques ou de plein air. Ils favorisent aussi l'équilibre psychique des citoyens, en leur fournissant un endroit à l'abri du stress de la ville, leur permettant le ressourcement et la détente. (Lessard et Boulfroy, 2008).

Ces bénéfices attribués à l'arbre urbain, conduisent toutes sortes de chiffres et de recommandations à apparaître. Ainsi l'organisation américaine American Forests recommande un indice de canopée pour les villes de 40% quand le Plan Biodiversité fixe des objectifs compris entre 1 arbre pour 4 habitants et 1 arbre pour 10 habitants. (Huneau et Prevel, 2019 ; Comité interministériel Biodiversité, 2018). Tandis que d'après les chiffres issus du palmarès 2014 UNEP des villes les plus vertes de France au sein des 50 plus grandes villes françaises : le nombre moyen d'arbre par habitant est 0.2 et la surface moyenne d'espace vert à laquelle ont accès les habitants est de 31m² (Gourgand, 2015). La diversité de ces chiffres montre un réel besoin d'indicateurs de nature en ville face à la demande croissante des citoyens pour ces espaces.

Mais l'enjeu n'est pas seulement quantitatif : les collectivités réfléchissent aussi au choix des essences. Celui-ci n'est plus seulement lié à des critères esthétiques et de croissance mais à l'adaptation aux contraintes du site (sol, climat, eau) et l'anticipation du changement climatique en choisissant des espèces adaptées aux températures plus élevées. L'accent est aussi mis sur la diversification des essences, qui est importante pour favoriser la biodiversité et éviter la propagation de maladies et le recours aux traitements chimiques (Fournier, 2019).

Dans ce contexte d'amélioration de la prise en compte des arbres urbains, les inventaires de patrimoine arboré des collectivités prennent une nouvelle dimension. Cet outil de gestion devient une source de données potentielles pour l'étude de ce patrimoine. L'inventaire est un outil qui diffère d'une collectivité à une autre. Une étude préliminaire de Plante & Cité en 2016 sur les usages et les méthodes des inventaires a montré des variations dans les informations contenues dans les inventaires allant des informations quantitatives les plus basiques à des informations quantitatives et qualitatives (D'Audeville, 2016). Face à la complexité que représentent les inventaires en tant que source de

données, il a fallu se demander si l'on peut considérer **les inventaires du patrimoine arboré urbain comme une photographie des arbres urbains pour définir la ville de demain ?**

Les questions sous-jacentes à cette problématique sont les suivantes :

- L'étude des inventaires existants du patrimoine arboré urbain permet-elle caractériser son évolution de 2007 à aujourd'hui ?
- Les inventaires peuvent-ils mener à des indicateurs de nature en ville capable de guider l'aménagement ? Quel type d'indicateurs de nature en ville peut-on alors élaborer ?

Les hypothèses de travail pour répondre à ces questions se basent notamment sur les deux précédentes études sur les inventaires de patrimoines arboré menées par Plante & Cité, respectivement en 2007 sur le patrimoine arboré des alignements urbains et la répartition des essences, et 2016 :

- Les inventaires de patrimoine arboré sont une source de données adéquates pour caractériser l'évolution du patrimoine arboré urbain public.
- Les données d'inventaire peuvent permettre la création d'un indicateur en nombre d'arbres par habitant. Mais le croisement avec d'autres sources de données est nécessaire pour en faire un indicateur à même de guider l'aménagement.

Pour répondre à ces questions, le travail a commencé par l'obtention de versions actualisées ou d'inventaires de patrimoine arboré. Il a ensuite fallu explorer leur contenu et le comparer avec les résultats de 2007. En parallèle, une réflexion sur la construction d'un indicateur de nature en ville a été menée, prenant appui sur trois études de cas.

I. Matériel et méthode

1.1 Obtention et présentation des inventaires de patrimoine arboré

Cette thématique a déjà fait l'objet de plusieurs études chez Plante & Cité, en particulier :

Une première en 2007 sur le recensement du patrimoine arboré des alignements urbains et de la répartition des essences, qui avait mené à une cartographie de la répartition des essences à l'échelle du territoire français (Goumot, 2007). Et une seconde, préliminaire de l'étude actuelle, en 2016, avait permis de collecter 67 inventaires et d'en déterminer les méthodes de réalisation et usages. (D'Audeville, 2016)

Dans la continuité de ces études, le travail actuel doit permettre l'évolution des connaissances sur le patrimoine arboré urbain. La première étape a donc été de compléter et d'actualiser la collecte de données de 2016 par le biais d'un appel à contribution visant les collectivités.

- Collectivités ayant participé aux études de 2007 et 2016 pour leur demander si leur inventaire a été mis à jour et si c'est le cas de le transmettre (156 contacts).

- Collectivités adhérentes de Plante & Cité n'ayant pas participé aux deux études citées pour leur demander s'ils ont un inventaire et si c'est le cas de le transmettre (106 contacts). Cet appel à contribution a également été relayé dans la newsletter de Plante & Cité pour toucher le maximum de contacts.

L'appel à contribution s'est étalé sur plusieurs semaines avec des relances téléphoniques. Certaines collectivités ne nous ont jamais répondu, d'autres nous ont indiqué ne pas avoir d'inventaire ou ne pas l'avoir mis à jour depuis l'étude précédente. Au terme de cet appel à contribution nous avons obtenu un échantillon de 97 inventaires le plus à jour possible, incluant ceux collectés en 2016.

La seconde étape était l'uniformisation des fichiers et notamment des noms des essences d'arbres car d'une collectivité à une autre les inventaires ne sont pas organisés de la même façon et ne présentent pas les mêmes informations. Pour uniformiser les dénominations nous avons utilisé un outil de Plante & Cité : le « matcher Végébase » qui à partir de la liste des noms présents dans les inventaires renvoie les noms selon la nomenclature officielle, telle que compilée pour l'outil en ligne « Floriscope » (Annexe I). Cette étape a également permis d'identifier les synonymes et les coquilles au sein d'un même inventaire.

Il était nécessaire pour la suite de savoir quelles informations contiennent exactement les inventaires, et sont suffisamment présentes au sein de notre échantillon pour pouvoir être analysées par la suite.

1.2 Les données présentes dans les inventaires

1.2.1 Date de réalisation de l'inventaire

Le premier critère pour savoir si on garde un inventaire au sein de notre échantillon est sa date de réalisation. En effet, d'après des entretiens réalisés avec des professionnels de l'arbre urbain un inventaire de plus de 5 ans n'est plus représentatif du patrimoine arboré en place.

Tableau 1 : Répartition des inventaires selon leur âge

Age de l'inventaire	Plus de 10 ans	Entre 5 et 10 ans	Entre 5 et 3 ans	Moins de 3 ans	Total
Nombre d'inventaires au sein de l'échantillon	4	8	50	35	97

Pour la suite de l'étude, les 12 inventaires les plus anciens ont donc été exclus. Ainsi que 4 autres inventaires trop incomplets dans les données renseignées : soit le nombre d'arbres n'est pas renseigné soit c'est l'essence qui n'est pas renseignée. Finalement, notre échantillon est donc composé des 81 inventaires restants, issus de 75 communes et 6 EPCI.

1.2.2 Précision de l'identification des essences

On s'intéresse ensuite à la nature des données renseignées dans ces inventaires et notamment la précision avec laquelle les essences sont identifiées.

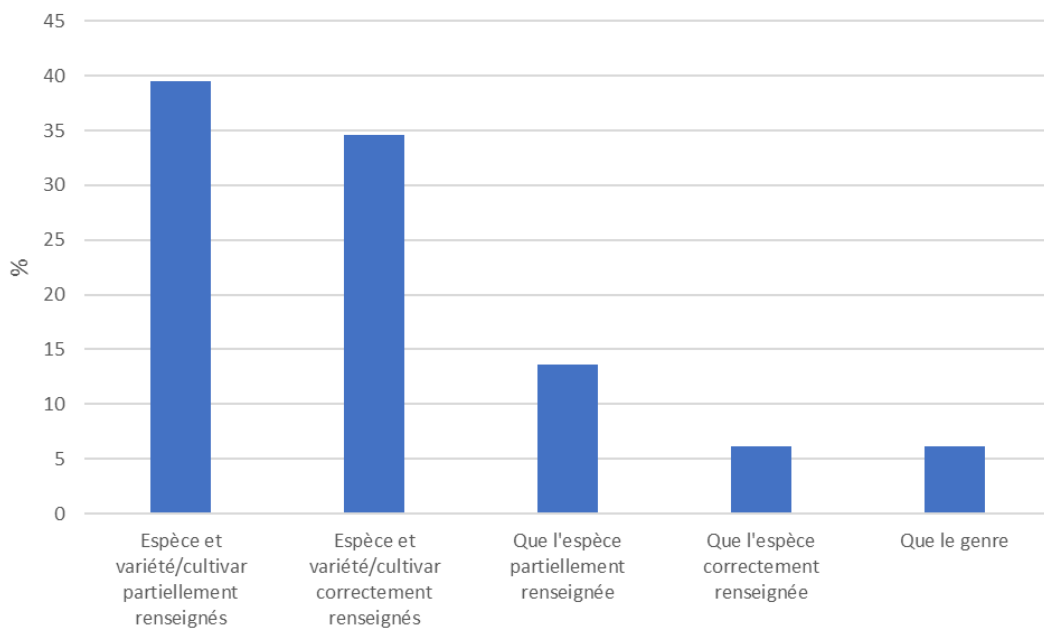


Figure 1 : Fréquence relative (%) de la précision de l'identification des essences au sein de l'échantillon

La plupart des inventaires sont renseignés jusqu'à l'espèce et la variété/le cultivar mais tous ne sont pas de façon complète. La catégorie « partiellement renseigné » signifie qu'au sein du même inventaire certaines essences sont identifiées jusqu'à la variété ou le cultivar et d'autres seulement par le genre. Cela influe sur l'analyse possible, le choix se porte donc sur un bilan par genre dans la continuité de l'étude de 2007.

1.2.3 Localisation des arbres

Autre donnée importante pour définir l'analyse : la localisation des arbres.

- Les arbres peuvent être localisés de manière groupée par leur adresse dans la ville (ex : X platanes dans telle rue, avenue, boulevard etc).
- Ils peuvent aussi être géoréférencés et donc localisés par des coordonnées GPS ou figurer au sein d'une couche SIG.

Tableau 2 : Répartition de l'échantillon selon le type de localisation

	Pas de localisation	Localisation par l'adresse	Géoréférencé	Total
Fréquence relative (%) au sein de l'échantillon	20	54	26	100

Les inventaires ayant une localisation par l'adresse restent majoritaires pour les collectivités rurales et les petites et moyennes collectivités ; en revanche pour les grandes collectivités la proportion d'inventaires géoréférencés est plus importante. Une explication à cela se trouve dans l'étude préliminaire de 2016. Dans les outils utilisés sur le terrain pour le repérage des arbres, le développement de l'outil SIG est expliqué par l'existence de logiciels permettant un relevé plus rapide sur le terrain. Ces derniers peuvent soit être créés par le service informatique de la collectivité, soit être achetés à une entreprise extérieure. (D'Audeville, 2016). Ce qui exige donc des moyens

assez importants et explique que pour l'instant les inventaires avec géoréférencement soient plutôt réservés aux grandes collectivités avec plus de moyens.

1.2.4 Typologie des arbres inventoriés

Tableau 3 : Tableau de la typologie utilisée

Typologie :
Alignement
Parcs, jardins et squares
Cimetieres
Ecoles, Petite enfance
Terrains sportifs
Espaces naturels et boisements
Non déductible

Les inventaires étant réalisés différemment par chaque collectivité, et ne disposant pas d'un protocole uniforme, il est important de savoir quels arbres sont inventoriés et donc sur quels arbres se base notre analyse.

Les arbres inventoriés ont été classés dans la typologie ci-contre, adaptée de celles employées dans les travaux antérieurs.

Celle-ci comprend une catégorie « Non déductible » pour tous les arbres dont l'inventaire ne mentionne aucune information sur la typologie ou la localisation.

Certains inventaires disposaient déjà d'une typologie similaire. Et pour d'autres le regroupement des arbres dans les différents types s'est basé sur l'adresse (tableau 4).

Tableau 4 : Tableau d'attribution de la typologie selon l'adresse mentionnée

Mentionné dans l'adresse	Type choisi
Avenue, Aéroport, Allée, Bibliothèque, Eglise, Boulevard, Camping, Carrefour, Esplanade, Entreprise, Centre Technique, HLM, Résidence, Parking, Place, Port, Promenade, Rue, Salle de fête, concert, Zone industrielle, commerciale	Alignement
Jardin, Lac, Parc, Plage, Square, Terrain	Parcs, jardins et squares
Centre de loisir, CLSH, Collège, Crèche, Ecole, Groupe scolaire, Pôle enfance	Ecoles, Petite enfance
Boulodrome, Terrain de pétanque, Centre nautique, Gymnase, Piscine, Stade, Stand de tir, Tennis	Terrains sportifs
Cimetière	Cimetières
Clairière boisée, Boisement, Etangs boisés	Espaces naturels et boisements
Pas d'adresse	Non déductible

Cela n'a malheureusement pas été possible pour 15 inventaires qui ont donc l'intégralité de leurs arbres dans la catégorie « non déductible » et ne sont pas comptabilisés dans la figure 2. Graphique où l'on observe une présence de la catégorie « Alignement » dans 100% des inventaires où la typologie est applicable et une prédominance des arbres d'Alignement¹ au sein de notre échantillon. Bien que cela reste vrai quel que soit le type de collectivités (rurales, petites, moyennes ou grandes),

¹ « arbres d'Alignement » fait référence ici à la catégorie « Alignement » de la typologie

la proportion d'arbres d'Alignement peut varier beaucoup d'un inventaire à un autre. Celle-ci variant, en effet, de 22% à 100% des arbres d'un inventaire.

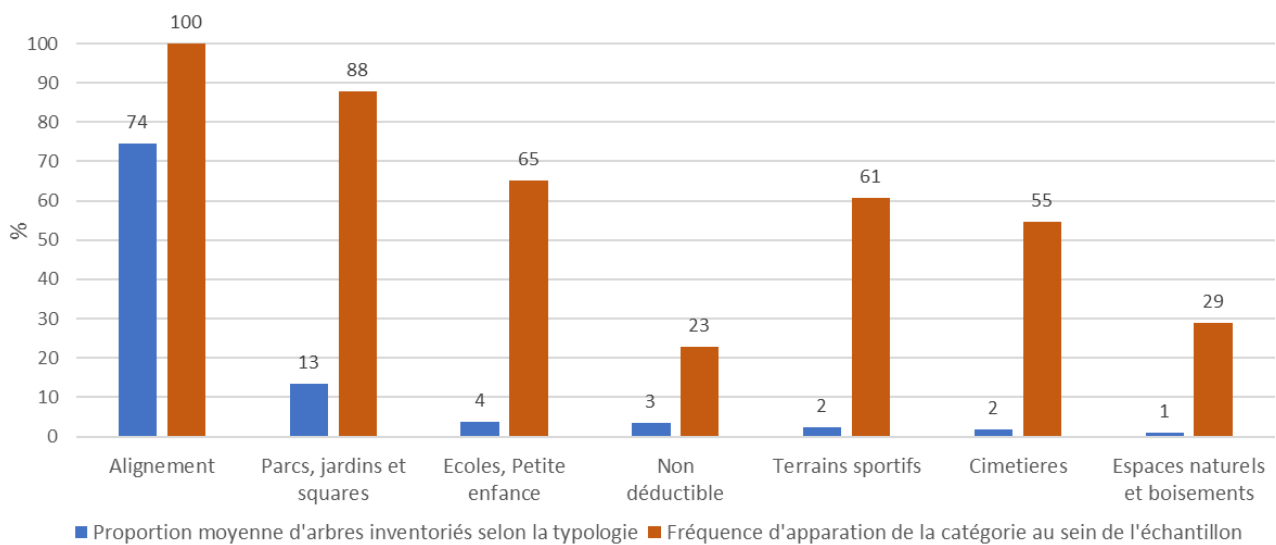


Figure 2 : Représentation des arbres inventoriés selon leur typologie et fréquence d'apparition de la catégorie

1.2.5 Informations non exploitables

Cette exploration de l'échantillon révèle que toutes les informations contenues dans les inventaires ne pourront pas être traitées. Les quatre informations suivantes : année de plantation, état sanitaire, renouvellement (si l'arbre doit être renouvelé prochainement ou dans les années à venir) et environnement (se composant la plupart du temps du type de revêtement du sol, du substrat, du pied d'arbre) sont renseignées dans trop peu d'inventaires pour être incluses dans les analyses (respectivement dans 9%, 12%, 6% et 12% des inventaires).

1.3 La construction d'un indicateur de nature en ville pertinent

Ces 81 inventaires et les données présentées, vont permettre de répondre à la première question que l'on se pose sur l'évolution du patrimoine arboré. Cependant, pour la seconde sur la construction d'un indicateur de nature en ville, il est nécessaire d'étudier le patrimoine arboré urbain plus finement en basculant à l'échelle du territoire.

L'indicateur envisagé au vu des recommandations du Plan Biodiversité est un indicateur de nombre d'arbres par habitant. L'objectif du Plan Biodiversité est de « conduire toutes nos villes et métropoles à atteindre une moyenne comprise entre 1 arbre pour 4 habitants et 1 arbre pour 10 habitants ». Soit entre 1 et 2,5 arbres pour 10 habitants (Comité interministériel Biodiversité, 2018). Le Plan Biodiversité ne mentionne pas de quel type d'arbres il est question dans ces chiffres : Ensemble des arbres de la ville ? Arbre du domaine public uniquement ? Prise en compte des arbres du domaine privé ? Notre réflexion se concentre ici sur les arbres du domaine public puisqu'ils sont les seuls à être gérés et inventoriés par les collectivités.

Au sein de notre échantillon on peut déterminer ces chiffres en nombre d'arbres pour 10 habitants pour plus de lisibilité.

Tableau 5 : Nombre d'arbres pour 10 habitants selon le type de collectivité

	Collectivités rurales	Petites collectivités	Moyennes collectivités	Grandes collectivités	Globale sur l'échantillon
Moyenne	5,8	2,3	1,6	1,1	1,8
Minimum	1,5	0,1	0,2	0,1	0,1
Maximum	12,0	5,3	4,6	2,3	12,0
Médiane	3,9	1,9	1,6	0,9	1,3
Nombre de collectivités	5	14	34	28	81

Ces chiffres sont cependant fortement à nuancer car :

- Chaque inventaire n'inventorie pas tous les arbres comme on l'a vu précédemment : les inventaires contiennent majoritairement les arbres d'Alignement.
- Ces chiffres ne montrent pas la disparité qui peut exister sur un territoire en termes d'accès à la nature pour les habitants or le Plan Biodiversité prévoit également de « développer l'accès des habitants aux espaces naturels » (Comité interministériel Biodiversité, 2018)

C'est pourquoi il est important de zoomer à l'échelle de la collectivité afin d'obtenir des informations plus précises. Dans ce cadre 3 études de cas, sur Rennes, Agen et Versailles, ont été réalisées. Le choix de ces collectivités s'est fait selon différents critères :

- Inventaires transmis en 2007 et de moins de 5 ans aujourd'hui : dans le but de pouvoir étudier l'évolution du patrimoine arboré sur environ 10 ans
- Avec des arbres géoréférencés : pour pouvoir faire une analyse cartographique de la répartition des arbres dans la ville, et observer les disparités dans l'accès aux arbres par les habitants selon les lieux.
- Comparables dans la précision de l'identification de l'essence.
- Comparables dans la typologie.
- Collectivités de tailles différentes : 2 moyennes et une grande.
- Prise de contact possible avec le service de gestion du patrimoine arboré : pour pouvoir avoir des explications possibles à l'évolution du patrimoine.

Pour ces études de cas, un croisement des données d'inventaire avec d'autres données sera nécessaire pour l'analyse cartographique :

- Données de recensement de l'INSEE découpées en IRIS afin d'étudier la répartition des arbres dans la ville par rapport à la population : l'accès aux arbres pour les habitants.

L'IRIS pour « Ilots Regroupés pour l'Information Statistique » est un découpage du territoire en mailles de taille homogène par l'INSEE. Les limites de ces îlots s'appuient sur les grandes

coupures du tissu urbain (voies principales, voies ferrées, cours d'eau...). Le nombre d'habitants par IRIS dont nous disposons est issu du recensement de 2015.

- Corine Land Cover de Copernicus sur l'occupation des sols et BD Topo de l'IGN afin d'expliquer la répartition des arbres dans la commune.

II. Résultats

2.1 Les inventaires : un état des lieux du patrimoine arboré urbain actuel

2.1.1 Description de l'échantillon

Répartition de l'échantillon selon le type de collectivités

Le seuil retenu pour la caractérisation des villes petites et moyennes est tiré des cadres chiffrés retenus par les associations des maires des villes petites et moyennes de France (Taulelle, 2010).

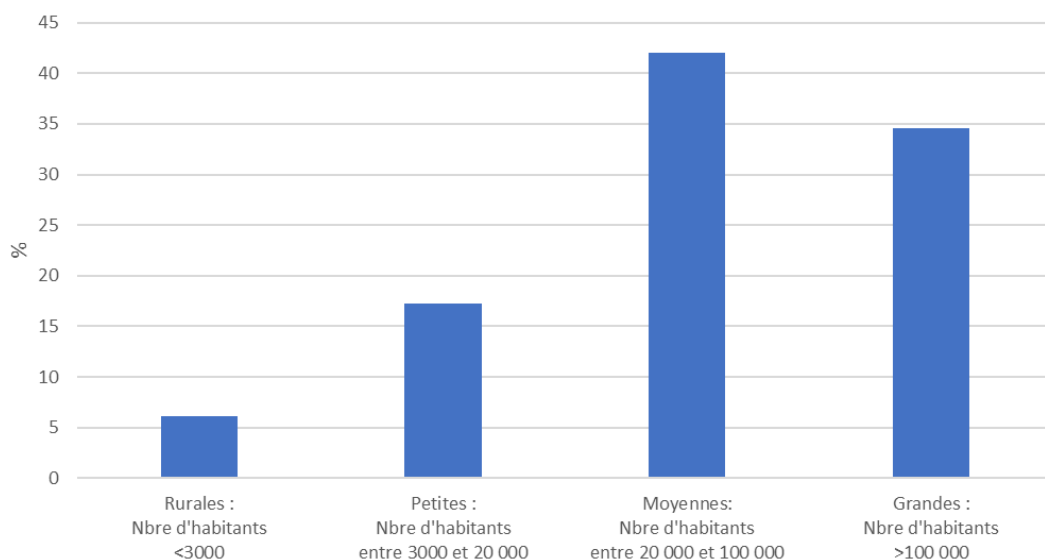
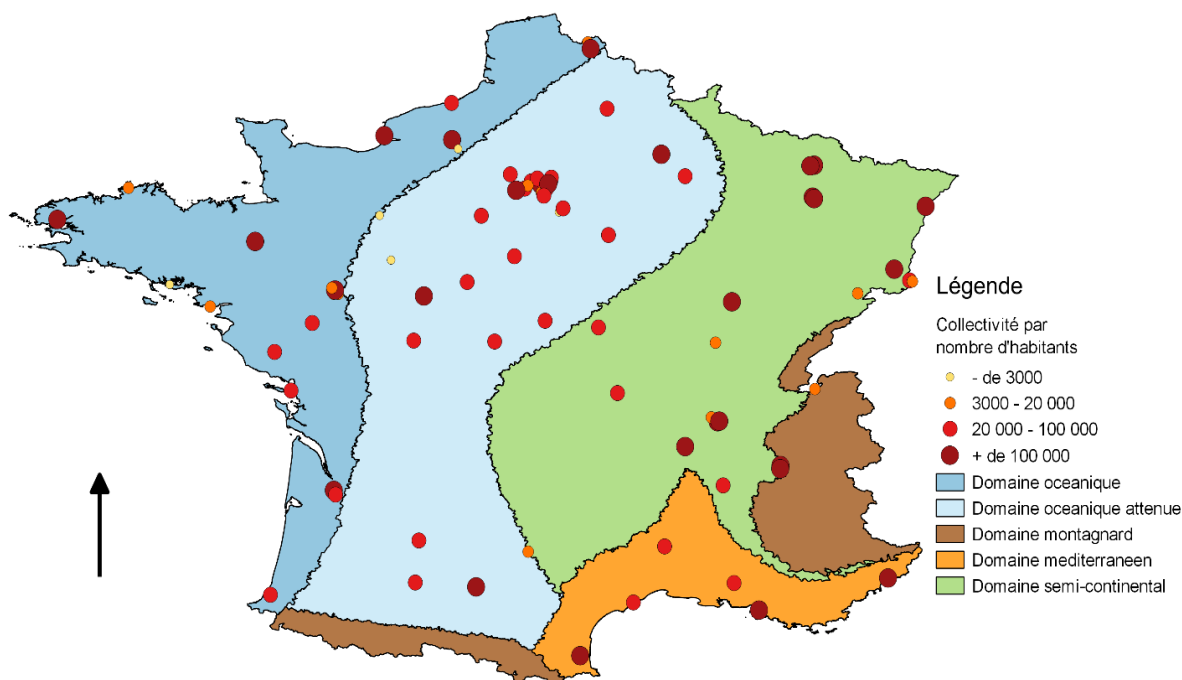


Figure 3 : Fréquence relative (%) des types de collectivité en fonction du nombre d'habitants au sein de l'échantillon

Les collectivités de taille moyenne représentant plus de 40% de l'échantillon l'étude sera plus représentative de ce type de collectivité que des autres. A noter tout de même au niveau de la représentativité de notre échantillon que sur les 41 « Grandes collectivités » françaises nous avons collectés 28 inventaires tandis que pour les « Moyennes collectivités » seuls 9% d'entre elles font partie de notre échantillon (INSEE, 2015).

Répartition de l'échantillon au sein des domaines bioclimatiques français

La France est constituée de 5 grands domaines bioclimatiques (Météo France), la répartition spatiale de notre échantillon au sein de ces domaines bioclimatiques n'est pas homogène comme on peut le voir ci-dessous.



1:3 010 291

Auteur : Barbara Raquet

Source : Carte des domaines bioclimatiques français
Météo France

Figure 4 : Répartition spatiale des collectivités composant l'échantillon

Tableau 6 : Répartition de l'échantillon au sein des différents domaines bioclimatiques français

	Domaine océanique atténué	Domaine océanique	Domaine semi-continentale	Domaine méditerranéen	Domaine montagnard
Fréquence relative (%) au sein de l'échantillon	41	26	22	7	4

Au vu de la répartition spatiale de notre échantillon les résultats seront surtout représentatifs des collectivités situées au sein du domaine bioclimatique océanique atténué.

2.1.2 Les genres prédominants.

Afin de pouvoir comparer les résultats actuels avec ceux de 2007, seuls les arbres de la catégorie « Alignement » sont pris en compte. Soit un échantillon réduit de 66 inventaires qui ont des arbres inventoriés dans cette catégorie.

A noter qu'en considérant l'ensemble des arbres de nos 81 inventaires sans distinction de typologie les résultats sont sensiblement les mêmes que ceux présentés dans le tableau 7. (Annexe II) Ce qui semble cohérent puisque les arbres d'Alignement, comme vu dans la première partie, sont les plus inventoriés.

Sur l'ensemble de ces 66 inventaires, on trouve 18 genres dont la fréquence moyenne est supérieure à 1% et présents dans plus de 63% des inventaires de l'échantillon. Ces genres représentent à eux-seuls près de 83% des arbres inventoriés. En 2007 on trouvait 17 genres prédominants qui représentaient près de 87% des arbres inventoriés. De même les fréquences ont évolué mais les genres

prédominants en 2007 sont les mêmes que ceux actuels à l'exception du genre *Sophora* qui ne fait plus parti des genres prédominants actuels (Goumot, 2007).

Tableau 7 : Genres dont la fréquence moyenne dans les 66 inventaires comportant des arbres d'Alignement est supérieure à 1%

Genre	Fréquence moyenne du genre pour les arbres d'Alignement au sein de l'échantillon	Min	Max	Médiane	Présence du genre au sein de l'échantillon (%)	Fréquence moyenne du genre dans les inventaires où il est présent
<i>Platanus</i>	14,1	0,0	37,4	13,0	93,9	15,0
<i>Acer</i>	13,9	0,0	34,7	12,5	97,0	14,3
<i>Tilia</i>	12,3	0,0	59,0	8,9	95,5	12,9
<i>Fraxinus</i>	5,4	0,0	20,4	4,4	92,4	5,8
<i>Prunus</i>	5,3	0,0	21,2	4,9	98,5	5,4
<i>Quercus</i>	5,0	0,0	31,0	2,1	95,5	5,2
<i>Pinus</i>	3,6	0,0	22,5	1,8	86,4	4,2
<i>Aesculus</i>	3,3	0,0	22,8	1,9	90,9	3,6
<i>Pyrus</i>	3,2	0,0	44,2	2,0	93,9	3,4
<i>Robinia</i>	2,9	0,0	30,5	1,6	92,4	3,1
<i>Carpinus</i>	2,7	0,0	17,4	2,0	89,4	3,0
<i>Betula</i>	2,2	0,0	8,7	1,5	84,9	2,6
<i>Populus</i>	2,1	0,0	10,1	1,1	83,3	2,5
<i>Malus</i>	1,6	0,0	30,0	0,7	83,3	2,0
<i>Celtis</i>	1,5	0,0	12,2	0,3	63,6	2,4
<i>Alnus</i>	1,3	0,0	6,4	1,0	83,3	1,5
<i>Gleditsia</i>	1,2	0,0	7,7	0,8	72,7	1,6
<i>Liquidambar</i>	1,1	0,0	7,2	0,6	81,8	1,3

Au sein de cette liste un trio de genres dominants se dégagent : *Platanus*, *Acer* et *Tilia* avec pour fréquence moyenne respective au sein de l'échantillon 14%, 14% et 12%. Ils sont présents tous les trois dans plus de 93% des inventaires. On peut noter qu'en 2007, l'étude donnait déjà ces 3 genres comme étant prédominants au sein des arbres d'alignement mais avec des fréquences plus élevées : 20%, 17% et 14%. Si on observe plus précisément ces 3 genres on constate également que les fréquences maximales sont plus faibles qu'en 2007, par exemple la fréquence maximale de *Platanus* est de 37% actuellement quand dans l'échantillon de 2007 on pouvait trouver une fréquence maximale de 62%. (Goumot, 2007).

2.1.3 Diversité du patrimoine

Sur l'ensemble de notre échantillon 346 genres différents ont été recensés. En moyenne une collectivité compte 65 genres différents au sein de son inventaire. Avec de fortes variations d'une collectivité à une autre :

Tableau 8 : Variation dans le nombre de genres par collectivité

Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane
65	18	195	57

Tableau 9 : Nombre d'espèces et de variétés des genres prédominants

Genre	Nombre d'espèces du genre	Nombre de variétés du genre
<i>Quercus</i>	90	34
<i>Prunus</i>	72	145
<i>Acer</i>	49	138
<i>Malus</i>	37	148
<i>Pinus</i>	37	25
<i>Betula</i>	24	22
<i>Tilia</i>	22	36
<i>Populus</i>	21	16
<i>Fraxinus</i>	18	37
<i>Aesculus</i>	16	12
<i>Celtis</i>	14	1
<i>Alnus</i>	12	7
<i>Pyrus</i>	12	78
<i>Robinia</i>	11	20
<i>Carpinus</i>	10	10
<i>Gleditsia</i>	5	8
<i>Liquidambar</i>	5	9
<i>Platanus</i>	5	11

En ce qui concerne les genres les plus représentés au sein de l'échantillon ils peuvent être source de diversité par leur caractère « multi-spécifique ». Pour reprendre le terme utilisé dans l'étude de 2007 « on entend par genre multi spécifique, les genres dont le nombre d'espèces recensées qu'il comprend est supérieur à 10 » (Goumot, 2007).

Comme le montre le tableau ci-contre, 15 des 18 genres prédominants sont multi-spécifiques. De plus, on retrouve sept des genres multi-spécifiques de 2007 avec toujours dans les genres les plus variés *Quercus*, *Prunus* et *Acer*. *Quercus* est le genre avec la plus grande diversité

spécifique mais s'ajoute à cette diversité spécifique la diversité variétale qui est la plus élevée chez *Prunus*, *Acer* et *Malus*. En revanche, il faut noter que chaque espèce d'un genre n'est pas représentée à la même fréquence. Ainsi *Acer* possède 49 espèces mais 30% (moyenne de la représentation de l'espèce au sein du genre sur les 66 collectivités de l'échantillon) des individus du genre *Acer* appartiennent à la même espèce : *Acer platanoides*, suivi par *Acer pseudoplatanus* représenté à 19%. Cet écart de représentation est cependant encore plus marqué sur un genre non multi-spécifique par exemple *Platanus* : 73% des individus de ce genre appartiennent à la même espèce, *Platanus hispanica*.

2.1.4 Influence de la typologie

Pour déterminer le caractère significatif ou non des différences observées dans cette partie et dans la suivante le test utilisé est le test non paramétrique de Wilcoxon-Mann-Whitney au seuil de 5% puisque nos variables ne suivent pas une loi normale.

Sur l'ensemble de notre échantillon, 58 inventaires ont des arbres inventoriés dans la catégorie « Parc, Square, Jardin » et 43 dans la catégorie « Ecole et Petite Enfance ». Aucune de ces deux catégories ne se démarque des arbres d'Alignement. On trouve toujours une vingtaine de genres prédominants avec toujours les mêmes genres à quelques différences près comme une fréquence significativement plus faible du genre *Robinia* pour les arbres d'Ecole et Petite Enfance (Wilcoxon, p-value = 0.02) ce qui s'explique par son caractère épineux. Le trio de genres prédominants est toujours *Platanus*, *Acer*

et *Tilia* dans des proportions certes différentes mais toujours comprises entre 10 et 14%. En revanche pour la catégorie « Cimetière » des différences significatives sont observables.

Sur l'ensemble de notre échantillon, 36 inventaires ont des arbres dans la catégorie « Cimetière » soit plus de la moitié des inventaires dont on peut classer les arbres par typologie. Comme le montre le tableau 10, le trio d'arbres prédominants n'est plus tout à fait le même : *Cupressus* accompagne désormais *Tilia* et *Acer*. De plus d'autres genres font leur apparition : *Chamaecyparis*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Picea*, et *Sorbus*. Les tests statistiques révèlent également que les fréquences des genres *Acer*, *Aesculus*, *Platanus*, *Prunus*, *Tilia*, entre autres, sont significativement plus faibles pour la catégorie « Cimetière » que pour les autres catégories de la typologie. Les cimetières sont également un cas à part pour le taux de présence de ces genres dominants au sein de l'échantillon : allant de 22% à 67%. Ce qui montre que d'une collectivité à une autre les choix des essences peuvent beaucoup différer. Les platanes, présents dans les autres catégories de la typologie à hauteur de minimum 70%, ne sont ici présents que dans 22% des inventaires alors que *Chamaecyparis* absent des genres prédominants pour les autres catégories, est ici présent dans 39% des inventaires.

Tableau 10 : Genres dont la fréquence pour les arbres de Cimetière est supérieure à 1%

Genre	Fréquence moyenne du genre au sein de l'échantillon	Min	Max	Médiane	Présence du genre au sein de l'échantillon (%)	Fréquence moyenne du genre dans les inventaires où il est présent
<i>Tilia</i>	12,0	0,0	100,0	0,2	50,0	23,9
<i>Acer</i>	9,7	0,0	100,0	1,2	52,8	18,3
<i>Cupressus</i>	9,5	0,0	95,7	0,0	44,4	21,4
<i>Quercus</i>	8,7	0,0	81,1	1,4	66,7	13,1
<i>Pinus</i>	7,3	0,0	96,9	1,7	58,3	12,5
<i>Betula</i>	5,0	0,0	33,3	0,0	47,2	10,5
<i>Prunus</i>	4,7	0,0	89,0	0,0	44,4	10,5
<i>Taxus</i>	4,7	0,0	56,9	0,0	44,4	10,5
<i>Chamaecyparis</i>	3,4	0,0	51,8	0,0	38,9	8,7
<i>Platanus</i>	2,7	0,0	35,5	0,0	22,2	12,1
<i>Aesculus</i>	2,3	0,0	33,3	0,0	25,0	9,1
<i>Cedrus</i>	2,1	0,0	17,6	0,0	41,7	5,0
<i>Magnolia</i>	2,1	0,0	19,0	0,0	44,4	4,6
<i>Liquidambar</i>	1,7	0,0	36,8	0,0	38,9	4,3
<i>Liriodendron</i>	1,3	0,0	22,5	0,0	25,0	5,2
<i>Picea</i>	1,3	0,0	12,5	0,0	41,7	3,1
<i>Carpinus</i>	1,2	0,0	12,4	0,0	25,0	4,9
<i>Sorbus</i>	1,2	0,0	28,2	0,0	27,8	4,4
<i>Pyrus</i>	1,1	0,0	13,8	0,0	25,0	4,5

2.1.5 Influence des domaines bioclimatiques

A l'exception du domaine méditerranéen et du domaine océanique, le patrimoine arboré ne diffère pas d'un domaine bioclimatique à un autre. On trouve en effet, dans tous les cas 18 à 19 genres avec une fréquence supérieure à 1%, ces différents genres sont présents dans 53 à 100% des inventaires, et le trio de tête des genres prédominants est toujours *Acer*, *Tilia* et *Platanus* dans des proportions comprises entre 10 et 17%. Le domaine océanique possède quasiment les mêmes caractéristiques que celles citées précédemment. Sa seule spécificité est d'avoir *Quercus* avec une fréquence significativement plus élevée que pour les autres domaines bioclimatiques. C'est même le genre avec la fréquence la plus élevée (12%), quelques autres différences sont observables comme une fréquence significativement plus faible pour *Tilia* et *Aesculus*.

En revanche, le domaine méditerranéen présente de fortes spécificités. Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous, *Platanus* fait toujours parti du trio prédominant mais ce sont désormais *Pinus* et *Celtis* qui l'accompagnent. Des arbres méditerranéens font également leur apparition. *Melia* et *Olea* et également des palmiers comme *Trachycarpus* et *Chamaerops* rejoignent les genres prédominants.

Tableau 11 : Genres dont la fréquence moyenne dans le domaine méditerranéen est supérieure à 1%

Genre	Moyenne du genre au sein de l'échantillon	Minimum	Maximum	Médiane	Présence du genre au sein de l'échantillon (%)
<i>Platanus</i>	18,0	7,1	35,8	14,5	100,0
<i>Pinus</i>	12,1	4,4	22,2	9,5	100,0
<i>Celtis</i>	8,8	0,4	28,2	5,7	100,0
<i>Tilia</i>	6,0	0,0	18,8	4,4	83,3
<i>Cupressus</i>	5,1	0,2	13,5	4,0	100,0
<i>Phoenix</i>	4,4	0,0	15,5	2,6	66,7
<i>Styphnolobium</i>	2,7	0,0	6,6	2,5	100,0
<i>Robinia</i>	2,6	0,0	9,9	0,8	83,3
<i>Washingtonia</i>	2,6	0,0	7,2	1,2	66,7
<i>Olea</i>	2,5	0,5	8,3	1,5	100,0
<i>Fraxinus</i>	2,4	0,0	4,5	2,4	83,3
<i>Acer</i>	2,2	0,7	4,2	2,3	100,0
<i>Morus</i>	2,1	0,9	3,1	2,3	100,0
<i>Quercus</i>	2,1	0,0	5,5	1,8	83,3
<i>Populus</i>	2,0	0,2	7,4	1,1	100,0
<i>Trachycarpus</i>	1,6	0,0	4,6	1,5	66,7
<i>Chamaerops</i>	1,6	0,0	5,7	0,1	50,0
<i>Prunus</i>	1,6	0,0	4,7	1,2	83,3
<i>Melia</i>	1,4	0,0	3,4	0,9	100,0
<i>Gleditsia</i>	1,2	0,0	5,2	0,4	66,7

2.2 Quels indicateurs de nature en ville construire pour guider l'aménagement de la ville de demain : Les cas de Rennes, Versailles et Agen

Présentation des aires d'études :

Rennes est une commune de l'Ouest de la France située en Bretagne à la confluence de l'Ille et de la Vilaine. Peuplée d'environ 215 000 habitants (Données INSEE 2015), elle appartient aux grandes collectivités de notre échantillon.

Versailles, commune des Yvelines dans la région Île-de-France, est mondialement connue pour le site du Château de Versailles. C'est une ville d'environ 86000 habitants (Données INSEE 2015), ce qui la classe dans les collectivités moyennes de l'échantillon.

Notre dernière aire d'étude, Agen, est située dans la région Nouvelle-Aquitaine. La ville s'est développée sur les bords de la Garonne et est la préfecture du Lot-et-Garonne. Ville d'environ 34 000 habitants (Données INSEE 2015), elle appartient également aux collectivités moyennes de notre échantillon.

2.2.1 Evolution du nombre d'arbres d'Alignement entre 2007 et 2017

Comme on peut le voir sur la figure 5, Versailles et Agen ont toutes deux eu une forte augmentation de leurs arbres d'Alignement. A l'inverse, Rennes a une légère diminution de ces arbres d'Alignement.

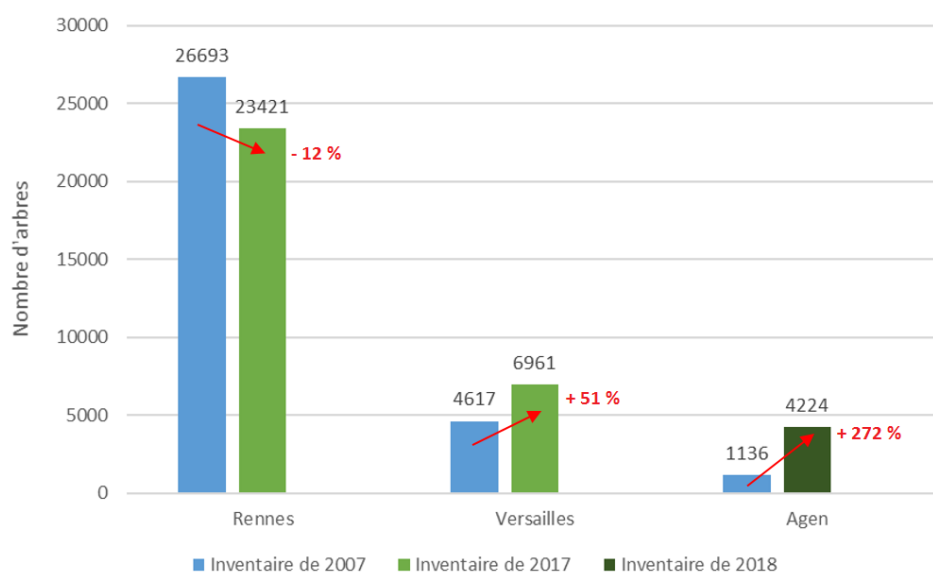


Figure 5 : Evolution du nombre d'arbres d'Alignement inventoriés à Rennes, Versailles et Agen

Pour Agen cette augmentation très importante est à relativiser car la gestion a évolué et est devenue plus précise entre 2007 et 2018 avec le géoréférencement des arbres. Le fichier de 2007 n'est donc pas aussi complet que celui de 2018. En ce qui concerne Rennes, la diminution du nombre d'arbres est aussi à relativiser car une opération de classification des données a été effectuée entre 2010 et 2013. A l'issue de cette opération un nombre important d'arbres classés initialement en Alignement ont été reclassifiés en Ornement. La diminution est donc moins importante en réalité, les arbres existent toujours mais ne sont plus comptabilisés en Alignement.

2.2.2 Evolution de la composition du patrimoine arboré urbain

On observe pour Rennes et Agen une diversification du des arbres d'Alignement avec une augmentation du nombre de genres inventoriés. Cette diversification est bien plus importante pour Agen que pour Rennes qui avait déjà en 2007 un patrimoine plus diversifié. Versailles se distingue car ne présente aucune évolution significative dans le nombre de genres.

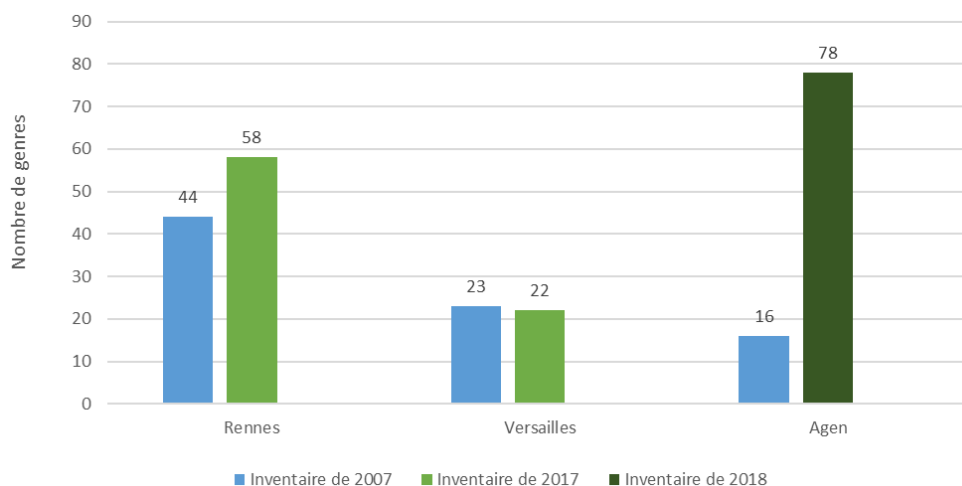


Figure 6 : Evolution du nombre de genres différents au sein des arbres d'Alignement de Rennes, Versailles et Agen

2.2.3 Les genres prédominants

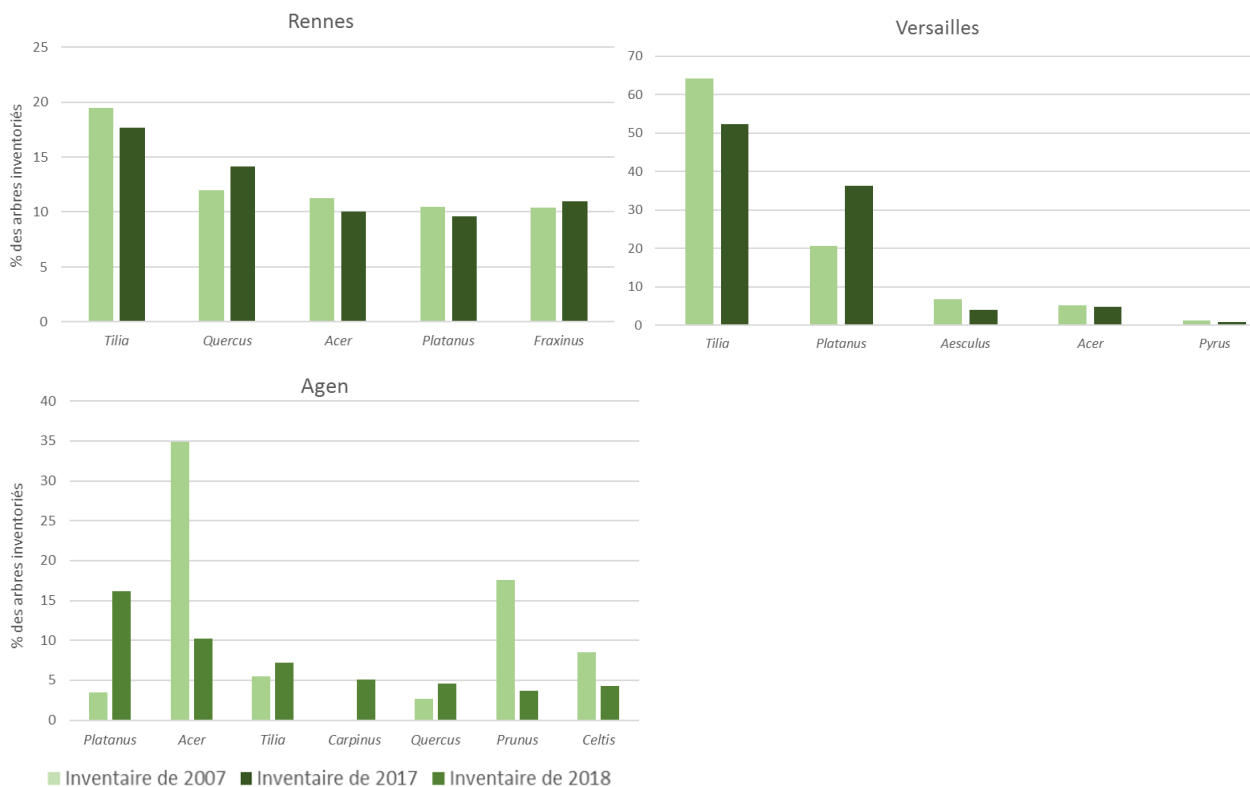


Figure 7 : Evolution des genres prédominants des arbres d'Alignement de Rennes, Versailles et Agen

Comme on peut le voir sur la figure 7, pour Rennes que ce soit en 2007 ou en 2017, 5 genres représentent à eux seuls plus de 60% des arbres d'Alignement. Certains genres comme *Tilia* affichent cependant une diminution. Pour Versailles, comme pour Rennes, on trouve les mêmes 5 genres

prédominants. Ils représentent en revanche à eux seuls plus de 98% du patrimoine arboré des arbres d'Alignement. Les évolutions se trouvent surtout au niveau des genres *Tilia* et *Platanus* avec une diminution importante pour l'un et une augmentation de la fréquence de l'autre.

Agen ne se trouve pas dans le même cas de figure que les deux autres collectivités. En effet les genres prédominants en 2007 (*Acer*, *Prunus*, *Celtis*, *Tilia*, *Platanus*) qui représentaient alors près de 70% des arbres d'Alignement ne sont plus exactement les mêmes en 2017 (*Platanus*, *Acer*, *Tilia*, *Carpinus* et *Quercus*) et ne représentent plus que 43% des arbres d'Alignement. Ce qui est à mettre en relation avec la forte diversification en genres vue précédemment.

2.2.4 La répartition des arbres dans la ville

Les bienfaits des arbres pour les habitants sont désormais connus des collectivités. Parmi les différents services écosystémiques rendus par les arbres urbains on peut citer la lutte contre les îlots de chaleur, l'amélioration de la qualité de l'air, l'amélioration du bien-être des citoyens (Lessard et Boulfroy, 2008). Il est important de savoir si tous les habitants d'une ville peuvent bénéficier de ces bienfaits ou s'ils existent des inégalités dans l'accès aux arbres. C'est dans ce cadre que l'on s'intéresse à la répartition des arbres dans la ville par rapport aux habitants. L'indicateur en nombre d'arbres par habitants est calculé à l'échelle de l'IRIS pour obtenir des informations sur l'accès aux arbres par les habitants.

Tout d'abord on peut comparer les arbres d'Alignements 2017 de Versailles et Rennes qui figurent en vert sur la carte (figure 8 et 9). Globalement, on observe une répartition des arbres d'Alignement plus diffuse à Rennes. On peut également noter qu'à Versailles, certaines zones bien peuplées et urbanisées sont dotées de très peu d'arbres d'Alignement notamment au niveau du centre-ville. De même que certains IRIS en périphérie de Versailles ne comptent pas ou très peu d'arbres d'Alignement inventoriés.

Tableau 12 : Nombre d'arbres d'Alignement pour 10 habitants à Rennes et Versailles selon la catégorie de l'IRIS

Catégorie par nombre d'habitants	Rennes Inventaire 2017		Versailles Inventaire 2017	
	Médiane	Nombre d'IRIS dans la catégorie	Médiane	Nombre d'IRIS dans la catégorie
Moins de 1000	14,0	6	/	/
1000 à 2000	0,9	23	0,2	4
2000 à 3000	0,8	42	0,7	29
3000 à 4000	1,1	14	0,8	2
4000 à 5000	0,8	3	0,0	1
Plus de 5000	1,5	2	/	/

En raison de valeurs extrêmes et peu représentatives qui faussent les moyennes on choisit de faire la comparaison sur les médianes (Tableau 12). Que ce soit à Rennes ou à Versailles, on observe d'abord

de faibles disparités sur le territoire dans le nombre d'arbres par habitant selon l'IRIS habité. En effet, les chiffres ne varient que très peu d'une catégorie à l'autre restant compris aux alentours de 1 arbre pour 10 habitants. On observe tout de même, une valeur nettement différente pour les IRIS peu peuplés de Rennes et 2 valeurs plus basses pour Versailles. Le nombre d'arbres pour 10 habitants est légèrement plus élevée à Rennes qu'à Versailles cependant le test statistique effectué sur les IRIS de 2000 à 3000 habitants, révèle que cette différence n'est pas significative (Wilcoxon, p-value = 0.058).

La deuxième comparaison (figures 9 et 10) s'intéresse à la totalité du patrimoine arboré inventorié, on compare ainsi Rennes et Agen pour lesquelles on dispose de la totalité des arbres inventoriés géoréférencés. Pour Rennes, il faut prendre en compte sur la carte figure 9 les arbres d'Ornement, en figuré violet, en plus des arbres d'Alignement.

La différence avec la carte précédente en termes de densité d'arbres à Rennes est très visible, en revanche la répartition des arbres ne semble pas avoir beaucoup évolué et la « lacune » en arbres dans certaines zones du centre-ville est d'autant plus flagrante. Agen semble à première vue disposer d'arbres sur quasiment l'ensemble de la commune à l'exception de l'hypercentre et des IRIS au nord de la commune.

Tableau 13 : Nombre d'arbres pour 10 habitants à Rennes et Agen selon la catégorie de l'IRIS

Catégorie par nombre d'habitants	Rennes Inventaire 2017		Agen Inventaire 2018	
	Médiane	Nombre d'IRIS dans la catégorie	Médiane	Nombre d'IRIS dans la catégorie
Moins de 1000	23,4	6	14,5	1
1000 à 2000	1,8	23	2,3	4
2000 à 3000	0,9	42	0,6	9
3000 à 4000	1,2	14	/	/
4000 à 5000	1,1	3	1,8	1
Plus de 5000	2,0	2	/	/

D'après le tableau 13, des disparités un peu plus importantes peuvent être observées lorsque l'on prend en compte la totalité des arbres inventoriés mais globalement la prise en compte de la totalité des arbres inventoriés a profité à tous les types d'IRIS. Les valeurs particulièrement hautes sont là encore observées pour les IRIS avec moins de 1000 habitants. Dans ce cas également, les tests statistiques sur les IRIS entre 2000 à 3000 habitants, révèlent que la différence de nombre d'arbres pour 10 habitants entre Rennes et Agen n'est pas significative (Wilcoxon, p-value = 0.702)

Répartition des arbres d'alignement dans la commune de Versailles en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

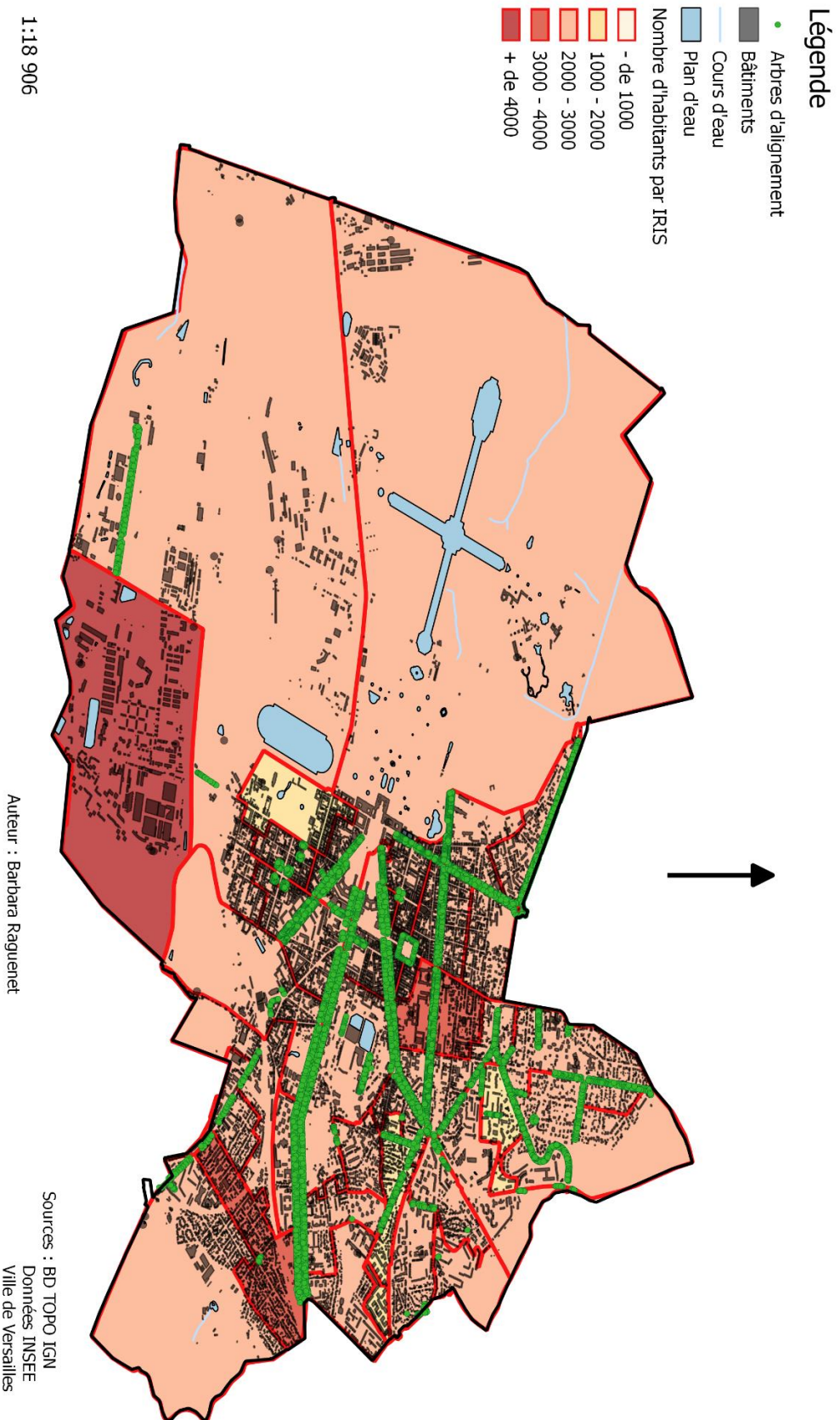


Figure 8 : Carte de la répartition des arbres d'Alignement de Versailles en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

Répartition des arbres dans la commune de Rennes en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

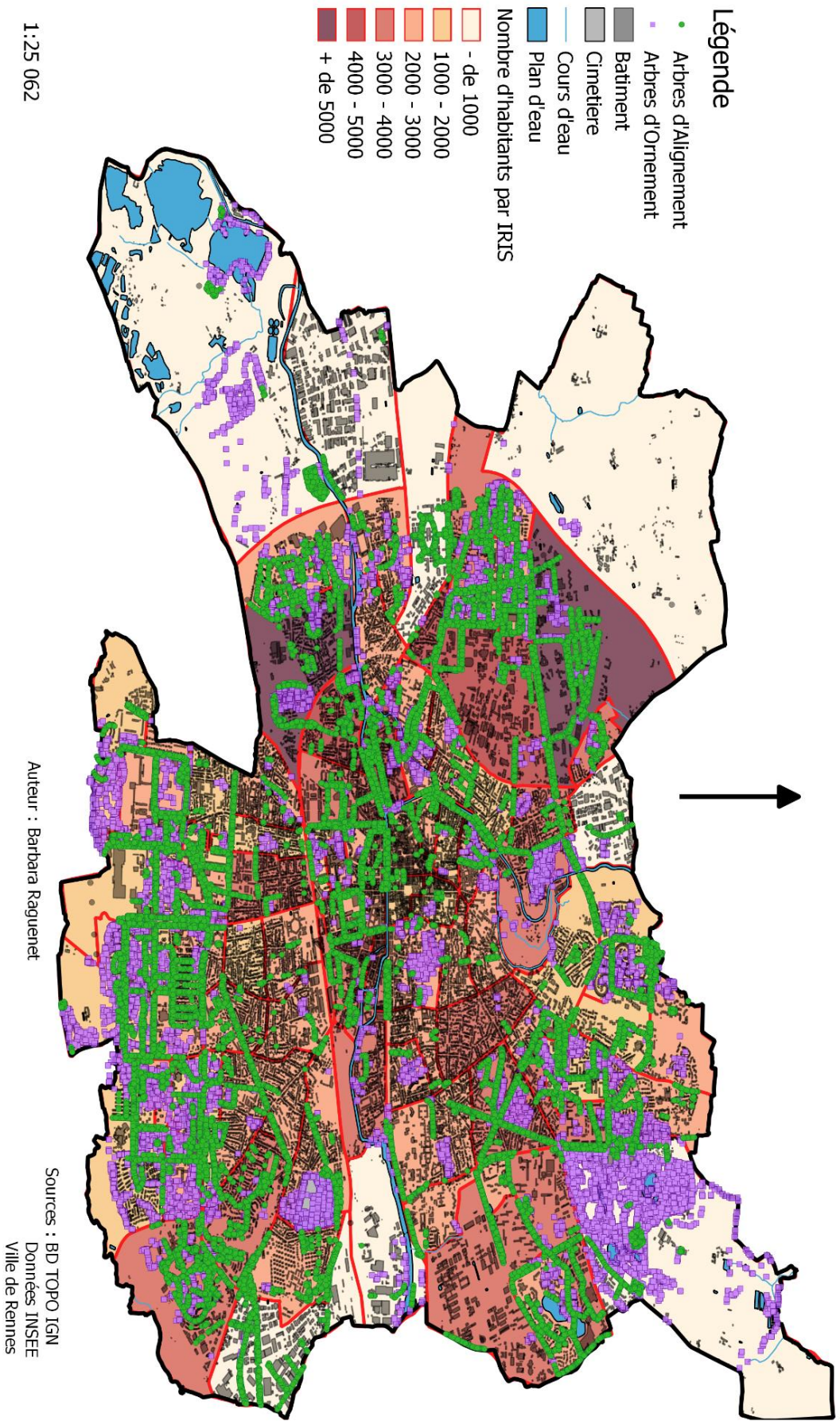


Figure 9 : Carte de la répartition des arbres de Rennes en 2017 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

1:25 062

Auteur : Barbara Raquenet

Sources : BD TOPO IGN
Données INSEE
Ville de Rennes

Répartition des arbres inventoriés dans la commune d'Agen en 2018 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

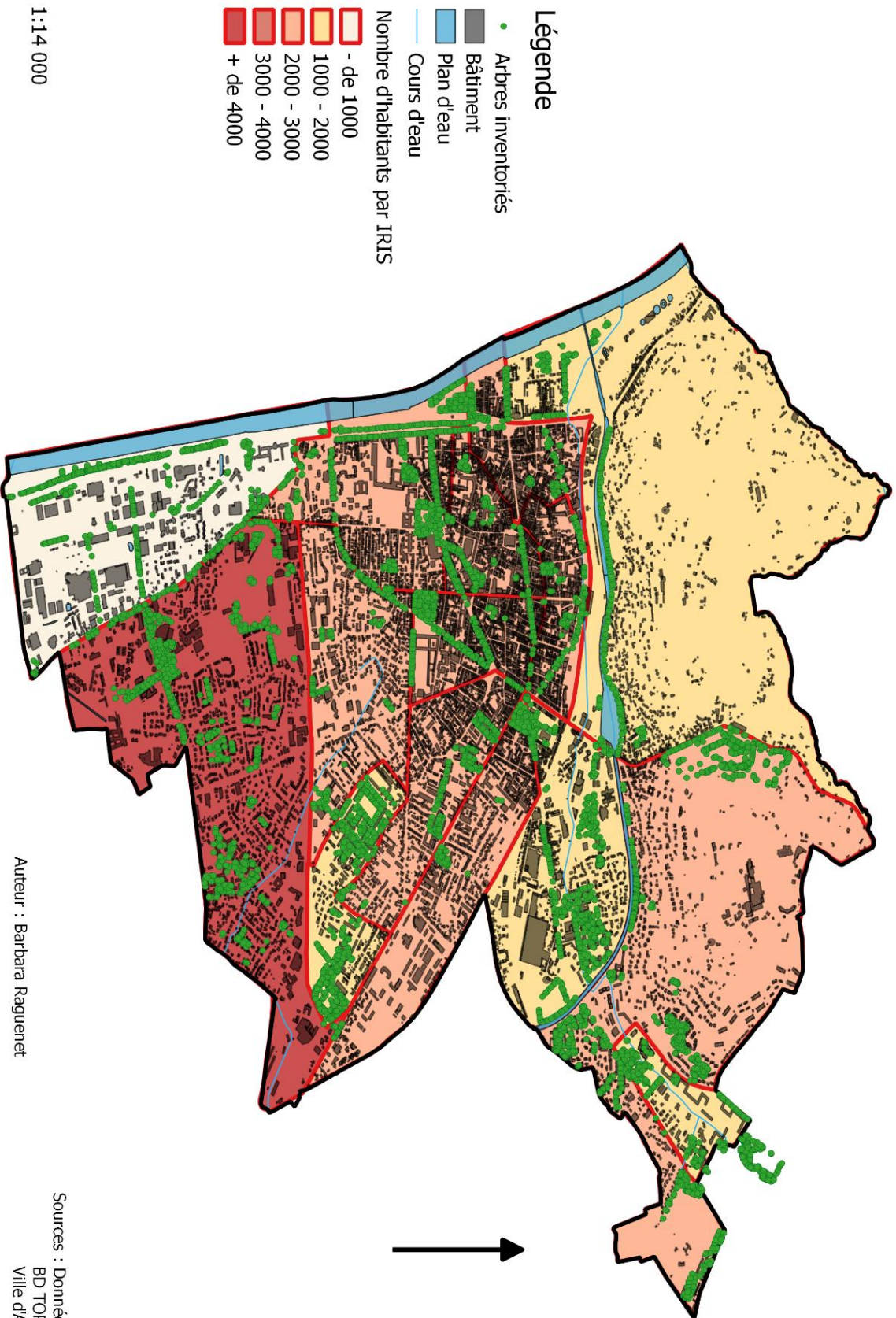


Figure 10 : Carte de la répartition des arbres d'Agen en 2018 en fonction du nombre d'habitants par IRIS

Evolution par IRIS du nombre d'arbres d'alignement pour 10 habitants dans la commune de Versailles entre 2007 et 2017



Figure 11 : Carte de l'évolution par IRIS du nombre d'arbres pour 10 habitants à Versailles entre 2007 et 2017

Comme on l'a vu précédemment Versailles a vu une augmentation de son nombre d'arbres d'Alignement entre 2007 et 2017 on cherche à savoir si cette augmentation s'est répartie de façon homogène sur le territoire ? Si elle a permis d'atténuer des disparités dans le nombre d'arbres pour 10 habitants ? On étudie donc l'évolution de la répartition des arbres d'Alignement à Versailles entre 2007 et 2017. Globalement on constate sur la figure 11 que les variations par IRIS sont faibles entre -1 et +1 arbre pour 10 habitants.

Tableau 14 : Nombre d'arbres pour 10 habitants à Versailles en 2007 et 2017

Catégorie par nombre d'habitants	Médiane 2007	Médiane 2017	Nombre d'IRIS dans la catégorie
Entre 1000 et 2000	0,3	0,2	4
Entre 2000 et 3000	0,1	0,7	29
Entre 3000 et 4000	0,1	0,8	2
Plus de 4000	0,1	0,0	1

On observe qu'entre 2007 et 2017 le nombre d'arbres d'Alignement pour 10 habitants a augmenté pour les IRIS entre 2000 et 3000 habitants et ceux entre 3000 et 4000 habitants. Les tests statistiques montrent que ces différences sont significatives (Wilcoxon, p-value = 0.023). Cependant, cette augmentation semble faible (moins d'un arbre pour 10 habitants) comme le laissait supposer la carte.

III. Analyse et Discussion

3.1 Une tendance à la diversification

L'analyse de 81 inventaires en France métropolitaine, montre qu'il n'y a pas d'évolution majeure entre les observations de 2007 et les actuelles. Ainsi, les genres prédominants restent les mêmes, seules leurs fréquences moyennes sont à la baisse. Les 3 genres les plus représentés : *Platanus*, *Acer* et *Tilia* observent également une diminution de leur fréquence allant de 2% à 6%. Cette tendance à la baisse pourrait trouver son explication dans la diversification du patrimoine. En effet, en 2007 sur 132 inventaires recueillis, 150 genres différents avaient été recensés alors qu'aujourd'hui on en compte 346 pour un échantillon plus petit (Goumot, 2007). Les alignements urbains voient donc une diminution de leurs genres prédominants au profit de l'installation de nouveaux genres.

Cependant, les comparaisons avec les résultats de 2007 sont données à titre indicatif. Etant donné qu'il est impossible de réellement comparer les résultats de 2007 et ceux d'aujourd'hui. En raison de la différence de la taille de l'échantillon et de sa composition : on ne retrouve pas les mêmes collectivités en 2007 et actuellement on ne sait pas quel type de collectivités compose majoritairement l'étude de 2007. De même, les méthodes d'inventaire ont évolué depuis 2007, les inventaires sont désormais plus précis, plus complets et mieux renseignés ce qui complique encore

la comparaison. On ne peut donc faire qu'une supposition sur la tendance à la diversification observée sur la base de ces relevés.

La diversité du patrimoine en plus d'être un enjeu en termes de paysage et de biodiversité est également un enjeu phytosanitaire important. Les observations montrent parmi les genres prédominants une diversité spécifique et variétale. Cette dernière peut être intéressante en termes d'ambiance paysagère, lorsque les caractéristiques esthétiques sont suffisamment différentes d'une variété à une autre, ou encore pour la conservation de certaines variétés locales de fruitiers. D'un point de vue sanitaire une grande diversité variétale dans le patrimoine arboré urbain n'est pas utile. Une telle diversité n'apporte effectivement que peu de protection contre les parasites ou les maladies. (Frank et Santamour, 2002)

C'est au niveau de la diversité en espèces que se trouvent les recommandations sanitaires, ainsi on peut citer la règle des 10% qui recommande « de ne pas planter plus de 10% de la même espèce au sein d'une même aire urbaine ». Cette règle a en premier lieu été énoncée pour éviter la propagation de maladies ou de parasites qui décimeraient alors le patrimoine arboré. De plus, la diversification des essences est plus favorable à la biodiversité et participe à la qualité du paysage urbain (Jaluzot, 2016).

Du point de vue des relations hôte-ravageurs, la règle des 10% semble n'offrir qu'une protection minimale. Puisque les ravageurs ont tendance à être communs à un genre, on parle d'ailleurs de la « Pyrale du Bouleau » de « l'anthracnose de l'érable ». Ainsi, la « règle des 10 % d'espèces » offre peu de protection contre de potentielles attaques à grande échelle. Pour contrer cela, cette règle est transposée aux genres avec comme recommandation pas plus de 20% d'arbres du même genre planté dans la même aire urbaine (Frank et Santamour, 2002). Même avec les 3 genres prédominants les inventaires respectent en moyenne ces recommandations. Mais si l'on regarde les représentations maximales de certains genres comme à Versailles avec 36% *Platanus* et 52% *Tilia* on s'aperçoit que certaines collectivités n'atteignent pas ce seuil.

3.2 Une faible influence de la typologie

La typologie ne modifie pas de manière significative le visage du patrimoine arboré à une exception près : les arbres de « Cimetière ». Pour rappel, les arbres de Cimetière possèdent les plus grandes variations en termes de présence des genres au sein de l'échantillon ce qui indique un patrimoine qui varie largement d'une collectivité à une autre. Pour autant d'après une enquête de Plante & Cité sur les paysages et entretien des cimetières, les arbres sont présents dans 64% des cimetières sous forme d'alignements ou de sujets isolés (Larramendy, 2017). Les cimetières sont des zones à forts enjeux et cristallisent certaines questions de nature en ville. Ils font partie des dernières zones avec utilisation

de produits phytosanitaires, et sont souvent des espaces très minéraux qui laissent peu de place au végétal et à la flore spontanée, souvent mal perçue par les usagers. De plus, au niveau des arbres, il faut veiller à ce que le développement des racines soit sans dommages souterrains pour les caveaux. En termes de gestion, pour les collectivités ils représentent donc des « espaces à contraintes » (Flandin, 2015). Ce sont ces caractéristiques particulières qui donnent une explication à l'hétérogénéité observée d'une collectivité à une autre, les collectivités répondent chacune comme elles le peuvent aux contraintes de ces espaces allant d'une gestion classique avec des cimetières très minéraux à une gestion écologique avec un développement de cimetière plus « vert » (Flandin, 2015). Cependant cette hétérogénéité observée au sein de notre échantillon est à relativiser. Parmi les essences présentes dans les cimetières citées dans l'enquête de Plante & Cité on retrouve *Taxus*, *Tilia*, *Cupressus* et *Pinus* dans les plus citées, qui sont également dans les genres prédominants pour notre échantillon (Larramendy, 2017). Ceci laisse supposer une tendance commune pour les arbres de Cimetière malgré les grandes différences observées d'une collectivité à une autre.

3.3 Des spécificités méditerranéennes

Comme vu précédemment, le patrimoine arboré des collectivités situées dans le domaine méditerranéen est le seul à réellement différer du patrimoine des autres domaines bioclimatiques. Avec notamment l'apparition d'essences typiques de la zone méditerranéenne comme *Chamaerops* ou *Olea*. Le patrimoine arboré des collectivités situées dans le domaine méditerranéen est donc le plus marqué par sa localisation géographique et cela s'explique notamment par son climat particulier aux fortes contraintes nécessitant des espèces économes en eau pour supporter les périodes de sécheresse mais permettant aussi le développement de genres qui ne peuvent se développer dans les autres domaines bioclimatiques français (palmiers). S'ajoute à cela des choix d'essence pour conserver une ambiance paysagère méditerranéenne : certaines essences de référence comme *Celtis australis* façonnent ainsi l'identité méditerranéenne de ces villes. (Kleitz, 2014)

3.4 Evolution du patrimoine arboré en lien avec les spécificités de chaque territoire

L'évolution du nombre d'arbres :

La tendance à l'augmentation du nombre d'arbres d'Alignement observée pour Agen et Versailles s'explique principalement par la création de nouveaux alignements au moment où des routes ont été refaites, et de nouvelles plantations notamment sur les avenues piétonnes à Agen. Même s'il ne faut pas oublier qu'à Agen l'inventaire de 2007 est moins précis que celui de 2018 et que cette augmentation est donc moins importante en réalité.

En ce qui concerne Rennes, la diminution du nombre d'arbres d'Alignement est due aux nouveaux aménagements ayant entraîné des abattages et où des plantations prévues, une fois les travaux

terminés, ne sont pas encore faites ou sont faites mais ne sont pas encore intégrées dans le plan de gestion et donc l'inventaire. Comme par exemple aux abords de la nouvelle ligne de métro, ou sur la ZAC Baud Chardonnet ou encore sur la ZAC Plaisance etc. Cette baisse s'explique également par un objectif de dé-densifier les alignements : lors des abattages sanitaires, les replantations sont effectuées avec des densités moindres d'où une incidence sur les quantités. En effet, les linéaires autrefois plantés étaient trop denses afin de garantir un effet visuel rapidement. Il s'agit désormais de planter à des distances raisonnables afin de garantir un volume et un espace suffisant pour un développement pérenne des arbres. On peut ainsi prendre l'exemple de la Place de Bretagne (figure 12) qui a subi une dé-densification importante.

On peut noter avec cet exemple que cette diminution du nombre d'arbres n'a pas forcément une incidence sur la surface de canopée car les individus sont plus développés. De 2006 à 2017 le nombre de platanes a quasiment été divisé par mais la surface foliaire a augmenté de 48% (Annexe IV). Ce qui interroge la pertinence d'un indicateur basé sur le nombre d'arbres.



Figure 12 : Photo de la Place de Bretagne à Rennes en 2008 et en 2018

Source : Google Street View

L'évolution de la diversité en genres : Versailles, un cas particulier.

Pour Agen et pour Rennes, l'objectif est de continuer à diversifier le patrimoine arboré. Mais comme l'ont spécifié les gestionnaires du patrimoine arboré de Rennes, la difficulté réside dans les nouveaux aménagements. Bien qu'une palette végétale soit proposée à titre consultatif, ce sont les aménageurs qui font le choix des essences pour les projets. La diminution de la fréquence du genre *Tilia* à Rennes s'explique par la campagne de dé-densification mentionnée plus haut avec l'exemple de la place de Bretagne. *Tilia* faisait en effet partie des genres plantés de façon très dense il y a quelques années.

Versailles est un cas particulier : la stabilité de la diversité en genres s'explique notamment par la présence d'alignements historiques, dont on peut voir une illustration figure 13. Ces alignements historiques imposent des choix d'essence et compliquent la diversification du patrimoine. La tendance est de remplacer progressivement les tilleuls par d'autres essences. Mais pour les platanes, la difficulté provient du fait que ces arbres composent principalement les alignements historiques il est donc bien plus compliqué de les remplacer par d'autres essences.



Figure 13 : Photo de l'Avenue de Paris à Versailles

Source : Google Street View 2018

Des choix spécifiques à chaque collectivité pour leur patrimoine arboré

A Rennes : Une diversification des essences et le choix des fruitiers

Le patrimoine des arbres d'Alignement de Rennes possède déjà une bonne diversité et l'objectif est de continuer sur cette lancée de diversification. Les arbres fruitiers font partie des genres ayant le plus augmenté entre 2007 et 2017. Principalement *Prunus*, *Pyrus* et *Malus* car ce sont des arbres de petit gabarit. Ces espèces représentent également un atout pour la biodiversité car elles favorisent les pollinisateurs. En revanche, pour tenir compte des contraintes urbaines le choix s'oriente souvent vers des espèces stériles pour ne pas salir les rues et voitures.

A Versailles : Une volonté de diversification mais des contraintes importantes

Le patrimoine arboré de Versailles est celui qui évolue le moins en raison des contraintes que représentent les alignements historiques.

Mais désormais, dans les aménagements il est prévu au moins 3 essences différentes par alignement mais cette décision est très récente et ne se ressent pas encore au niveau de l'inventaire du patrimoine arboré. Au niveau des orientations principales pour le futur le remplacement des tilleuls doit se faire notamment au profit de féviers d'Amérique et de chênes verts actuellement absents des arbres d'Alignement. Il est également prévu de privilégier les amélanchiers et les prunus afin de favoriser les pollinisateurs.

A Agen : Un patrimoine en pleine mutation

C'est à Agen que l'on observe les plus grandes évolutions sur cette période. Cette forte évolution s'explique par une volonté de diversifier le patrimoine, avec certaines tendances comme de limiter

les espèces allergisantes. De plus, certains arbres arrivant en fin de vie parmi les genres prédominants ont permis le renouvellement d'alignements au profit de certains genres comme *Fraxinus* et *Gleditsia* qui représentaient une part très négligeable du patrimoine et représentent aujourd'hui respectivement 4% et 1.3% des arbres d'Alignement.

Les plantations sont également réfléchies en fonction des différentes contraintes urbaines : pas d'arbres à grosses feuilles près des fontaines pour ne pas les boucher, pas de fruitiers non stériles sur les avenues piétonnes pour ne pas tacher les usagers, pas de nouvelles plantations sur une voirie risquant d'être réaménagée prochainement.

3.5 Répartition des arbres

La comparaison des arbres d'Alignement entre Rennes et Versailles montre une répartition globale des arbres dans la ville assez homogène. Les seuls IRIS possédant peu d'arbres d'Alignement à Versailles sont surtout situés en périphérie. C'est notamment le cas de l'IRIS comprenant le château de Versailles dont les arbres ne sont pas pris en compte dans l'inventaire des arbres d'Alignement. Pour les autres IRIS, l'explication est à rechercher dans les données d'occupation du sol Corine Land Cover. D'après ces données, ces IRIS comprennent des zones boisées parfois assez étendues ce qui explique que l'on n'y trouve pas d'arbres d'Alignement (Annexe III). Ces IRIS en périphérie appartiennent aux catégories avec des valeurs basses en nombre d'arbres pour 10 habitants, qui sont donc à relativiser puisque les zones boisées citées précédemment ne sont pas prises en compte.

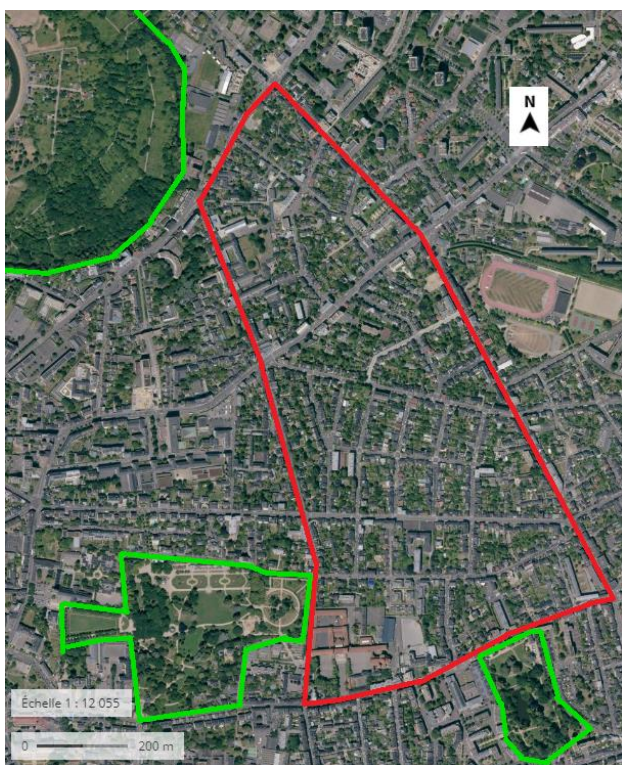


Figure 14 : Vue aérienne du quartier Les Mottais à Rennes
Source : Géoportail 2016

La comparaison sur l'ensemble des arbres inventoriés nous apprend que la prise en compte des autres types d'arbres (Parc, Ecole, Cimetière etc) n'a que peu d'impact sur la répartition spatiale des arbres dans la ville. Les IRIS du centre de Rennes qui n'avaient que peu d'arbres d'Alignement ont toujours peu d'arbres.

Un quartier en particulier attire notre attention par son manque d'arbres : il s'agit des Mottais, comptant environ 3600 habitants. Ce quartier, dont les contours sont en rouge sur la figure ci-contre, est essentiellement résidentiel avec beaucoup de maisons individuelles possédant un jardin. De plus les habitants ont facilement accès à des espaces verts, dont les contours sont en vert,

avec les deux parcs jouxtant le quartier et les Prairies Saint Martin au nord-ouest.

Pour Agen, les IRIS possédant peu d'arbres au nord de la commune se révèlent être, après croisement avec les données d'occupation du sol Corine Land Cover, essentiellement des terres agricoles et quelques prairies expliquant le peu d'arbres inventoriés (Annexe IV). Concernant les IRIS en hypercentre celui-ci d'après les gestionnaires reste très minéral puisqu'il s'agit du centre historique où il est compliqué d'ajouter de nouvelles plantations.

Les disparités plus importantes observées lorsqu'on prend en compte tous les arbres s'expliquent probablement par la présence de parcs ou jardins publics dans certains IRIS créant un déséquilibre avec les IRIS n'en possédant pas. Pour l'indicateur du nombre d'arbres par habitants il est donc nécessaire de prendre en compte la totalité des arbres inventoriés et non pas uniquement ceux d'Alignement afin d'avoir des chiffres qui reflètent au mieux la réalité.

Concernant l'évolution de la répartition des arbres, l'étude de cette répartition à Versailles entre 2007 et 2017 nous montre que celle-ci varie très peu. L'augmentation du nombre d'arbres d'Alignement observée précédemment semble se répercuter de façon à peu près homogène. Cependant, pour certains cas particuliers d'IRIS en « déficit » d'arbres la création d'un indicateur spatialisé, c'est-à-dire qui donne le nombre d'arbres par habitant selon différentes zones de la commune, pourrait aider à identifier ces zones plus facilement afin de les cibler comme prioritaires pour de nouvelles plantations.

3.6 Pertinence d'un indicateur en nombre d'arbres par habitants

Comme on a pu le voir avec le cas de Rennes, et de sa campagne de dé-densification, une diminution du nombre d'arbres ne veut pas forcément dire une diminution de la surface de canopée (Annexe V). Ce qui signifie que pour un nombre d'arbres différents les surfaces boisées et zones ombragées qu'elles fournissent aux habitants peuvent être les mêmes. Il est donc nécessaire de manier ces chiffres avec précaution, un certain nombre d'arbres par habitant pouvant refléter des situations différentes.

Une initiative récente lancée par « Kermap » sur le site « Nos villes vertes » permet d'illustrer cette complexité à définir un indicateur de nature en ville concernant le patrimoine arboré urbain et à communiquer sur ce sujet. Ce site répertorie différentes villes et donnent pour chacune le pourcentage de surface arborée de la ville et le pourcentage de surface arborée total de la commune comprenant la ville et la campagne. Il s'agit ici d'un indicateur de surface de canopée : cette surface est déterminée grâce à l'utilisation de photographies aériennes haute résolution produites par l'IGN. Ces chiffres sont calculés dans un cas par le ratio entre la surface de canopée urbaine et la surface urbanisée de la commune (délimitées par les zones artificialisées de la donnée Copernicus Corine Land Cover) et dans un autre cas par le ratio entre la surface de canopée totale et la surface totale de la commune.

Cette méthode permet de prendre en compte l'ensemble des arbres de la commune, y compris les arbres du domaine privé qui ne sont pas inventoriés.

Si le nombre d'arbres place Rennes comme la ville la plus boisée et Agen la moins boisée il n'en est pas tout à fait de même avec l'outil de Kermap. Versailles est, selon cet outil, la commune la plus boisée avec 41% de surface arborée sur l'ensemble de sa commune, quand Rennes et Agen arrivent à égalité avec 20% de surface arborée sur leur commune (Annexes VI, VII, VIII). Cet écart observé est lié à la prise en compte des arbres non inventoriés. En effet, comme indiqué dans l'étude de cas de Versailles, les zones périphériques avec peu d'arbres inventoriés contiennent des surfaces boisées assez importantes et le parc du Château de Versailles.

Pour autant, l'indicateur de surface de canopée souffre lui aussi d'imprécisions au même titre que le nombre d'arbres par habitant. Ainsi « Nos villes vertes » donnent un indice de canopée à 16% pour Lyon quand la Ville communique sur un indice à 27% (Huneau et Prevel, 2019).

L'important dans l'établissement d'un tel indicateur est en réalité de savoir dans quel but celui-ci est établi, quelle information cherche-t-on à en tirer ?

L'outil de Kermap permet une comparaison globale du patrimoine arboré des communes puisqu'il prend en compte la totalité des arbres. Cependant, il ne prend nullement en compte la répartition de ce patrimoine par rapport à la répartition des habitants sur la commune. Si l'objectif est d'évaluer l'accès des habitants à ce patrimoine, un indicateur spatialisé du nombre d'arbres par habitant est plus adapté. Le nombre d'arbres par habitant n'est pas le seul à considérer l'habitant comme référentiel. À Vancouver, l'indicateur se base selon les espaces verts disponibles à moins de 5min à pied, à Barcelone les espaces boisés sont indiqués en m² par habitant (Barcelona Data Sheet 2018). D'après la publication de Grand Lyon Métropole, prendre l'habitant comme référentiel « peut être très communicant et créer un lien entre habitants et nature en ville en soulignant le gain direct pour la population ». Cela facilite également les représentations mentales : habiter dans une ville avec un certain indice de canopée est plus compliqué à appréhender qu'une ville avec un certain nombre d'arbres par habitants (Huneau et Prevel, 2019).

IV Conclusion

La gestion du patrimoine arboré urbain est désormais au cœur des préoccupations de nombreuses collectivités (publications sur l'arbre urbain, charte de l'arbre dans de nombreuses villes comme Nancy ou Nantes). L'évolution du patrimoine arboré montre une volonté de diversification des essences aussi bien dans un but paysager, de biodiversité ou de réduction des risques phytosanitaires. Cependant les différentes études de cas menées à Rennes, Agen et Versailles

montrent que chaque territoire fait face à des contraintes particulières et ne répond pas à cet objectif de diversification de la même façon.

La problématique : « **Les inventaires du patrimoine arboré urbain une photographie des arbres urbains pour définir la ville de demain ?** » se décomposait en deux objectifs à savoir :

- Si l'étude des inventaires existants du patrimoine arboré urbain pouvait caractériser l'évolution de ce patrimoine arboré de 2007 à aujourd'hui ?
- Si les inventaires peuvent mener à des indicateurs de nature en ville capables de guider l'aménagement ? Quel type d'indicateurs peut-on alors élaborer ?

Concernant le premier objectif, les données d'inventaires permettent d'obtenir une vision assez fidèle du patrimoine arboré public. De nombreuses collectivités disposent désormais d'un inventaire suffisamment précis de leur patrimoine. Pour l'évolution de ce patrimoine, bien qu'une tendance à la diversification soit identifiable, la comparaison avec les données de 2007 reste délicate puisque les méthodes d'inventaires ne sont pas forcément les mêmes entre 2007 et aujourd'hui et chaque collectivité n'actualise pas son inventaire au même rythme. Une piste envisageable pour l'amélioration de cette source de données serait l'uniformisation des méthodes d'inventaires et de la fréquence d'actualisation de ceux-ci.

Pour la question des indicateurs de nature en ville, les résultats ont montré que l'élaboration d'un indicateur quantitatif sur le nombre d'arbres par habitant peut être élaboré à partir des données d'inventaire. Mais celui-ci ne répond pas à tous les objectifs puisqu'il cible uniquement les arbres gérés par la collectivité. Sa déclinaison sur différentes zones à l'échelle du territoire peut permettre d'identifier des inégalités dans l'accès aux arbres pour les habitants et donc potentiellement tendre à une amélioration du cadre de vie. Les indicateurs basés sur l'indice de canopée que l'on voit fleurir actuellement peuvent cacher ces disparités spatiales, mais sont en revanche plus précis puisqu'ils englobent tous les arbres du territoire. Les deux approches peuvent donc être complémentaires.

Face au changement climatique dont se préoccupent de plus en plus les villes, une piste inexplorée dans ce mémoire, et qu'il serait intéressant de pouvoir traiter relève de la durabilité du patrimoine arboré urbain. Le patrimoine actuel va devoir évoluer pour faire face au changement climatique que ce soit d'un point de vue de résistance des essences à des températures plus élevées ou des essences les plus « utiles » pour lutter contre l'élévation des températures en ville. L'enjeu est donc de pouvoir suivre l'évolution du patrimoine arboré et de disposer d'outils de suivi et de gestion performants.

Bibliographie :

D'AUDEVILLE A. (2016). Les inventaires du patrimoine arboré des collectivités, comment et pour quelles finalités ?. Mémoire de fin d'étude, *Ecologie et Développement Durable Parcours Ecologie Urbaine, Faculté des sciences U.C.O.* 58p

Barcelona City Council. (2018). Barcelona Data Sheet 2018: Main Economic Indicators for the Barcelona area. Ajuntament de Barcelona, 38p

Comité interministériel Biodiversité. (2018). Plan Biodiversité. Ministère de la Transition écologique et solidaire, 27p

FLANDIN J. (2015). Guide de conception et de gestion écologique des cimetières. Natureparif, 76p

FOURNIER J. (2019). L'arbre s'enracine en ville. *Techni.Cités* (321), pp. 70-71

FRANK S., SANTAMOUR JR. (2002). Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. *Metria : Proceedings* (7), pp. 57-65.

GOUMOT P. (2007). Recensement du patrimoine arboré des alignements urbains et de la répartition des essences. Rapport d'étude, *Ingénierie du Paysage, Institut National d'Horticulture et du Paysage.* 18p

GOURGAND B. (2015). Quelle mesure de la nature en ville ?. CEREMA Direction technique territoires et ville, 21p

HUNEAU I., PREVEL A. (2019). Une canopée pour la Métropole de Lyon ? Enseignements d'un benchmark international. Grand Lyon Métropole, 99p

JALUZOT A. (2016). Arbres en milieu urbain, Guide de mise en œuvre. Trees & Design Action Group, 164p

KLEITZ T. (2014). Guide conseil pour les communes du Vaucluse. CAUE de Vaucluse, 20p

LARRAMENDY S. (2017). Paysages et Entretien des Cimetières. Plante & Cité, 92p

LESSARD G., BOULFROY E. (2008). Les rôles de l'arbre en ville. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy (CERFO), 21p

NOWAK D.J., HOEN R., CRANE D.E. (2007). Oxygen production by urban trees in the united states, *Arboriculture and Urban Forestry* 33 (3), pp. 220-226

TAULELLE F. (2010). La France des villes petites et moyennes. *La France : une géographie urbaine*, pp.149-168

Sites web :

Population légale 2015, INSEE. [Consulté le 11 avril 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/zones/3293086>

Métropole et ville de Rennes. [Consulté le 21 août 2019]. Disponible à l'adresse : <https://metropole.rennes.fr/>

Ville de Versailles. [Consulté le 21 août 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.versailles.fr/>

Ville d'Agen. [Consulté le 21 août 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.agen.fr/>

Nos villes vertes by Kermap. [Consulté le 12 juin 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.nosvillesvertes.fr/>

Le climat en métropole, Météo France. [Consulté le 15 mai 2019]. Disponible à l'adresse : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat-en-france/le-climat-en-metropole>

Données du recensement au niveau communal ou IRIS, Data.gouv. [Consulté le 1er juillet 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-du-recensement-au-niveau-communal-ou-iris-pour-la-france-entiere-y-compris-dom-tom/>

Recensement de la population - Base infracommunale (IRIS), INSEE. [Consulté le 1er juillet 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3627376>

CORINE Land Cover, IGN. [Consulté le 1er juillet 2019]. Disponible à l'adresse : <http://professionnels.ign.fr/corine-land-cover>

Annexes

Annexe I : Exemples d'arbitrage avec différents « niveau de confiance » du « Matcheur Végébase »

Nom Contributeur	Essence (nom d'origine)	Essence (nom Végébase)	Confiance VG	Essence (nom final)
02691_Saint Quentin	Aesculus 'Homestead'	Aesculus 'Homestead'	high	Aesculus 'Homestead'
02691_Saint Quentin	Aesculus x carnea	Aesculus x carnea	high	Aesculus x carnea
02691_Saint Quentin	Alnus x spaethii	Alnus x spaethii	medium	Alnus x spaethii
02691_Saint Quentin	Amelanchier lamarckii	Amelanchier lamarckii	high	Amelanchier lamarckii
02691_Saint Quentin	Betula papyrifera	Betula papyrifera	high	Betula papyrifera
02691_Saint Quentin	Betula pendula	Betula pendula	high	Betula pendula
02691_Saint Quentin	Betula utilis	Betula utilis	high	Betula utilis
02691_Saint Quentin	Betula utilis 'jacquemontii'	Betula utilis var. jacquemontii	medium	Betula utilis var. jacquemontii
02691_Saint Quentin	Buxus sempervirens	Buxus sempervirens	high	Buxus sempervirens
02691_Saint Quentin	Carpinus betulus	Carpinus betulus	high	Carpinus betulus
02691_Saint Quentin	Carpinus betulus 'Fastigiata'	Carpinus betulus 'Fastigiata'	high	Carpinus betulus 'Fastigiata'
02691_Saint Quentin	Castanea sativa	Castanea sativa	high	Castanea sativa
02691_Saint Quentin	Catalpa bignonioides	Catalpa bignonioides	high	Catalpa bignonioides
02691_Saint Quentin	Catalpa bungei	Catalpa bungei	high	Catalpa bungei
02691_Saint Quentin	Cedrus atlantica	Cedrus atlantica	high	Cedrus atlantica
02691_Saint Quentin	Cedrus atlantica 'Glauca'	Cedrus atlantica (Glauca Group) 'Glauca'	medium	Cedrus atlantica (Glauca Group) 'Glauca'
02691_Saint Quentin	Cedrus deodara	Cedrus deodara	high	Cedrus deodara
02691_Saint Quentin	Cedrus libani	Cedrus libani	high	Cedrus libani
02691_Saint Quentin	Cedrus atlantica 'pendula'	Cedrus libani 'Atlantica Pendula'	high	Cedrus libani 'Atlantica Pendula'
02691_Saint Quentin	Cercis siliquastrum	Cercis siliquastrum	high	Cercis siliquastrum
02691_Saint Quentin	Chamaecyparis lawsoniana	Chamaecyparis lawsoniana	high	Chamaecyparis lawsoniana
02691_Saint Quentin	Chamaecyparis lawsoniana 'Golden wonder'	Chamaecyparis lawsoniana 'Golden Wonder'	high	Chamaecyparis lawsoniana 'Golden Wonder'
02691_Saint Quentin	Cornus kousa	Cornus kousa	high	Cornus kousa
02691_Saint Quentin	Corylus avellana	Corylus avellana	high	Corylus avellana
02691_Saint Quentin	Corylus colurna	Corylus colurna	high	Corylus colurna
02691_Saint Quentin	Crataegus monogyne	Crataegus monogyne	high	Crataegus monogyne
02691_Saint Quentin	Crataegus laevigata 'Paul's Scarlet'	Crataegus x media 'Paul's Scarlet'	high	Crataegus x media 'Paul's Scarlet'
02691_Saint Quentin	Cryptomeria japonica	Cryptomeria japonica	high	Cryptomeria japonica

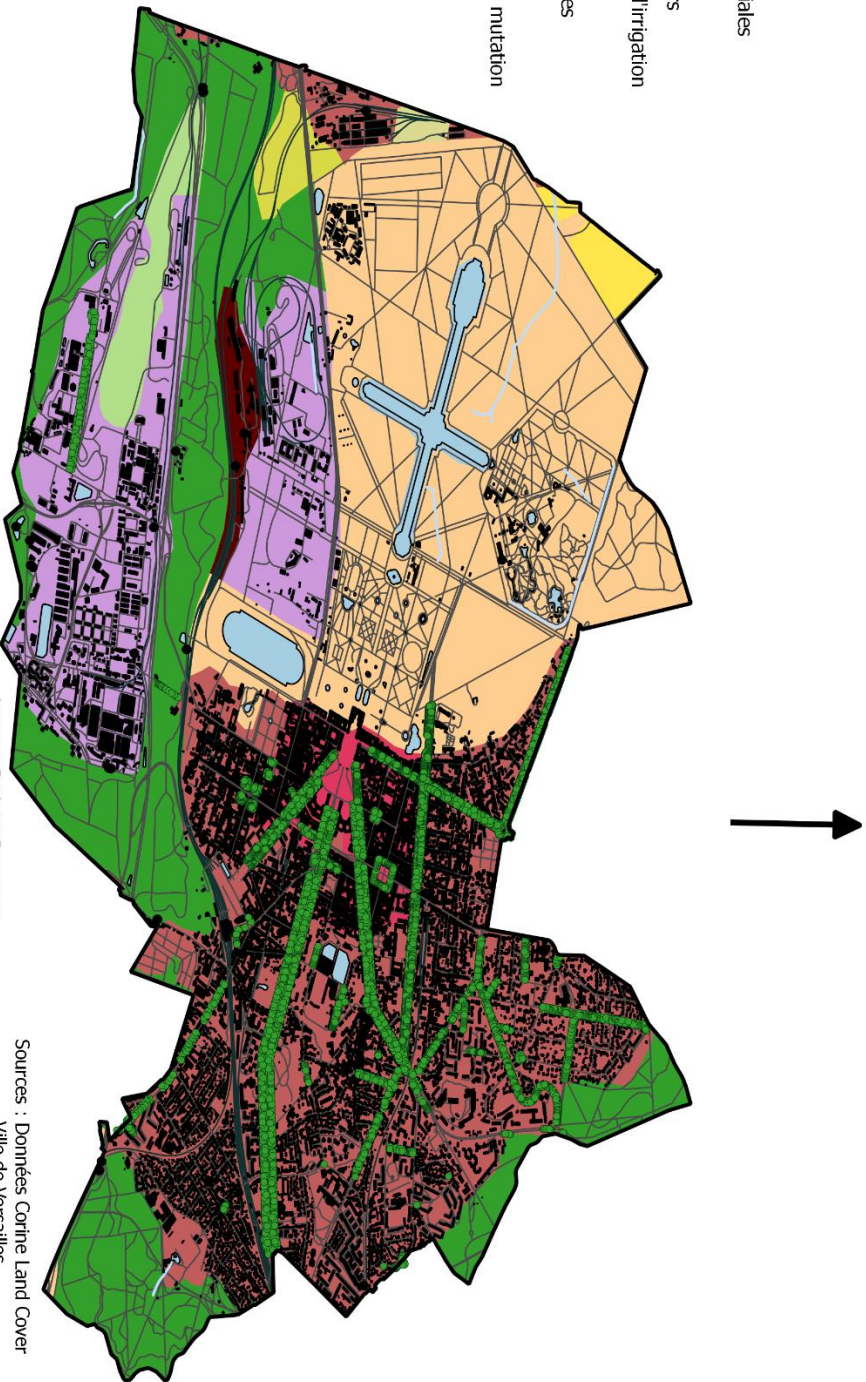
Annexe II : Liste des genres recensés au sein de notre échantillon et de leurs fréquences moyennes

Genres recensés au sein des inventaires	Fréquence moyenne du genre														
Abelia	0,0	Calycanthus	0,0	Coronaster	0,0	Garrya	0,0	Lithraea	0,0	Physocarpus	0,0	Schinus	0,0	Umbellularia	0,0
Abies	0,2	Camellia	0,0	Crategeomyspilus	0,0	Gentiana	0,0	Livistona	0,0	Psychotria	0,0	Sciadopitys	0,0	Vaccinella	0,0
Acacia	0,0	Campotheca	0,0	Crategeus	0,4	Gilia	0,0	Lonicera	0,0	Picea	0,4	Seasia	0,0	Viburnum	0,0
Acca	0,0	Caragana	0,0	Crategespilus	0,0	Ginkgo	0,4	Luma	0,0	Picrasma	0,0	Semiarundinaria	0,0	Virex	0,0
Acer	13,1	Carica	0,0	Cinodendron	0,0	Gleditsia	1,2	Maackia	0,0	Pteris	0,0	Senegalia	0,0	Vitis	0,0
Actinidia	0,0	Carpinus	2,9	Cynpomeria	0,0	Grevillea	0,0	Maclura	0,0	Pinus	4,1	Sequoia	0,1	Washingtonia	0,2
Aesculus	3,8	Carya	0,0	Cunninghamia	0,0	Gymnocladus	0,0	Macrorhiza	0,0	Piper	0,0	Sequoidendron	0,2	Wigandia	0,0
Agathis	0,0	Caryopteris	0,0	Cupressocyparis	0,1	Hekaea	0,0	Magnolia	0,8	Pistacia	0,0	Sideroxylon	0,0	Wisteria	0,0
Agonis	0,0	Caryota	0,0	Cupressus	1,1	Haleisia	0,0	Maronia	0,0	Pittosporum	0,0	Sinocactia	0,0	Wollemia	0,0
Alantulus	0,2	Casimiroa	0,0	Cycas	0,0	Hamamelis	0,0	Mallotus	0,0	Platanus	11,9	Sophora	0,2	Xanthoceras	0,0
Alarigum	0,0	Cassia	0,0	Cydonia	0,0	Hamamelis	0,0	Malus	1,5	Platycaya	0,0	Sorbaria	0,0	Xanthocyparis	0,0
Albizia	0,2	Castanea	0,2	Cytisus	0,0	Harpophyllum	0,0	Manihot	0,0	Platycladus	0,0	Sorbothyrus	0,0	Xanthorrhoea	0,0
Allocastrina	0,0	Casuarina	0,0	Dasyfrizon	0,0	Hedera	0,0	Melaleuca	0,0	Podocarpus	0,0	Sorbus	0,5	Xylosma	0,0
Alnus	1,2	Catalpa	0,4	Davidia	0,0	Hedera	0,0	Melia	0,2	Polliothyrus	0,0	Spiraea	0,0	Yucca	0,0
Aloe	0,0	Cedrela	0,0	Deutzia	0,0	Hemiptelea	0,0	Mespilus	0,0	Poncirus	0,0	Spiraea	0,0	Zanthoxylum	0,0
Amelanchier	0,2	Cedrus	1,0	Diospyros	0,0	Heptacodium	0,0	Metasequoia	0,1	Populus	2,3	Staphylea	0,0	Zanthoxylum	0,0
Ampelopsis	0,0	Celaiba	0,0	Dipteronia	0,0	Heteromeles	0,0	Metrosideros	0,0	Prunus	5,7	Stephanandra	0,0	Ziziphus	0,0
Anagyris	0,0	Celtis	0,0	Docynia	0,0	Hibiscus	0,0	Mirrosa	0,0	Pseudotsuga	0,1	Stewartia	0,0		
Aphananthe	0,0	Cephalotaxus	0,0	Dombeya	0,0	Himalayacalamus	0,0	Morus	0,7	Pseudotsuga	0,1	Stewartia	0,0		
Aralia	0,0	Ceratonia	0,0	Elaeagnus	0,0	Hovea	0,0	Musa	0,0	Ptelea	0,0	Strelitzia	0,0		
Araucaria	0,1	Ceratostamia	0,0	Elaeagnus	0,1	Howea	0,0	Myrtus	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Arbutus	0,0	Cercidiphyllum	0,0	Emmenopterys	0,0	Hydrangea	0,0	Nerium	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Archonotophoenix	0,0	Cercis	0,5	Emmenopterys	0,0	Hydrangea	0,0	Nolina	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Argyrocaryus	0,0	Cerocephalus	0,0	Eriolobus	0,0	Hydrangea	0,0	Nothofagus	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Aronia	0,0	Chaenomeles	0,0	Eriolobus	0,0	Hydrangea	0,0	Nothofagus	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Asimina	0,0	Chamaecyparis	0,2	Erythrina	0,0	Ilex	0,1	Nothofagus	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Azara	0,0	Chamaecyparis	0,2	Escallonia	0,0	Jacaranda	0,0	Notofagus	0,0	Pterocarya	0,1	Styrax	0,0		
Baccharis	0,0	Chimonanthus	0,0	Eucalyptus	0,1	Jubaea	0,0	Olea	0,2	Pyrus	2,7	Tamarix	0,1		
Banksia	0,0	Chionanthus	0,0	Eucommia	0,0	Jubaea	0,0	Olea	0,2	Quercus	5,6	Taxodium	0,1		
Bauhinia	0,0	Chitralpa	0,0	Eucryphia	0,0	Juglans	0,3	Oryza	0,0	Quercus	5,6	Taxodium	0,1		
Beaucarnea	0,0	Choerospondias	0,0	Eugenia	0,0	Juniperus	0,0	Osmanthus	0,0	Retama	0,0	Tecoma	0,0		
Berberis	0,0	Cinnamomum	0,0	Eudodia	0,0	Kioproanax	0,0	Ostrya	0,3	Rhamnus	0,0	Tetradium	0,0		
Betula	2,3	Citharexylum	0,0	Eumyrtus	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Bischofia	0,0	Citrofortunella	0,0	Euphorbia	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Boehmeria	0,0	Citrus	0,0	Euscaphis	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Bourreria	0,0	Cleistanthus	0,0	Eucrochorda	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Brachycton	0,0	Clerodendrum	0,0	Fabiana	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Brhea	0,0	Clethra	0,0	Fagus	0,9	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Broussonetia	0,0	Coccolus	0,0	Fargasia	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Buddleia	0,0	Cocos	0,0	Fragaria	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Butia	0,0	Colutea	0,0	Frimiana	0,1	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Buxus	0,0	Cordylina	0,0	Fontanestria	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Caesalpinia	0,0	Cornus	0,1	Fontanestria	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Callierpa	0,0	Corylus	1,0	Fortynia	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Callistemon	0,0	Corymbia	0,0	Fortynia	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Callitris	0,0	Corynocarpus	0,0	Fortynia	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		
Calocedrus	0,0	Cotinus	0,0	Fremontodendron	0,0	Koelreuteria	0,5	Pallurus	0,0	Rhapidothyrus	0,0	Tetradium	0,0		

Croisement des arbres d'alignement avec les données d'occupation des sols

Légende

- Arbres d'alignement
- Routes
- Bâtiments
- Occupation des sols
- Tissu urbain continu
- Tissu urbain discontinu
- Zones industrielles ou commerciales
- Réseaux routier et ferroviaire
- Equipements sportifs et de loisirs
- Terres arables hors périmètres d'irrigation
- Prairies
- Systèmes culturaux et parcellaires
- Forêts de feuillus
- Forêt et végétation arbustive en mutation
- Plans d'eau



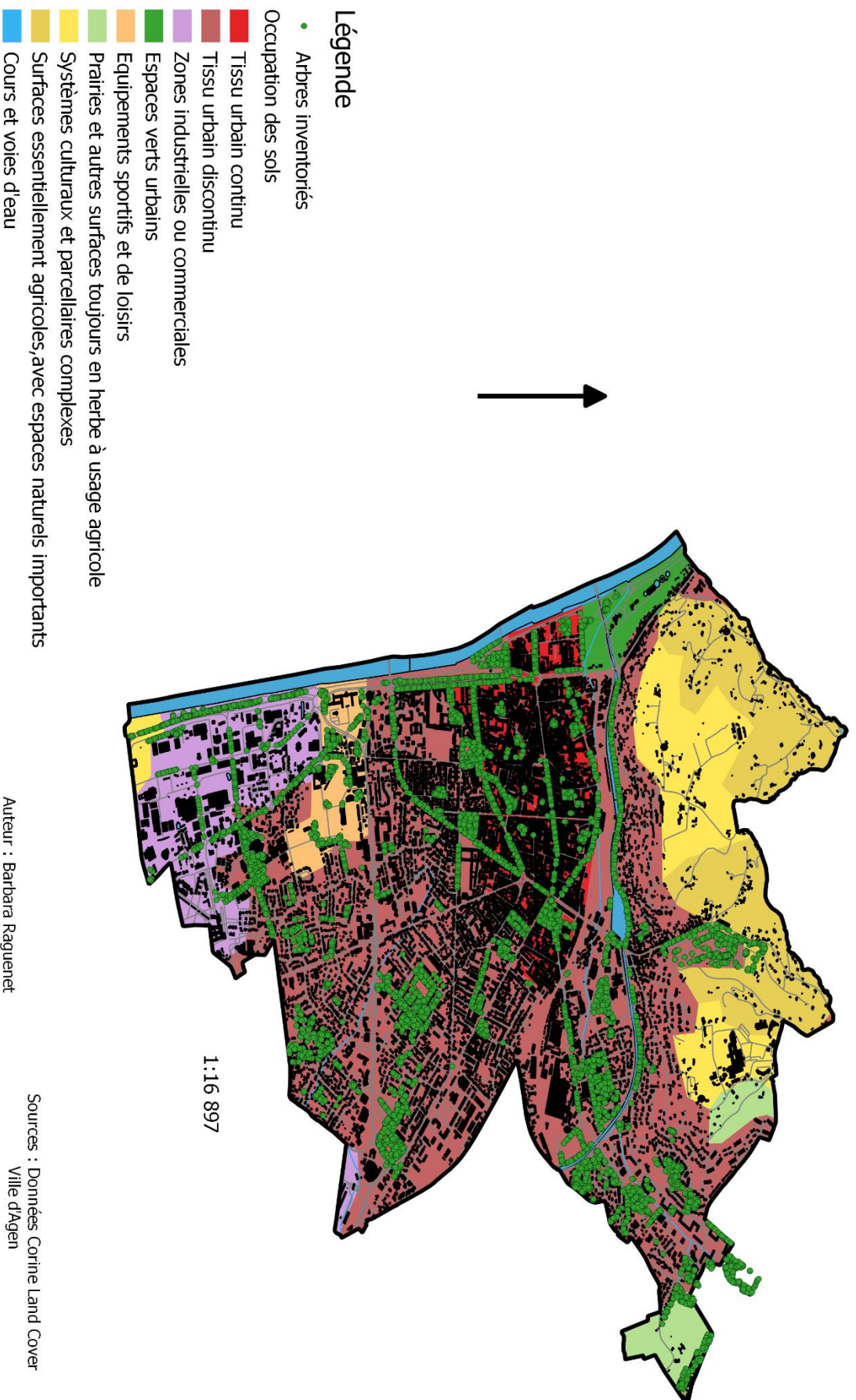
1:21 528

Auteur : Barbara Raquenot

Sources : Données Corine Land Cover
Ville de Versailles
BD TOPO IGN

Croisement des arbres inventoriés avec les données d'occupation des sols Corine Land Cover

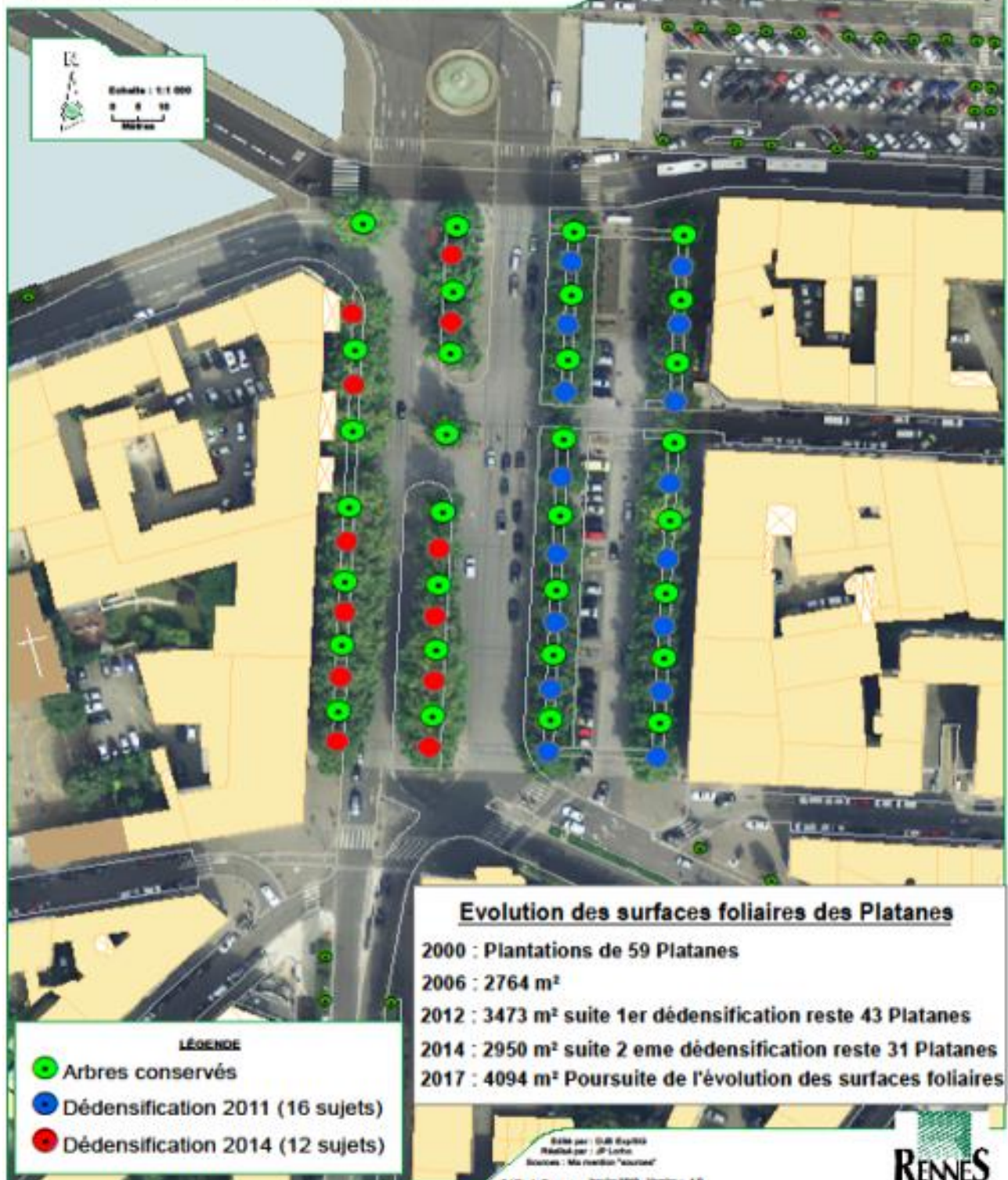
Annexe IV : Carte de l'occupation des sols et des arbres inventoriés à Agen



Annexe V : Evolution des surfaces foliaires sur la place de Bretagne à Rennes

Place de Bretagne -Platanes

Evolution des surfaces foliaires



Source : Services des espaces verts – Ville de Rennes

Rennes

Patrimoine arboré

Rennes est plus arboré que la moyenne nationale



Pourcentage de patrimoine arboré en ville



Pourcentage de patrimoine arboré total (ville + campagne)



Légende:

■ Patrimoine arboré
clichés aériens: 2014

■ Tissu urbain

🔍 Extrait en haute résolution

Date des

Annexe VII : Capture d'écran des données pour Agen du site « nosvillesvertes »

Agen

Patrimoine arboré

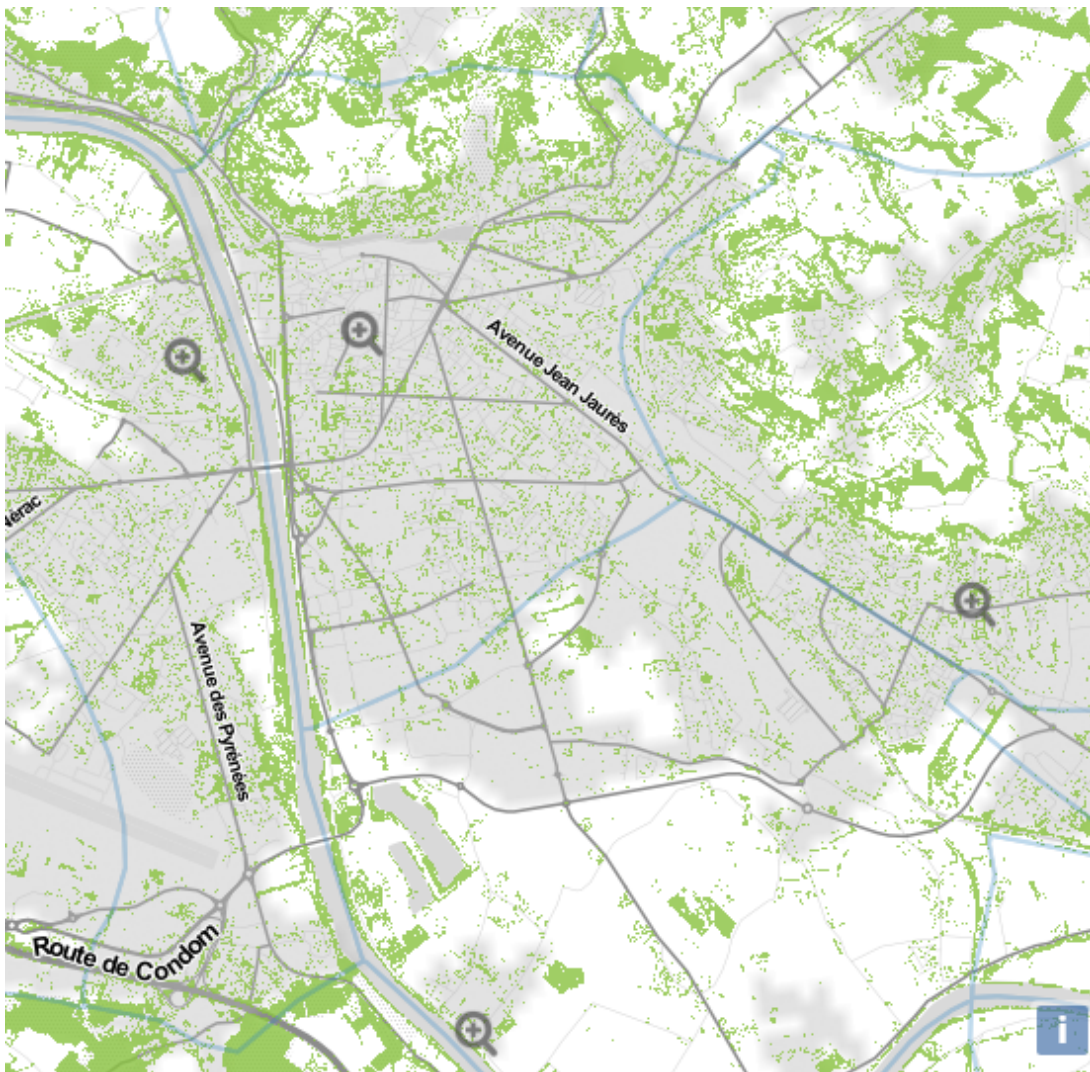
Agen est moins arboré que la moyenne nationale



Pourcentage de patrimoine arboré en ville



Pourcentage de patrimoine arboré total (ville + campagne)



Légende:

■ Patrimoine arboré

■ Tissu urbain

🔍 Extrait en haute résolution

Date des

clichés aériens: 2017

Versailles

Patrimoine arboré

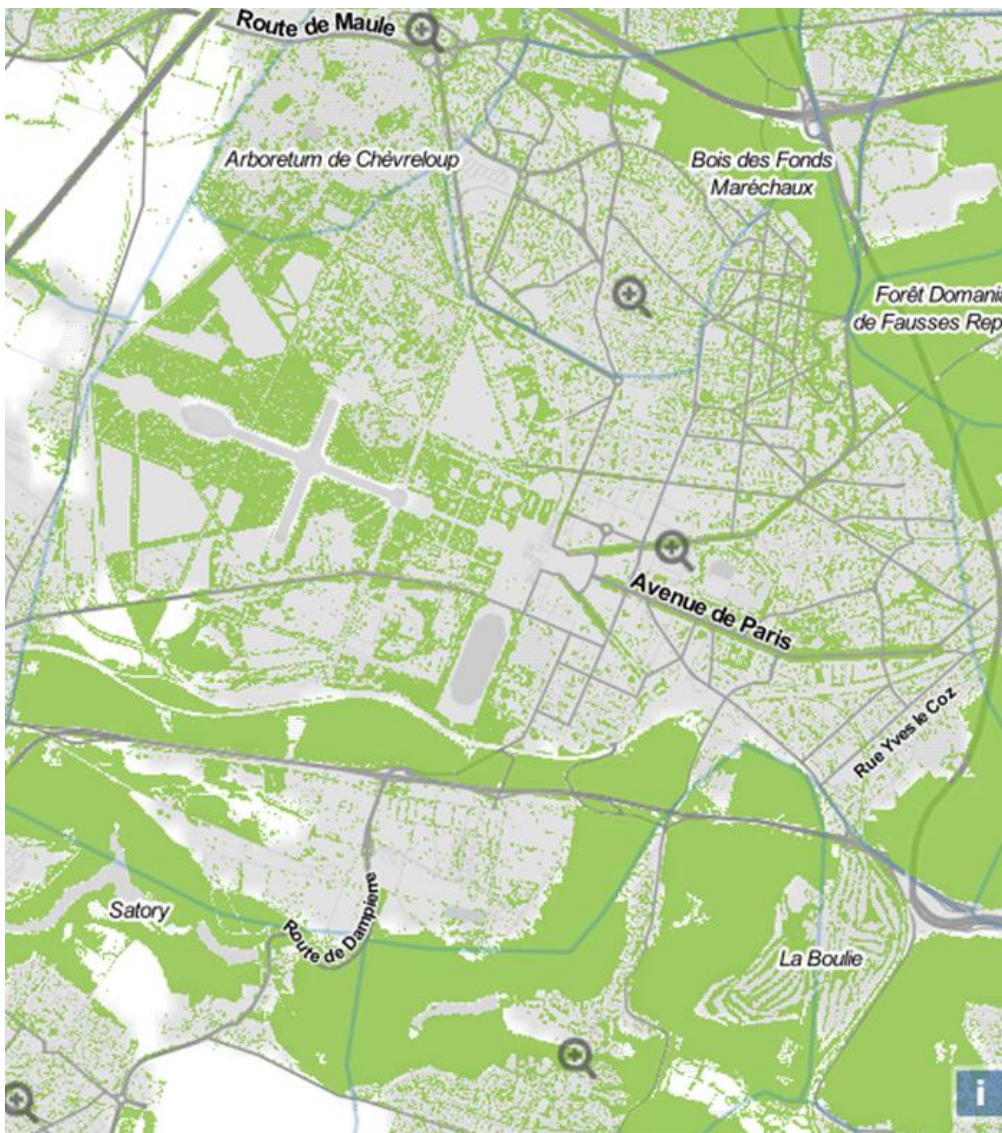
Versailles est plus arboré
que la moyenne nationale



Pourcentage de patrimoine arboré en ville



Pourcentage de patrimoine arboré total (ville + campagne)




Légende:

■ Patrimoine arboré
Date des clichés aériens: 2014

■ Tissu urbain

🔍 Extrait en haute résolution

📄

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : Paysage Spécialisation / option : GE PAMEQ Enseignant référent : Didier LE COEUR
Auteur(s) : Barbara RAGUENET	Organisme d'accueil : Plante & Cité Adresse : 26 rue Jean Dixmèras 49000 Angers
Date de naissance* : 14/02/1996	
Nb pages : 30 Annexe(s) : 8	
Année de soutenance : 2019	Maître de stage : Pauline LAÏLLE
Titre français : Evolution du patrimoine arboré des collectivités : les inventaires source potentielle pour des indicateurs de nature en ville. Titre anglais: Evolution of cities' tree patrimony: inventories as a potential source for urban nature indicators.	
Résumé (1600 caractères maximum) : La gestion du patrimoine arboré urbain est désormais au cœur des préoccupations de nombreuses collectivités. Pour répondre à ces préoccupations Plante & Cité, centre technique sur les espaces verts en ville et le paysage a mené une étude, dans le prolongement de précédentes études, sur les inventaires de patrimoine arboré. Cette étude a deux objectifs principaux. Le premier était de savoir si l'étude des inventaires existants du patrimoine arboré urbain pouvait caractériser l'évolution de ce patrimoine de 2007 à aujourd'hui. Le second était de déterminer si les inventaires pouvaient mener à des indicateurs de nature en ville capable de guider l'aménagement et auquel cas quel type d'indicateurs serait-il possible d'élaborer. L'étude s'est pour cela décomposée en plusieurs phases. La première phase était de collecter de nouveaux inventaires de patrimoine arboré ou des versions actualisées des inventaires collectés lors des précédentes études (menées respectivement en 2007 et 2016). Dans un deuxième temps l'exploration des données contenues dans ces inventaires a permis d'orienter l'analyse. L'analyse en elle-même s'est, quant à elle, attachée à fournir un état des lieux du patrimoine arboré actuel et de son évolution depuis 2007. En parallèle une réflexion sur l'établissement d'un indicateur de nature en ville à partir des données d'inventaires et de ses limites a été mené.	
Abstract (1600 caractères maximum): The management of urban tree patrimony is now at the heart of communities' concerns. In response to these concerns, Plante & Cité, a technical centre on urban green spaces and landscaping, has carried out a study, as an extension of previous studies, on inventories of tree patrimony. This study has two main objectives. The first was to know if the study of existing inventories of urban tree patrimony could characterize the evolution of this patrimony from 2007 to the present time. The second was to determine whether the inventories could lead to indicators of urban nature that could guide urban development and if that is the case, what type of indicators could be developed. The study was carried out in several phases. The first phase was to collect new inventories of tree patrimony or updated versions of inventories collected in previous studies (conducted in 2007 and 2016 respectively). Second, the exploration of the data contained in these inventories helped guide the analysis. The analysis itself has focused on establishing a picture of the current tree patrimony and its evolution since 2007. At the same time, a reflection on the establishment of an indicator of urban nature based on inventory data and its limits was conducted.	
Mots-clés : Patrimoine arboré urbain, Inventaire, Arbre en ville, Indicateur Key Words: Tree patrimony, Inventory, Urban tree, Indicator	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires