



ENJEUX SCIENCES

QUELLE PLACE POUR L'ARBRE EN VILLE?

ENTRE BÉNÉFICES ET CONTRAINTES

BASTIEN CASTAGNEYROL

éditions
Quæ

QUELLE PLACE POUR L'ARBRE EN VILLE ? ENTRE BÉNÉFICES ET CONTRAINTES

BASTIEN CASTAGNEYROL

Éditions Quæ

Dans la même collection

Pollutions sensorielles. La face cachée de notre empreinte écologique ?
Sordello R., 2026, 120 p.

Tiques et santé. Biologie, maladies, maîtrise du risque
Rispe C., Bournez L., Durand J., Duron O., René-Martellet M.,
2026, 120 p.

Marine biological invasions
Goulletquer P., 2025, 120 p.

Pour citer cet ouvrage

Castagneyrol B., 2026. *Quelle place pour l'arbre en ville ?
Entre bénéfices et contraintes*. Versailles, éditions Quæ, 108 p.
<https://doi.org/10.35690/978-2-7592-4311-2>

Les éditions Quæ réalisent une évaluation scientifique des manuscrits
avant publication dont la procédure est décrite ici :
<https://www.quae.com/store/page/199/processus-d-evaluation>

Le processus éditorial s'appuie également sur un logiciel
de détection des similitudes et des textes potentiellement générés
par intelligence artificielle (IA).

La diffusion en accès ouvert de cet ouvrage a été soutenue par INRAE
et l'université de Bordeaux au travers du projet ANR-RP2-2023-OSCAR.

Les versions numériques de cet ouvrage sont diffusées
sous licence CC-by-NC-ND 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

© Éditions Quæ, 2026

ISBN papier : 978-2-7592-4310-5
ISBN epub : 978-2-7592-4312-9

ISBN PDF : 978-2-7592-4311-2
ISSN : 2267-3032

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex
www.quae.com / www.quae-open.com

Sommaire

Introduction	5
1. Qu'est-ce qu'un arbre ?	9
La réponse du botaniste	9
La réponse de l'écologue	13
La réponse de l'urbaniste	17
De l'importance de croiser les regards	18
2. Qu'est-ce qu'une forêt urbaine ?	21
La forêt urbaine est riche en espèces, mais pauvre en diversité	22
La forêt urbaine est hétérogène	25
Le port des arbres urbains est architecturé	26
Une démographie en J renversé	29
La forêt urbaine est en grande partie privée	32
Les arbres ne sont pas seuls	32
La forêt urbaine ne se gère pas comme une forêt	35
3. Une forêt urbaine : pour qui, pour quoi ?	37
Notions de services et de desservices écosystémiques	37
Modification du climat à différentes échelles	40
Modification de la qualité de l'air	47
Contribution au bien-être	49
4. Comment la forêt urbaine fait-elle face aux changements globaux ?	57
Les changements climatiques menacent les arbres urbains	57
La lumière des villes modifie la physiologie et la phénologie des arbres	61
Les arbres urbains face aux agressions biotiques	65
Préparer la forêt urbaine à affronter des risques multiples en interaction	72



5. Quels arbres et quelle forêt pour les villes de demain ?..... 73

Prendre soin des arbres existants 73

Renouveler la forêt urbaine 74

Des arbres pour tous 80

Sept commandements pour la forêt urbaine de demain..... 87

6. Quelles priorités pour la recherche sur la forêt urbaine ?..... 89

Une recherche encore morcelée 89

Planter des arbres ne suffira pas 91

Penser la forêt urbaine au-delà des arbres 93

Le mot de la fin 99

Références bibliographiques 101



Introduction

La ville n'est *a priori* pas faite pour les arbres. Il n'y a pas d'arbres dans la ville du *Robert* qui la décrit comme «un milieu géographique et social formé par une réunion importante de constructions abritant des habitants qui travaillent, pour la plupart, à l'intérieur de l'agglomération». Il n'y en a pas plus dans le *Larousse* pour lequel la ville est une «agglomération relativement importante et dont les habitants ont des activités professionnelles diversifiées».

La ville, ce sont des personnes qui s'agglomèrent et s'affairent. C'est une création des humains pour les humains. Si d'autres êtres vivants y survivent ou y prospèrent, c'est soit parce que nous les choyons, soit que les plus robustes ont échappé à notre contrôle, soit qu'ils ne représentent rien pour nous, ou si peu. La ville est en effet une source de stress pour de nombreux organismes. Elle est bruyante. Elle est brillante : l'éclairage nocturne perturbe les plantes, qui utilisent la lumière naturelle comme marqueur du temps qui passe, et les animaux, qui font de la nuit leur terrain de chasse. Il fait plus chaud en ville que dans la campagne environnante, au-delà du supportable pendant les épisodes de canicule. L'air y est plus pollué ; le sol, simplifié à l'excès. Les habitats naturels sont réduits à de petites surfaces et fragmentés dans une matrice minérale. L'humain s'y affine. Il circule, consomme, échange. Des espèces venues d'ailleurs, qualifiées d'«exotiques», accompagnent clandestinement ces échanges. Trouvant dans les villes des espaces perturbés et des communautés biologiques appauvries, ces espèces exotiques s'y établissent sans trop de difficultés et s'y multiplient au point de devenir envahissantes et de perturber davantage les espaces naturels, dans la ville et au-delà de ses frontières. Pourtant, cette nature que l'urbanisation déchire est un levier essentiel pour atténuer les effets des changements globaux (pollutions, destruction des habitats naturels, érosion de la biodiversité, changements climatiques) sur les personnes qui vivent, étudient



ou travaillent en ville. L'enjeu n'est rien de moins que de rendre les villes durablement vivables (encadré 1).

Dans cette urgence, les arbres occupent une place particulière qui n'est pas le fruit du hasard. Ils sont à la fois des éléments du paysage urbain et des symboles de la nature et de la capacité des humains à la maîtriser. Leur présence en ville est le résultat d'un équilibre délicat entre leurs besoins biologiques, les souhaits des humains et les lois en vigueur. Or, ce qui est aujourd'hui

ENCADRÉ 1. L'ARBRE URBAIN AU FIL DU TEMPS

« Les arbres ont longtemps été considérés comme du mobilier urbain, des éléments que l'on pouvait déplacer, installer, supprimer selon les besoins, les modes ou les affects. Dès le Moyen Âge, l'arbre urbain a cette ambivalence : ressource essentielle à la construction et à la production d'énergie quand il est abattu et débité, vitrine du pouvoir économique, politique et culturel quand il est aligné, taillé, maîtrisé. Le dilemme entre ces deux fonctions s'accroît avec la révolution industrielle. D'un côté, le bois est nécessaire à la voracité énergétique de l'industrie, et il faut de la place pour loger la main-d'œuvre. D'un autre côté, on reconnaît les vertus hygiénistes des parcs et des jardins, sensés nettoyer l'air vicié des villes et favorisant l'activité physique et sociale des citadins. En France, l'arbre se retire un peu des villes pendant les Trente Glorieuses, du moins dans les périphéries où l'on construit de grands ensembles d'habitations et dans les quartiers pavillonnaires : l'amélioration du niveau de vie et le développement de la voiture individuelle réduisent la perception des bienfaits des arbres sur la santé des personnes, ou permettent d'aller facilement les chercher hors des villes. C'est la lente prise de conscience d'une dégradation alarmante de l'environnement — et de la capacité de l'humain à continuer à en tirer des avantages — qui fait que l'arbre et plus généralement la nature en ville font leur retour dans les politiques d'aménagement urbain au tournant des années 1990. On voit dès lors s'opérer un glissement, pas encore abouti, entre un besoin de gérer les espaces verts urbains pour améliorer le bien-être des citadines et des citadins et une reconnaissance de la place intrinsèque de l'arbre et du vivant dans le socio-écosystème urbain. »

Extrait de Castagnérol *et al.*, 2026.

Les personnes intéressées par ces aspects historiques peuvent se référer à l'ouvrage de Charles-François Mathis et Émilie-Anne Pépy, *La Ville végétale. Une histoire de la nature en milieu urbain (France, XVI^e-XXI^e siècle)*, publié en 2017.

possible, souhaitable ou autorisé ici ne l'est pas forcément là, ou ne le sera peut-être plus demain. Les changements globaux compromettent le « biologiquement possible ». La nécessité vitale de s'y adapter et d'en atténuer les effets met en tension ce qui est souhaité individuellement et souhaitable collectivement, au risque de rendre obsolètes les cadres réglementaires du passé.

L'arbre coincé entre les maisons et la voie de circulation des bus sur une avenue, celui qui ombrage l'allée menant à un hôtel particulier dans le centre historique de la ville ou celui d'un bois qui préexistait à l'expansion d'une banlieue pavillonnaire ont des destins différents que l'on ne peut comprendre qu'en adoptant une vue d'ensemble. L'arbre urbain s'intègre dans un ensemble plus large : la forêt urbaine. À ce stade, il n'est pas clair si cette « forêt urbaine » désigne une véritable entité écologique, une métaphore ou un oxymore. Disons simplement que c'est un cadre d'analyse permettant à la fois de comprendre la place actuelle de l'arbre en ville dans ses dimensions biologiques, sociales et réglementaires, et de la situer dans une perspective résolument tournée vers l'avenir.

Cet ouvrage explore le rôle que jouent les arbres dans le fonctionnement des socio-écosystèmes urbains ; il montre comment, en structurant les processus régissant les flux de matière et d'énergie — soit la définition du *fonctionnement* —, les arbres, ensemble, constituent une forêt. La forêt urbaine y est présentée sous l'angle de l'écologie, en s'autorisant des détours nécessaires vers d'autres disciplines scientifiques. Il s'agit de montrer comment la ville, vue comme un ensemble de facteurs physiques, chimiques et surtout anthropiques, façonne les arbres, oriente leur biologie et structure leurs interactions avec les autres êtres vivants, tout en montrant en retour comment ces arbres influencent l'environnement urbain et les personnes qui en dépendent.

À ces fins, le livre s'ouvre en rappelant ce qu'est un arbre, et particulièrement un arbre en ville (chapitre 1). Il se poursuit sur la définition de la forêt urbaine pour en poser les limites à la fois géographiques et conceptuelles (chapitre 2). Sans chercher l'exhaustivité, le chapitre 3 présente de manière nuancée les services que rendent les arbres et la forêt urbaine aux citoyens,



mais également les désagréments qui les accompagnent. Les chapitres 4 et 5 sont tournés vers l'avenir. Ils montrent les vulnérabilités de la forêt urbaine (chapitre 4) et examinent les stratégies pouvant être mises en œuvre pour adapter la forêt urbaine à ce qui la menace (chapitre 5). Après ce tour d'horizon, le chapitre 6 reconnaît les limites des connaissances actuelles sur les arbres de la ville et sur la forêt urbaine, non pas pour les déplorer, mais pour inviter à les dépasser. C'est peut-être là d'ailleurs la première intention de ce livre : rendre accessibles les savoirs scientifiques pour inviter qui veut à se saisir, à son niveau, des enjeux, mais également des interrogations qui entourent les arbres des villes.



1. QU'EST-CE QU'UN ARBRE ?

Vous marchez dans la rue, vous interpellez la première personne qui passe devant vous, vous désignez l'arbre le plus proche en lui demandant : « Qu'est-ce donc que ceci ? » Cette personne vous répondra : « Un arbre. » Répétez dix fois l'expérience avec dix personnes différentes. Enfants, adolescents, adultes de tous âges... Il y a fort à parier que tous vous feront la même réponse : « Un arbre. » Pourtant, vous avez désigné tantôt un pin maritime, tantôt un micocoulier, un liquidambar, un chêne vert, un tilleul.

Définir ce qu'est un arbre reviendra ici à nous demander ce que ces espèces ont en commun et ce qui fait que ces arbres sont des arbres. C'est une tâche faisable, utile et nécessaire dans le premier chapitre d'un ouvrage sur la forêt, fût-elle urbaine, mais cela reste un acte réducteur tant les arbres et la façon dont nous les percevons sont divers.

LA RÉPONSE DU BOTANISTE

Pour le botaniste, un arbre est une plante pérenne, ligneuse, dont la taille potentielle excède 7 mètres à l'âge adulte, et constituée par une tige unique autoportante, sans ramifications sur sa partie basse. Telle quelle, cette définition ne parle guère qu'au botaniste. Il est pourtant essentiel de se l'approprier dans ses plus petits recoins pour pouvoir appréhender les enjeux liés à la présence et au maintien des arbres en ville.

À l'échelle macroscopique, un arbre se compose d'un tronc (la tige), d'un houppier et de racines. Le houppier (ou couronne) désigne l'ensemble des branches ramifiées et des feuilles de l'arbre. Les racines, elles aussi ramifiées, ancrent l'arbre dans le sol. Le collet désigne la zone de transition entre le tronc et les racines.

L'arbre est une plante de grande taille. Or, nous avons tous appris dès la maternelle que les plantes ont besoin d'eau, d'air et de lumière. Il n'y a pas de lumière dans le sol, et il n'y a

pas assez d'eau dans l'air pour subvenir aux besoins de l'arbre. Pour satisfaire ses besoins, l'arbre connecte le monde aérien et le monde souterrain. En schématisant, on pourrait presque résumer l'arbre à un ensemble de vaisseaux, « tuyaux » alignés les uns avec les autres. Ces vaisseaux transportent les sèves — au pluriel ! — reliant les parties aériennes et racinaires de l'arbre (figure 1). La sève brute est essentiellement constituée par l'eau et les minéraux que l'arbre absorbe au niveau des racines. Elle est littéralement aspirée par les feuilles, de sorte qu'elle circule sous tension depuis les racines dans les vaisseaux qui constituent le xylème. L'aspiration est d'autant plus forte que l'air est sec. Au niveau des feuilles, la photosynthèse produit des sucres dont l'excès qui n'est pas consommé sur place est chargé dans les vaisseaux qui forment le phloème. Une partie de l'eau

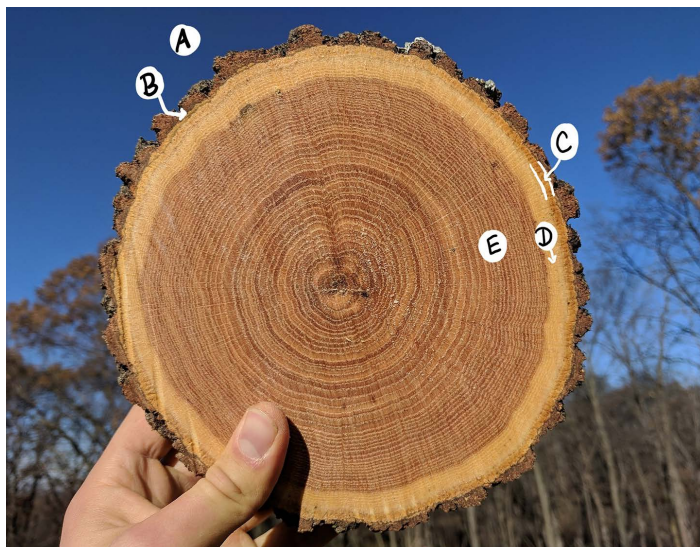


Figure 1. Organisation interne du tronc d'un arbre.

On y distingue, de la périphérie vers le centre : l'écorce (A) et le phelloderme (B), le liber (C), l'aubier (D) et le duramen, ou bois de cœur (E). Le phellogène est coincé entre les couches B et C, et le cambium entre les couches C et D. Ce sont les couches C et D qui conduisent la sève élaborée et la sève brute, respectivement. © Rbreidbrown, licence CC BY-SA 4.0 ; source : [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/A_Photographic_Atlas_for_Botany_\(Morrow\)/12:_Stems/12.02:_Secondary_Growth](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/A_Photographic_Atlas_for_Botany_(Morrow)/12:_Stems/12.02:_Secondary_Growth)

apportée par le xylème passe dans le phloème, constituant ainsi, avec les sucres de la photosynthèse, une sève élaborée qui est poussée, sous pression cette fois, vers les racines.

L'arbre est une plante pérenne qui grandit tout au long de sa vie. Il s'allonge par ses extrémités (celles des branches et des racines) : c'est la croissance primaire. Au bout de chaque bourgeon et de chaque racine (à l'apex) se trouvent les méristèmes apicaux. Un méristème est un ensemble de cellules indifférenciées et totipotentes : indifférenciées, parce qu'elles ne se spécialisent dans aucune fonction ; totipotentes, parce qu'elles ont justement la possibilité de se différencier pour créer n'importe quel type de cellule. Les cellules des méristèmes se divisent avant de se différencier. La division permet au méristème de se régénérer, garantissant ainsi la présence de cellules éternellement jeunes à toutes les extrémités de l'arbre. La différenciation permet ensuite de brancher les nouvelles cellules sur les anciennes, assurant la continuité des fonctions de l'arbre. C'est ainsi qu'il y a une continuité entre les vaisseaux qui conduisent la sève brute des racines vers les feuilles et ceux qui acheminent la sève élaborée des feuilles vers les racines.

La croissance primaire s'accompagne d'un accroissement du diamètre du tronc, des racines et des branches. Cette croissance en largeur est qualifiée de croissance secondaire, en ceci qu'elle intervient après la différenciation des cellules issues de la croissance primaire au niveau des méristèmes apicaux. Comme pour la croissance primaire, elle est le fait de cellules indifférenciées : les cellules du cambium. Sur une souche fraîchement coupée, le cambium forme cette fine couche de cellules facilement reconnaissable à la jonction entre le bois de cœur, très dense (le duramen), et l'aubier, souvent plus clair. Le cambium a le même fonctionnement que les méristèmes apicaux : division, puis différenciation. Les cellules nouvellement formées du côté intérieur se différencient pour former les cellules qui constituent le bois, au sens anatomique. C'est le bois qui contient, entre autres, le réseau qui conduit la sève brute. De l'autre côté du cambium, les cellules nouvellement formées se différencient pour former le liber, un tissu qui contient, entre autres, les vaisseaux qui conduisent la sève élaborée.



Comme la division et la différenciation des cellules du cambium se font en profondeur dans le tronc, les branches et les racines, on entrevoit assez facilement deux conséquences. D'abord, les cellules les plus centrales sont progressivement écrasées à mesure que tronc, branches et racines croissent en largeur. Les plus anciens vaisseaux qui conduisent la sève brute deviennent progressivement non fonctionnels. Ensuite, de l'autre côté du cambium, les cellules du liber sont poussées vers l'extérieur. Le tissu se déchire. Là encore, seuls les vaisseaux les plus proches du cambium restent fonctionnels.

Malgré ces déchirures, l'arbre continue de grandir et son tronc reste vaguement cylindrique. C'est là que l'écorce intervient. Elle est formée par des cellules qui accumulent du liège dans leur paroi. Elle joue un rôle d'isolant et de protection. Elle est produite par une couche de cellules — le phellogène — coincée entre l'écorce et le liber. Ces cellules se divisent en continu, comme celles du cambium. Côté intérieur, la division régénère le phellogène ; côté extérieur, elle produit les cellules qui accumuleront le liège en se différenciant. Par son fonctionnement, le phellogène recouvre progressivement d'écorce le tronc, les branches et les racines, à mesure que ces organes s'élargissent.

Il n'est pas nécessaire de détailler plus finement les différents types de cellules qui accompagnent et soutiennent les cellules des vaisseaux dans lesquelles circulent les sèves. En revanche, il faudra garder à l'esprit qu'un arbre se caractérise par une continuité anatomique et fonctionnelle entre les racines et les feuilles, et que cette continuité est maintenue par la croissance primaire et secondaire de l'arbre.

La définition stricte et formelle que le botaniste donne de l'arbre souffre de nombreuses exceptions. Tous les arbres sont ligneux, mais toutes les plantes ligneuses ne sont pas des arbres. On distingue ainsi les arbres des arbustes et des arbrisseaux. Un arbuste est littéralement un petit arbre. Il en possède toutes les caractéristiques à une exception près : sa taille ne dépasse pas les 7 mètres de haut. L'arbousier, le laurier-rose, l'albizzia sont des arbustes. Un arbrisseau est également un végétal ligneux, mais il est dépourvu de tronc et sa hauteur n'excède

pas 4 mètres. C'est le cas, par exemple, des rhododendrons. On retrouve également de la lignine dans les plantes herbacées que personne ne prendrait pour des arbres, comme dans les asperges ! S'ajoutent à ces exceptions les espèces arborescentes dont le port évoque celui d'un arbre : une longue tige rigide élève les feuilles à plusieurs mètres au-dessus du sol. C'est le cas de certaines fougères arborescentes largement présentes sous les tropiques, ou encore des palmiers qui, du point de vue de l'évolution, sont plus proches de l'avoine que du hêtre. Ni les fougères ni les palmiers ne produisent de bois dans leur tige. Ce ne sont pas des arbres. Pas pour le botaniste. Pourtant...

LA RÉPONSE DE L'ÉCOLOGUE

En tant que plante pérenne de haute stature, l'arbre joue un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes, au point de pouvoir être qualifié d'ingénieur d'écosystème.

L'arbre est associé à une grande diversité d'organismes qui exploitent ou simplement colonisent ses différents organes (figure 2). Ses racines sont prolongées par les hyphes des champignons mycorhiziens symbiotiques qui contribuent à la nutrition hydrique et minérale de l'arbre. Le tronc sert de support aux lianes et autres organismes épiphytes, comme les mousses, les lichens ou encore certaines fougères. Les cavités du tronc, surtout présentes chez les vieux arbres, constituent des dendromicrohabitats où nichent chauves-souris, oiseaux et micromammifères. Le bois — celui du tronc et des branches maîtresses — est colonisé par les insectes xylophages (capricornes, agriles, scolytes), dont s'alimentent les pics. Les feuilles sont consommées par une immense diversité d'insectes herbivores, constituant eux-mêmes les proies d'araignées, d'autres insectes prédateurs (réduves, carabes, etc.) ou d'oiseaux insectivores. Il en est de même pour les fleurs et les fruits. Pour le dire autrement, l'arbre est à la fois un hôtel et un restaurant pour la biodiversité.

La croissance continue des racines qui ancrent l'arbre dans le sol contribue à sa fracturation. Cela a pour effet de faciliter la

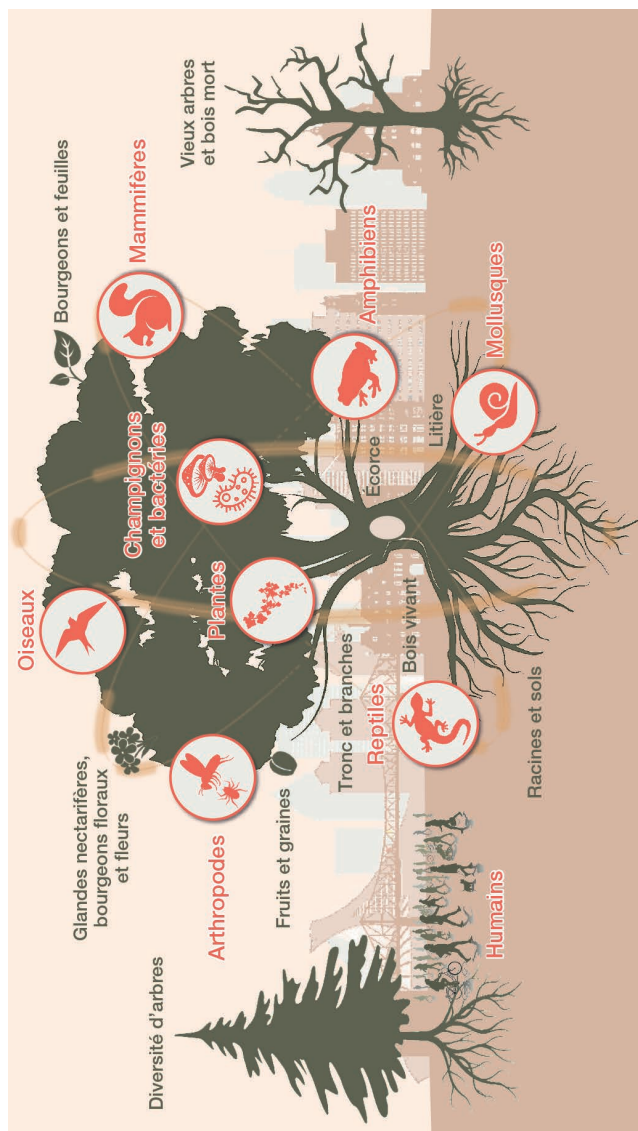


Figure 2. Diversité des organismes associés aux arbres.

Tous les compartiments de l'arbre, qu'ils soient morts ou vivants, supportent une large biodiversité, dont l'arbre lui-même fait partie. Les arbres créent des environnements propices au développement de nombreuses espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes, permettant de maintenir la biodiversité en milieu urbain. Les organismes présents interagissent entre eux pour former de vastes réseaux avec lesquels l'humain est en contact étroit. Source : Castagneyrol et al., 2026.

circulation de l'air et l'infiltration de l'eau dans le sol, au bénéfice de l'arbre lui-même et des organismes associés. Au printemps et en été, les feuilles (ou les aiguilles) filtrent la lumière du soleil. Leur ombre abaisse la température du sol et tamponne les variations de température. La chute des feuilles des espèces caducifoliées constitue une litière plus ou moins épaisse servant d'habitat et de ressource trophique à la microfaune et à la mésofaune du sol (quand elles ne sont pas systématiquement soufflées ou ratissées par les agents des services techniques).

Ainsi, l'arbre modifie son environnement et les conditions d'existence des autres espèces vivantes. En jargon d'écologie, l'arbre structure les facteurs abiotiques et biotiques de son environnement.

Il peut y avoir une importante variabilité intraspécifique dans la forme générale (le port) que prennent les arbres. Seul au milieu d'un parc, un chêne arbore ce port large et ramifié typique, que nous représentons spontanément quand nous dessinons un arbre : un tronc court et un houppier bien formé, étalé, aussi large que haut, avec d'épaisses branches relativement basses. S'il avait grandi entouré de voisins, ce même chêne aurait eu un port élancé : un tronc long, sans branches basses, supportant un houppier moins étalé. À ces différences s'ajoutent les arbres au port fastigié dont les branches croissent vers le haut, donnant à l'arbre un aspect de fuseau ; les arbres « pleureurs », dont les branches semblent au contraire ployer sous un poids invisible ; ou encore les arbres tortueux, dont les branches zigzaguent¹.

Toutes ces singularités ont deux origines : la génétique et l'environnement. L'arbre se développe selon les potentialités permises par son génome (l'ensemble de ses gènes) et son génotype (la combinaison spécifique des allèles). Le génome du chêne pédonculé diffère de celui du chêne vert, et plus encore de celui du pin maritime. De Bordeaux à Nancy en passant par Paris, tous les chênes pédonculés partagent le même génome, mais à l'emplacement de chaque gène le long des chromosomes du

1. Ces cas particuliers sont magnifiquement illustrés, et leurs origines expliquées, dans l'excellent livre de Catherine Lenne, *Vous avez dit biz'arbres ?* (Belin, 2024).