

Expertise sanitaire et avis sur la préservation des arbres de la Place du Châtelain, en vue d'un projet de réaménagement.



Place du Châtelain
1050 Ixelles
juillet 2020.



Gaetan Comès

SPÉCIALISTE POUR VOS ARBRES

Comès Gaetan SCS

Arboriste-Grimpeur

Arboriste Conseil

Certifié European Tree
Worker

Membre Arboresco,

BAAs (Belgian Arborist
Association)

3, Rue du Culot
5190 Ham-sur-Sambre
0495/42 37 00

gaetan@vos-arbres.be
www.vos-arbres.be



Table des matières.

Table des matières	1
Préambule.....	2
Localisation, environnement et bref historique	2
Evaluation de l'état sanitaire.....	4
<u>N°1 Tilleul d'Europe</u>	6
<u>N°2 Tilleul d'Europe</u>	7
<u>N°3 Tilleul d'Europe</u>	8
<u>N°4 & 6 Tilleul d'Europe</u>	10
<u>N°5 Tilleul d'Europe</u>	11
<u>N°7 Tilleul d'Europe</u>	13
<u>N°8, 10, 12, 14, 16, 17 et 18 Noisetiers de Byzance</u>	14
<u>N°9 Tilleul d'Europe</u>	15
<u>N°11 Tilleul d'Europe</u>	16
<u>N°13 Tilleul d'Europe</u>	18
<u>N°15 Tilleul d'Europe</u>	19
<u>N°19 Tilleul d'Europe</u>	20
<u>N°20 Tilleul d'Europe</u>	21
<u>N°21 et 22 Tilleul d'Europe</u>	21
Explication des conséquences de travaux à proximité d'arbres	23
Sélection des arbres à préserver lors du réaménagement de la place ..	25
Recommandations pour l'amélioration du sol.....	28
Nouvelles plantations d'arbres.....	29
Recommandations pour la préservation des arbres lors des travaux ..	31
Conclusions générales.....	33
Bibliographie.....	35
Annexe 1 : Stades de développement des arbres selon Pierre Rimbault	36

Préambule.

L'entreprise « ÂRTER ARCHITECTS sprl » m'a contacté pour une expertise sanitaire sur l'ensemble des arbres de la Place du Châtelain à Ixelles. L'étude a principalement pour but de déterminer quels arbres pourraient être maintenus dans le cadre d'une rénovation complète de la place.

Localisation, environnement et bref historique.

La place du Châtelain prolonge la rue du Châtelain et se développe jusqu'au carrefour formé par les rues de l'Aqueduc et de l'Amazone. Elle forme un angle avec les rues Simonis et Armand Campenhout.

L'altitude est en moyenne de 75M.



Malgré une apparence facultative, l'étude de l'évolution du milieu de vie d'un arbre au cours du temps permet de mieux comprendre ses réactions et son état actuel. La connaissance de « l'historique » d'un arbre conditionne les conseils sur les mesures à prendre pour assurer sa longévité.

Au début du siècle, (voir photo de 1920 ci-contre) la place est une vaste étendue pavée. Seul sont présents les trottoirs le long des façades. Fin des années 30 ou début 40 la place prend sa physionomie actuelle. On voit sur la photo de 1944, ci-dessous, de jeunes arbres récemment plantés.

16 tilleuls sont plantés en bordure de place sur la grande partie côté Sud et 6 sur la partie côté Nord. Au départ, la petite partie côté nord ne semble pas être enherbée.



Photo aérienne.
1944.



Photo aérienne.
Eté 1953.



Photo aérienne.
Eté 1987.

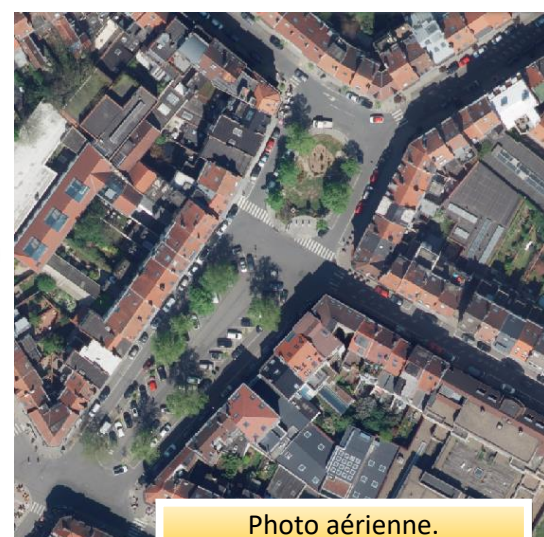


Photo aérienne.
Printemps 2019.

Sans connaître toutes les modifications de sol à proximité des arbres, on peut aisément imaginer que celles-ci ont été très nombreuses ; les rénovations multiples de la voirie et de la place ainsi que les très nombreux placements et réparations d'impétrants.

Cette cohabitation difficile est à la cause de la disparition de bon nombre des arbres d'origine. La fréquentation intensive de la place par les véhicules à moteur depuis quelques décennies joue, sans aucun doute, aussi un rôle dans la dégradation des arbres.

Au fil du temps, des abattages sont réalisés pour raison de sécurité, avec une accélération dans les années 2000. Ces abattages sont systématiquement suivis d'une replantation. **Aujourd'hui, seul 7 tilleuls sur les 22 arbres sont avec certitude des sujets survivants de la plantation originelle. Ceux-ci ont donc environ 80 ans.**

Evaluation de l'état sanitaire.

La méthode utilisée est l'analyse visuelle, dite macroscopique. Elle consiste en l'observation des arbres depuis le sol et par grimpe dans la couronne pour certain. Elle tient compte des caractéristiques connues de l'essence, de la vitalité, des formes de croissances ainsi que des défauts visibles à l'œil nu au niveau du houppier, du tronc, du collet et du sol (empatement et racines visibles). Quelques instruments sont utilisés : un mètre ruban, une mire topographique, un dendromètre, un appareil photo numérique, un marteau de carrossier, une tige métallique de sondage ainsi qu'une sonde pédologique.

Des mesures de hauteur, circonférence des troncs et rayon des couronnes sont également effectuées. Ces mesures pourront être utilisées si des investigations supplémentaires sont envisagées ou si la valeur d'agrément des arbres doit être calculée ultérieurement.

Pour plus de facilité, les arbres ont été numérotés (voir plan ci-contre), cependant aucune numérotation n'est mise en place sur le site.



 Tilleul.

 Noisetier de Byzance

Ci-dessous, un tableau reprenant le N° attribué à l'arbre, sa circonférence et sa hauteur.

N°	Espèce	Circonférence	Hauteur
1	Tilleul d'Europe	80 Cm.	9 M.
2	Tilleul d'Europe	98 Cm.	11 M.
3	Tilleul d'Europe	185 Cm.	16 M.
4	Tilleul d'Europe	60 Cm.	7 M.
5	Tilleul d'Europe	108 Cm.	11 M.
6	Tilleul d'Europe	60 Cm.	6 M.
7	Tilleul d'Europe	165 cm	17M.
8	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
9	Tilleul d'Europe	40 Cm.	8 M.
10	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
11	Tilleul d'Europe	168 Cm.	18 M.
12	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
13	Tilleul d'Europe	162 Cm.	17 M.
14	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
15	Tilleul d'Europe	130 Cm.	11 M.
16	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
17	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
18	Noisetier de Byzance	Moins de 25 Cm.	5 à 6 M.
19	Tilleul d'Europe	172 Cm.	19 M.
20	Tilleul d'Europe	125 Cm.	11 M.
21	Tilleul d'Europe	95 Cm.	9 M.
22	Tilleul d'Europe	135 Cm.	13 M.

Dans les pages suivantes, les arbres sont repris individuellement ou bien par groupe de sujets similaires. Une évaluation sanitaire du collet, du tronc et du houppier est réalisée.

Le système racinaire des arbres, bien que primordial pour l'évaluation de l'état sanitaire, est évidemment difficilement observable. Mais, des indices et l'étude historique permettent certaines constations.

N°1 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Situé face au numéro 14

Ce tilleul a été planté en remplacement vers la fin des années 80 ou début des années 90. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 4 ou 5. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 9M

Circonférence : 80 cm

Rayon moyen de la couronne : 2,5M

Système racinaire.

L'arbre est planté au centre du trottoir. La seule zone non minéralisée est un petit carré de 65 cm de côté. Des soulèvements de pavés ont déjà eu lieu, du tarmac a été mis en remplacement. Ce bitume et d'autres pavés sont soulevés et les racines superficielles sont

apparentes. Ces racines visibles sont régulièrement blessées.

De nombreux impétrants sont présents. Certains sont matérialisés par la présence d'une taque de chambre de visite à proximité de l'arbre.



Trottoir défoncé par les racines superficielles.



Nombreux impétrants.

Tronc et collet.

Le tronc forme une fourche importante à 2,3M.

Houppier.

D'autres fourches basses sont ensuite situées à 3 et 4 M.



Conclusion.

Les conditions de sol de cet arbre sont extrêmement difficiles. Le faible accroissement en circonférence pour un arbre encore jeune (max 35 ans) en est le reflet.

L'absence d'un tronc principal suffisamment haut rend compliquée la gestion de cet arbre en milieu urbain.

En l'absence de rénovation de la place, cet arbre pourrait être conservé et des élagages visant à structurer la charpente réalisés. Cependant, dans les conditions actuelles, les conflits entre son expansion et les contraintes aériennes et souterraines vont rendre compliqués son maintien en bonne santé.

N°2 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Situé face aux numéros 10 et 12

Ce tilleul a été planté en remplacement vers la fin des années 80 ou début des années 90. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 4 ou 5. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 11M

Circonférence : 98 cm

Rayon moyen de la couronne : 3.5 M



Système racinaire.



Trottoir défoncé, racine apparente.

L'arbre est planté au centre du trottoir. La seule zone non minéralisée est un petit carré de 65 cm de côté. Des soulèvements de pavés ont déjà eu lieu, du tarmac a été mis en remplacement. Des soulèvements sont visible jusqu'à une distance de 4M du tronc. Des racines apparentes sont visibles dans le trottoir et dans le gazon. Ces racines de surface sont régulièrement blessées.

Tronc et collet.

Présence d'une poubelle qui va devenir gênante pour le tronc. Une plaie d'élagage importante (15 cm de diamètre) est visible à 2,5M, le recouvrement est lent.

Houppier.

Le houppier est bien structuré, l'arbre est fléché.

Conclusion.

Cet arbre présente une structure correcte qui permet d'envisager un avenir pour ce sujet. Cependant, pour cela, les conditions de sol doivent être améliorées afin de limiter les conflits entre l'arbre et tous les éléments anthropiques.

N°3 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Situé face au numéro 9

Cet arbre est un des survivants de la plantation d'origine, il doit donc avoir environ 80 ans.

Sa circonférence de 185 cm confirme les

Hauteur : 16M

Circonférence : 185 cm

Rayon moyen de la couronne : 4M

orthophotoplans puisque sa croissance annuelle moyenne de 2,3 cm est dans la normale. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.



Système racinaire.

Cet arbre a dû subir pas mal de bouleversements de sol, néanmoins, sa vitalité, encore bonne, montre qu'il a pu résister à ces divers traumatismes. Des racines de surface développées sous les pavés et le tarmac sont visibles vers le nord jusqu'à 5 M et 3M vers le sud.

De très nombreuses racines de surface sont endommagées de manière récurrente.

Le bitume est présent jusqu'au pied de l'arbre, paradoxalement, ce tarmac protège un peu la base de l'arbre de l'utilisation intensive du site.



Nombreuses racines de surface endommagées.



Visible jusqu'à 5M de la base.

Tronc et collet.

Le collet présente une dégradation importante côté Nord-Est, c'est-à-dire du côté de la rue. Cette blessure visible sur 50cm s'accompagne d'une dépression sur le tronc sur 1M de haut, elle est cependant bordée de bourrelets de recouvrement signe que l'arbre continue à réagir contre cette blessure. Aucun champignon pathogène n'est visible lors de mon passage.

Le tronc monte sur une hauteur de 5,5M. Quelques rejets sont présents sur le tronc.



Dégradation au niveau du collet.

Houppier.

L'arbre a été bien conduit et sa structure est correcte. Néanmoins, un étêtage a été réalisé il y a de nombreuses années à une hauteur de 10M. En conséquence, l'arbre présente une double tête.

Conclusion.

La charpente de l'arbre est assez bien structurée. Les conséquences de l'étêtage ancien peuvent être minimisées par des opérations d'élagage intelligemment réalisées. Il faut veiller à favoriser un axe principal.

Cet arbre doit principalement être préservé au niveau racinaire, s'il est maintenu lors de la rénovation de la place, une amélioration de sol et une protection racinaire ambitieuse garantiront un avenir à long terme pour cet arbre. (Voir page 29 à 32)

N°4 & 6 Tilleul d'Europe - *Tilia X europaea*.

Le tilleul 4 est situé face au numéro 46.

Hauteur : 7 M

Circonférence : 60 cm

Rayon moyen de la couronne : 2M



Le tilleul 6 est situé face au numéro 40.

Hauteur : 6 M

Circonférence : 60 cm

Rayon moyen de la couronne : 1,5M

Ces sujets ont été plantés en remplacement vers la fin des années 80 ou début des années 90. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), ils se situent au stade 4 ou 5. Leur vigueur est faible.

Système racinaire.

Ces arbres sont plantés au centre du trottoir. La seule zone non minéralisée est un petit carré de 65 cm de côté. Les conditions de sol difficiles sont la cause de leur faible développement.

Tronc et collet.

Le tronc du numéro 4 présente une inclinaison vers le Nord. Les arbres n'ont pas été bien suivis en formation. Ils présentent des fourches problématiques à une faible hauteur (fourche à écorce incluse à 2,7M pour le 4 et 2,5M pour le 6).

Houppier.

Les deux houppiers issus des fourches sont mal structurés. Ils sont composés de branches codominantes.

Le numéro 6 présente une descente de cime (dépérissement).



Fourche à écorce incluse du numéro 4.



Dépérissement du sommet du numéro 6.

Conclusion.

Ces deux tilleuls souffrent de conditions de sol très difficile.

Leur charpente est mal structurée. Leur vitalité est faible.

Si rien n'est prévu comme aménagement, ils peuvent être conservés quelques années. Néanmoins, ils n'ont aucun avenir à longue échéance et je recommande leur abattage à moyen terme. Une replantation bien réalisée, à cet endroit où idéalement à un autre emplacement, donnera des arbres bien mieux développés en quelques années. (Voir page 30).

N°5 Tilleul d'Europe - *Tilia europaea*.

Situé face au numéro 44.

Cet arbre a été planté en même temps que les deux précédents (fin des années 80 ou début des années 90). Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), il se situe au stade 4 ou 5. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 11M

Circonférence : 108 cm

Rayon moyen de la couronne : 4 M



Système racinaire.



Trottoir défoncé, racines apparentes.

L'arbre est planté au centre du trottoir. Il est bitumé quasiment jusqu'au collet. Des soulèvements de pavés ont déjà eu lieu, du tarmac a été mis en remplacement. Des soulèvements sont visibles jusqu'à une distance de 3M du tronc.

Tronc et collet.

Présence d'une poubelle qui va devenir gênante pour le tronc. Une plaie ancienne est en cours de recouvrement à 80 cm de hauteur

Houppier.

Des fourches basses engendrant des branches codominantes se situent à 2,8M côté Sud et 3,5M côté Nord.

Un arrachement important a eu lieu sur un des axes principaux côté rue. Cet accident, probablement causé par un véhicule (camion), est la conséquence indirecte de l'absence de taille de formation qui engendre des arbres avec de grosses fourches bien trop basses.

L'arbre est incliné vers le Sud-Est.



Arrachement important sur branche basse.

Conclusion.

La structure charpentière de ce tilleul mal formé est irrécupérable. La plaie importante liée à l'arrachement d'une branche basse ajoute un point de faiblesse supplémentaire.

Ce sujet ne pourra pas créer un arbre sain et d'avenir. Je recommande son abattage à moyen terme.

N°7 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Situé face au numéro 37

Ce tilleul est l'un des sujets plantés dans les années 40.

Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 17M

Circonférence : 165 cm

Rayon moyen de la couronne : 4,5M

Système racinaire.

Comme tous les arbres de la place principale, il est implanté en bordure de celle-ci. Sa base est à, seulement, 70 Cm de la bordure. Des racines déforment le bitume elles sont visibles jusqu'à 4M de distance. Une bordure est soulevée à proximité de la base, il est

très vraisemblable que l'agrandissement d'une racine soit la cause de cette déformation.

Les empiètements racinaires ne bénéficient d'aucune protection et la présence d'automobiles cause des blessures. Deux plaies importantes sont visibles.



Bordures soulevées.



Racine blessée.

Tronc et collet.

Comme tous les arbres de la plantation originelle, le tronc et la structure charpentière sont bien formés. La première branche est insérée à 6M de haut.

Houppier.

Le houppier a subi une réduction drastique il y a plusieurs années, probablement environ 25 ans. La tête a été réduite à une hauteur de 11 M mais toutes les branches latérales ont également été raccourcies à 2 ou 3 M du tronc.

L'ensemble des rejets apparus après ce traumatisme ont recréé un houppier plus ou moins convenable. Soit par élagage naturel soit par intervention humaine, une sélection s'est opérée dans les réitérations. Cependant, un élagage visant à poursuivre le processus de restructuration doit être réalisé. Il faut notamment veiller à favoriser un axe principal dans la tête et éviter le développement d'axes verticaux vigoureux loin du centre de l'arbre.

L'arbre présente un léger dépérissement visible par la présence de rameaux morts en bout de branches (mortalité centripète).

Conclusion.

L'arbre qui ne présente qu'un léger dépérissement a visiblement pu intégrer les conditions de sol difficiles. Moyennant quelques élagages de restructuration et une amélioration des conditions de sol, il peut être maintenu comme arbre d'avenir.

Schématisation de l'emplacement du « ravalement ».



N°8, 10, 12, 14, 16, 17 et 18 Noisetiers de Byzance – Corylus columna

Ces jeunes noisetiers ont été plantés en remplacement lors des abattages réalisés après 2016. Ils sont, à priori, vieux d'une dizaine d'années mais en place depuis 3 ou 4 ans. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), il se situe au stade 2. Leur vigueur est moyenne.

Hauteur : 5 à 6M

Circonférence : moins de 25 cm

Rayon moyen des couronnes : 1,5M



Système racinaire.

La plupart de ces arbres sont plantés dans des fosses de 1,4M x 1,4M. Il est cependant impossible de connaître la qualité de la fosse de plantation qui a été mise en œuvre.

Tronc et collet.

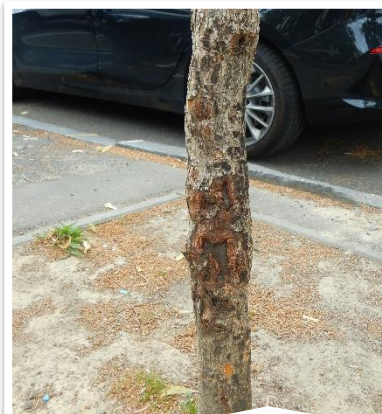
Les troncs de plusieurs sujets présentent des blessures.

Houppier.

Les houppiers de ces arbres fraîchement sorti de pépinière nécessitent encore des tailles de formation régulières dans les années à venir.

Conclusion.

Certains de ces jeunes arbres, les numéros 17 et 18, ont une constitution robuste et une belle vigueur. D'autre sont déjà détériorés par l'intensive utilisation de la place. En l'absence d'intervention de rénovation de la place, ces arbres peuvent être conservés et suivis en taille de formation.



Tronc blessé du numéro 10.

N°9 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Il y a un doute sur la détermination précise de ce sujet. Il y a possibilité que ce sujet soit un tilleul de Crimée (Tilia x euchlora)

Situé face au numéro 33

Ce jeune tilleul a été planté en remplacement lors de l'hiver 2013-2014. Il est, à priori, vieux d'une douzaine d'années mais en place depuis 6 ans. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), il se situe au stade 2. Sa vigueur est bonne.

Hauteur : 8M

Circonférence : 40 cm

Rayon moyen de la couronne : 2M



Système racinaire.

Arbre planté dans une fosse de 1,5M x 1,5M. Il est cependant impossible de connaître la qualité de la fosse de plantation qui a été mise en œuvre.

Tronc et collet.

Correct

Houppier.

Le houppier comporte une fourche à écorce incluse à 5 M de hauteur.

Conclusion.

Ce jeune tilleul présente une belle vigueur. S'il est maintenu, des tailles de formation appropriées élimineront les défauts de structure comme l'écorce incluse signalée.

N°11 Tilleul d'Europe - *Tilia X europaea*.

Situé face au numéro 32

Issus de la plantation de départ, cet arbre a donc environ 80 ans.

Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 18M

Circonférence : 168 cm

Rayon moyen de la couronne : 5M



Système racinaire.



Implanté, comme les autres, dans un carré non bitumé de 1,4M de côté, ce tilleul présente moins de racines apparentes. La présence de plusieurs « taques » à proximité confirme la présence importante de réseaux souterrains.

Tronc et collet.

Le collet laisse penser que l'arbre a été greffé.

Houppier.

Comme expliqué pour l'arbre N°7 (voir page 14), ce tilleul a subi un ravalement (taille drastique) avec une réduction à 11M. Chaque branche comporte donc des petites cavités qui sont le résultat de la dégradation du bois après ces coupes. Ces cavités ne représentent pas des points de faiblesse nécessitant une intervention.

Le houppier présente un léger dépérissement en partie sommitale.

Conclusion.

Ce tilleul est évidemment à préserver en l'absence de rénovation du site. Un élagage doit être apporté pour poursuivre la restructuration de la couronne.

N°13 Tilleul d'Europe - Tilia europaea.

Situé face au numéro 29

Voici encore un des tilleuls qui ont pu être maintenus de l'aménagement d'origine.

Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est faible.

Hauteur : 17M

Circonférence : 162 cm

Rayon moyen de la couronne : 4,5M

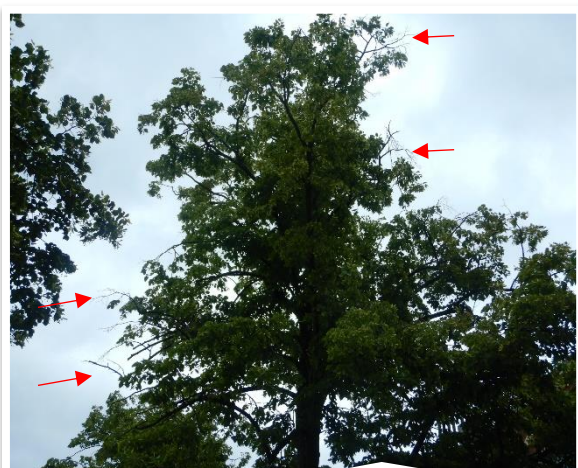


Système racinaire.

Comme tous les autres, cet arbre souffre de l'intense utilisation du site et des trop nombreux bouleversements de sol.

Tronc et collet.

Le collet laisse penser que l'arbre a été greffé. Pas de blessure visible.



Nombreux signes de dépérissement.

Houppier.

Arbre réduit drastiquement par le passé (voir page 14),

Ce sujet présente une descente de cime plus intense. Le dépérissement est marqué dans l'ensemble de la couronne.

Conclusion.

La dégradation de la vitalité de l'arbre visible par le dépérissement assez important est à surveiller. Si une rénovation du site est entreprise, cet arbre défaillant n'est, peut-être, pas un sujet à préserver.

N°15 Tilleul d'Europe - *Tilia europaea*.

Situé face au numéro 28 (et 1 de la rue de l'Amazone).

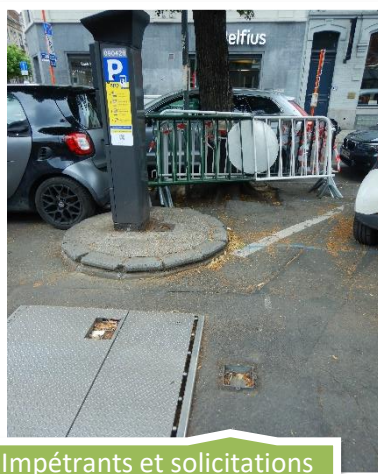
Malgré sa silhouette plus trapue, cet arbre semble bien issu de la plantation d'origine.

Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 12M

Circonférence : 130 cm

Rayon moyen de la couronne : 6M



Impétrants et sollicitations humaines intensives

Système racinaire.

La configuration compliquée est identique aux autres arbres de la place, mais, ce tilleul semble plus que les autres être cerné de réseaux souterrains.

Tronc, collet et houppier.

Les premières branches sont insérées à 5M.

Taillé drastiquement, comme les autres, les rejets ont été moins bien sélectionnés. Cet arbre a une silhouette plus trapue et plus large. Il est incliné vers la rue.

Les grosses branches basses n'offrent pas un gabarit routier suffisant. Ces branches ont d'ailleurs subi de nouvelles réductions plus récentes.

Conclusion.

Les réductions de couronne récentes et anciennes engendrent un houppier plus difficile à gérer. Des élagages visant à sélectionner les rejets doivent être réalisés. Les grosses branches basses peuvent difficilement être supprimées et continueront à être gênantes. Ces éléments associés à l'intensité des réseaux souterrains m'amène à recommander l'enlèvement de cet arbre en cas de rénovation de la place. En l'absence de travaux cet arbre peut être maintenu et un élagage raisonné doit veiller à minimiser les problèmes du houppier.



Rejets nombreux sur branches basses.

N°19 Tilleul d'Europe - *Tilia europaea*.

Situé face au numéro 23

Ce tilleul est l'un des sujets plantés dans les années 40. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 19M

Circonférence : 172 cm

Rayon moyen de la couronne : 5M



Système racinaire.



Racines apparentes blessées

Outre les remarques habituelles, on constate la présence d'une grande taque de réseaux souterrains à 4 M, signe de travaux de sol néfastes. Les empattements racinaires apparents sont blessés régulièrement. Les bordures sont soulevées.

Tronc et collet.

Le tronc monte sur une hauteur de 6M.

Houppier.

L'arbre rapproché et étêté à 9 M a, cependant, recréé une couronne offrant une silhouette agréable.

Conclusion.

Cet arbre est à maintenir, à priori quel que soit les aménagements envisagés. Il est vigoureux et bien structuré.

N°20 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Situé face au numéro 21.

Malgré ses proportions plus restreintes, ce tilleul est le dernier des arbres subsistant de la plantation de 1940.

Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Rimbault (annexe 1), il se situe au stade 7 ou 8. Sa vigueur est moyenne.

Hauteur : 11M

Circonférence : 125 cm

Rayon moyen de la couronne : 3M



Système racinaire.

Il ne présente pas de racines blessées et peu de soulèvements de tarmac.

Houppier.

Ce sujet moins vigoureux a été réduit plus bas, à 8M.

Conclusion.

Malgré sa vigueur plus faible, cet arbre ne présente pas de signe d'inquiétude. Il a, comme les autres, assez bien réagi à la taille drastique d'il y a 25 ans.

N°21 & 22 Tilleul d'Europe - Tilia X europaea.

Le tilleul 21 est situé face au numéro 20.

Hauteur : 9 M

Circonférence : 95 cm

Rayon moyen de la couronne : 3,5M





Le tilleul 22 est situé face au numéro 18.

Hauteur : 13 M

Circonférence : 1350 cm

Rayon moyen de la couronne : 4,5M

Malgré les apparences, ces deux arbres ne sont pas issus de la plantation d'origine. L'analyse des photos aériennes historiques situe leur plantation dans les années 70. Ils sont donc âgés d'environ 50 ans. Selon la classification des stades de développement d'un arbre de Pierre Raimbault (annexe 1), ils se situent au stade 6. Leur vigueur est moyenne.

Tronc et collet.

Par leurs plantations plus tardives, ils n'ont pas bénéficié du suivi cohérent en taille de formation pratiquée au début du 20^{ème} siècle. Les troncs sont plus courts les premières branches sont insérées à environ 4M ce qui est trop bas pour l'utilisation du site.

Houppier.

Ces arbres, plus jeunes lors du ravalement, ont été réduits plus bas, 7 et 9 M. Les branches ont été réduites à environ 1,5M du tronc. Le N°21 présente des chloroses sur son feuillage.

Conclusion.

Le numéro 22, mieux structuré, pourrait devenir un arbre d'avenir moyennant la suppression des premières branches basses côté rue. Le 21 à une structure plus difficile à rattraper mais avec des élagages réguliers et bien réfléchis, cela est possible.

Cette étude est commandée dans le cadre d'une rénovation de la place. Ce réaménagement va nécessiter d'importants travaux à proximité des arbres. Avant d'aller plus loin, je souhaite rappeler quelles peuvent être les conséquences.

Explications des conséquences habituelles de travaux réalisés à proximité d'arbres.

Partie aérienne, houppier.

Lorsque la construction d'un bâtiment oblige à la réalisation d'un élagage drastique, les conséquences peuvent être importantes.

- **La taille sévère de branches** déstructure l'architecture de l'arbre : stressé, il produit de nombreux rejets fins et cassants, afin de recréer sa cime. Ces rejets ont une croissance rapide, ils se concurrencent les uns les autres et poussent plus vite que la branche originelle.
- Si les **coupes** sont effectuées **sur de fortes sections**, les plaies seront colonisées par les pathogènes. Les tissus sont alors dégradés, des zones de pourriture et des cavités apparaissent, créant ainsi des points de faiblesse mécanique.
- La taille sévère de branches affaiblit l'arbre. Il doit mobiliser ses réserves pour réagir à la perte de branches (donc de ses capacités de photosynthèse) pour recréer sa couronne.
- Une disproportion entre le volume du houppier et du système racinaire peut conduire à une réduction de ce dernier. Ultérieurement, la dégradation du système racinaire peut amener à une perte de stabilité de l'arbre.

Partie souterraine, système racinaire.

Tous les travaux de sol, à proximité d'un arbre, génèrent à plus ou moins long terme, une dégradation de son bilan physiologique ou mécanique. Les expériences montrent qu'il y a une relation directe entre les travaux réalisés au détriment des racines et les défaillances mécaniques ou physiologiques observées.

- **Des arrachements conséquents de racines** lors de terrassement ou de réalisation de tranchées amènent à une diminution importante de stabilité, et à un dépérissement de l'arbre à court terme.

Explications des dommages causés aux racines par les excavations :

Les tranchées effectuées à l'aide d'excavatrice endommagent fortement les racines des arbres. En effet, les racines situées à proximité de la tranchée sont sectionnées ou arrachées. Ce type de bris, par effet de traction et de déchirure, peut se répercuter à plus

d'un mètre au-delà de la tranchée.

Les traumatismes qu'engendrent les travaux d'excavation sont les suivants :

- Envahissement des déchirures par des micro-organismes qui causent le pourrissement des racines;
- Rupture de l'équilibre entre la quantité de radicelles et le volume du feuillage. Le déséquilibre du ratio racines/branches vivantes se traduit par un dépérissement de la cime. Celui-ci s'exprime par une mort diffuse des branches.

Dans les cas sévères, la stabilité de l'arbre peut être fortement diminuée.

- **L'utilisation et le stockage de machines, de produits ou de matériaux** pouvant être nuisibles à l'arbre (huiles, produits chimiques, résidus de ciment, etc.) sont à éviter.
- **Le tassement du sol (*circulation, passage d'engin...*)**. Le tassement du sol modifie le métabolisme de l'arbre : l'eau pénètre moins bien dans le sol et s'évapore plus rapidement (remontée capillaire). Les racines sont asphyxiées car la présence et la circulation de l'air sont réduites.
- **Le remblaiement**. Cette action a un effet de tassement de sol (voir ci-dessus).

Autres bouleversements difficilement quantifiables.

- **La modification des vents** dut aux nouveaux bâtiments, la création de zone de turbulences, de couloirs d'accélération peuvent avoir une influence sur la résistance mécanique des branches et des arbres.
- **La réverbération des bâtiments** à proximité peuvent avoir des effets néfastes tels que des échaudures d'écorce.
- **La modification du régime hydrique du sol.**
 - D'une part, l'apport en eau peut être considérablement réduit par l'emprise du bâtiment et des aménagements extérieurs avec l'imperméabilisation de certaines surfaces.
 - D'autre part, un éventuel rabattement de la nappe phréatique ou des nappes dites « perchées » peut se produire. La disparition en profondeur de nappes phréatiques prive les arbres de leur source habituelle d'alimentation et ce phénomène peut provoquer la mort des arbres.

Sélection des arbres à préserver lors du réaménagement de la place.

Comme expliqué précédemment, une rénovation complète de la place va nécessiter de lourds travaux qui auront un impact important sur les arbres, principalement au niveau racinaire. Le maintien de la totalité des arbres est une utopie et cela limiterait d'ailleurs inutilement les possibilités d'aménagement.

Comme vous le lirez dans les conclusions, la solution est probablement de réaliser un mix entre le maintien de quelques arbres et la mise en place de nouvelles plantations.

Il faut également, dès à présent, avoir à l'esprit que la conservation des arbres en place va nécessiter de gros efforts, notamment au niveau de l'espace à octroyer aux arbres, ainsi que par mise en œuvre de travaux de préservation importants (voir page 27).

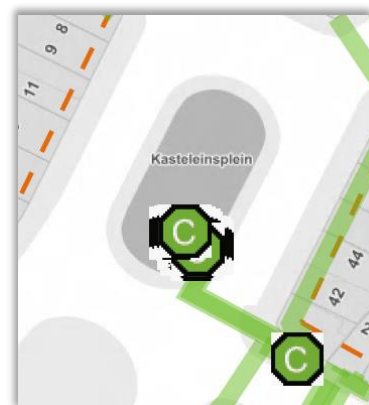
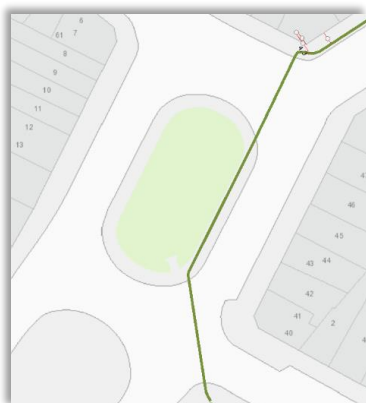
Mais, quels arbres choisir ? Les éléments à prendre en compte pour cette sélection sont :

- **La santé et le bon développement actuel des arbres.**
- **La possibilité ou non de libérer de l'espace pour les arbres.**
- **La présence d'impétrants à proximité et/ou la possibilité de les dévier.**

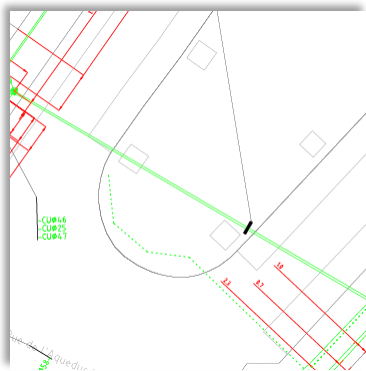
La présence d'impétrants est, en effet, un élément capital. Ce serait une ineptie de tenter de préserver un arbre en connaissant la présence de réseaux souterrain à proximité. Assurément, tôt ou tard, ces canalisations ou câbles nécessiteront une ouverture de sol avec les conséquences dramatiques décrites plus haut pour le système racinaire des arbres.

Voici une analyse des plans d'impétrants en ma possession. Cette analyse est basique, elle sort de mes compétences d'arboriste conseil et je ne pourrais être tenu responsable en cas d'erreur à ce sujet.

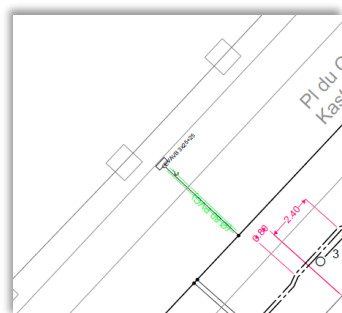
Le réseau « **Bruté**lé » n'est gênant que pour la section Sud-Est de la petite place soit l'arbre 6.



Le réseau « **Télén**et » est problématique pour le coté Est de la petite place soit les arbres 4, 5 et 6.

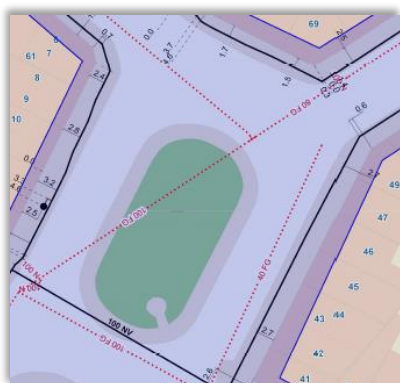
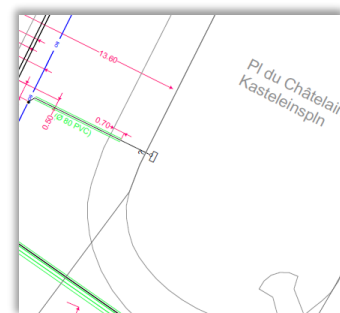


Le réseau « **Proximus** » est présent au Sud et au Nord de la grande place (image de gauche) ainsi qu'au Sud de la petite place (image de droite). Cela est conflictuel pour les arbres 14 & 15 et 1 & 6. Peut-être également le 22 et le 7 dans une moindre mesure.



Il semble y avoir une cabine à proximité des tilleuls N° 11 (image de gauche) et N°1 (image droite) sur le réseau « **Sibelga** ».

Mais le reste de leur réseau semble le long des façades ou, au milieu des voiries.



Le réseau de distribution de « **Vivaqua** » semble être majoritairement proche des façades si ce n'est une conduite traversant la petite place en diagonale. Celle-ci est probablement gênante pour le N°2 et dans une moindre mesure le N°3.

Le réseau d'assainissement « **Vivaqua** » paraît lui assez problématique avec une traversée de tout le côté Est de la grande place. Potentiellement tous les arbres de 15 à 22 ainsi que 1, 2 et peut-être 3 sont impactés.



Comme on le constate, l'éloignement des impétrants des arbres n'est pas une mince affaire et ces réseaux seront à l'origine de l'abandon de beaucoup des arbres en place. Il existe peut-être également d'autres canalisations, câbles ou conduites dont je n'ai pas connaissance.

En solutions, il faut vérifier la possibilité de condamner et/ou déplacer certains de ces réseaux pour libérer les arbres ou encore vérifier par exemple la compatibilité du maintien du réseau d'assainissement Vivaqua avec la conservation des arbres.

L'autre volet de la sélection concerne l'état sanitaire actuel des arbres.

Je pense qu'il est inutile d'investir dans des travaux de préservation pour tous les arbres plantés depuis moins de 10 ans. De nouvelles plantations réalisées dans des conditions optimales rattraperont rapidement les sujets actuels et assureront des arbres d'avenir plus simplement. Tous les noisetiers 8, 10, 12, 14, 16, 17 et 18 sont concernés ainsi que le tilleul N°9. Ces arbres peuvent être transplantés vers un autre site ou en partie intégrés aux nouvelles plantations.

Tous les arbres où des défaillances de la structure ont été mises en évidence dans l'analyse sanitaire, comme des fourches trop basses ou mécaniquement faibles, ne sont pas à même d'assurer des arbres à la gestion aisée sur le long terme. Je ne conçois pas que l'on investisse dans une sauvegarde de ceux-ci. Sont concernés les numéros 1, 4, 5, 6, 15 et le 21 est à la limite du récupérable.

Les arbres de 19 à 22, qui pourraient être préservés, sont cependant au-dessus du réseau d'assainissement Vivaqua et il faut étudier les possibilités de cohabitation.

Le tilleul N°13 pourrait être maintenu mais il présente déjà des signes de dépérissement, les travaux d'amélioration seront encore un peu plus délicat.

L'arbre N°2 est gêné par les impétrants mais il serait intéressant d'étudier la possibilité de le préserver dans un lot avec le N°3.



Transplantation vers un autre site.



Abattage.



Etude complémentaire des possibilités de préservation



Préservation possible.

Quel que soit les arbres préservés, il faut, pour garantir leur pérennité d'une part, leur restituer un certain volume de sol qui sera en outre amélioré et, d'autre part, garantir l'invulnérabilité de celui-ci sur un très long terme.

Recommandations pour l'amélioration du sol.

La première étape est de déterminer le volume de sol qui peut être restitué à l'usage exclusif des arbres. Celui-ci devra exclure tout impétrant mais, comme on le verra plus tard, il pourrait être en partie rendu utilisable en surface voir carrossable.

Deux variantes sont possibles :

Une surface et un volume de sol suffisamment grand sont laissés à l'usage unique de l'arbre. Cela implique qu'à l'avenir, la surface soit une zone de terre paillée qui peut éventuellement être plantée de vivaces ou de fleurs. Prenons l'exemple du Tilleul N°3, la surface vitale minimale devra indispensablement utiliser une partie des actuelles zones de parking, de chaussée et évidemment du trottoir. Ceux-ci seront donc condamnés et le nouveau plan de la place devra modifier tous ces tracés.



Exemple sur N° 3 de la surface minimale à consacrer exclusivement à l'arbre

Dans ce cas, L'objectif est de retirer de la zone toutes les matières minérales (gravier, gravats, ...) pour les remplacer par un substrat valable. Pour retirer ce volume de manière délicate, la technique qui sera utilisée est le système « Air Spade® ». Cet outil utilise de l'air sous pression pour désagréger le sol, sans endommager les racines. Celui-ci sera associé au système « Air Vac® » ou à un camion aspirateur de terre qui permettent d'aspirer la terre sans endommager les racines. Ensuite, la fosse sera comblée avec de la terre de qualité et un paillage mis en place.



Exemple dégagement délicat de béton sur racine.



Dégagement de gravats avec "Air Spade®"



"Air Vac" pour aspiration des terres.

Seconde variante, la surface de sol à proximité de l'arbre doit rester praticable, voir carrossable. Deux techniques sont possible soit, l'utilisation de système « à caisson », (illustrée ci-dessous). La mise en place d'une structure de soutien posée sur sol stabilisé par de l'empierrement permet de placer en surface un sol praticable. Les différents modules sont remplis de terre ou s'étendra le système racinaire.



Ou, la mise en place de la technique dite « système de Stockholm » (voir page 30).

Ces deux techniques, normalement mises en œuvre lors de plantation, pourraient néanmoins être utilisées sur les arbres en place. Elles demanderont cependant un travail délicat et long réaliser par un personnel qualifié et sensibilisé au respect des arbres. Le technique «air spade » et aspirateur de terre seront également utilisées pour enlever le sol en place en limitant l'impact sur le système racinaire.

La version la plus réaliste et la plus simple à mettre en œuvre serait un mix entre les deux variantes, c'est-à-dire une zone proche de l'arbre qui lui sera entièrement dédiée et qui serait prolongée par un sol utilisable par les racines mais rendu carrossable sans impact négatif pour l'arbre. Des pares-racine devront également être placés pour éviter le développement de racines de surface qui endommageraient les nouveaux revêtements.

Nouvelles plantations d'arbres.

Le nombre des arbres actuels qui vont être préservés s'annonce assez faible. L'aménagement urbain de la nouvelle place, ne pourra pas se passer de nouveau arbres. Le bienfait des arbres en ville n'est, en effet, plus à démontrer : ombre, fraîcheur, rôle de climatiseur qui limite les îlots de chaleur, équilibre psychique des citadins, oasis de biodiversité, ...

Cependant, la grande majorité des plantations d'arbres de ces dernières décennies sont réalisées dans de piètres conditions. Ces arbres se trouvant dans des conditions de sol dramatiques ne deviendront jamais les grands sujets espérés.

Les plantations de la nouvelles Place du Châtelain doivent être innovantes et durables. L'alignement d'arbre en bord de voirie, aussi proche qu'actuellement, a montré que ce n'était plus une solution adéquate.

Je n'ai à ce stade aucune idée du projet envisagé, et encore moins de l'emplacement des trottoirs, voiries et l'utilisation faite de l'espace.

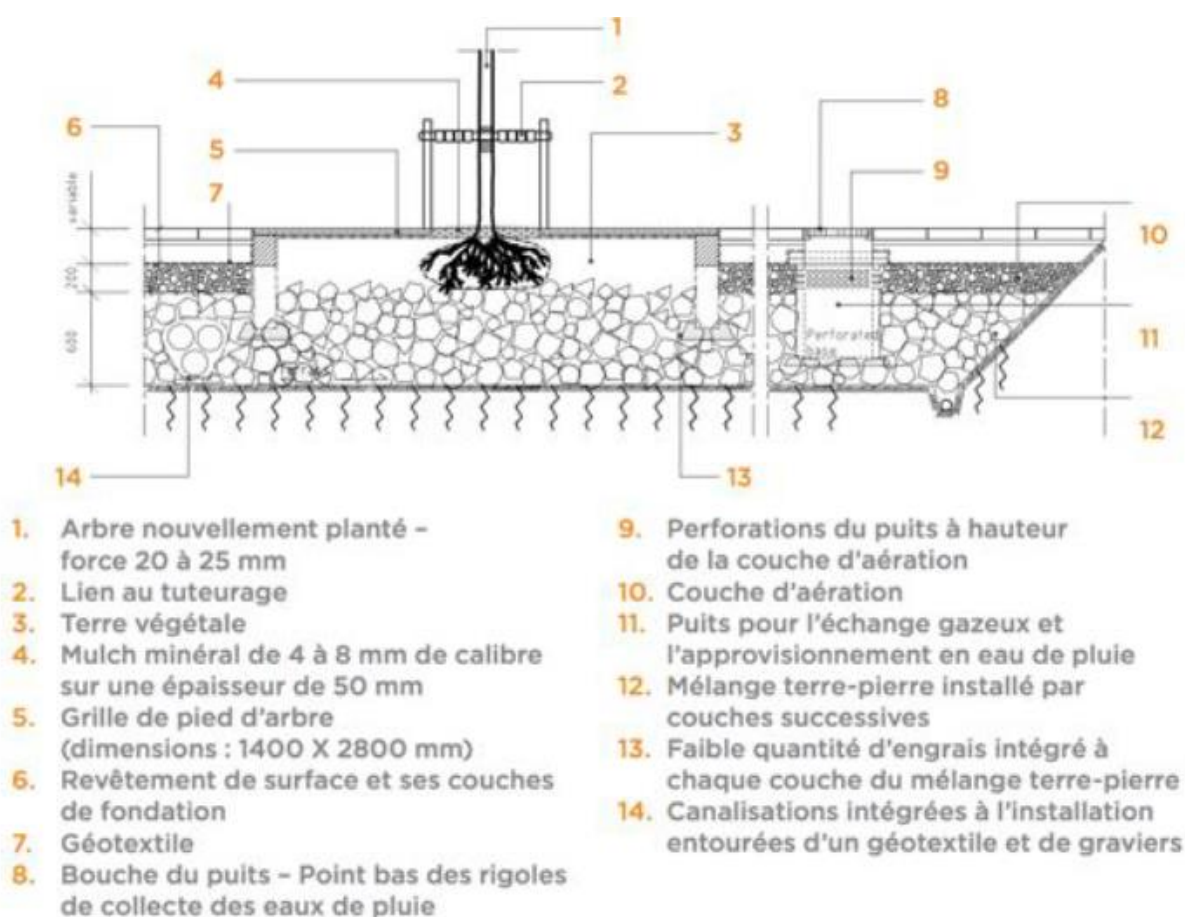
Quelques règles à respecter cependant pour intégrer des arbres d'avenir dans le projet :

- Etre suffisamment éloigné de conduites souterraines.
- Anticiper le développement futur des arbres (proximité des maisons, attention à la sur-plantation)
- Plan des gestions des arbres, principalement élagage de formation établi dès le départ.
- Et surtout, mise en place d'un sol valable, qui assure notamment l'alimentation en eau des arbres.

Pour respecter ce dernier point, il est obligatoire de créer des fosses de plantation qui débordent sous le sol minéralisé. La technique de plantation « en caisson » illustrée à la page 29 peut être utilisée. Le système de Stockholm pourrait également être utilisé.

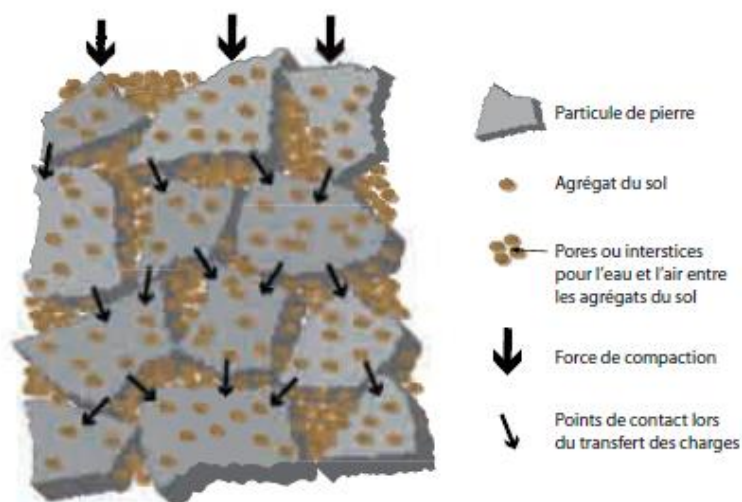
Ce procédé a, en outre, le gros avantage de permettre une gestion urbaine durable des eaux pluviales grâce aux arbres et aux sols structuraux.

Ce système s'appuie sur une connexion systématique des fosses de plantations aux eaux de ruissèlement. Elles sont collectées sur les trottoirs, voiries, Elles sont ensuite



dirigées vers des puits ayant pour vocation l'infiltration de l'eau et l'optimisation des échanges gazeux entre l'atmosphère et le sous-sol.

Le principe est l'utilisation de pierres de gros calibre qui sont compactées au fur et à mesure de l'installation. De la terre est introduite par arrosage dans les interstices entre les pierres. Le tout offre une portance suffisante pour le placement pour une couche de finition avec sa fondation.



Recommandations pour la préservation des arbres lors des travaux.

Cloisonnement racinaire.

Pour les arbres maintenus, malgré l'octroi de surface et de volume de sol suffisants pour les pérenniser, une partie du système racinaire des arbres devra peut-être être réduite lors de la création des nouvelles fosses d'arbres.

Une coupe propre des racines sera réalisée à la limite du volume disponible.

Les systèmes Air Spade® et Air vac ® ou camion aspirateur de terre présenté plus tôt seront utilisés pour rechercher et dégager les racines.

Le plus important est que les opérateurs soient très fortement sensibilisés au respect de l'arbre. Ils devraient idéalement être des arboristes possédant une certification européenne « Tree Worker ».

Ce travail sera réalisé à la profondeur nécessaire au projet.

Un pare-racine sera placé pour matérialiser la limite de la fosse.



Réalisation d'une tranchée.
Pose d'un feutre pour
matérialiser le cloisonnement.



Coupe propre des racines.

Mise en place d'un périmètre de protection.

Une fois tous les travaux de préparation et amélioration du sol réalisés, un périmètre de protection des arbres doit être mis en place. Dans le but d'empêcher toute intrusion dans ce dernier lors du chantier de rénovation de la place, une palissade en bois sera construite.

L'ensemble de cette zone doit être rendue inaccessible durant toute la période des travaux.

Cet empêchement doit être matérialisé à l'aide de protections physiques (panneaux, clôtures, ...)

Les barrières de type « Herras » devraient être interdites car elles sont trop facilement déplaçables.

- Toute pénétration est interdite (piétinement, dépôt de matériel ou circulation) à l'intérieur du périmètre délimité pendant toute la durée du chantier;
- Aucune modification ou ouverture temporaire de cet espace ne peut être envisagée.
- Tout dépôt de matériel, via grue ou autre, par-delà les barrières, devra être interdit.



Exemple de périmètre de protection. Hauteur 2M poutres et panneaux OSB.

Conclusions générales

La base de cette étude, l'analyse sanitaire des arbres, n'amène à aucune proposition d'abattage dans l'immédiat. Cependant, plusieurs sujets dont la plantation est postérieure à celle des tilleuls d'origine, ont été mal conduits. Leur structure n'est pas compatible avec leurs maintiens sur le long terme.

Les premiers arbres installés vers 1940 ont été abattus au fil du temps (15 sur 22 !) parce que l'utilisation intensive, par l'homme, de ce site très fortement urbanisé, n'était pas compatible avec le respect des arbres.

Si la Place du Châtelain reste en l'état, les blessures, que ce soit aux parties aériennes ou aux racines (par des travaux de sol), continueront à endommager les arbres et ouvrir la porte aux pathogènes.

La disparition progressive des arbres va donc inévitablement se poursuivre si la situation reste inchangée.

Mais le but de cette étude est également de donner un avis sur ces arbres dans le contexte d'une rénovation de la place.

Comme expliqué, (pages 25 à 27) la présence d'arbres très jeunes, l'état sanitaire de certains arbres mais surtout la présence d'impétrants amènent à une sélection drastique des arbres qui pourraient être conservés. **Cette sélection doit être revue en fonction des modifications d'impétrants et des plans d'aménagement proposés pour sauver un maximum d'arbres.**

La préservation des arbres existants va demander beaucoup d'efforts, tant sur l'espace qui devra leur être consacré que sur la complexité des travaux d'amélioration de leur espace vital souterrain. (Page 28, 29). En effet, la proximité des arbres avec la voirie (70cm en moyenne) empêche toute restauration sur le même tracé. Les dégâts seraient trop importants sur leur système racinaire. Ces travaux autour des racines doivent idéalement être réalisés en automne, en tout cas interdits en été.

La plantation de nouveaux arbres est également un enjeu essentiel du projet. Puisque, apparemment, l'on part d'un page blanche pour la rénovation complète de cette place, je pense que le changement doit être radical et les techniques innovantes (pages 27 à 31) afin de mieux gérer la cohabitation entre les arbres (leur développement racinaire et aérien) et les infrastructures humaines. Le schéma « arbre en bordure de place le long de la voirie » a montré ses limites dans l'urbanisation actuelle.

De vastes volumes de sol doivent être consacrés uniquement aux arbres, les impétrants doivent y être proscrits et cela doit être garanti sur le long terme. De grandes fosses doivent être créées et l'utilisation des techniques « à caissons » ou « système de Stockholm » doivent être mises œuvre. Elles garantiront un volume de sol suffisant pour l'épanouissement d'arbres de première grandeur en pleine santé.

Ces techniques offrent également le gros avantage de permettre la mise en place d'un sol carrossable en surface. Dernier point important, l'ensemble permettra une gestion urbaine durable des eaux pluviales grâce aux arbres et aux sols structuraux.

Après tant d'investissements en énergie et financier pour la préservation des arbres et la plantation d'arbres d'avenir, il est capital d'assurer un programme de gestion des arbres dans le temps (taille de formation, suivi, ...).

Les travaux d'amélioration de sol des arbres préservés ainsi que les travaux d'élagages recommandés doivent être réalisés par des arboristes consciencieux, idéalement certifiés « European Tree Worker ».

Les travaux liés aux arbres doivent être sortis du cahier des charges principal pour que ce travail délicat ne soit pas confié à une entreprise en travaux public pour qui le respect des arbres n'est jamais une priorité.

Cette rénovation complète est une occasion rare d'intégrer, dans notre ville de Bruxelles, des arbres pour lesquels un avenir serein est envisageable. Leur présence, indispensable avec l'évolution du climat, n'est plus à démontrer et la place du Châtelain intelligemment arborée sera, dans le futur, un lieu de bien être recherché.

Espérant que ce rapport réponde à vos attentes, je reste à votre disposition pour tous renseignements, comme par exemple des informations complémentaires sur les techniques « à caissons » ou « le système de Stockholm ».

Comès Gaetan

Bibliographie

Sont notamment utilisés pour la réalisation de ce rapport :

Bauduin, J-C. (1993). *Les arbres feuillus*. Gembloux : Ministère de la région Wallonne.

Bing maps. (2012). En ligne <http://www.bing.com/maps>

Bruciel. Brussel, photographies aérienne (. En ligne <http://www.gis.irisnet.be/bruciel/#>

Brugis. (2020). En ligne <https://mybrugis.irisnet.be/brugis/#/>

Campanella, B. (2012). *Projet de texte pour une circulaire sur méthodologie du diagnostic intégré de l'état d'arbres remarquables*. Document non publié, Gembloux Agro-Bio Tech

CAUE 77, SFA. *Arbre en questions, fiches conseils de l'arboriculture ornementales*. CAUE 77.

Day, S.D, and S.B. Dickinson (Eds.) 2008. *Managing Stormwater for Urban Sustainability using Trees and Structural Soils*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.

Directives de la direction générale de la nature et du paysage (DGNP). République et Canton de Genève

Direction des Monuments et des Sites du Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale. *Inventaire du patrimoine architectural*. En ligne <http://www.irismonument.be>

Drénou C. (1999). *La taille des arbres d'ornement*. Paris : Institut pour le Développement Forestier.

Drénou C. (2006). *Les racines, face cachée des arbres*. Paris : Institut pour le Développement Forestier.

Feterman G. (2014). *Histoire d'arbres remarquables*. Toulouse : Editions Plume de carotte.

Google Maps. (2020). En ligne : <https://www.google.be/maps>

Google Earth. (2020). En ligne <https://earth.google.com>

Greenmax. (2020). En ligne : <https://www.greenmax.eu/fr/>

Hainaut développement. (2004). *Dynamique de dégradation des arbres par des champignons lignivores*. Mons : Hainaut Développement.

Jalouzot Anne. (??). *Gérer les eaux de pluie avec le Système de Stockholm*. 32ièmes Arborencontre de Seine et Marne

Lien horticole. (aout 2017). *Arbres urbains un capital à valoriser et à protéger*.

Michau E. (1990). *L'élague, la taille des arbres d'ornement*. Paris : Institut pour le Développement Forestier.

SPW, Arboresco. (2009) *L'arbre un être vivant, comprendre et accompagner le développement des arbres d'ornement*. Neufchateau :Weyrich.

Annexe 1 : Stades de développement des arbres selon Pierre Raimbault.

