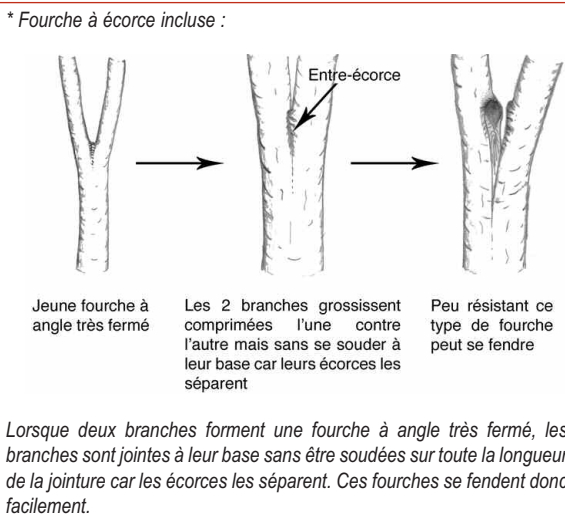




LE HAUBANAGE ET L'ETAYAGE DES ARBRES

Pourquoi haubaner ou étayer ?

Le haubanage ou l'étayage sont réalisés dans le but de limiter le risque lié à la rupture de branches dont la résistance mécanique est affaiblie. Ceci permet de conserver l'arbre dans son intégrité et de protéger les personnes et les biens proches. Même en cas de rupture, le hauban ou l'étais doit empêcher la chute de la branche jusqu'au sol. Cette technique a l'avantage de consolider l'arbre sans engendrer de plaies traumatisantes et sans modifier le port et le volume naturel de l'arbre.



Les principales sources de rupture sont les fourches à écorces incluses*, les fissures, les cavités, les branches nécrosées à leurs bases ou atteintes par des champignons lignivores. La pression exercée sur les branches par le vent, mais aussi par le poids de la fructification, de la neige ou du givre peuvent engendrer l'effondrement des branches. Il arrive aussi que, sans contrainte particulière, des branches se brisent brutalement pendant les périodes chaudes, il s'agit des ruptures estivales (la cause de ce phénomène reste encore inexpliquée). La zone de rupture est très souvent située dans le premier tiers de la branche.

Que faire avant de prendre la décision de haubaner ou d'étayer ?

Dans un premier temps, il est nécessaire d'évaluer l'importance de l'arbre dans son environnement (valeur paysagère, historique, atouts par rapport aux contraintes qu'il génère, intégration dans un aménagement futur, ...)

Ensuite, un diagnostic plus précis de l'arbre sera mené (harmonie, rareté, analyse physiologique et sécuritaire qui permettront d'estimer quelle est son espérance de maintien avec ou sans travaux). Ce diagnostic sera fait à l'œil nu et il peut être complété par l'utilisation de techniques d'observation plus sophistiquées.

Il est aussi important d'identifier les cibles (l'abondance de la fréquentation de personnes, la proximité des biens).

A partir de ces éléments, il sera possible d'estimer la fréquence probable du risque et sa gravité sans oublier que tous ces paramètres évoluent au cours du temps.

Finalement une décision de gestion sera prise. La technique la plus appropriée à la situation sera choisie. Le haubanage et l'étayage sont des techniques parmi d'autres. L'abattage peut être envisagé si l'arbre a un intérêt modeste ou s'il est sans avenir. Il est possible de conserver l'arbre en l'état sans intervenir, en informant les usagers du danger ou en mettant en place un périmètre de protection. Il est envisageable d'élaguer pour réduire la prise au vent tout en sachant que la taille radicale est à proscrire. Attention, lors d'une taille d'éclaircie trop importante, les ouvertures créées dans le houppier favorisent le mouvement des branches isolées et par conséquent leur rupture.

Le coût de l'opération et de sa gestion future sont des paramètres qui seront aussi pris en compte.



Quelques notions de biomécanique

Les mouvements des branches sont très complexes, ils peuvent induire des cisaillements, des flexions, des torsions, des compressions ou des tractions. Le bois est inégalement élastique (déformation réversible) selon les essences et l'emplacement des tissus ligneux dans l'arbre.

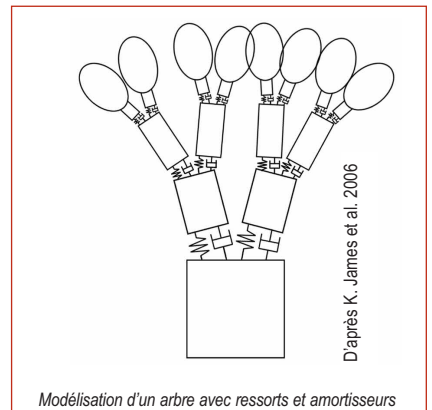
Les ruptures sont plus ou moins brutales selon les espèces. Les ruptures du bois sont brutales en tension et moins abruptes en compression, cependant le bois est beaucoup plus résistant à la traction qu'à la compression.

Lorsqu'une branche est soumise à une traction perpendiculaire à son axe, elle fléchit plus ou moins selon son diamètre et la nature du bois. Les contraintes les plus importantes se répartissent à sa périphérie (compression du côté de la traction et tension de l'autre) et elles sont nulles dans l'axe central de la tige (ceci relative la fragilité des branches creuses). (Dans un tronc vertical, la compression n'est pas uniforme. Les contraintes sont beaucoup plus importantes à proximité du cœur qu'à la périphérie).

Lorsque l'arbre a un rapport hauteur / diamètre important, le tronc risque d'avantage de se briser. Ce rapport longueur sur diamètre s'applique aussi pour les branches horizontales. Lorsque l'arbre a un rapport hauteur / diamètre réduit, il est moins sensible à la rupture mais d'avantage sujet au déracinement.

L'arbre soumis à la force du vent

De façon à pouvoir déployer une importante surface chlorophyllienne nécessaire à sa vie, sans que cette voilure forme une entité rigide que la pression du vent ferait basculer, l'arbre a développé une stratégie adaptée consistant à limiter la surface des feuilles et à multiplier leur nombre. L'arbre peut être modélisé comme une association de masses (feuilles, brindilles, branches, charpentières, tronc) reliées entre elles par un système de ressorts amortisseurs qui absorbent successivement les oscillations des feuilles jusqu'au tronc. Plus une branche porte de ramifications susceptibles d'osciller en déphasage avec elle, plus le mouvement de l'axe principal est amorti. Les oscillations sont ainsi limitées au niveau des charpentières, du tronc et de l'ancrage racinaire ce qui généralement évite le basculement de l'arbre.



Modélisation d'un arbre avec ressorts et amortisseurs

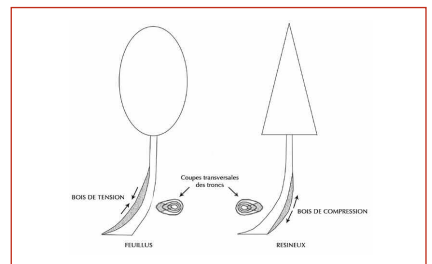
Attention. L'éclaircie du houppier pour limiter la prise au vent a aussi pour conséquence la diminution de la capacité intrinsèque de l'arbre à amortir son propre mouvement.

Le bois de réaction

Pour lutter contre une contrainte, l'arbre est naturellement capable de créer du bois de réaction sur une face du tronc ou de la branche.

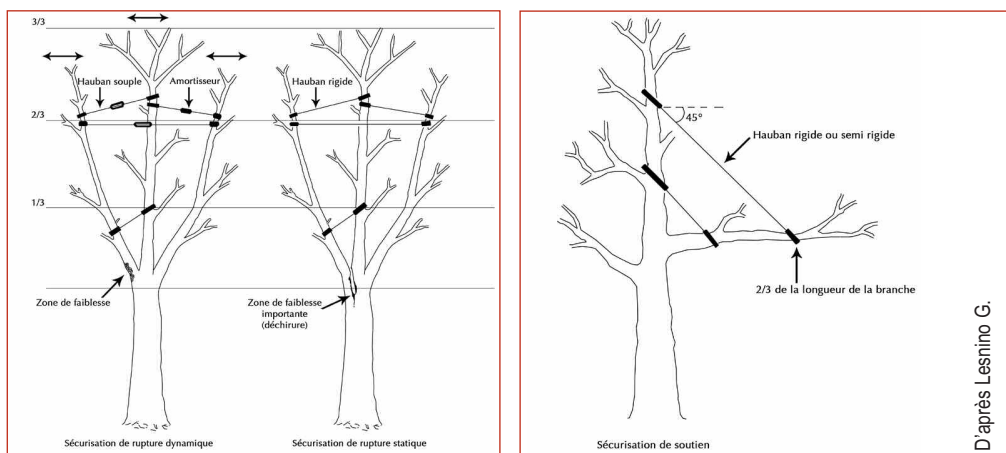
- Il s'agit de bois de tension chez les feuillus qui tire la tige comme le ferait un muscle.
 - Il s'agit du bois de compression chez les résineux qui pousse la tige comme le ferait un vérin.
- Ainsi un arbre incliné se redresse par gravitropisme.

(les anneaux de croissance ne sont pas toujours le reflet du bois de tension, lequel résulte d'une modification physico-chimique de ses composantes cellulaires sans toujours se traduire par un accroissement longitudinal).



L'arbre est un système dynamique ; il doit bouger pour ressentir la déformation et s'adapter. Si l'arbre est entravé par un haubanage statique ou un étayage, il ne repère pas ses zones de faiblesse et ne crée pas de bois de réaction. Cela est préjudiciable aux arbres ou organes jeunes à masse dynamique dominante, mais les conséquences sont moindres pour les structures à forte majorité de masse statique.

LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE HAUBANAGE



Le Haubanage souple - sécurisation de rupture dynamique

Sous la pression du vent, le hauban souple a pour but de limiter l'amplitude du mouvement des branches (de façon à éviter leur rupture). Lorsque le hauban se met en tension, il absorbe progressivement l'énergie développée par le déplacement de la branche. Le hauban a une certaine élasticité et il peut être équipé d'un amortisseur. Il limite aussi le nombre de cycles d'oscillations de façon à aboutir à une absence de mouvement plus rapidement. La souplesse du hauban évite l'arrêt brutal de la branche lorsque la corde se met en tension, ce qui pourrait avoir pour effet de briser la branche au niveau de l'ancrage du hauban (effet "karaté"). Le coefficient d'élasticité est à prendre en compte pour évaluer la longueur des haubans. Plus le hauban sera long, plus la course de l'allongement due à l'élasticité sera importante. Un hauban trop souple ou trop long peut s'avérer totalement inefficace.

Le haubanage rigide – Sécurisation de rupture statique

Le hauban rigide a pour but de limiter au maximum le mouvement des branches. Il est utilisé pour consolider les branches charpentières dont l'ancrage est gravement détérioré (déchirure par exemple). Il est réalisé avec du câble acier ou de la corde dyneema dont l'élasticité est très réduite (2 à 3 %). L'ancrage du câble en acier peut être réalisé via une sangle et n'implique donc pas forcément le placement de tiges filetées.

Le haubanage de soutien – Sécurisation de soutien

Ce système de haubanage est utilisé pour soutenir les branches horizontales très longues. Il permet d'éviter les arrachages dus au vent, au poids de la fructification, de la neige, du givre ou à une rupture estivale.

A quelle hauteur placer les haubans ?

Chaque arbre est différent, il n'est par conséquent pas possible ici d'indiquer avec précision où ancrer les haubans. Les informations qui suivent ne sont que des indications générales.

Lorsqu'une branche altérée doit être maintenue par une autre partie de la structure de l'arbre, il est nécessaire de s'assurer que cette dernière sera suffisamment résistante pour supporter les contraintes supplémentaires.

Les haubans sont généralement installés au 2/3 de la longueur de la branche. Une autre méthode consiste à ancrer ces derniers à une distance correspondant à 20 fois le diamètre mesuré à la base de la charpentières à sécuriser.

Pour les arbres dont les charpentières ont un ancrage très défaillant un haubanage statique supplémentaire peut être installé dans le premier tiers des branches. Deux étages de haubanage permettent, si la branche se brise, d'éviter qu'elle tombe jusqu'au sol et atteigne une cible. Pour le haubanage de soutien de branches horizontales, le hauban est, dans la mesure du possible, posé avec un angle d'environ 45° par rapport à l'horizontale.

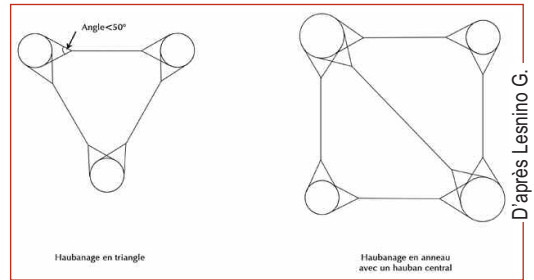
Le haubanage est mis en tension à la main (le haubanage dynamique ne sera pas tendu si la mise en place est réalisée hors feuille).

LE HAUBANAGE ET L'ETAYAGE DES ARBRES

Quel type d'assemblage choisir ?

Pour maintenir trois branches, le haubanage est installé en triangle.

Pour haubaner quatre branches, les haubans peuvent être installés en anneau avec un hauban central reliant deux branches opposées.



A quelle période poser les haubans ?

Pour les caduques, l'idéal est de mener une observation détaillée de l'arbre sans feuilles, pour bien analyser son architecture. Les haubans sont ensuite posés lorsque l'arbre est en feuillie (et en fruit) car, à cette période, les branches sont plus lourdes et en tension (entre fin mai et septembre ; juin et juillet étant les mois les plus favorables). Toutefois, un haubanage tendu statique sera plus sûrement obtenu en période d'arrêt de végétation. Si une taille d'entretien est nécessaire, elle sera réalisée préalablement à la pose éventuelle de hauban ou d'étau. Elle permettra ainsi à l'élagueur d'inspecter les organes fragiles, de repérer les points d'ancrage et de réaliser les relevés et mensurations.

Le mât

Lorsque la structure du tronc est trop altérée, il est possible de lui adjoindre un mât sur lequel sont amarrés les haubans. Les mâts sont peu esthétiques. Ce type d'intervention lourde n'est à réserver qu'aux arbres exceptionnels.

Ce qu'il faut éviter de faire

Dans la mesure du possible, le perçage des branches pour y introduire une tige filetée et des anneaux d'ancrage est à éviter. Les plaies pourraient être colonisées par des champignons lignivores qui dégraderaient la résistance mécanique du bois.

Ce qu'il ne faut pas faire

Le haubanage avec cerclage métallique qui empêche le passage de la sève ne doit plus être pratiqué.

Quelle résistance de hauban choisir ?

Pour la sécurisation dynamique de rupture :

Diamètre à la base de la charpente	Charge de rupture du système requise pendant la durée d'utilisation
Jusqu'à 40 cm	2 tonnes
40 - 60 cm	4 tonnes
60 - 80 cm	8 tonnes
Sécurisation statique : charges doubles	

Prescription de ZTV Baumpflege 2006 - Allemagne

Pour la sécurisation de soutien :

Diamètre à la base de la charpente	Charge de rupture du système requise pendant la durée d'utilisation
Jusqu'à 30 cm	2 tonnes
30 - 40 cm	4 tonnes
40 - 60 cm	8 tonnes
60 - 80 cm	16 tonnes

Prescription de ZTV Baumpflege 2006 - Allemagne

Ces prescriptions n'ont qu'une valeur indicative. La spécificité de chaque arbre doit être prise en compte.

Les matériaux utilisés

Il existe plusieurs fournisseurs proposant des matériaux et des techniques différentes.

Les fabricants doivent fournir des certificats mentionnant la charge de rupture, l'allongement, la perte de résistance avec le temps.



LE HAUBANAGE ET L'ETAYAGE DES ARBRES

Les matières composant les cordes creuses :

	Type	Allongement	Résistance aux UV	Remarques
Polyester	Semi-statique	Faible 5 %	Bonne	Perte de résistance de 10%/an
Polypropylène	Dynamique	Fort 15 %	Bonne (s'il est noir)	Perte de résistance de 2%/an. Sensible au frottement
Polyamide	Dynamique	Fort > 20%	Bonne	Retrait important au cours du temps (diminution de 3 % de la longueur)
Dyneema	Statique Equivalent au câble acier	Très faible 2 à 3 %	Bonne	Sensible au frottement

L'étayage (statique)

Les branches altérées peuvent être supportées par des étais en bois ou en métal. Ce système statique a l'inconvénient de rendre la branche soutenue totalement dépendante de sa béquille. Dans ce cas, la branche devient passive et ne crée plus de bois de réaction. Cependant cette technique est utile lorsque la structure de l'arbre n'est pas assez résistante pour soutenir une charpentièrre. Les étais sont peu esthétiques. L'étau sera posé après avoir évalué la localisation du centre de gravité de la branche.

Le suivi des haubans et des étais

Le haubanage et l'étayage doivent être contrôlés et entretenus dans le temps. Une inspection, au minimum, tous les deux ans et après chaque épisode de vent violent, serait souhaitable.

Les matériaux composant le haubanage perdent progressivement leurs propriétés initiales (résistance, élasticité). La durée de garantie des matériaux est généralement comprise entre 5 et 8 ans maximum. Des plaquettes de couleur installées sur les haubans permettent d'identifier les années de pose à partir du sol (une couleur par année : vert 2009, jaune 2010, rouge 2011, bleu 2012, marron 2013, ...). Les tensions doivent être contrôlées ainsi que l'étranglement des branches et le frottement.

Certains haubans sont équipés de témoins de surcharge indiquant qu'ils ont subi une tension supérieure à 75% de sa force de rupture. Dans ce cas, les haubans doivent être remplacés.

Le haubanage et l'étayage sont des opérations complexes qui nécessitent d'établir un plan de pose puis de réaliser sa mise en œuvre. Pour qu'ils jouent réellement un rôle favorable à la sécurité et à la pérennisation de l'arbre, ils doivent être confiés à un grimpeur élagueur maîtrisant parfaitement ces techniques.

Il est nécessaire de rappeler que le haubanage et l'étayage réduisent le risque mais ne l'éradique pas totalement.

Bibliographie :

- Synthèse de la 23e ArboRencontre de Seine-et-Marne « Sauvegarder et sécuriser les arbres par le haubanage ou l'étayage » 3 juin 2010 – CAUE 77
- Mémento de l'arboriste – Volume 1 - L'arboriste grimpeur – C. Ambiehl, A. Gourmaud, F. Salvatoni – Copalme Naturalia publications
- Norme allemande ZTV Baumpflege 2006
- K.R. James, N. Haritos, P.K. Ades (2006) Mechanical Stability of trees under dynamic loads. A.m. J. Bot (93) 10:1522-1530

*Auteur : Augustin Bonnardot à partir des informations fournies lors de la 23^{ème} ArboRencontre de Seine-et-Marne par Etienne Barteau, Bruno Campanella, Thierry Fourcaud, Georges Lesnino et Christian Riboulet
Illustrations : Laure PIEDELOUP - Augustin BONNARDOT
Novembre 2010*