

ÉVALUATION DES PROBABILITÉS D'ÉCHEC



Philippe Trouillet, adhérent Sud-Est

Le travail présenté ici a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre la SFA et l'EAC (association européenne d'arboriculture) dans l'objectif de la production d'un standard européen de diagnostic actuellement en cours d'élaboration.

L'analyse de la probabilité d'échec d'une structure ligneuse est un diagnostic d'évaluation qui tend à caractériser et qualifier les facteurs de sécurité¹ de cette structure.

Le facteur de sécurité (Fs) est défini comme le rapport entre la capacité de charge d'une structure et la charge effectivement subie par cette structure. En simplifiant, on peut ainsi le voir comme la marge de sécurité dont dispose une structure par rapport aux contraintes généralement rencontrées. Pour un arbre, le Fs dépend notamment de la charge liée au vent, de la hauteur de l'arbre, de son diamètre et des propriétés du matériau bois. La probabilité d'échec doit être évaluée selon les modèles théoriques ayant cours actuellement, en intégrant le principe de thigmomorphogénèse qui peut se définir comme la réponse d'une plante, par sa croissance ou sa forme, aux stimulations mécaniques qu'elle subit. Ce principe d'adaptation des structures vivantes dynamiques complexifie les diagnostics mécaniques. Ainsi, dans le cas d'une réponse adaptative de la plante, les singularités observées peuvent ne pas augmenter la probabilité d'échec (PdE).



¹. Le facteur de sécurité, malgré un nom qui peut être trompeur, ne doit pas être confondu avec le risque de dommage

Objets des évaluations

Une analyse structurelle est principalement axée sur l'évaluation indépendante de l'état des organes de l'arbre étudié : système racinaire, tronc et fourches. Parfois, les branches ou les insertions de branches peuvent également présenter des singularités et doivent, dans ce cas, être évaluées. Une grille de lecture doit être respectée lorsque l'on inspecte cliniquement un arbre, par la recherche attentive de symptômes. Ces symptômes sont dit négatifs lorsqu'il s'agit de caractéristiques pouvant abaisser les facteurs de sécurité du sujet et positifs, lorsque des éléments permettent de hausser ce facteur. L'interprétation des symptômes est nommé le « signe ». Pour évaluer cliniquement la probabilité d'échec d'un organe, il est nécessaire d'utiliser un raisonnement analytique basé sur la combinaison de la gravité des singularités observées et du niveau d'adaptation de l'arbre.

Déroulé du diagnostic

Les symptômes et les paramètres relevés sont variables selon l'organe étudié. Chaque organe présente des singularités et des adaptations selon des typologies qui lui sont propres. L'examen d'un organe nécessite de relever des observations collectées et organisées, à l'aide de la connaissance des deux typologies associées aux organes étudiés, comme proposé dans le tableau 1. La combinaison des deux variables permet de qualifier la proba-

	Singularités	Adaptations
Tronc	Fissures Cavités Pourriture du bois Nécroses Inclinaison Dommages Fructifications de champignons Facteur d'élanement défavorable	Bourrelets de renforcement Organes de renforcement structurel (colonnes, contreforts) Adaptation géométrique Croissance en diamètre Facteur d'élanement favorable Diamètre important
Système racinaire	Inclinaison Soulèvement de souche Dégradation de la ZRT Fissuration du sol Pourriture du bois Arrachements racinaires Dégâts racinaires Fructification de champignons Contreforts non nettement démarqués des pourritures Angle de la plaque racinaire/tronc non optimisé	Houppier commun Orthotropisme Organes de renforcement structurel (colonnes, contreforts) Adaptations géométriques Facteur d'élanement favorable Diamètre important Plaque racinaire massive Angle de la plaque racinaire/tronc optimisé Contreforts nettement distingués des pourritures Racines adventives
Fourche	Angle aigu Fissuration Écorce incluse Fourche en forme de V	Symptômes latéralisés Angle obtus Fourche en forme de U Organes de renforcement (nez de bulldog, Pinocchio) Haubans naturels Facteur d'élanement favorable Diamètre important Charge abaissée naturellement ou artificiellement

≡ Tableau 1 typologie des singularités et adaptations par organe

bilité d'échec de l'organe. En cas de difficultés, de doutes, ou d'une probabilité d'échec élevée, il est recommandé d'utiliser des méthodes et des outils d'évaluation complémentaires type logigramme, matrice ou score.

La PdE doit toujours être ajustée selon certaines particularités :

■ Particularités pouvant conduire à réduire la PdE : l'évaluateur a l'expé-

rience de l'espèce ou du cultivar et de sa résistance particulière, considérée comme supérieure à la normale ; un changement favorable dans le contexte s'est produit récemment entraînant une moindre exposition au vent ; une réduction artificielle ou naturelle de la charge (casse ou élagage récent) etc.

■ Particularités pouvant conduire à augmenter la PdE : l'évaluateur a l'ex-

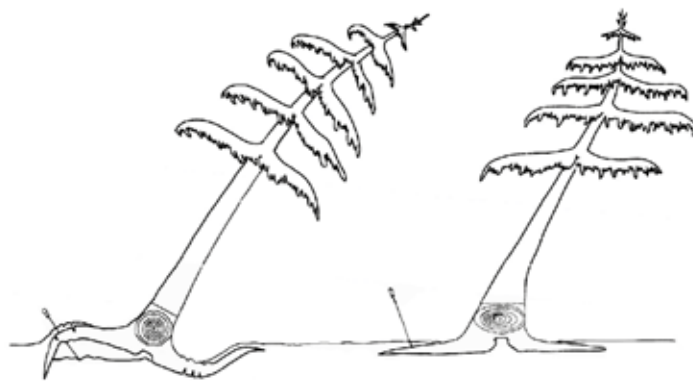
périence de l'espèce ou du cultivar et de sa résistance particulière, considérée comme inférieure à la normale ; un changement défavorable dans le contexte s'est produit récemment, entraînant une exposition nouvelle au vent ; en raison d'un élagage antérieur ou d'une forme peu aérodynamique ; des branches issues de l'inclusion sont chargées en extrémité ou très allongées, etc.

≡ Tableau 2 matrice de probabilité d'échec

Gravité des singularités	Très fortes	Faible	Elevée	Très élevée	Imminente
	Fortes	Très faible	Faible	Elevée	Très élevée
	Moderées	Très faible	Faible	Faible	Elevée
	Mineures	Improbable	Très faible	Très faible	Faible
		Bon	Correct	Médiocre	Absent
Niveau d'adaptation					

Le schéma ci-contre propose deux exemples de combinaison de symptômes

1. L'arbre de gauche présente des singularités estimées **très fortes** combinées à un niveau d'adaptation évalué **absent**. le facteur de sécurité du système racinaire est positionné selon la matrice dans une probabilité d'échec **imminente**.
2. L'arbre de droite présente des singularités estimées **modérées** combinées à un niveau d'adaptation évalué **bon**. le facteur de sécurité du système racinaire est positionné selon la matrice dans une probabilité d'échec **très faible**.



JERZY OTOLARCZYK

☰ Schéma 1. Deux exemples de probabilité d'échec sur inclinaison. Illustration tirée de *Tree inspection Manual for tree assessor – basic level*, Kamil Witkoś-Gnach, 2021

Défaillance primaire

Lorsque l'évaluateur fait face à des caractéristiques évidentes de défaillance primaire apparues très récemment, il n'est pas possible de donner de temporalité avant l'échec de la structure. Le facteur de sécurité est alors évalué² égal 1 ou inférieur à 1 et la probabilité d'échec doit être positionnée au maximum de l'échelle d'évaluation, avec la qualification de PdE IMMEDIATE. Celle-ci peut être réajustée, si un certain nombre d'années se sont écoulées entre l'apparition du phénomène et l'évaluation. Une attention particulière doit toujours être portée en cas de modification de la charge, par exemple, un changement brutal de l'exposition du sujet suite à une transformation de son environnement.

Niveau de certitude

Les résultats du diagnostic mécanique peuvent être assortis d'un certain niveau de certitude, parfois très fort lorsque la présence ou l'absence de symptômes est évidente et parfois très faible, en situation de complexité de lecture des phénomènes. Plus l'incertitude est grande, plus il est nécessaire de procéder à une comparaison avec d'autres méthodes ou de faire appel à des compétences externes. Les incertitudes peuvent aussi amener à évaluer, à ce moment du process, les risques et les bénéfices de l'arbre. Lorsque pèse une forte incertitude sur les résultats des évaluations, celle-ci devrait être clairement exprimée et communiquée au gestionnaire.

■■■■■■■■■■

2. Nous choisissons d'utiliser le facteur de sécurité tel que considéré par Mattheck et Kubler (1995) et Lonsdale (1999), avec une Charge retenue sur vent courant, et non celui de Wessoly dans la méthode SIA, calculé sur Charge maximale.

Résultats et suivi

Les résultats du diagnostic doivent être positionnés sur une échelle de résultats, ou communiqués sous forme de score. Ces résultats doivent être utilisés comme variable de probabilité d'échec pour pouvoir réaliser l'analyse de risque de dommage.

Pour pouvoir poser un pronostic, il est nécessaire de donner une dynamique à son évaluation, avec une tendance évolutive estimée.

Cette tendance fournira les besoins de suivi d'évolution des problématiques, sur des échelles de temporalité allant généralement d'un an à plusieurs années.

RÉFÉRENCES

- Boddy L., *Fungi and Trees: Their complex relationships*, The Arboricultural Association, 2021
- Drénou C., *La taille des arbres d'ornement*, CNPF 2021
- EAS TeST, *European Tree Pruning Standards*, European Arboricultural Council/Working group "Technical Standards in Treework – TeST" (1st edition), Issue 1.2.6, 2021
- Evans D., *Taking the 'defect' out of tree risk-benefit management strategies*, VALID, 2021
- ISO Standard 31000:2018, *Management du Risque - Guide pratique*, 2018
- Mattheck C., Bethge K., Weber K., *The body language of trees*, Karlsruhe Institute of technology, 2015
- Moore W., *Diagnostic Intégré de l'Arbre*, Arbres et Sciences n°10, Vol III, 2003
- Rinn F., *Limits of the SIA method & online application for tree-breakage safety evaluation*, Western Arborist, Summer 2018
- Rinn F., *Understanding size-related principles of tree growth for tree-risk evaluation*, Western Arborist, Winter 2015, 14-17
- Schwarze F., *Diagnosis and Prognosis of the Development of Wood Decay in urban trees*, édition Rowville, 2008
- Slater D., *Assessment of tree forks*, The Arboricultural Association, 2016
- Telewski F. W., *A unified hypothesis of mechanoperception in plants*, American Journal of Botany, 2006.
- Trouillet P., *Échelle linéaire et scores cliniques prédictifs*, La lettre de l'arboriculture n°104, SFA, Janvier/Février 2022
- Trouillet P., *The clinical model*, The Arboricultural Association ARB | MAGAZINE / Issue 197 summer 2022
- Wessoly L., ERB M., *Manual of Tree Statics and Tree Inspection*, Patzer Verlag, 2016
- Witkos-Gnach K., *Manual for tree assessor – basic level*, Instytut Drzewa sp. z o.o., 2021