

RAPPORT DE TEST DE TRACTION

Platane situé rue Adolphe Vandenschrieck 77 à Jette

—

Nos références : TER_21114



AUTEUR DE LA DEMANDE
SARL LES MARNEURS
24, rue Léon Frot
75011 Paris, France



Cofondateur du consortium MATER (Mon Arbre – TER)
Utilisateur sous licence QTRA (Quantified Tree Risk Assessment)
Experts de la Fédération Nationale des Expert Forestiers (FNEF)
Expert judiciaire assermenté et diplômé par l'ULg
Membre d'Arboresco
Experts et assistant technique pour Bruxelles Mobilité
Formateurs pour Bruxelles Environnement
Formation continue de nos experts (min 4 jours/an)
Propriétaire et utilisateur du tomographe PICUS 3
Utilisateur du Test de traction PICUS Treeqinetic
Affilié à la Société Royale Forestière de Belgique (SRFB)

CONSULTANTS
VZ, PG
RELECTURE
GL

1 Introduction

Dans le cadre de la phase d'étude d'un projet de réaménagement de quartier, TER-Consult a produit un diagnostic phytosanitaire d'un platane (*Platanus x hispanica*) situé au 77 rue Adolphe Vandenschriek à Jette afin d'émettre des recommandations nécessaires à l'élaboration de l'avant-projet. Suite à cette étude, un test de traction a été recommandé et effectué le 31 août 2021. Ce rapport présente les résultats dudit test de traction.

2 Identification du site

L'arbre se trouve dans le jardin situé à l'arrière des bâtiments au 77 rue Vandenschriek à Jette (**Figure 1**).



Figure 1. Localisation du platane sur lequel le test de traction a été effectué. La flèche en rouge indique la direction le long de laquelle la traction a été effectuée.

3 Méthode

La technique du test de traction cherche à évaluer de manière quantitative la stabilité et la résistance à la rupture des arbres. Ces deux facteurs seront quantifiés en tirant sur l'arbre à l'aide d'un treuil dans une ou plusieurs directions. Dans la mesure du possible, on tentera de tirer sur l'arbre dans la (les) direction(s) présumées la (les) plus faible(s) et/ou dans l'axe des vents dominants. De cette façon, on s'assure que l'arbre est fiable en cas de résultats satisfaisants. Cependant, la direction de traction est fréquemment liée à des contraintes locales (point d'ancrage disponible, circulation, obstacles divers). Les vents dominants en Belgique proviennent du sud-ouest avec également mais, aux changements de saisons, la fréquence du vent du nord-est est tout aussi importante (**Figure 2**).

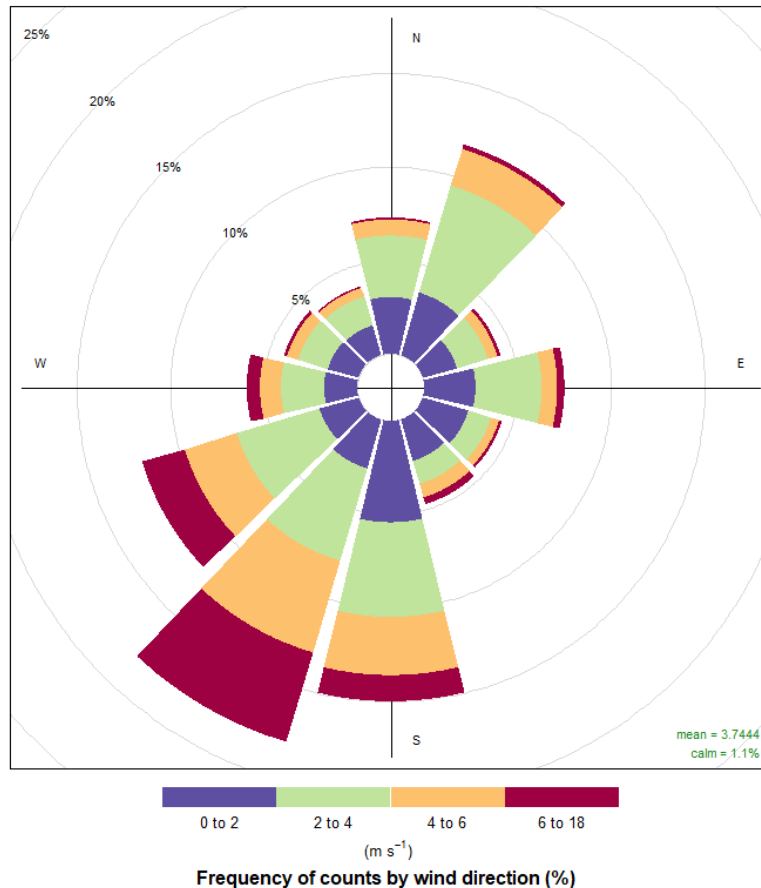


Figure 2. Rose des vents pour la station météo située à Humain, Belgique. Source des données : IRM, intervalle de temps des mesures de 10 min sur la période 2017-2021.

Cet examen approfondi de la stabilité et de la résistance à la rupture d'un arbre étudie l'équilibre des forces auxquelles il est subi. Cet équilibre dépend de trois facteurs principaux qui s'inscrivent dans le triangle de la statique, une branche de la physique qui étudie les systèmes mécaniques.

L'étude de la statique d'un arbre prend en compte :

- Les charges propres de l'arbre.
- Les charges dues au vent ou à la neige.
- Les propriétés mécaniques du bois, qui sont variables d'une essence à l'autre.
- Les formes des arbres (surface du houppier, hauteur, aérodynamisme général de l'arbre).

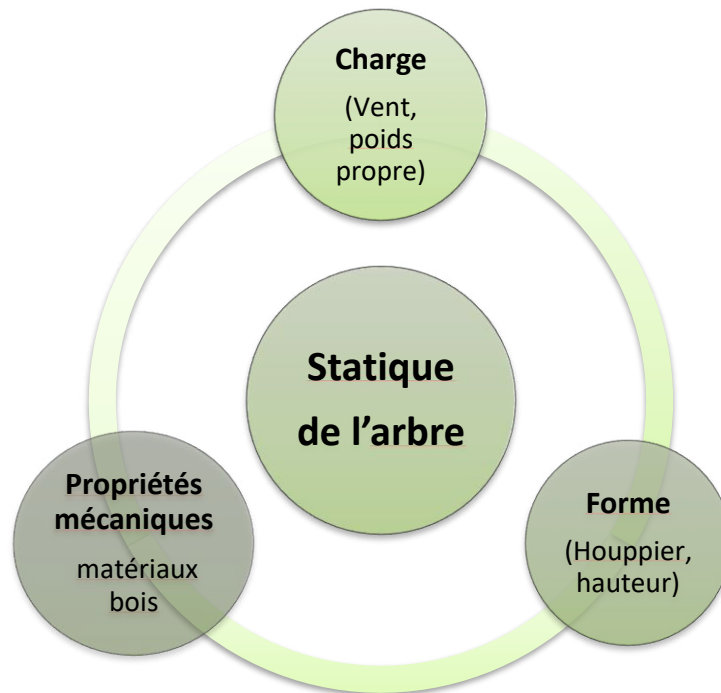


Figure 3. Principe de base de la statique des arbres.

Le test est basé sur l'évaluation des charges que peut subir un arbre et l'analyse de l'impact de celles-ci sur sa structure.

Cette méthode permet d'évaluer la résistance en flexion et compression du tronc et la capacité d'ancrage dans le sol du socle racinaire. Elle donne en outre la possibilité de détecter des défauts internes non décelés visuellement ou dont l'impact général est difficilement appréciable de manière objective.

Le test de traction procède en plusieurs étapes :

1. Une série de mesures de base sur l'arbre (espèce, dimensions, hauteur, surface foliaire,...) permet de caractériser les différents éléments de sa statique.
2. Une étape de calculs évalue les charges que produirait un vent violent, habituellement d'une force 12 sur l'échelle Beaufort (120 km/h), en tenant compte des mesures faites au point 1 et de l'environnement de l'arbre (protection, turbulence créées par building voisins, ...).
3. Les calculs de l'étape 2 conduisent en la production d'un **coefficient de sécurité global** qui est le rapport entre ce que l'arbre, de part sa structure propre, peut supporter théoriquement comme charge et la charge produite sur ce même arbre suite à un vent de 120 km/h. Donc, un coefficient de sécurité global supérieur à 1 indique que l'arbre est théoriquement capable de supporter un vent de 120 km/h sans s'effondrer.
4. Deux types de sondes très précises sont ensuite installées sur l'arbre : des élastomètres qui mesurent la déformation des fibres du bois (en μm) et des inclinomètres qui mesurent le mouvement en millième de degré du socle racinaire (**Figure 4**).
5. Une traction est ensuite exercée sur l'arbre à l'aide d'ancrages, cordes et treuil, un dynamomètre contrôlant en permanence les charges appliquées. Sondes et dynamomètre sont reliés à un PC qui enregistre toutes les données en direct.
6. L'analyse sur PC de ces résultats de traction permettent d'évaluer la résistance de l'arbre, cette fois de façon non plus théorique mais empirique :

- a. Résistance à la rupture en calculant par extrapolation quelle serait la réaction de l'arbre si la charge d'un ouragan lui était appliquée.
 - b. Résistance au basculement en comparant les résultats obtenus avec des courbes de référence établie par déracinement expérimental de plusieurs centaines d'arbres.
7. Ces calculs donnent pour chaque sonde un **coefficient de sécurité à la rupture** du tronc (élastomètres) et un **coefficient de sécurité d'ancrage** du système racinaire (inclinomètres). Ces coefficients sont donnés pour un vent de force 12.

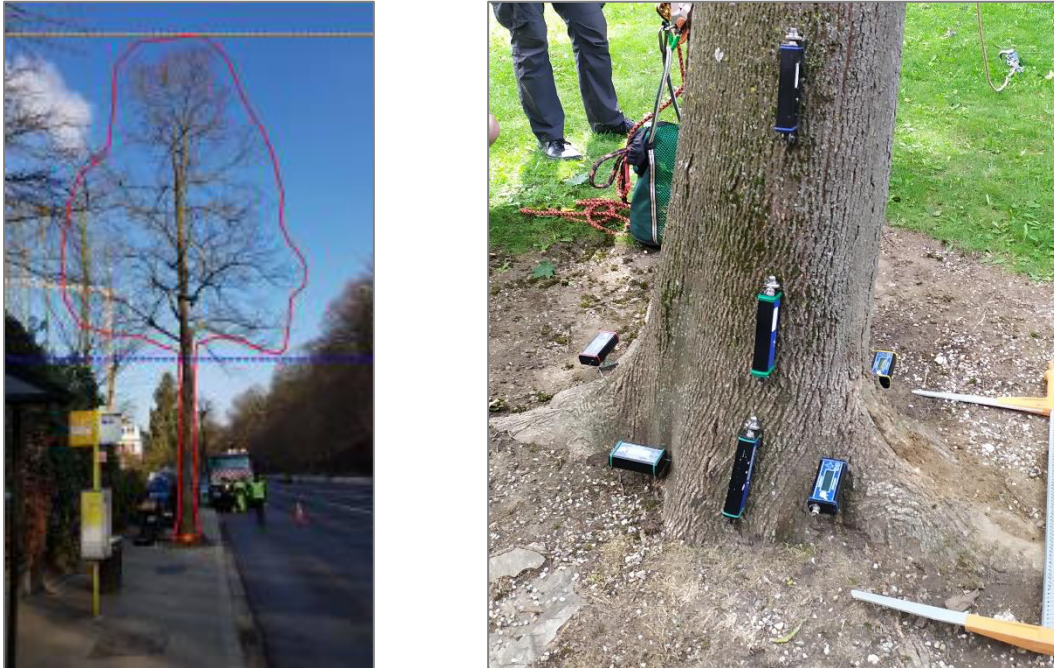


Figure 4. A gauche le détourage d'un arbre afin de calculer sa surface foliaire (la 'voilure' d'un arbre face au vent). A droite les deux types de sondes utilisées lors des tests de traction : (1) Posé verticalement sur le tronc, trois élastomètres qui mesurent la déformation des fibres de bois suite à la traction exercée par le tirefort et (2) posé sur au pied de l'arbre, quatre inclinomètres qui vont mesurer l'angle avec lequel le plateau racinaire va bouger suite à cette même traction. Ces photos ne sont pas celle de l'arbre investigué lors de cette étude.

Les coefficients de sécurité peuvent ensuite être interprétés à la lumière de tous les facteurs affectant l'arbre (biologie générale de l'arbre, biologie des pathogènes si présents, environnement, ...).

Lorsque les coefficients de sécurité sont supérieurs à 1,5 l'arbre est généralement considéré comme très fiable, tandis que les valeurs entre 1,5 et 1,0 engageront le gestionnaire à analyser précisément l'ensemble des éléments constituant le risque afin de déterminer la possibilité de réduire celui-ci. Des valeurs inférieures à 1,0 engendreront, en général, des décisions de gestion importantes pour l'arbre. Les coefficients de sécurité à la rupture et à la sécurité d'ancrage pourront également être comparés au coefficient de sécurité global afin de voir si l'arbre a perdu ou gagné en résistance par rapport à son potentiel théorique.

Tous ces calculs sont tout d'abord effectués en considérant les conditions environnementales les plus défavorables pour l'arbre ; si les résultats obtenus sont mauvais, des modifications de données concernant les propriétés de l'arbre pourront être envisagées si justifiables.

Un document donnant tous les détails sur la méthodologie du test de traction peut être consultée via le lien Dropbox suivant :

https://www.dropbox.com/s/ftf9o48s6f1bydo/MATER%20-%20M%C3%A9thodologie%20Test%20de%20traction%20TreeQinetic-Arbostat%20d%C3%A9tail%C3%A9_v3.pdf?dl=0

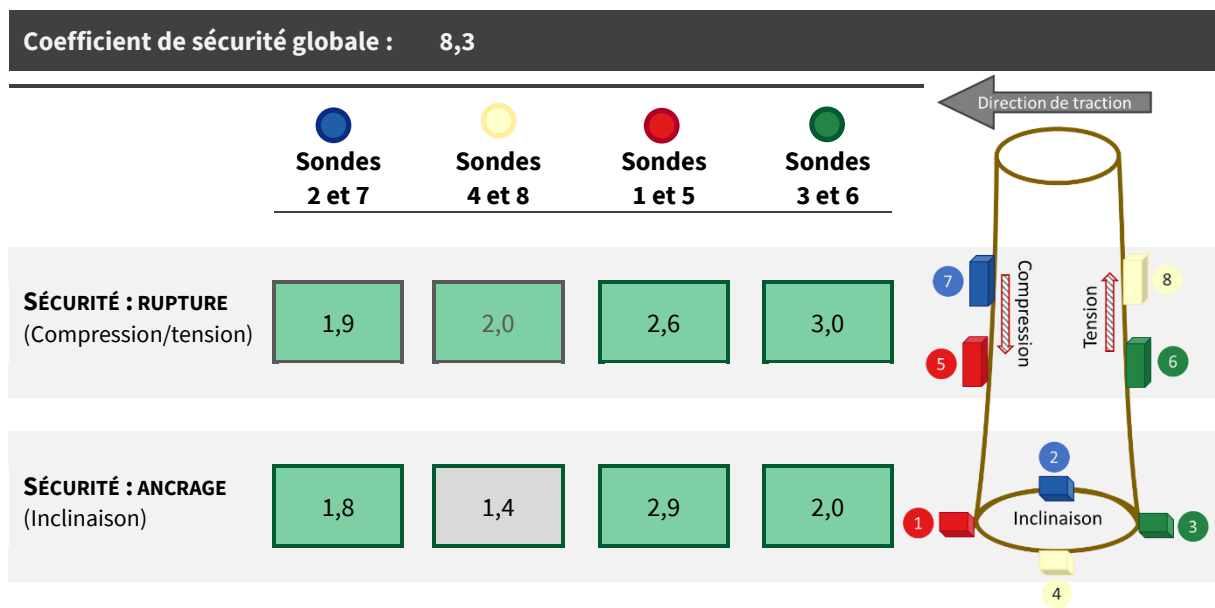
4 Résultats

La traction a été effectuée vers le nord-ouest (**Figure 1**), le seul point d’ancrage disponible autour du platane étant un autre arbre dans le jardin. Huit sondes ont été placées sur l’arbre (4 élastomètres et 4 inclinomètres ; **Figure 5**).

Le coefficient de sécurité globale de l’arbre est de 8,3. Au niveau de sa sécurité d’ancrage, la sonde jaune a enregistré une valeur suboptimale de 1,4 (**Tableau 1**). Toutes les autres sondes (élastomètres et inclinomètres) ont enregistré des valeurs supérieures à 1,5.

L’analyse détaillée de ce test reprenant tous les facteurs choisis est disponible en annexe.

Tableau 1. Résumé des résultats de test de traction, présentant les coefficients de sécurité globale, d’ancrage et de rupture. Le schéma de droite indique le positionnement des différentes sondes (codées par couleurs) en relation avec la direction de traction. Les résultats complets sont disponibles en annexe.



Légende	
>1,5	Arbre fiable
1,0 – 1,5	Arbre à fiabilité réduite - évaluation précise du risque pour prise de décision
>1,5	Arbre non fiable - décisions de gestion critiques à prendre pour l’arbre
NaN	pas d’appareil ou donnée(s) recueillie(s) non utilisable(s)



Figure 5. Localisation des 8 sondes (4 élastomètres et 4 inclinomètres) placées sur le platane.

5 Interprétations et recommandations

Cet arbre présente des déficits du point de vue de la qualité de son ancrage et de sa résistance à la rupture. Cette diminution de sécurité intrinsèque est probablement due à l'action des champignons lignivores (ganoderme(s)) repérés à son collet et qui dégradent les propriétés mécaniques de son bois. Néanmoins, l'arbre est à même de résister à des vents de 120km/h et peut être maintenu en l'état sans interventions drastiques.

Au vu de ces résultats, nous conseillons vivement un suivi régulier de sa stabilité par des tests de traction et tomographie pour suivre l'évolution de l'interaction entre le champignon et son hôte. Une nouvelle série de tests devrait être planifiée d'ici à deux ans maximums. Nous insistons également à nouveau sur l'importance de procurer à ce platane un environnement de croissance aussi adéquat que possible. Il est indispensable pour cet arbre de pouvoir compenser la perte du bois engendré par le champignon grâce à sa croissance annuelle en épaisseur. Cela impliquera, notamment, une solide planification et un contrôle ferme lors de la période des travaux de réaménagement du site afin d'éviter tout stress supplémentaire sur son habitat.

Fait à Bruxelles, le vendredi 10 septembre 2021, pour servir et faire valoir ce que de droit¹.

Vincent Zintzen, Paul Gourgue et Gilles Lacroix

pour TER-Consult.

¹ La présente étude a été réalisée avec soin et rigueur par du personnel formé et spécialisé, pour servir et faire valoir ce que de droit. Elle fournit donc une photographie de l'état de(s) l'arbre(s) à un moment donné, notamment concernant les risques qu'il présente. Néanmoins veuillez noter que les analyses visuelles ne permettent pas d'identifier :

- les dommages occasionnés par le passé au système racinaire non visible (en sous-sol) ;
- les pathogènes présents de manière exhaustive si l'un d'entre-eux (ou leurs symptômes) n'étaient pas observable à ce moment de l'année
- des observations invisibles au moment de notre visite, comme par exemple l'ensemble de la charpente lors d'une visite « en feuilles » et les observations liées au feuillage lors d'une visite « hors feuilles ».

C'est pourquoi nous déclinons notre responsabilité si notre évaluation mécanique a été mise en défaut par l'un de ces éléments ou si un événement traumatisant d'origine anthropique (travaux et élagages) ou abiotique (accidents climatiques) est survenu sur les sujets expertisés ou dans leur environnement proche (abattage d'arbres voisins).

Quoiqu'il en soit, cette étude répond à une gestion en bon père de famille, pour une période de 3 ans, si le gestionnaire répond aux recommandations préconisées et s'il effectue un contrôle par du personnel qualifié après tout événement climatique violent.

ANNEXE :

Rapport détaillé de test de traction

Analyse de la charge du vent

N° Arbre

TER_21114_01

Projet

Nom du projet TER
 Numéro du projet 1
 Date du test 8/31/2021

Site

Rue Vandenschriek 77
 1090 Jette, Belgium
 Altitude du site 40 m

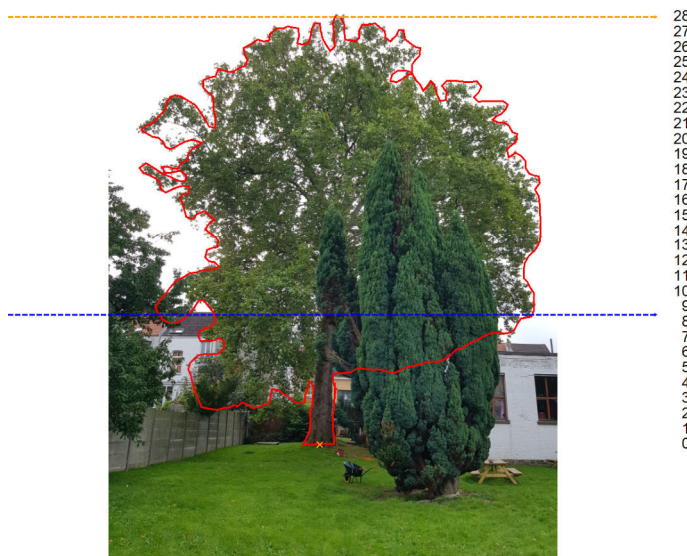
Données de l'arbre

Essence Platanus x acerifolia
 Circonférence du tronc 462 cm
 Diamètre du tronc à 1 m de hauteur || 150 cm
 à 1 m de hauteur ⊥ 154 cm
 Épaisseur de l'écorce 1 cm
Hauteur de l'arbre 28 m

Propriétés du matériau choisies

selon Platanus x acerifolia
 Source Stuttgart
 Résistance à la compression 27 MPa
 Module d'élasticité 6250 MPa
 Limite d'élasticité 0.43 %
 Densité 0.92 g/cm³

Forme de l'arbre



Direction de la charge NO - 313°

Analyse de la surface

Base du houppier 8.5 m
 Hauteur effective 20.2 m
 Surface totale 461 m²
 Excentricité du houppier 1.62 m

Paramètres structuraux estimés

Coefficient de traînée 0.25
 Fréquence propre 0.45 Hz
 Décrément d'amortissement 0.25
 Facteur forme du poids propre 0.8

Propriétés du site choisies

Région climatique 117 km/h
 Valeur de base de la vitesse de référence du vent 22.5 m/s
 Densité de l'air 1.21 kg/m³
 Catégorie de terrain cité
 Exposant pour profil de vent 0.3
 Facteur de voisinage pour le mouvement d'air proche du sol 1.2
 Facteur d'exposition 1.00

Résultat

Analyse de la charge du vent

Pression moyenne du vent 22.6 kN
 Facteur de réaction de la rafale 3.05
 Centre de la charge 15.4 m
 Moment de torsion 112 kNm

Analyse statique de l'arbre

Poids propre de l'arbre 36.4 t
 Cavité du tronc critique 95 %
 Épaisseur critique du mur 4 cm
 résiduel avec une coque fermée

Charge du vent

1062 kNm

Sécurité de base

8.3

Généralités

Remarques

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

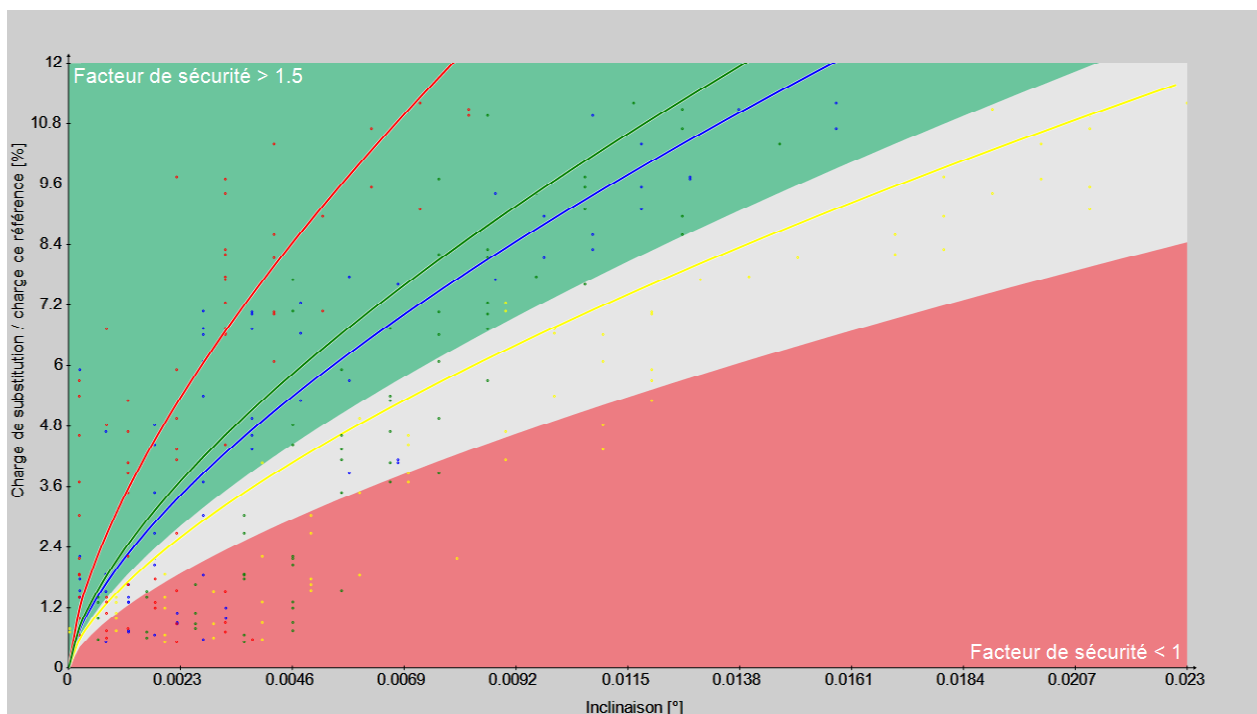
Données de l'arbre

Projet	TER	N° Arbre	TER_21114_01
Essence	Platanus x acerifolia	Date	8/31/2021

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	11.2 m	Mesure	1
Angle du câble	37.9 °	Direction de la charge	NO - 313°

Représentation graphique (résultat de la mesure et courbe de basculement)



Mesure d'Inclinomètre

	80	81	82	83
Position	X	X	Y	Y

Sécurité d'ancrage (transmise par la courbe de basculement)

Facteur de sécurité	1.82	1.38	2.85	1.97
---------------------	------	------	------	------

Valeurs de contrôle

	en				
Écart standard	%	1.72	1.51	2.51	2.53
Charge de substitution	%	11.2	11.2	11.2	11.2
Direction de la charge		x-Axe	x-Axe	y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert	Vincent ZINTZEN
Témoins / Assistant	Paul GOURGUE
Remarques sur les mesures	inclino noir sur contrefort

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

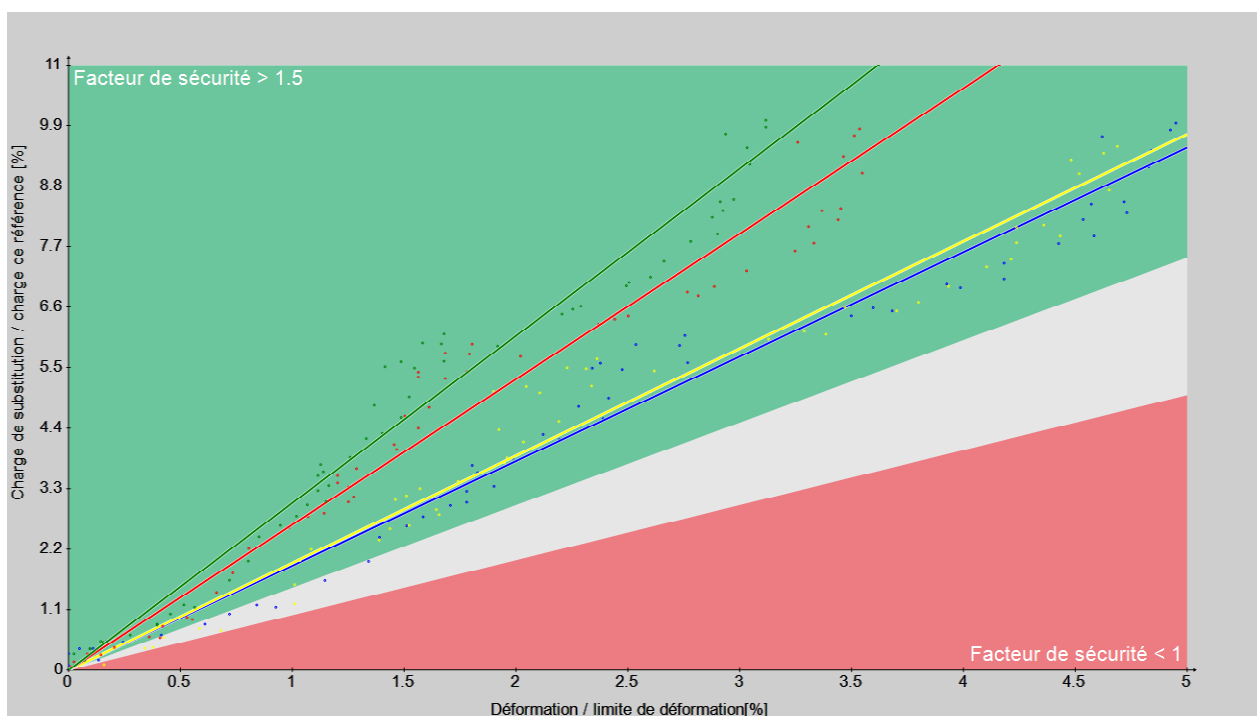
Données de l'arbre

Projet	TER	N° Arbre	TER_21114_01
Essence	Platanus x acerifolia	Date	8/31/2021

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	11.2 m	Mesure	1
Angle du câble	37.9 °	Direction de la charge	NO - 313°

Représentation graphique (résultat de la mesure et de la droite de meilleur ajustement)



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92	93
Hauteur du mesure	m	1	1	0.5	0.8
Position		T	C	C	T
Diamètre du tronc 1	cm	150	150	152.7	156.9
Diamètre du tronc 2	cm	153.8	153.8	156	161
Épaisseur de l'écorce	cm	1	1	1	1
Pourcentage de la charge	%	100	100	100	100

Sécurité de rupture (dérivée de la pente de la droite de meilleur ajustement)

Facteur de sécurité	1.9	1.95	2.64	3.04
---------------------	-----	------	------	------

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination	0.9794	0.977	0.9729	0.9784	
Rigidité restante	%	22.5	23.1	30.4	31.3
Cavité du tronc calculée	%	91.8	91.6	88.6	88.2
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	4.6	4.5	3.3	3
Charge de substitution	%	10	9.6	9.9	10