EXPERTISE PAR TEST DE TRACTION

2020

- Client / Maître d'Ouvrage : Commune de LAVAUR
- Structure de réalisation : Agence études Midi-Méditerranée

Office National des Forêts

SUIVI DOCUMENTAIRE

Historique de la publication

Version	Date	Commentaires	Auteur du rapport
A	3/02/ 2020	Rapport d'expertise par test de traction de 1 Cèdre	Sylvain DUJARDIN Office national des forêts Agence études Midi-Méditerranée.

SOMMAIRE

I. RESULTATS DU DIAGNOSTIC 1

I.1.1. Généralités 1

I.1.1.1. Rappel de la commande 1

I.1.1.1. Les contraintes locales 2

- La direction des vents dominants 2

Les directions de tractions retenues 2

I.1.1.2. Prise en compte de l'environnement 3

I.1.1.3. Les moyens mis en œuvre 4

I.1.2. Les résultats du test de traction 5

I.1.2.1. Les facteurs de sécurité 5

I.1.2.2. L'évolution des facteurs de sécurité 5

I.1.3. Le Cèdre 6

II. METHODE MISE EN OEUVRE 12

III. LIMITES DE L'EXPERTISE 13

IV. LEXIQUE 14

V. BIBLIOGRAPHIE 18

VI. SIGNATURE 18

Annexes :

Annexe 1 : Rapport détaillé du test de traction

I. RESULTATS DU DIAGNOSTIC

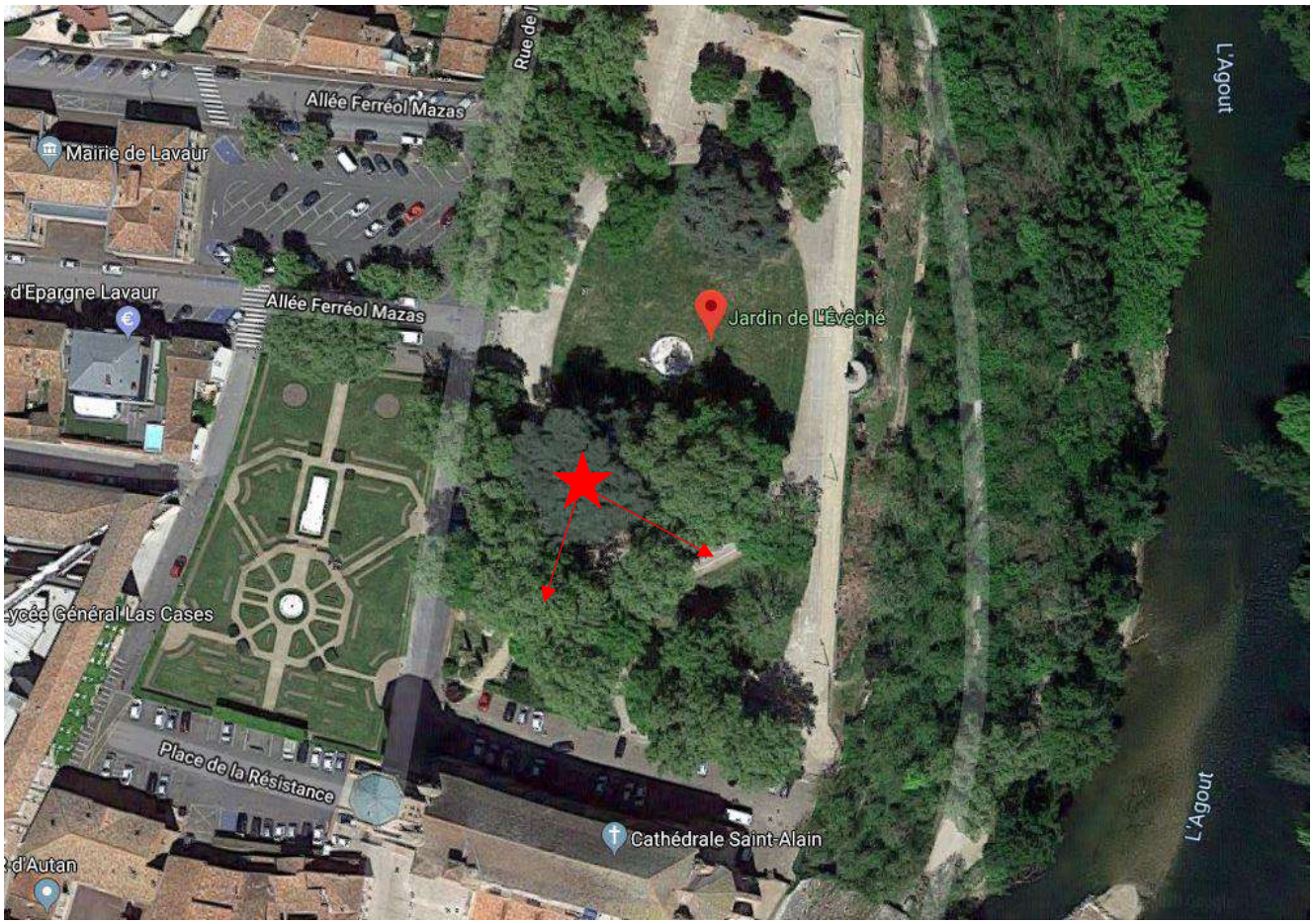
I.1.1. GENERALITES

I.1.1.1. RAPPEL DE LA COMMANDE

Suite à un diagnostic réalisé par M. HERQUIN le 21/10/2019 où il observe des champignons sur un arrachement de charpentière, il conseille un nouveau diagnostic par tomographie afin de vérifier la possibilité de conserver cet arbre.

Une tomographie sur cet arbre n'aurait pas apporté les renseignements espérés du fait de l'essence qui provoque des décollements de cernes, de l'architecture (entre écorce) limitant la propagation de l'onde sonore dégradant l'image de la tomographie. C'est pour cela qu'il a été conseillé de réaliser un test de traction afin d'obtenir de façon précise la possibilité de conserver cet arbre.

L'objectif premier est de déterminer le potentiel rupture à l'endroit de l'ancien arrachement, au vu de son altération et du champignon lignivore.

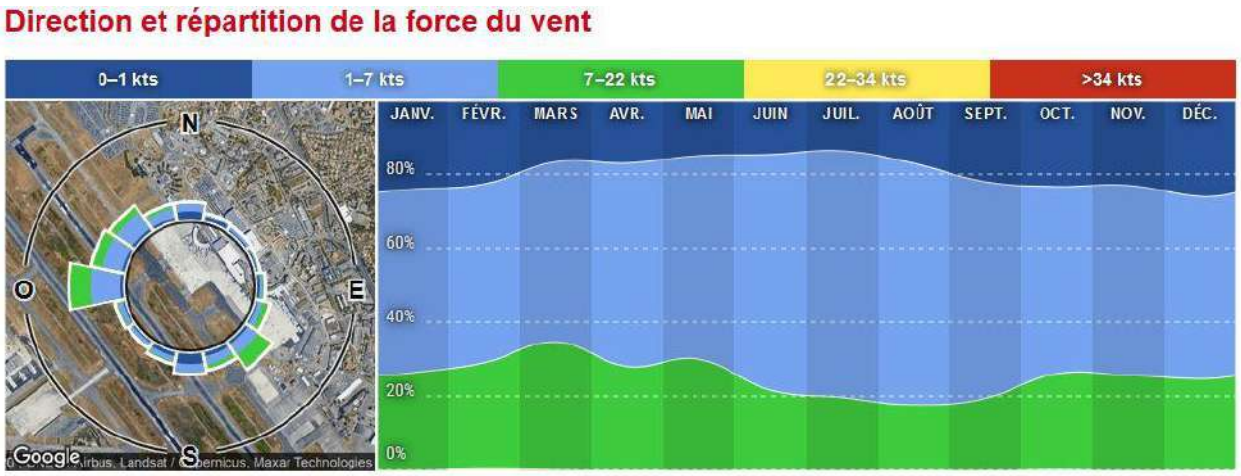


Direction de traction

I.1.1.1. Les contraintes locales

La direction des vents dominants

La direction des vents dominants est l'un des éléments de base pour l'analyse mécanique des arbres. Un arbre soumis régulièrement à des vents soufflant dans la même direction développe des bois de réaction lui permettant de résister à ces vents.



La station de référence est celle de Toulouse / Blagnac

Les vents dominants se situent dans un axe Ouest,

Les directions de tractions retenues

Le test de traction a été sollicité suite à une première analyse. La présence d'un changement de forme nous a obligé à réaliser la première traction dans le sens le moins résistant qui correspond au vent dominant.

Un deuxième sens de traction a été réalisé afin de prendre en compte toutes les mesures.

1. Est / Ouest: direction la plus proche du vent dominant.
2. Nord / sud : direction perpendiculaire au vent dominant.

I.1.1.2. Prise en compte de l'environnement

L'exploitation des données issues des élastomètres et inclinomètres est établie à partir des données d'analyse de charge du vent (surface du houppier faisant écran au vent, prise en compte des rafales de vents, …).

Pour l'analyse des conditions aérologiques la méthode des tests de traction développée par Lothar Wessolly (Wessolly, et al., 1998) se base sur l'Eurocode 1 « Action du vent sur les structures » (AFNOR, 2000). L'effet de friction par le vent est négligé en architecture (surfaces lisses). Pour les arbres l'effet de friction du vent sur les houppiers ne peut pas être négligé. De ce fait deux coefficients de pondération sont mis en œuvre :

1. Le coefficient de voisinage décrit l'influence de grandes structures avoisinantes sur les vitesses locales du vent. De fait, le comportement de fluctuation du vent dans une zone proche du sol crée de fortes turbulences. De plus, la vitesse de fluctuation du vent peut être augmentée localement par des effets d'entonnoir ou de tunnel ainsi qu'à proximité de hauts bâtiments (facteur supérieur à 1). D'autre part une diminution de la vitesse du vent peut également survenir du fait de la pression dynamique devant une grande structure. L'adaptation du facteur de voisinage permet d'adapter la vitesse de référence du vent tout en maintenant une marge sécuritaire.

   Dans la vitesse du vent estimée lors de la mesure, le facteur de voisinage intervient de manière linéaire comme facteur de correction.

2. Le facteur d'exposition tient compte d'une éventuelle occultation de l'arbre testé par d'autres grandes structures ou d'arbres placés devant celui-ci. Par exemple, un coefficient d'exposition de 0,8 signifie que seulement 80% de la charge de vent calculée est prise en compte. Il réduit la charge totale de vent indiquée lors de la mesure et est pris en compte comme facteur linéaire f_E dans le calcul simplifié de la pression du vent.

   Les connaissances sur les effets d'occultation viennent entre autre des études sur le canal du vent faites par RUCK et aussi de travaux plus anciens sur le mouvement d'air au sol dans l'environnement de bâtiments. L'influence des bâtiments diminue fortement, plus la distance par rapport à l'arbre est importante. Le coefficient d'exposition ne devrait prendre en compte que les effets qui n'ont pas encore été saisis par le choix de la catégorie du terrain. De plus, la distance entre l'arbre et la structure occultant est également déterminante.

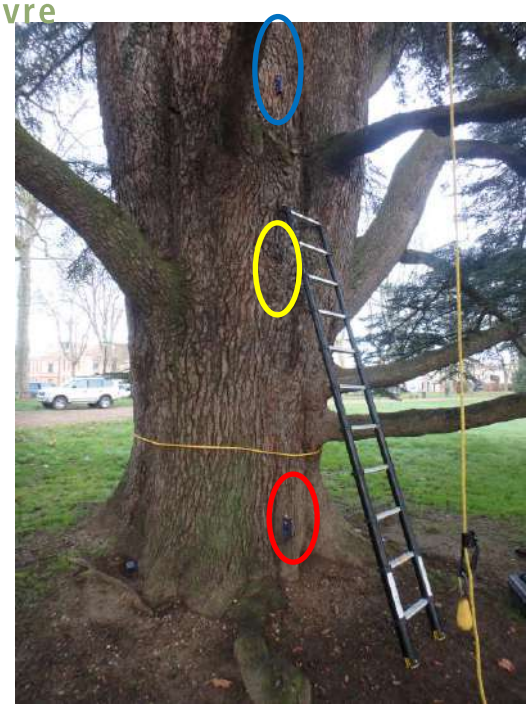
Le site ne sera vraisemblablement pas fermé au public par vents violents. Les données de l'Eurocode 1 s'appliquent donc pleinement.

L'analyse des conditions aérologiques est réalisée dans l'état actuel du site. De ce fait le coefficient d'exposition a été adapté de la manière suivante :

localisation	n° ARBRE	facteur d'exposition Est / Ouest	Facteur d'exposition Nord / Sud	facteur d'exposition Standard
Parc de l'évêché	X	0.65	0.7	1

I.1.1.3. Les moyens mis en œuvre

La prise de données sur site est réalisée à l'aide d'élastomètres qui mesurent l'allongement (ou la compression) des fibres du bois. Les bandes de couleur sur les élastomètres correspondent aux couleurs données à chaque appareil. Ces couleurs se retrouvent dans les résultats. Après exploitation des données ce sont les mesures des élastomètres qui permettent d'apprécier la résistance du tronc.



Les inclinomètres mesurent les mouvements du plateau racinaire. Le principe des couleurs est similaire à celui des élastomètres.

Les mesures relevées sont mises en relation avec la force exercée à l'instant de la prise de mesure.

Le choix des emplacements de pose des inclinomètres et élastomètres est réalisé en fonction de l'environnement.

Les inclinomètres ont été posés à différents emplacements en prenant soin d'éviter les contreforts racinaires pour éviter les artefacts de mesures. En posant un inclinomètre sur un mât racinaire, les risques de mesurer un mouvement de mât racinaire au lieu des mouvements du plateau racinaire sont élevés.

I.1.2. Les resultats du test de traction

I.1.2.1. Les facteurs de sécurité

L'interprétation des résultats aboutit à des valeurs numériques, sans unité, appelées « facteurs de sécurité ».

Le facteur de sécurité de base est le résultat du rapport entre la compression subie (à 1m du sol, point le moins résistant d'un arbre) par l'effet du vent (selon l'Eurocode 1) avec la valeur maximale admissible pour l'essence étudiée :

- Un facteur de sécurité de base (SIA)[1] < 1 signifie que l'arbre n'est pas susceptible de résister au vent maximum d'après l'Eurocode 1 ;
- Un facteur de sécurité de base (SIA) > 1.5 ne nécessite pas de mesures particulières. L'arbre se situe au-delà des seuils de risque ;
- Un facteur de sécurité de base (SIA) compris entre 1 et 1.5 signifie que l'arbre résiste mais que la marge de sécurité est réduite. En général un tel résultat aboutit à des propositions de taille de réduction dont l'ampleur est déterminée par le calcul.

Ce facteur de sécurité est un calcul théorique permettant de déterminer si un arbre dispose de réserves mécaniques ou non. En le comparant avec les facteurs de sécurité (élastomètres) issus des tests il est possible de se rendre compte si ces réserves sont entamées et/ou « consommées » par les problèmes rencontrés. Un facteur de sécurité inférieur à 1.5, est considéré comme insuffisant et nécessite des mesures d'adaptation.

I.1.2.2. L'évolution des facteurs de sécurité

Outre les niveaux des facteurs de sécurité obtenus à partir des différents emplacements de pose, ces valeurs sont mises en rapport avec le facteur de sécurité de base :

Traction sud-ouest facteur de sécurité de base : 1.7	Inclinomètre bleu	Inclinomètre jaune	Elastomètre bleu	Elastomètre jaune	Elastomètre rouge
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*1.60 m*	*0.90 m*	*0.35 m*
Mesure n° 1 (facteur de sécurité)	**1.19**	**1.15**	**1.51**	**1.7**	**1.88**
Mesure n° 1 (perte ou gain résistance)	-30.00%	-32.00%	-11.00%	0.00%	11.00%

Ce rapport est calculé pour chaque traction au niveau de chaque appareil de mesure. Il permet de détecter :

1. Le point de moindre résistance et le mettre en relation avec les constatations visuelles ;
2. Evaluer la perte (cellules rouges) ou gain par bois de réaction (cellules vertes) de la résistance mécanique, aussi bien au niveau de l'ancrage que de la résistance à la rupture du tronc ;
3. Suivre l'évolution mécanique en cas de suivi par tests de traction. Certains facteurs de sécurité peuvent être suffisants malgré une importante perte de résistance mécanique.

Dans l'exemple du tableau ci-dessus :

- ✓ le niveau de moindre résistance se situe au niveau de l'inclinomètre jaune avec une perte de 32%.
- ✓ Par contre les élastomètres sont supérieurs ou égal au facteur de base sauf sur l'élastomètre bleu où le facteur de sécurité est limite pour une conservation.

[1] SIA : Static Integrated Assesment : méthode d'analyse mécanique de la résistance à la rupture des arbres développée par Lothar Wessoly, dont la synthèse est exprimée sous la forme d'un facteur (nommé facteur SIA).

I.1.3. Le Cedre

Généralités

Hauteur totale : 29.2 m
$Ø_1$: 210 cm
Ø2 : 186 cm
Stade de vitalité VS 1 (échelle de Roloff)

Les inclinomètres ont été placés au plus près du centre de l'arbre et sur les zones les plus sensibles.

Trois élastomètres ont été mis en place afin de contrôler la tension exercée sur le tronc et d'en vérifier d'éventuelles pertes mécaniques. Une attention particulière a été portée sur la zone d'arrachement, mais également sur les ressauts de diamètre à l'insertion des charpentières.

Exploitation des données du test de traction

La synthèse des résultats des tractions figure dans les tableaux :

Traction Est facteur de sécurité de base : 17	Inclinomètre bleu	Inclinomètre jaune	Elastomètre bleu	Elastomètre jaune	Elastomètre rouge
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*8.60 m*	*4.20 m*	*0.40 m*
Mesure n° 1 (facteur de sécurité)	**7.39**	**13.78**	**2.46**	**6.15**	**9.09**
Mesure n° 1 (perte ou gain résistance)	-57.00%	-19.00%	-86.00%	-64.00%	-47.00%
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*8.60 m*	*4.20 m*	*1.80 m*
Mesure n° 2 (facteur de sécurité)	**24.61**	**9.04**	**2.36**	**6.01**	**7.85**
Mesure n° 2 (perte ou gain résistance)	45.00%	-47.00%	-86.00%	-65.00%	-54.00%
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*8.60 m*	*4.20 m*	*4.80 m*
Mesure n° 3 (facteur de sécurité)	**11.47**	**7.26**	**2.38**	**6.04**	**4.93**
Mesure n° 3 (perte ou gain résistance)	-33.00%	-57.00%	-86.00%	-64.00%	-71.00%

Traction Nord facteur de sécurité de base : 14.7	Inclinomètre bleu	Inclinomètre jaune	Elastomètre bleu	Elastomètre jaune	Elastomètre rouge
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*9.85 m*	*4.00 m*	*0.65 m*
Mesure n° 1 (facteur de sécurité)	**7.16**	**12.1**	**2.91**	**11.78**	**6.11**
Mesure n° 1 (perte ou gain résistance)	-51.00%	-18.00%	-80.00%	-20.00%	-58.00%
hauteur de pose (à partir du collet initial en m)	*0.05 m*	*0.05 m*	*9.85 m*	*4.00 m*	*3.20 m*
Mesure n° 2 (facteur de sécurité)	**7.34**	**17.25**	**3.01**	**11.07**	**6.04**
Mesure n° 2 (perte ou gain résistance)	-50.00%	17.00%	-80.00%	-25.00%	-59.00%

Le facteur de sécurité de base est représentatif de l'environnement actuel. Présence d'un arbre de fort diamètre avec de très faibles changements d'environnement.

Au niveau de la résistance à la rupture du tronc, aucune véritable faiblesse notable est observée. Cependant une perte est observée par rapport au facteur de sécurité de base d'environ 80% sur la charpentière dominante. Cela s'explique du fait d'une part de la réduction en diamètre relativement brutale, et d'autre part, de la perte de la charpentière.

Le bilan global de l'ancrage racinaire reste bon avec des facteurs de sécurité en chute mais acceptables. Une perte importante de l'ordre de 50% est visible sur différentes parties du système racinaire.

L'arbre en l'état peut être conservé. Cependant, des haubans ont été mis en place récemment. Il faut donc calculer si l'accroche des haubans est suffisamment résistante afin de maintenir une charpentière en cas de rupture.

Calcul pour la charpentière n° 4 (déjà haubanée)

H gravité : disponible sous arbostat = 20.4m

Mt_{1m} : disponible sous arbostat = 331 KNm

$Mt^{normal\ 1m}$: F_{vent} * ($H_{gravité}$ -1 m) = 331 KNm

$$\equiv Fvent = \frac{Mt1m}{(Hgravité-1\ m)} = \frac{331}{20.4-1} = 17.06\ KN$$

Au niveau de l'insertion de la charpentière dominante la force du vent (F_{vent}) s'exprime de la manière suivante :

$Mt_{normal\ 1m}$ = F_{vent}*(Hgravité-8.6) = 17.06*(20.4-8.6) = 201.31 KNm

$Mt_{normal\ à\ l'insertion}$ = 201.31 KNm

L'étape suivante consiste à calculer le Mt maximal à l'insertion :

$$\text{Mt maxi} = \frac{\sigma\ maxi * Wx}{100}$$

Il reste à calculer le module d'inertie est de 76 085 cm^3

Donnée sous arbostat de la contrainte max à l'endroit de l'élastomètre bleu (8.6m) :
4773.1 MPa
Avec une limite d'élasticité du chêne de 0.2%
Soit 4773.1 * 0.2 = 954.62 soit 0.95462 $KNcm^2$ soit environ une perte de 63 % par rapport à la résistance à la compression classique.

Soit

$$Mtmax = \frac{0.95*76085}{100} = 722.8\ \text{KNm}$$

Soit un facteur de sécurité à l'insertion de

$$FS = \frac{\sigma\ max(722.8)}{\sigma norm\ (201.31)} = 3.59$$

Le facteur de sécurité est au-dessus de la limite admissible donc le calcul de l'haubanage est possible.

Mt maxi de la charpentière numéro 4 = 696 KNm

La longueur de la charpentière est de 14 m. On sait qu'il faut attacher au moins au 2/3 de la longueur par rapport au défaut à sécuriser. Donc nous obtenons comme point d'attache 8 m environ et nous obtenons la force que le hauban doit exercer :

$$F = \frac{\text{Mtmaxi}\ (696)}{8} = 87\ KN$$

Avec les aléas de pose (un angle de 48° environ)

$$Fh = \frac{87}{cos48} = 130\ KN$$

Le bras de levier est d'environ 9m soit un Mt haubanage à la plaie de :
9* 87 = 783 KNm

Soit un Mt total de 783 +130 = 913 KNm

Soit un facteur de sécurité à l'insertion de :

$$FS = \frac{\sigma\, max(722.8)}{\sigma norm\ (913)} = 0.8$$

Le facteur de sécurité est en dessous de la limite admissible. Un risque d'effondrement total lors d'une rupture est avérée.

Quel avenir pour ce Cèdre ?

Le maintien de ce Cèdre n'est donc plus possible. Des pertes de résistance liées à l'attaque du champignon lignivore (Phéole Schweinitz) sont constatées et endommagent la résistance à la flexion de cet arbre.

En l'état actuel (sans hauban) l'arbre peut être maintenu. Cependant, au vu des dégradations et de l'ancien haubanage le calcul a été obligatoire.

Malheureusement en calculant les nouvelles charges que l'axe dominant subis, en cas de rupture d'une charpentière, la résistance est trop faible et risquerai d'entrainer l'arbre entier.

Conclusions

Deux choix sont possibles :

- Soit la mise en place d'un périmètre de sécurité suffisant (projection du houppier au sol en ajoutant la place nécessaire en cas d'une rupture de charpentière), avec la dépose du hauban qui met en cause l'intégralité de l'arbre.
- Soit l'abattage, solution drastique mais compréhensible au vu de la fréquentation du site et de sa faible résistance en cas de rupture d'une charpentière.

Le maintien de cet arbre en l'état n'est donc plus possible

De ce fait ce Cèdre est classé en :

✓ Etat 4 : Arbre à abattre dans les plus brefs délais.

Un regard a été porté sur le Cèdre à l'opposé du Cèdre étudié. Nous observons une fructification de champignon lignivore vraisemblablement le même que sur le premier Cèdre (Phéole de Schweinitz).

De plus à 13 mètres de hauteur nous avons observé une fissure longitudinale de plusieurs mètres produite par un ancien coup de foudre. Avec le temps celle-ci a pris de l'ampleur pour atteindre aujourd'hui la moitié de la section.
Nous nous retrouvons avec deux demi section de bois à cet endroit. A cela une fissure perpendiculaire est également recensée.
Un calcul a été réalisé afin de connaitre la résistance mécanique à cet endroit. Le facteur de sécurité est encore acceptable mais très proche de la limite admissible.
Ce calcul ne prend pas en compte la fissuration perpendiculaire à la première, fragilisant encore la résistance.

Une hypothèse de test de traction a été émise le jour du diagnostic, malheureusement la mise en place des appareils est très délicate du fait des multiples fissurations.

Pour ces raisons, je recommande comme pour le premier,

- Soit un périmètre de sécurité afin de laisser l'arbre libre et de sécuriser l'espace.
- Soit l'abattage de gestion au vu des défauts mécaniques importants relevés.

II. METHODE MISE EN OEUVRE

La méthode mise en œuvre dans le cadre du présent rapport est celle des tests de traction dont la méthodologie a été jointe au dossier de consultation

Les seuils de résistance à partir desquels un arbre est considéré comme fragile (risque de chute, de rupture, d'arrachement) sont directement déterminés par des tests. Les tests de traction permettent de déterminer le module d'élasticité (module de Young) réel à l'emplacement de pose des élastomètres. Le facteur de sécurité de rupture est issu du rapport de ces valeurs avec celle du comportement de la fibre du bois vert. A l'aide de cette technique les bois de réaction sont pris en compte.

L'objectif du diagnostic est d'assurer la sécurité du public tout en préservant le patrimoine arboré.

Les arbres sont classés en cinq catégories :

- ✓ Etat 0 : Arbre sain
- ✓ Etat 1 : Arbre avec défauts ne nécessitant pas de surveillance particulière
- ✓ Etat 2 : Arbre avec défauts nécessitant un suivi régulier
- ✓ Etat 3 : Arbre nécessitant des investigations complémentaires *(inclus dans la présente prestation)*
- ✓ Etat 4 : Arbre à abattre

III. LIMITES DE L'EXPERTISE

- L'examen visuel a été effectué à partir du sol, sans utilisation de moyens élévatoires (échelle, nacelle). De ce fait, certaines parties de l'arbre ne sont pas visibles (partie supérieure des coupes en haut du tronc par exemple). L'interprétation a été faite à partir des données de l'observation au moyen de jumelles.

- L'état du système racinaire est interprété à partir des éléments du test de traction (Wessolly, et al., 1998)

- Le diagnostic, tel qu'il est formulé, est valable à un moment donné ; il est ensuite dépendant de tout ce que peuvent subir l'arbre et son environnement (travaux, blessures, tempêtes, foudre, inondation,... etc.).

- Les observations effectuées autorisent une extrapolation à court terme. La réaction de l'arbre aux pathogènes et leur évolution ne peuvent être appréciées, dans de nombreux cas, au-delà d'une année de végétation. Par contre, en l'absence de pathogènes ou de défauts évolutifs, la durée de validité du diagnostic peut être bien supérieure à une année, sauf évènements imprévus.

  - ✓ Pour les arbres classés en état 0 et 1, cette durée de validité est de 5 ans.

  - ✓ Pour les arbres classés en état 2 les conclusions précisent l le délai et le type d'expertise de contrôle

  - ✓ Pour les arbres classés en état 3 ou 4, le délai précisé « arbre par arbre » équivaut à la durée de validité.

  - ✓ La date de référence de tous ces délais est la date de signature par l'expert § E du présent rapport.

- Les défauts et altérations inaccessibles sont appréciés et interprétés d'après les symptômes externes observés.

- Les champignons lignivores sont détectés par la présence de sporophores, d'organes caractéristiques, ou de dégâts typiques.

Les agents lignivores ne sont pas toujours facilement identifiables (sporophores très dégradés, ou inaccessibles). Selon l'époque de l'observation, ils peuvent aussi être totalement absents.

- Les défauts observés ne sont pas forcément tous décrits, ni même mentionnés. En règle générale, seuls les défauts pouvant avoir des conséquences déterminantes sur l'avenir de l'arbre sont indiqués.

IV. LEXIQUE

Charpentière : branche principale partant du tronc et qui constitue le squelette de l'arbre.

Champignon lignivore : champignon qui provoque une dégradation du bois de l'arbre, en attaquant la cellulose, ou la lignine, parfois les deux. Il s'agit généralement de champignons dont la face inférieure du sporophore (le «chapeau» du champignon) possède des pores et non des lames. La plupart des ruptures sont dues à l'action des champignons lignivores.

Rupture due à la dégradation de la cellulose (pourriture brune).

Chicot : moignon de branche ou de charpentière, souvent desséché, résultant d'une coupe ancienne ou d'un arrachement accidentel.

Exemple d'un chicot suite à un arrachement sur platane.

Collet : base du tronc de l'arbre au niveau du sol ; présente généralement un élargissement au niveau du départ des racines. Le collet marque la zone de transition entre le sol et l'air.

Couronne, houppier : ensemble des branches d'un arbre.

Dendromètre : appareil servant à mesurer la hauteur des arbres.

Eclaircissage (taille d'éclaircissage) : suppression d'une partie des rameaux et branches portés par la charpente. Après éclaircissage, le houppier garde les mêmes dimensions, mais il est transparent, perméable, aéré. Une taille d'éclaircissage est en général réalisée pour équilibrer un arbre ayant subi des tailles sévères.

Fourche : division du tronc, d'une branche ou d'une charpentière, en deux parties de dimensions comparables.

Fourche à écorce incluse : Fourche à angle aigu emprisonnant l'écorce au fil des ans. Du fait de la croissance en diamètre, les deux parties se repoussent et il se crée un point de rupture éventuel. Les dégâts de tempêtes dans les houppiers sont souvent dus à ces fourches à écorce incluse.

Exemple de fissuration d'une fourche à écorce incluse.

Pourriture blanche : altération résultant de la destruction de la lignine par certains champignons lignivores.

Le bois qui en résulte est blanc, humide et élastique.

Pourriture brune : altération résultant de la destruction de la cellulose par certains champignons lignivores. Le bois qui en résulte est brun, cassant, friable.

Réduction de couronne : taille qui consiste à diminuer les dimensions du houppier en respectant le port général de l'arbre. Cette taille ne doit être pratiquée que si des contraintes d'environnement, de réparation ou mécaniques s'imposent.

Sporophore : appareil reproducteur développé par le champignon à partir de son mycélium et qui produit les spores. Certains sporophores sont pérennes ; d'autres annuels, d'une durée de vie limitée s'altèrent et disparaissent au bout de quelques mois. Par le passé, les spécialistes utilisaient souvent le terme de carpophores.

Deux carpophores annuels d'Inonotus Hispidus : le carpophore noir adulte de l'année dernière. La carpophore blanc orangé est en pleine croissance.

Exemple d'un carpophore pérenne : Ganoderma adspersum. Une partie des sporophores présent est en cours de croissance.

Taille d'allègement : réduction du poids supporté par une charpentière ou par l'ensemble, soit par une taille d'éclaircissage, soit par une taille de réduction, parfois par les deux opérations à la fois.

Taille d'entretien : taille qui consiste à retirer le bois mort, les brins frotteurs et les branches dépérissantes ainsi que les chicots. La reprise des branches cassées et la suppression des branches présentant un risque d'écartèlement font également partie de cette taille.

Cette taille anticipe pour des raisons de sécurité, l'évolution naturelle des arbres. La silhouette de l'arbre ne subit aucune modification. Cette intervention est discrète au point d'être à peine décelable pour un œil non averti.

Taille de réduction : cette taille drastique, violente, nécessitant des plaies de fortes sections, est contraire à toute éthique respectueuse de l'arbre. De plus elle conduit souvent à la mort rapide de l'arbre. Dans tous les cas, elle induit à moyen terme à un affaiblissement de la résistance mécanique. Dans quelques rares cas, elle peut se justifier, notamment pour des arbres à fortes valeurs (historiques, affectives…) dont le maintien à l'état initial n'est plus possible. Le recours à ce traitement peut être une étape intermédiaire avant l'abattage.

Vitalité : la vitalité est liée spécifiquement à chaque arbre. Puissance et capital de vie en sont une description possible. La vitalité est indépendante de l'environnement de l'arbre. Une perte de vitalité est un signe d'agonie. Il s'agit d'un processus irréversible. Vitalité et vigueur sont souvent confondues par les non spécialistes.

L'évaluation du **stade de vitalité est issue des travaux de Roloff**. Les stades de Roloff sont établis par observation pour estimer le potentiel d'accroissement de l'arbre. Les stades de vitalité permettent d'apprécier la baisse progressive de la vitalité :

⇒ Stade de vitalité 0 : houppier dense présentant un nombre incalculable de rameaux. Ce stade est appelé phase d'exploration

⇒ Stade de vitalité 1 : irrégularités dans le contour du houppier, structure en « écouvillons », croissance observée moins bonne. Ce stade est appelé phase de dégénérescence.

⇒ Stade de vitalité 2 : structure en « griffe » ou en « pinceau », grosse transparence du houppier en raison de la mortalité des rameaux. Que des rameaux courts qui recherchent la lumière. Ce stade est appelé phase de stagnation.

⇒ Stade de vitalité 3 : les axes principaux meurent. Ce stade est appelé phase de résignation.

Cette évaluation n'est possible que pour des arbres n'ayant pas fait l'objet d'une taille impactant récemment (minimum 5 ans après une taille modifiant l'architecture de l'arbre)

Vigueur : la vigueur est dépendante de l'environnement actuel et passé. Une perte de vigueur, peut dans nombre de situations être rattrapée. Un arbre de faible vigueur peut tout à fait disposer d'une forte vitalité.

V. BIBLIOGRAPHIE

AFNOR. 2008. *Eurocode 1 : Actions sur les structures —Partie 1-4 : Actions générales Actions du vent-Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4:2005.* Paris : AFNOR, 2008. annexe nationale de l'Eurocode 1 Actions générales — Actions du vent fixant les régions climatiques et définissant les catégories de terrain par rapport à leur rugosité.. ISSN 0335-3931.

—. 2000. partie 2-4 : Actions sur les structures - actions du vent. *Eurocode 1 : Bases de calcul et actions sur les structures et document d'application nationale.* s.l. : AFNOR, 2000. norme utilisée dans le cadre des tests de traction, seule référence bien que les arbres ne sont cités dans le domaine d'application de la norme. .

Balder, Hartmut. 1998. *Die Wurzeln der Stadtbaüme.* Berlin : Parey, 1998. seul ouvrage aussi complet sur les racines des arbres urbains. ISBN 3-8263-3171-0.

FLL. *ZTV-Baumpflege.* [trad.] Bernard STEPHAN. 2006/2017. cahier des clauses techniques allemand, descriptif technique des interventions arboricoles

JP, Fourrié, Monnier, P. et Niku-Lari, A. 2000. *guide du dessinateur : les concentrations de contraintes.* Paris : Lavoisier Cetim, 2000.

Roloff, Andreas. 2001. *Baumkronen - Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomen.* Dresden : Ulmer, 2001. ouvrage de synthèse des travaux de Roloff sur la vitalité des arbres. L'auteur propose une méthode simple et facile à mettre en oeuvre pour déterminer le stade de vitalité d'un arbre. ISBN 3-8001-3193-5.

Schwarze, Francis W.M.R, Engels, Julia et Mattheck, Claus. 1999. *Holzzersetzende Pilze in Bäumen Strategien der Holzzersetzung.* Freiburg in Breisgau : Rombach, 1999. ISBN 3-7930-9194-5.

Wessolly, Lothar et Martin, Erb. 1998. *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle.* Berlin : Patzer Verlag, 1998. ouvrage de référence, base de la méthode SIA (statik integrated assesment) et des tests de traction. Déterminantion de la table des bois frais dite table de Stuttgart. ISBN 3-87617-093-1.

VI. SIGNATURE

Le présent rapport a été rédigé par Sylvain DUJARDIN Expert Arbre Conseil® de l'Office National des Forêts Agence Midi-Méditerannée,505 rue de la croix verte 34094 Montpellier.

La phase de terrain a été réalisée le 27/01/2020 par Sylvain DUJARDIN Expert Arbre Conseil de L'ONF et une équipe de grimpeur arboriste.

Montpellier, le 3/02/2020

L'Expert Arbre Conseil®

Sylvain DUJARDIN

Agence études Midi-Méditerranée
505 rue de la croix verte
34094 Montpellier

0675082413

Office National des Forêts

www.onf.fr

LAVAUR

Analyse Arbostat®

Cèdre Parc de l'Evêché

Traction Est

Office National des Forêts

Analyse de la charge du vent conforme à DIN 1055-4

N° Arbre **1**

Projet

Nom du projet	2020 Lavaur
Numéro du projet	1
Date du test	27/01/2020

Site

Parc de l'évêché

81500 Lavaur, FRANCE

Altitude du site	150	m

Données de l'arbre

Essence		Cèdre	
Circonférence du tronc		0	cm
Diamètre du tronc	||	210	cm
à 1 m de hauteur	_|_	186	cm
Épaisseur de l'écorce		3.6	cm
Hauteur de l'arbre		**29.2**	**m**

Propriétés du matériau choisies

selon	Cedrus atlantica	
Source	Stuttgart	
Résistance à la compression	15	MPa
Module d'élasticité	7650	MPa
Limite d'élasticité	0.2	%
Densité	0.8	g/cm³

Forme de l'arbre

Direction de la charge	Est	

Analyse de la surface

Base du houppier	15.9	m
Hauteur effective	23.9	m
Surface totale	460	m²
Excentricité du houppier	0.21	m

Paramètres structuraux estimés

Coefficient de traînée	0.2	
Fréquence propre	0.62	Hz
Décrément d'amortissement	0.18	
Facteur forme du poids propre	0.8	

Propriétés du site choisies

Région climatique	F 1	
Valeur de base de la vitesse de référence du vent	22	m/s
Densité de l'air	1.27	kg/m³
Catégorie de terrain	village	
Exposant pour profil de vent	0.22	
Facteur de voisinage pour le mouvement d'air proche du sol	1.2	
Facteur d'exposition	0.65	

Résultat

Analyse de la charge du vent

Pression moyenne du vent	17.9	kN
Facteur de réaction de la rafale	2.5	
Centre de la charge	14.2	m
Moment de torsion	9	kNm
Charge du vent	**635**	**kNm**

Analyse statique de l'arbre

Poids propre de l'arbre	53.2	t
Cavité du tronc critique	95	%
Épaisseur critique du mur résiduel avec une coque fermée	5	cm
Sécurité de base	**17**	

Généralités

Remarques

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

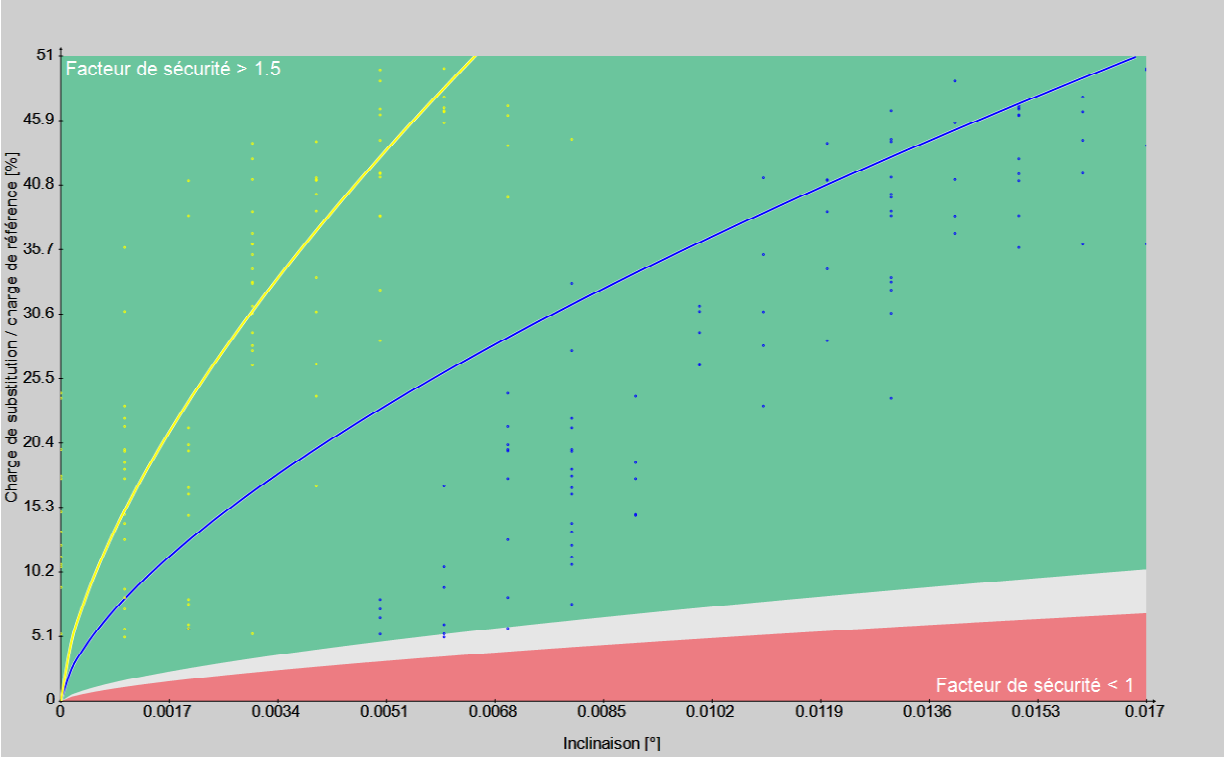
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**7.39**	**13.78**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	11.36	10.06
Charge de substitution	%	50.2	50.2
Direction de la charge		x-Axe	x-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

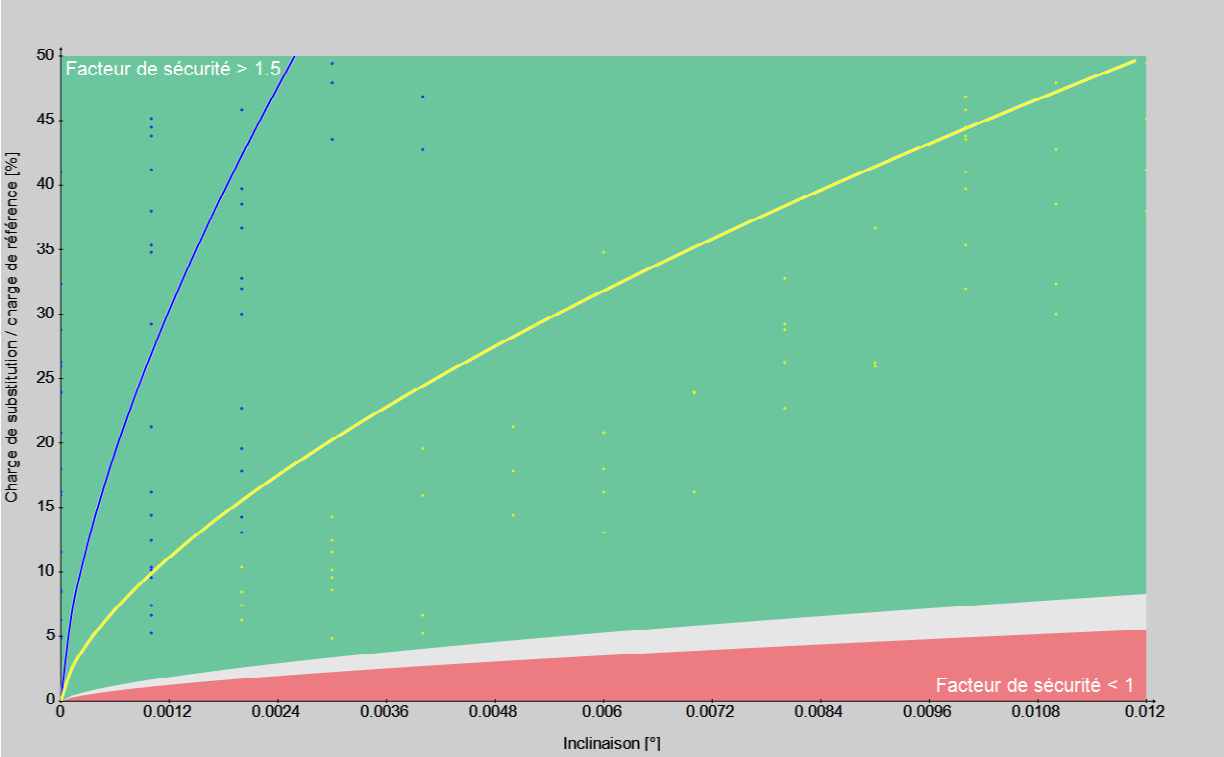
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**24.61**	**9.04**

Valeurs de contrôle	en		
Écart standard	%	17.95	10.52
Charge de substitution	%	49.6	49.6
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

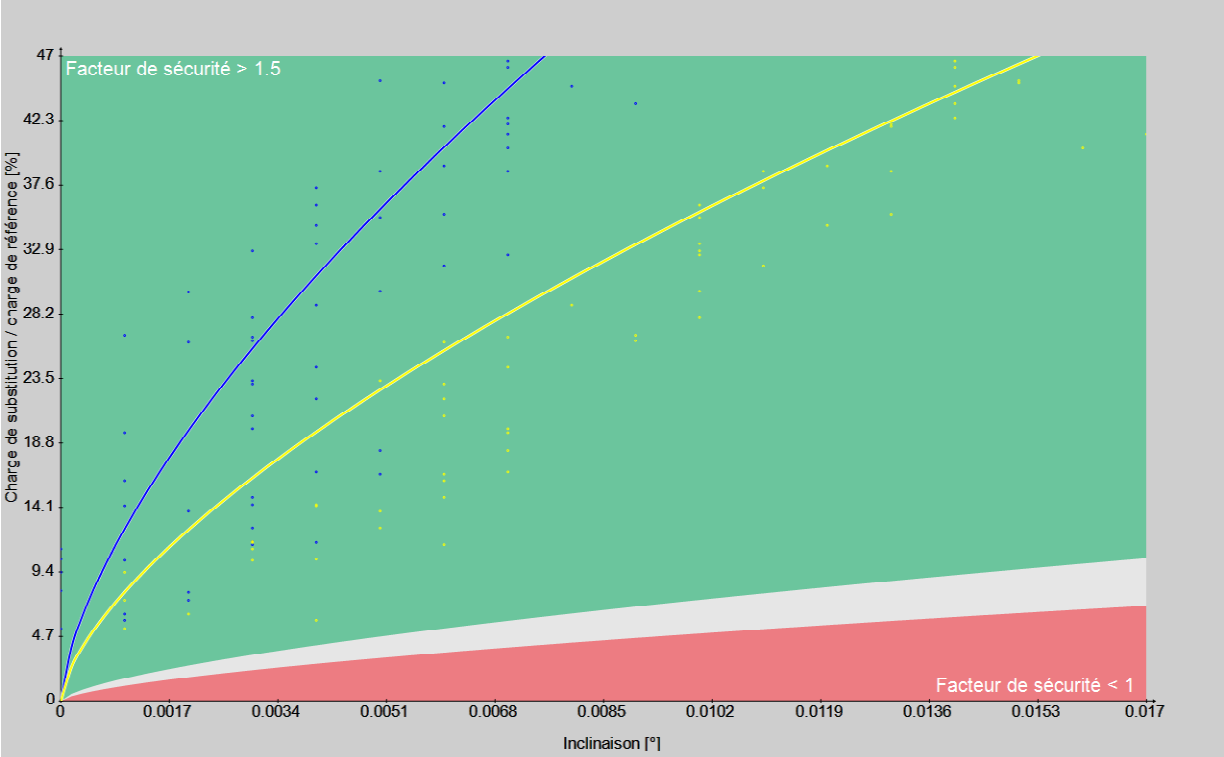
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**3**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**11.47**	**7.26**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	8.38	5.91
Charge de substitution	%	46.8	46.8
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

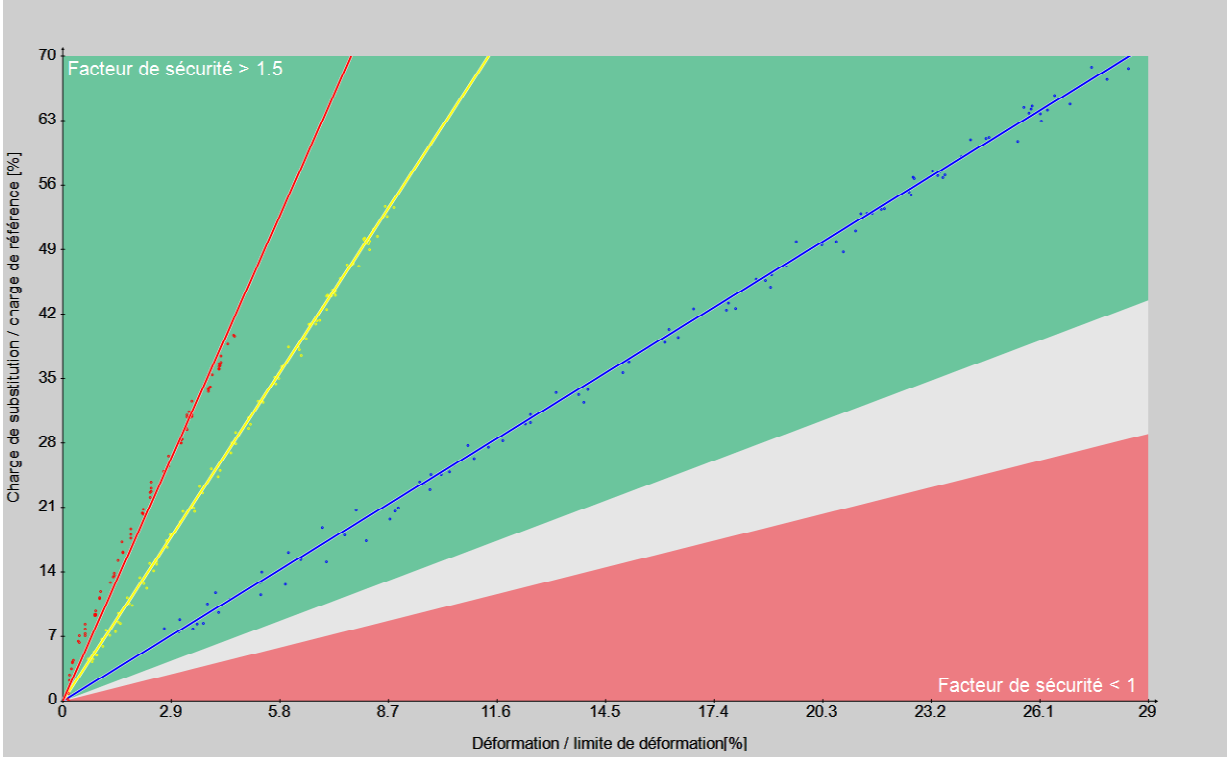
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**8.6**	**4.2**	**0.4**
Position		-	-	-
Diamètre du tronc 1	cm	104	170	236
Diamètre du tronc 2	cm	81.5	122	194
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.46**	**6.15**	**9.09**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9974	0.9983	0.9757
Rigidité restante	%	64.1	62.6	39.5
Cavité du tronc calculée	%	71.1	72	84.6
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	8.7	4.2	3.6
Charge de substitution	%	69	53.9	39.9

© ArboSafe

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

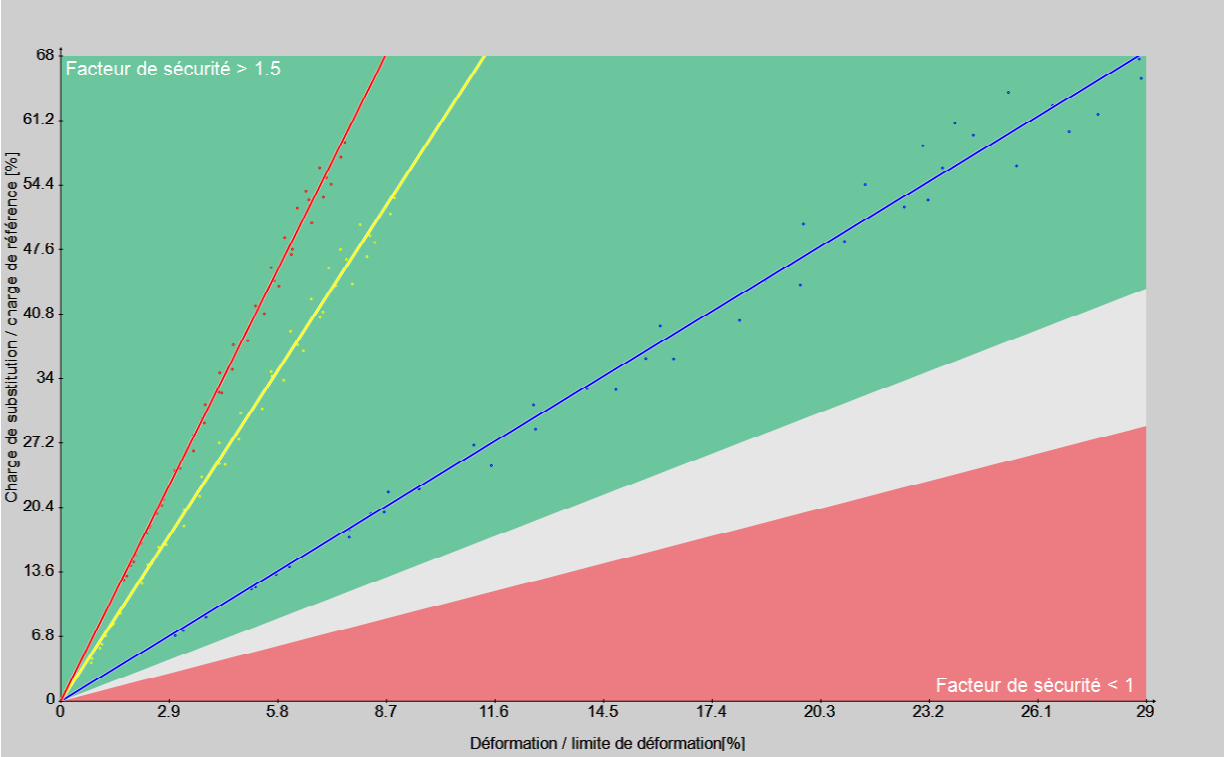
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**8.6**	**4.2**	**1.8**
Position		-	-	-
Diamètre du tronc 1	cm	104	170	189
Diamètre du tronc 2	cm	81.5	122	197
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.36**	**6.01**	**7.85**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9879	0.9932	0.9941
Rigidité restante	%	61.9	61.3	47.7
Cavité du tronc calculée	%	72.5	72.9	80.6
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	9.1	4.3	3.4
Charge de substitution	%	67.9	53.2	59.1

© ArboSafe

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

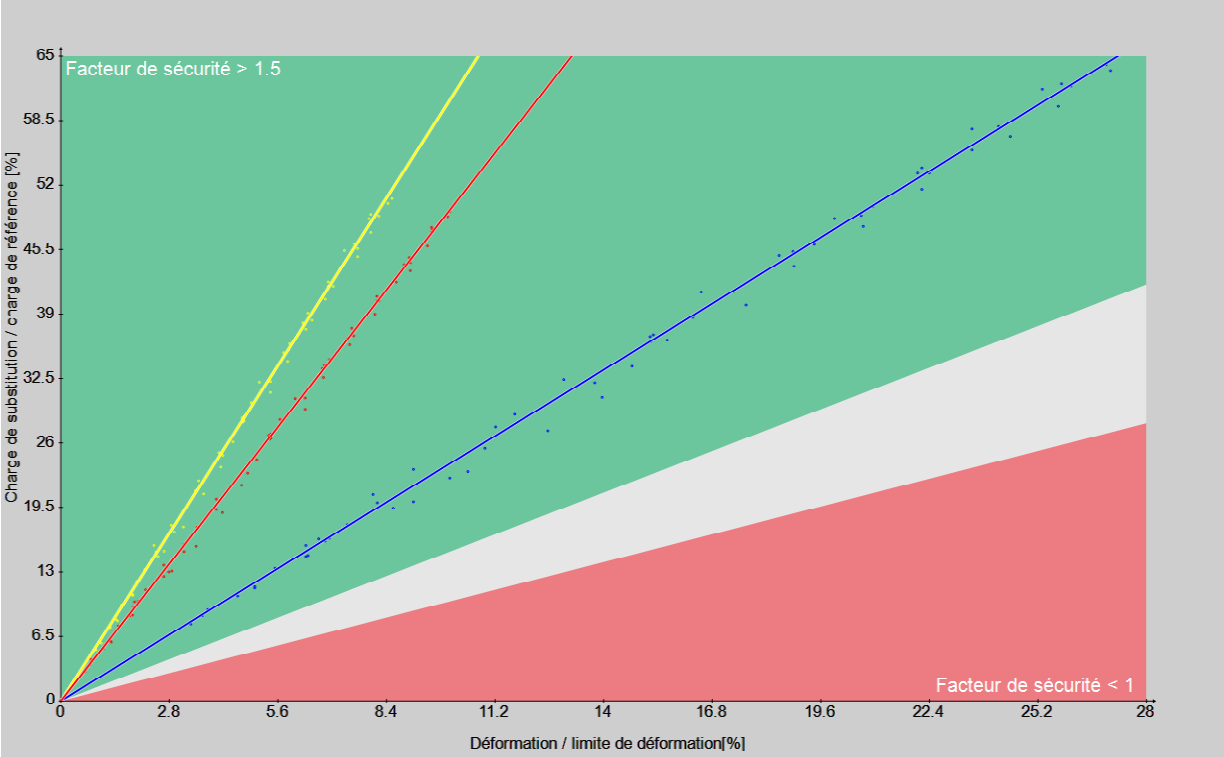
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**3**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**8.6**	**4.2**	**4.8**
Position		-	-	-
Diamètre du tronc 1	cm	104	170	130
Diamètre du tronc 2	cm	81.5	122	145
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.38**	**6.04**	**4.93**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9964	0.9976	0.9983
Rigidité restante	%	62.4	61.5	69
Cavité du tronc calculée	%	72.2	72.7	67.7
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	9	4.3	4
Charge de substitution	%	64.4	50.8	49.5

© ArboSafe

LAVAUR

Analyse Arbostat®

Cèdre Parc de l’Evêché

Traction Nord

Office National des Forêts

Analyse de la charge du vent conforme à DIN 1055-4

N° Arbre **1**

Projet

Nom du projet	2020 Lavaur
Numéro du projet	1
Date du test	27/01/2020

Site

Parc de l'évêché

81500 Lavaur, FRANCE

Altitude du site	150	m

Données de l'arbre

Essence		Cèdre	
Circonférence du tronc		0	cm
Diamètre du tronc	||	185	cm
à 1 m de hauteur	_|_	210	cm
Épaisseur de l'écorce		3.5	cm
Hauteur de l'arbre		**29.2**	**m**

Propriétés du matériau choisies

selon	Cedrus atlantica	
Source	Stuttgart	
Résistance à la compression	15	MPa
Module d'élasticité	7650	MPa
Limite d'élasticité	0.2	%
Densité	0.8	g/cm³

Forme de l'arbre

Direction de la charge	Nord	
Analyse de la surface		
Base du houppier	3.3	m
Hauteur effective	18.8	m
Surface totale	431	m²
Excentricité du houppier	1.08	m
Paramètres structuraux estimés		
Coefficient de traînée	0.2	
Fréquence propre	0.62	Hz
Décrément d'amortissement	0.17	
Facteur forme du poids propre	0.8	
Propriétés du site choisies		
Région climatique	F 1	
Valeur de base de la vitesse de référence du vent	22	m/s
Densité de l'air	1.27	kg/m³
Catégorie de terrain	village	
Exposant pour profil de vent	0.22	
Facteur de voisinage pour le mouvement d'air proche du sol	1.2	
Facteur d'exposition	0.70	

Résultat

Analyse de la charge du vent		
Pression moyenne du vent	18	kN
Facteur de réaction de la rafale	2.48	
Centre de la charge	14.4	m
Moment de torsion	48	kNm
Charge du vent	**641**	**kNm**

Analyse statique de l'arbre		
Poids propre de l'arbre	53	t
Cavité du tronc critique	95	%
Épaisseur critique du mur résiduel avec une coque fermée	5	cm
Sécurité de base	**14.7**	

Généralités

Remarques

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

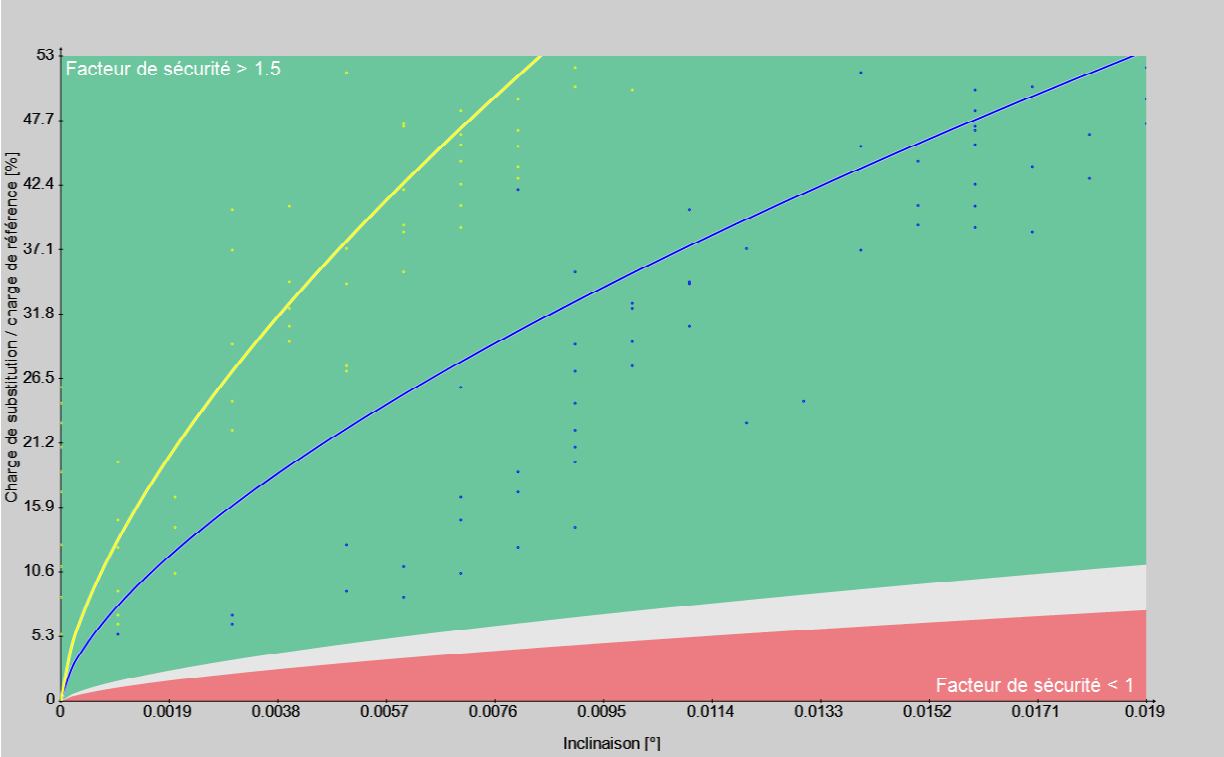
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**7.16**	**12.1**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	8.96	9.43
Charge de substitution	%	52.2	52.2
Direction de la charge		x-Axe	x-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

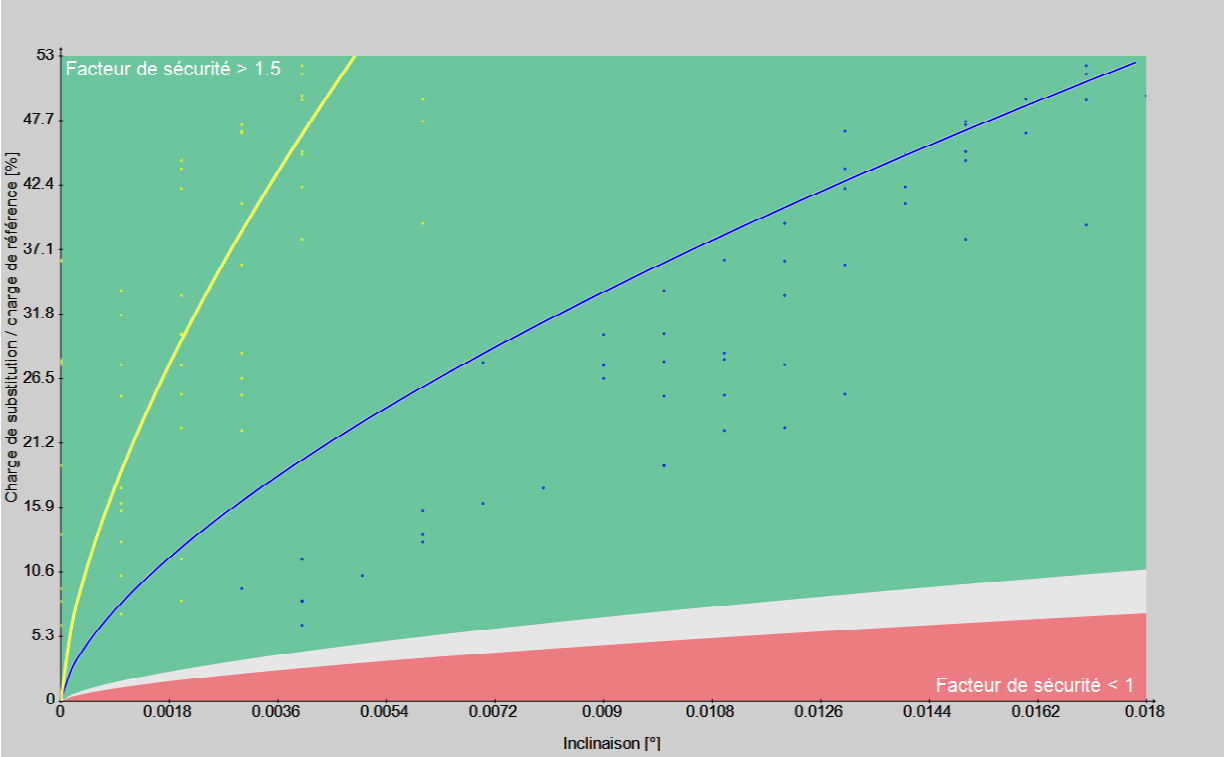
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**7.34**	**17.25**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	8.92	14.27
Charge de substitution	%	52.4	52.4
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

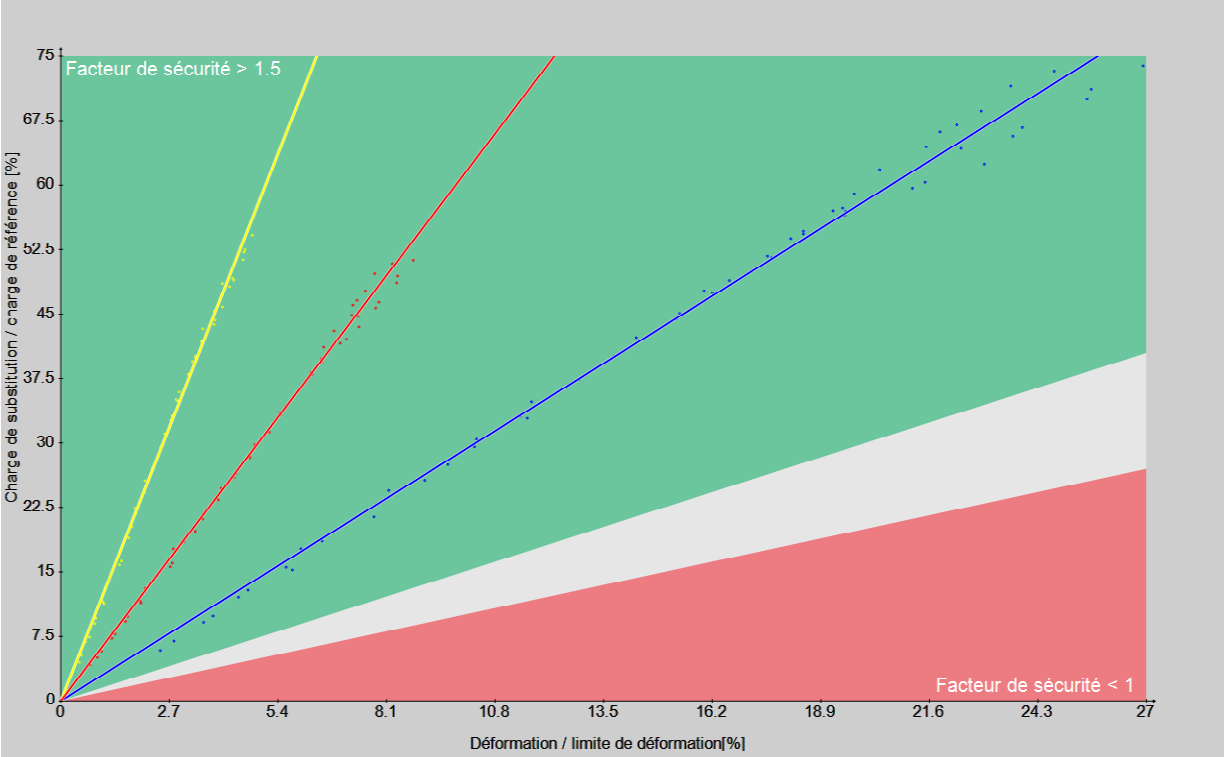
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**9.85**	**4**	**0.65**
Position		-	+	-
Diamètre du tronc 1	cm	75	184	166
Diamètre du tronc 2	cm	97	186	216
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.91**	**11.78**	**6.11**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9932	0.9963	0.9957
Rigidité restante	%	99.3	66.3	48.9
Cavité du tronc calculée	%	19.4	69.6	80
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	5	2.3	3.6
Charge de substitution	%	74.1	54.4	51.5

© ArboSafe

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

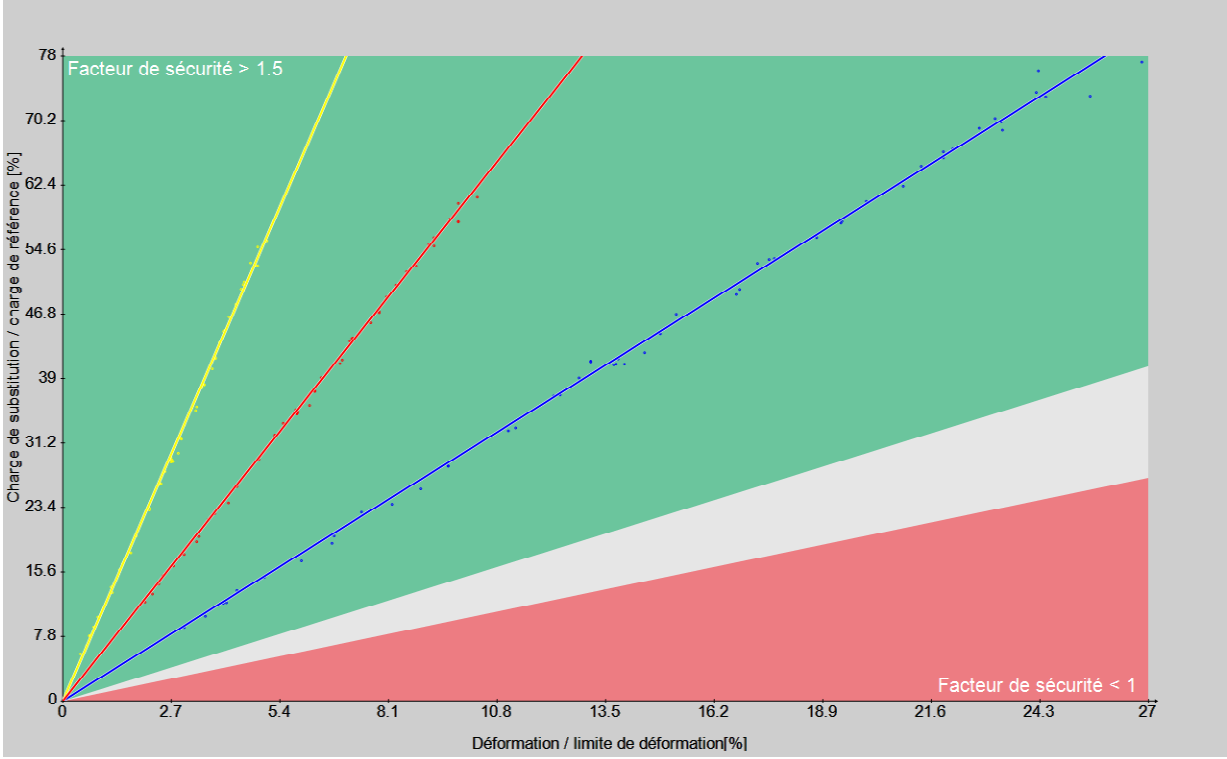
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**9.85**	**4**	**3.2**
Position		-	+	-
Diamètre du tronc 1	cm	75	184	186
Diamètre du tronc 2	cm	97	186	189
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**3.01**	**11.07**	**6.04**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9972	0.9977	0.9988
Rigidité restante	%	>100	62.4	36.1
Cavité du tronc calculée	%	0	72.2	86.1
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	4.8	2.5	4.7
Charge de substitution	%	77.5	55.9	61.2

© ArboSafe

LAVAUR

Analyse Arbostat®

Cèdre Parc de l'Evêché

Traction Est

Pour Calcul haubanage

Office National des Forêts

Analyse de la charge du vent conforme à DIN 1055-4

N° Arbre **1Szenario**

Projet

Nom du projet	2020 Lavaur
Numéro du projet	1
Date du test	27/01/2020

Site

Parc de l'évêché

81500 Lavaur, FRANCE

Altitude du site	150	m

Données de l'arbre

Essence		Cèdre	
Circonférence du tronc		0	cm
Diamètre du tronc	||	210	cm
à 1 m de hauteur	_|_	186	cm
Épaisseur de l'écorce		3.6	cm
Hauteur de l'arbre		**29.2**	**m**

Propriétés du matériau choisies

selon	Cedrus atlantica	
Source	Stuttgart	
Résistance à la compression	15	MPa
Module d'élasticité	7650	MPa
Limite d'élasticité	0.2	%
Densité	0.8	g/cm³

Forme de l'arbre

Direction de la charge	Est	
Analyse de la surface		
Base du houppier	16.2	m
Hauteur effective	24	m
Surface totale	133	m²
Excentricité du houppier	0.08	m
Paramètres structuraux estimés		
Coefficient de traînée	0.2	
Fréquence propre	0.62	Hz
Décrément d'amortissement	0.16	
Facteur forme du poids propre	0.8	
Propriétés du site choisies		
Région climatique	F 1	
Valeur de base de la vitesse de référence du vent	22	m/s
Densité de l'air	1.27	kg/m³
Catégorie de terrain	village	
Exposant pour profil de vent	0.22	
Facteur de voisinage pour le mouvement d'air proche du sol	1.2	
Facteur d'exposition	0.80	

Résultat

Analyse de la charge du vent		
Pression moyenne du vent	7.5	kN
Facteur de réaction de la rafale	2.66	
Centre de la charge	20.4	m
Moment de torsion	2	kNm
Charge du vent	**407**	**kNm**

Analyse statique de l'arbre		
Poids propre de l'arbre	53.2	t
Cavité du tronc critique	95	%
Épaisseur critique du mur résiduel avec une coque fermée	5	cm
Sécurité de base	**26.6**	

Généralités

Remarques

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

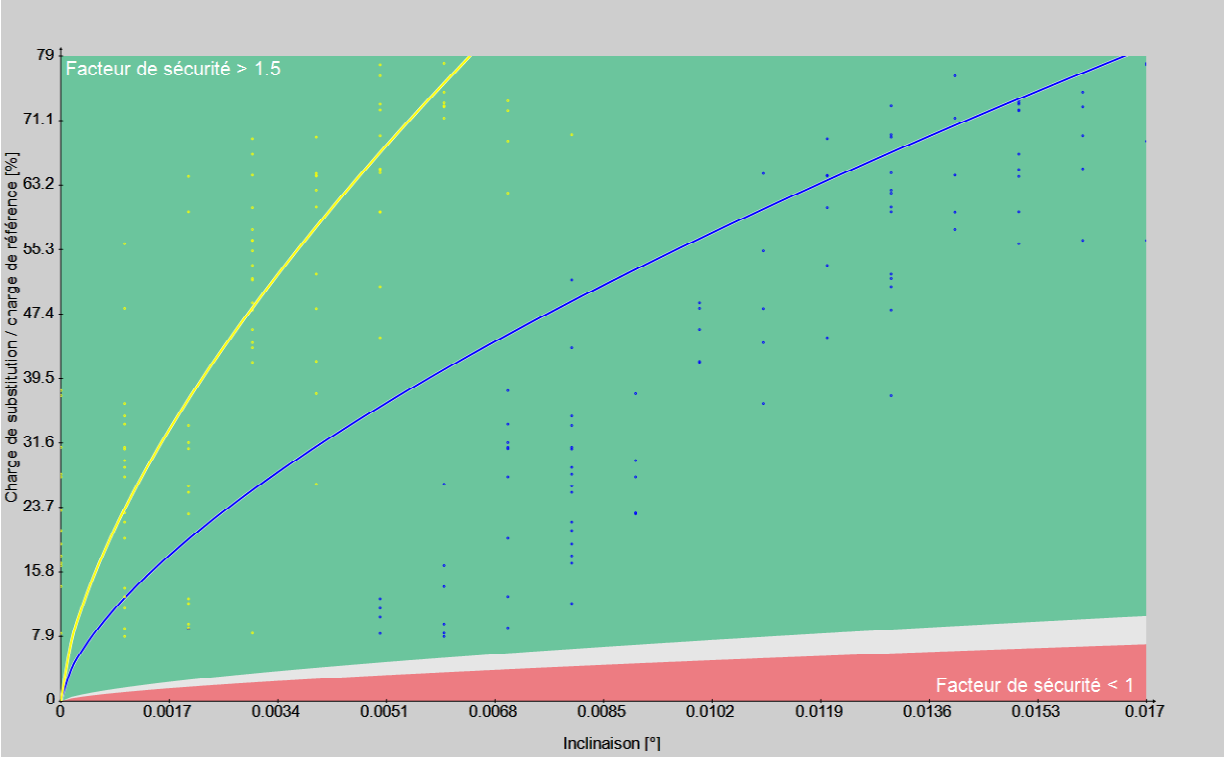
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**11.54**	**21.52**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	17.74	15.72
Charge de substitution	%	78.4	78.4
Direction de la charge		x-Axe	x-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

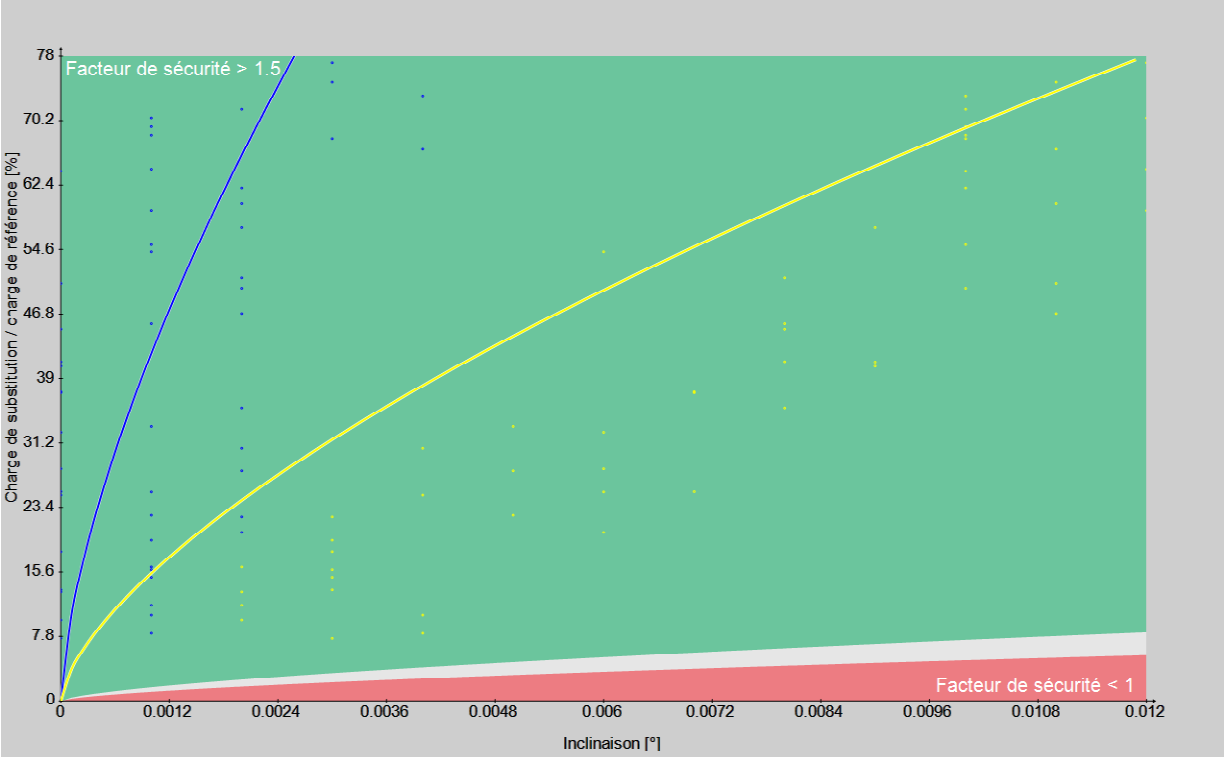
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**38.43**	**14.12**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	28.03	16.42
Charge de substitution	%	77.5	77.5
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

© ArboSafe

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

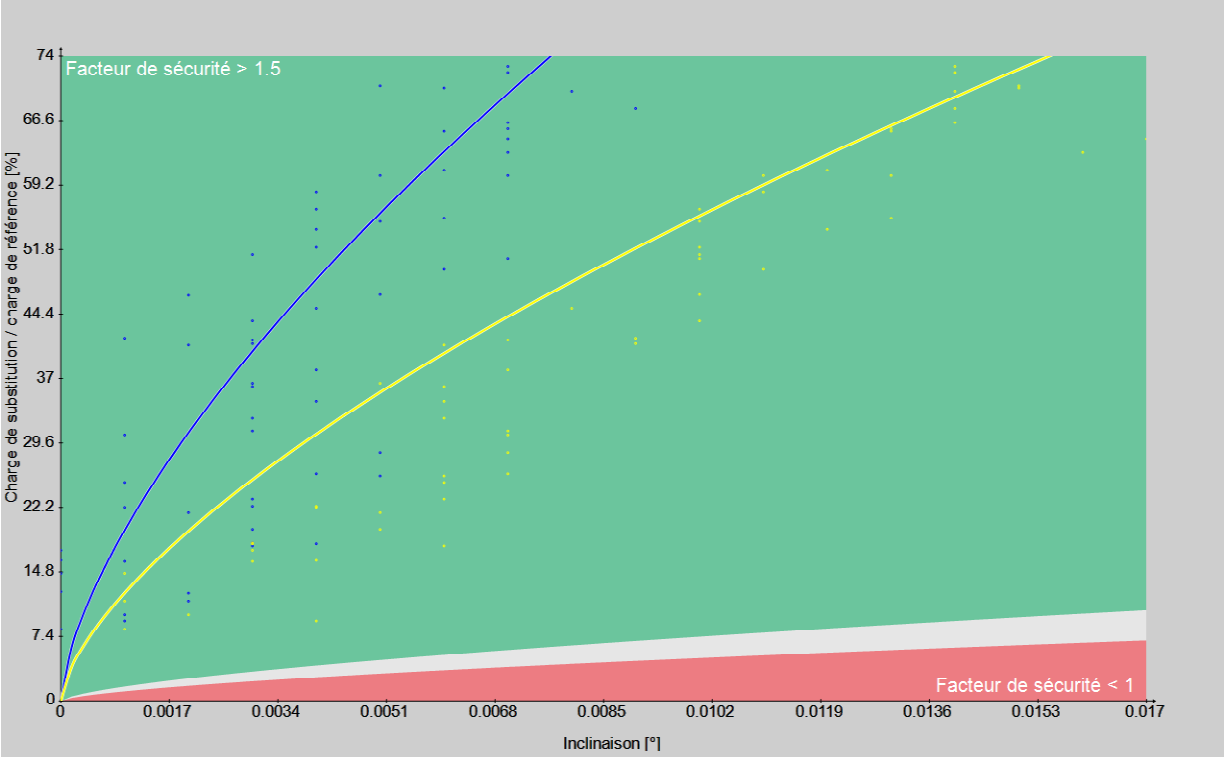
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**3**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**17.92**	**11.34**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	13.08	9.24
Charge de substitution	%	73.1	73.1
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

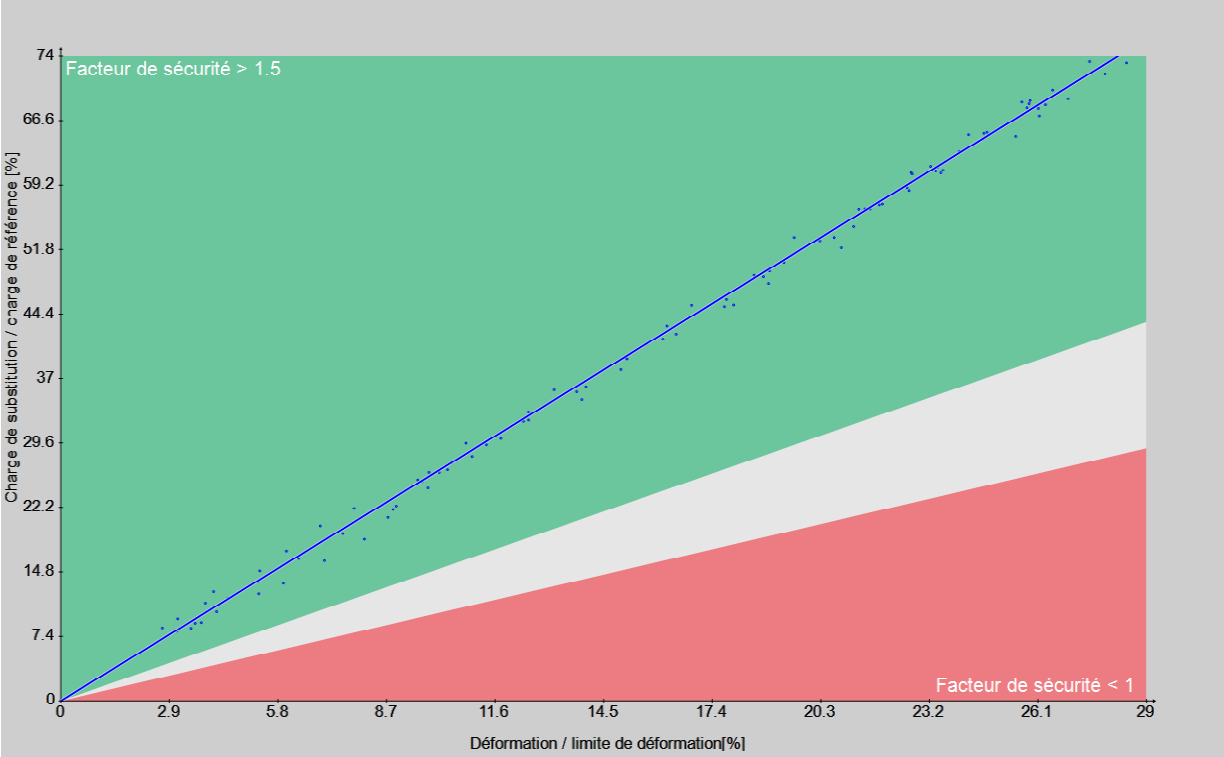
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre en 90

Hauteur du mesure	**m**	**8.6**
Position		-
Diamètre du tronc 1	cm	104
Diamètre du tronc 2	cm	81.5
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5
Percentage de la charge	%	100

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

Facteur de sécurité **2.62**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9974
Rigidité restante	%	64.1
Cavité du tronc calculée	%	71.1
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	8.7
Charge de substitution	%	73.6

© ArboSafe

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

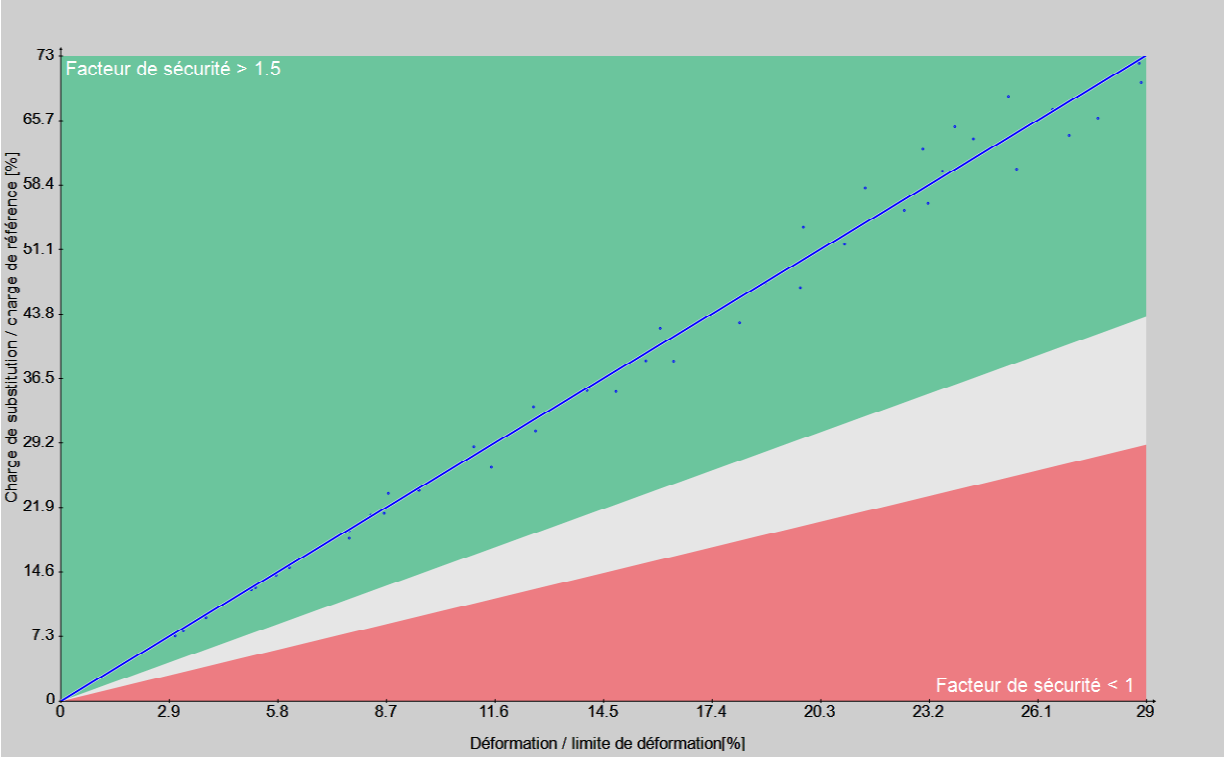
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre en 90

Hauteur du mesure	**m**	**8.6**
Position		-
Diamètre du tronc 1	cm	104
Diamètre du tronc 2	cm	81.5
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5
Percentage de la charge	%	100

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

Facteur de sécurité **2.52**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9879
Rigidité restante	%	61.9
Cavité du tronc calculée	%	72.5
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	9.1
Charge de substitution	%	72.4

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

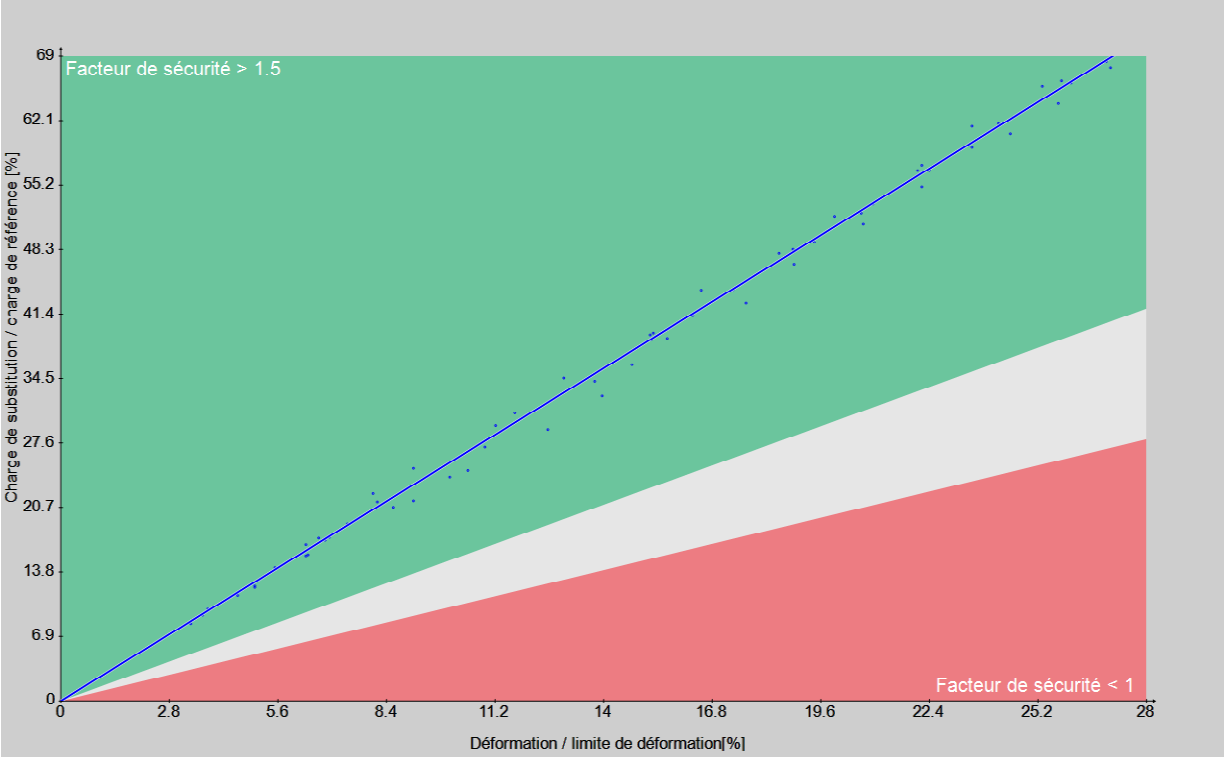
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**3**
Angle du câble	25.1 °	Direction de la charge	Est

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



Mesure de l'élastomètre	en	90
Hauteur du mesure	**m**	**8.6**
Position		-
Diamètre du tronc 1	cm	104
Diamètre du tronc 2	cm	81.5
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5
Percentage de la charge	%	100

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

Facteur de sécurité		**2.54**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9964
Rigidité restante	%	62.4
Cavité du tronc calculée	%	72.2
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	9
Charge de substitution	%	68.6

© ArboSafe

LAVAUR

Analyse Arbostat®

Cèdre Parc de l'Evêché

Traction Nord

Pour Calcul haubanage

Office National des Forêts

Analyse de la charge du vent conforme à DIN 1055-4

N° Arbre **1Szenario**

Projet

Nom du projet	2020 Lavaur
Numéro du projet	1
Date du test	27/01/2020

Site

Parc de l'évêché

81500 Lavaur, FRANCE

Altitude du site	150	m

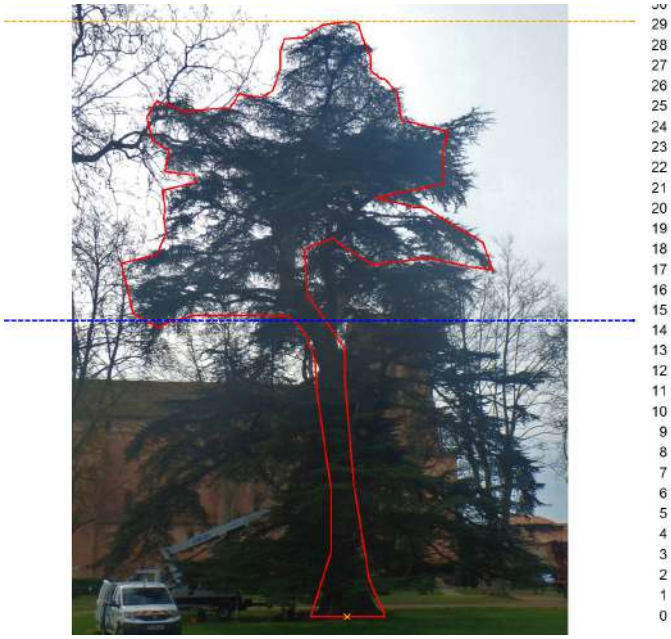
Données de l'arbre

Essence		Cèdre	
Circonférence du tronc		0	cm
Diamètre du tronc	||	185	cm
à 1 m de hauteur	_|_	210	cm
Épaisseur de l'écorce		3.5	cm
Hauteur de l'arbre		**29.2**	**m**

Propriétés du matériau choisies

selon	Cedrus atlantica	
Source	Stuttgart	
Résistance à la compression	15	MPa
Module d'élasticité	7650	MPa
Limite d'élasticité	0.2	%
Densité	0.8	g/cm³

Forme de l'arbre



Direction de la charge	Nord	
Analyse de la surface		
Base du houppier	14.5	m
Hauteur effective	23.3	m
Surface totale	169	m²
Excentricité du houppier	2.43	m
Paramètres structuraux estimés		
Coefficient de traînée	0.2	
Fréquence propre	0.62	Hz
Décrément d'amortissement	0.16	
Facteur forme du poids propre	0.8	
Propriétés du site choisies		
Région climatique	F 1	
Valeur de base de la vitesse de référence du vent	22	m/s
Densité de l'air	1.27	kg/m³
Catégorie de terrain	village	
Exposant pour profil de vent	0.22	
Facteur de voisinage pour le mouvement d'air proche du sol	1.2	
Facteur d'exposition	0.90	

Résultat

Analyse de la charge du vent		
Pression moyenne du vent	10.7	kN
Facteur de réaction de la rafale	2.63	
Centre de la charge	19.8	m
Moment de torsion	68	kNm
Charge du vent	**557**	**kNm**

Analyse statique de l'arbre		
Poids propre de l'arbre	53	t
Cavité du tronc critique	95	%
Épaisseur critique du mur résiduel avec une coque fermée	5	cm
Sécurité de base	**17**	

Généralités

Remarques

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

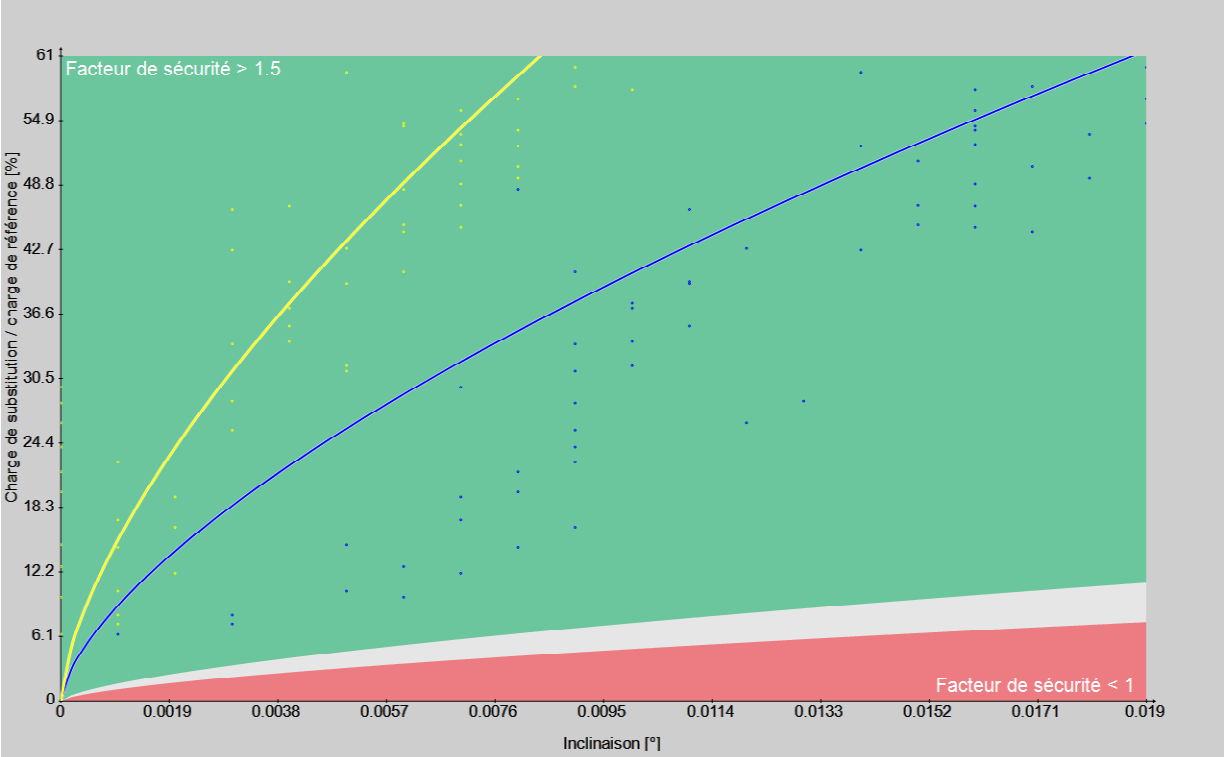
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**8.25**	**13.94**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	10.31	10.86
Charge de substitution	%	60.1	60.1
Direction de la charge		x-Axe	x-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité d'ancrage calculée selon test de traction

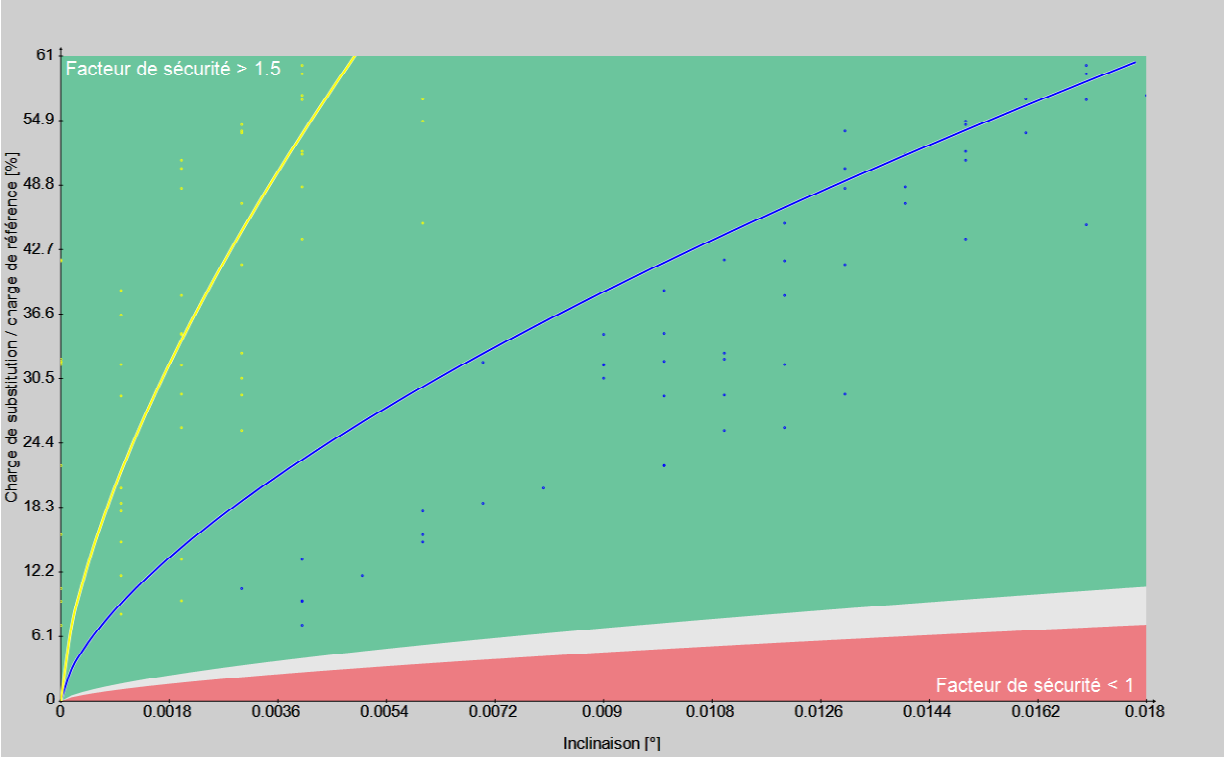
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure d'Inclinomètre	80	81
Position		

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

Facteur de sécurité	**8.45**	**19.86**

Valeurs de contrôle

	en		
Écart standard	%	10.27	16.43
Charge de substitution	%	60.3	60.3
Direction de la charge		y-Axe	y-Axe

Généralités sur les tests de traction

Expert Sylvain DUJARDIN

Témoins / Assistant

Remarques sur les mesures

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

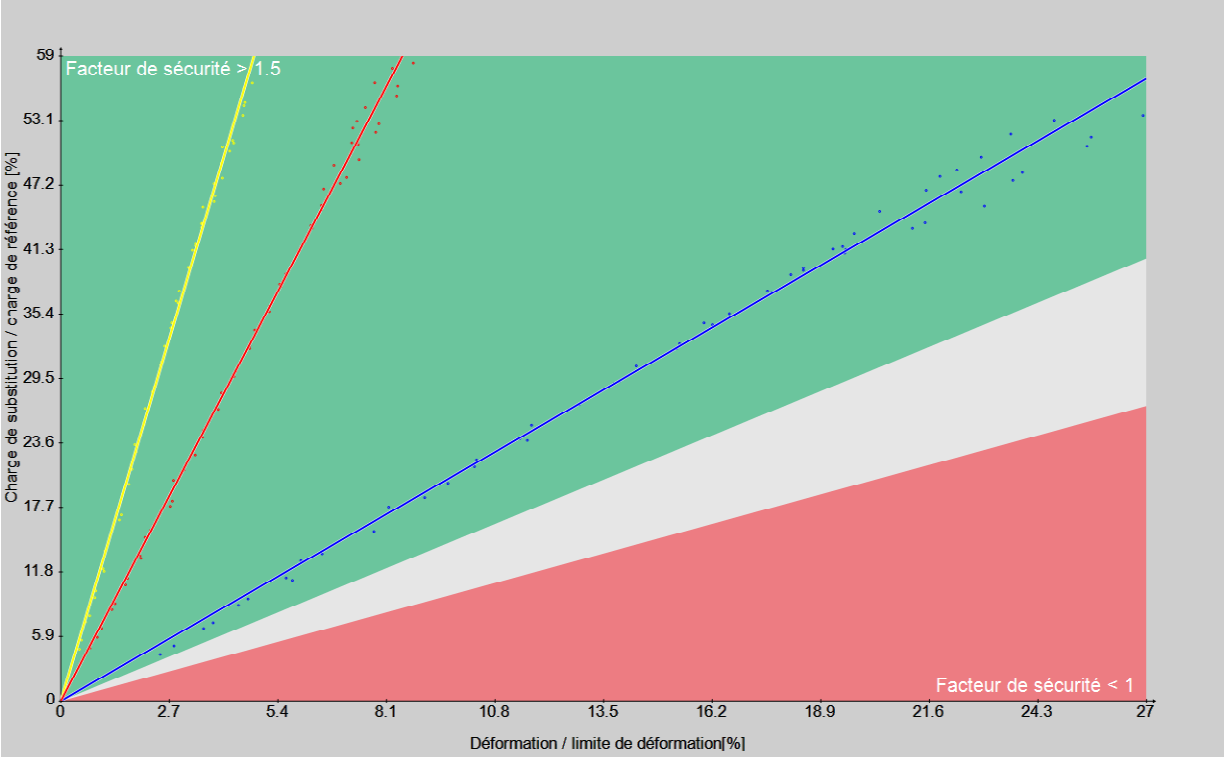
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**1**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**9.85**	**4**	**0.65**
Position		-	+	-
Diamètre du tronc 1	cm	75	184	166
Diamètre du tronc 2	cm	97	186	216
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.11**	**12.28**	**6.95**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9932	0.9963	0.9957
Rigidité restante	%	99.3	66.3	48.9
Cavité du tronc calculée	%	19.4	69.6	80
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	5	2.3	3.6
Charge de substitution	%	53.8	56.7	58.6

© ArboSafe

Sécurité de rupture calculée selon test de traction

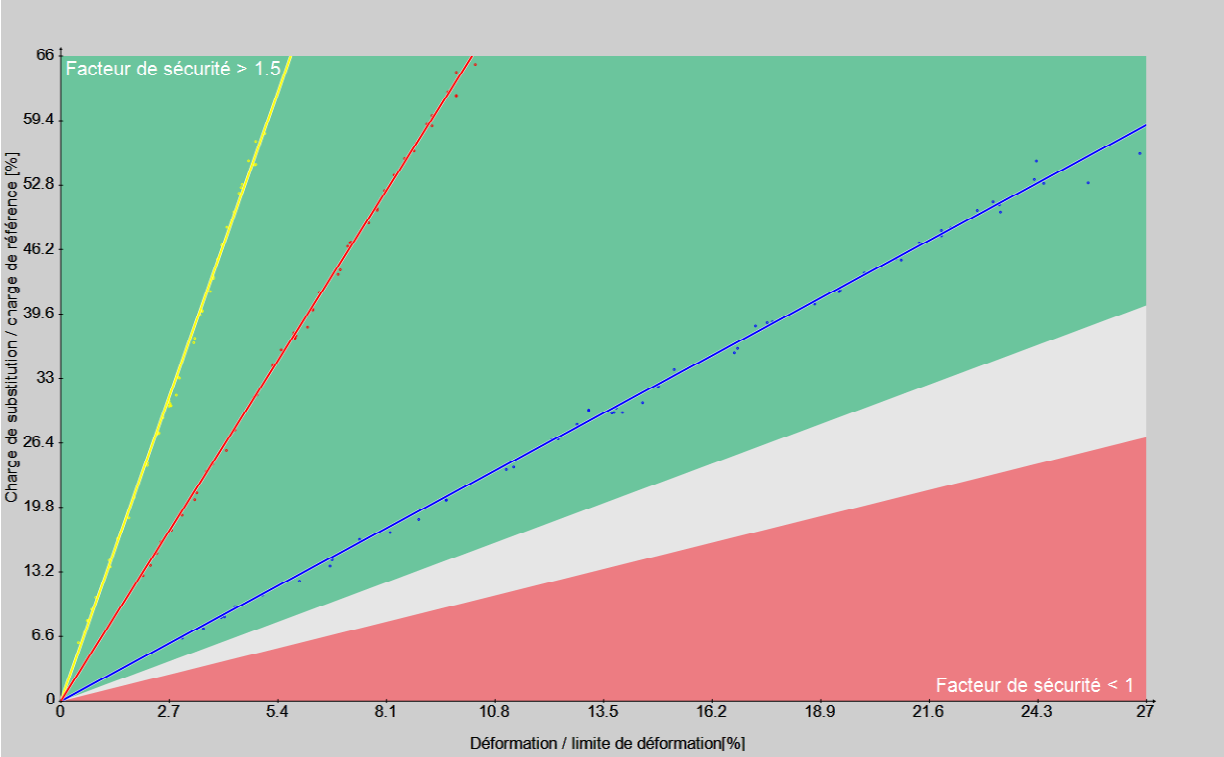
Données de l'arbre

Projet	2020 Lavaur	**N° Arbre**	**1Szenario**
Essence	Cèdre	Date	27/01/2020

Assemblage du test de traction

Hauteur du point d'ancrage	18.6 m	**Mesure**	**2**
Angle du câble	26.8 °	Direction de la charge	Nord

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



Mesure de l'élastomètre	en	90	91	92
Hauteur du mesure	**m**	**9.85**	**4**	**3.2**
Position		-	+	-
Diamètre du tronc 1	cm	75	184	186
Diamètre du tronc 2	cm	97	186	189
Épaisseur de l'écorce	cm	3.5	3.5	3.5
Percentage de la charge	%	100	100	100

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

Facteur de sécurité	**2.18**	**11.54**	**6.45**

Valeurs de contrôle

Coefficient de détermination		0.9972	0.9977	0.9988
Rigidité restante	%	>100	62.4	36.1
Cavité du tronc calculée	%	0	72.2	86.1
Compression engendrée par le du houppier et du tronc	%	4.8	2.5	4.7
Charge de substitution	%	56.2	58.3	65.4

© ArboSafe