



ONF Vegetis

ARBRE CONSEIL®

# DIAGNOSTIC APPROFONDI

## Test de traction



**ARÂCHES** | STATIONS  
LA FRASSE | des CARROZ  
& de FLAINE

Commune d'Arâches-la-Frasse  
413 Route de la Barliette  
1 sujet

2025



# SUIVI DOCUMENTAIRE

## Historique de la publication

Date du rapport 25/08/2025  
Auteur(s) du rapport [REDACTED]

## Interlocuteur technique

Nom - Prénom [REDACTED]  
Entité et Fonction Expert Arbre-Conseil®  
Coordonnées ONF Vegetis  
Agence Auvergne Rhône Alpes  
12 Allée des Eaux et Forêts  
63370 LEMPDES  
[REDACTED]

## Interlocuteur client

Nom – Prénom Tatu Ludovic  
Entité et Fonction Commune d'Arâches-la-Frasse  
Directeur des services techniques  
Coordonnées 04 50 90 03 40  
[l.tatu@aracheslafrasse.fr](mailto:l.tatu@aracheslafrasse.fr)



# **PREAMBULE ET SITUATION**

À la demande de la commune, représentée par M. Ludovic Tatu ONF Vegetis a été chargé de réaliser des tests de traction sur un tilleul patrimonial implanté au 413 Route de la Barliette, Arâches la-Frasse.

Le diagnostic vise à évaluer son état mécanique et apporter des conseils de gestion pour assurer son maintien dans de bonnes conditions de sécurité.

La phase terrain a été réalisée le 29 juillet 2025 par [REDACTED] expert du réseau Arbre Conseil® d'ONF Vegetis.

Cette étude vient compléter celle du 14/03/2025 réalisée par [REDACTED]

# CADRE DU DIAGNOSTIC

Les différents objectifs qui découlent du travail demandé sont :

- Evaluer l'état mécanique et le fonctionnement physiologique de l'arbre diagnostiqué ;
- Détecter et quantifier les défauts de structure pouvant avoir une incidence sur sa tenue mécanique pour estimer la réversibilité éventuelle du processus de dégradation ;
- Préconiser des interventions maintenant la sécurité des biens et des personnes fréquentant ces lieux, tout en prenant en compte les exigences biologiques essentielles.

Le diagnostic a été effectué pour le sujet désigné par le client avec l'assistance de grimpeurs arboristes.

Cette étude s'est déroulée en 3 phases :

- Diagnostic approfondi par test de traction ;
- Analyse des résultats ;
- Rédaction du rapport d'étude.

Le présent rapport s'appuie sur les données recueillies sur le terrain. Les méthodologies utilisées sont décrites en annexe. Il comporte des éléments spécifiques à l'arbre :

- Observations particulières liées au contexte d'implantation ;
- Identification des singularités significatives de l'arbre ;
- Synthèse à partir de 4 éléments d'aide à la décision :
  - La capacité de l'arbre à réagir selon son état physiologique ;
  - La perte mécanique induite par la singularité majeure (impact sur la dangerosité) ;
  - La dynamique d'évolution probable de cette singularité ;
  - Les enjeux liés aux cibles à proximité immédiate.
- Préconisations de diagnostics approfondis complémentaires, contrôles et/ou de travaux.

# LIMITES DE L'ETUDE

Le diagnostic est réalisé à l'instant T en recourant aux connaissances disponibles et aux instruments existants à cet instant. Par ailleurs, le degré d'investigation dépend de la prestation choisie par le client et décrite dans la méthode de diagnostic jointe lors de l'envoi du devis. **L'acceptation du devis vaut approbation de la méthodologie proposée.** Les observations et les analyses des états physiologique, sanitaire et biomécanique de l'arbre, effectuées par l'expert pour établir le diagnostic sont assujetties aux moyens d'investigations mis en œuvre (voir la méthode de diagnostic), à la saison d'observation et à l'état apparent des agents parasites et lignivores au moment de sa réalisation.

Compte tenu des caractéristiques du diagnostic énoncé précédemment, sa fiabilité est limitée dans le temps et suppose la mise en œuvre de suivis physiologiques, sanitaires et biomécaniques réguliers. La durée de validité du diagnostic, variable selon l'état des arbres et de leur environnement, sera comprise entre un et trois ans, voire exceptionnellement 5 ans, dans des conditions normales d'évolution.

L'arbre est un organisme vivant en constante évolution soumis à de multiples interactions avec d'autres organismes commensaux ou parasites et avec son environnement extérieur. De nombreux facteurs externes à l'arbre peuvent influencer sur son état et rendre caducs, a posteriori, les résultats du diagnostic :

- Facteurs climatiques : vent violent, orage, neige, verglas, sécheresse, canicule, etc,
- Facteurs anthropiques : travaux de terrassement, taille inadaptée, blessures, modifications de l'environnement, etc.

## Prise en compte de la biodiversité

L'arbre est un milieu privilégié pour de nombreuses espèces. Dans ce cadre, et lors d'un diagnostic, l'expert Arbre conseil® mentionnera la présence ou la suspicion de présence d'habitats, d'espèces protégées au titre des directives européennes « Habitats- Faune-Flore » et « Oiseaux ».

Le propriétaire ou son représentant devra réaliser ou faire effectuer des investigations complémentaires afin de s'assurer de la présence des espèces mentionnées.

En cas de confirmation, les travaux préconisés sur les arbres concernés devront être soumis à dérogations officielles accordées par l'autorité préfectorale.

A la demande du maître d'ouvrage, et dans le cadre de ses prestations, les services d'ONF Vegetis pourront apporter un appui technique et administratif pour la mise en œuvre de ces démarches.



# Sommaire

<b>1. SYNTHESE ET PRECONISATIONS.....</b>	<b>7</b>
<b>2. TESTS DE TRACTION .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ANNEXES.....</b>	<b>19</b>

The page features a central dark green rectangle. Surrounding this rectangle are several stylized leaf shapes in shades of green and orange, some overlapping the edges of the green box. At the top center of the green box, the number '1.' is enclosed in a white circle.

1.

# **SYNTHESE ET PRECONISATIONS**

## SYNTHESE DES PRECONISATIONS

Le Tilleul étudié est un sujet mature, isolé, en bordure d'une placette. Le sol environnant est revêtu d'enrobé, quasiment jusqu'au collet.

En dépit de l'altération interne révélée par l'étude de mars 2025, les tests ont démontré, dans les deux sens de traction, que les réserves mécaniques sont correctes et suffisantes en termes de résistance du tronc à la rupture. L'arbre a donc mis en place suffisamment de bois de réaction pour compenser l'altération interne.

En revanche, les marges de sécurité sont insuffisantes au niveau de l'ancrage racinaire. Une réduction de 4 mètres, ciblée uniquement sur la hauteur totale, doit être envisagée pour remonter les facteurs de sécurité d'ancrage et réduire le risque de basculement de l'arbre entier.

Cependant, et comme cela l'a été précisé dans l'étude de mars 2025, le collet et l'ancrage racinaire sont très dégradés sur la demie-circonférence Sud. Une altération d'une telle ampleur ne permet pas à l'arbre de répartir de façon homogène les contraintes générées par le vent.

Il en résulte que, même réduit, le risque de basculement demeurera.

Un prochain contrôle par test de traction en 2027 permettra d'apprécier l'évolution de ces paramètres et évaluer son espérance de maintien.

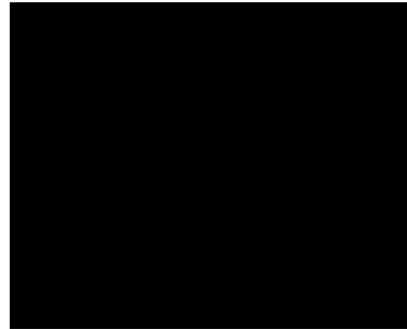
Par ailleurs, des mesures peuvent être prises afin d'améliorer de ses conditions de vie et renforcer sa capacité à réagir à son défaut d'ancrage. Nous proposons la création d'une réservation dédiée à cet arbre (notamment au Sud, dans la direction où doit être stimulé son système racinaire). Pour qu'elle soit efficace et exploitable par l'arbre, il conviendrait de supprimer précautionneusement l'enrobé et le fond de forme avec des moyens légers et/ou par aspiration pour éviter les lésions racinaires, et de recharger en terre végétale. Un paillage de bois raméal fragmenté (BRF) permettra de maintenir l'humidité du sol tout en apportant un amendement progressif. La plantation d'herbacées sélectionnées parachèvera cette opération en améliorant la structure du sol et en l'enrichissant en nutriments bénéfiques à la croissance.

Ces éléments de réflexion sont des orientations qui devraient permettre au gestionnaire d'intégrer ce sujet patrimonial à un éventuel projet de réaménagement de la place.



Identification			Préconisation(s)	
Site	Essence	N°	Suivi et/ou contrôle	Intervention(s) à réaliser
413 route de la Barliette	Tilleul à grandes feuilles	nd	Suivi mécanique par test de traction dans 2 ans (avant le 25/07/2027)	Taille de réduction en hauteur de 4m, dans l'hiver 2025-2026 Réflexion sur l'amélioration des conditions de croissance de l'arbre et son intégration au projet de réaménagement de la place, dès que possible

**A Lempdes, le 25/08/2025,**



The page features a central dark green rectangular area. Surrounding this area are several stylized leaf shapes in shades of green and orange, some overlapping the green rectangle. The number '2.' is centered within a white circle on the green background.

**2.**

## **TESTS DE TRACTION**

# PRINCIPES DU TEST DE TRACTION

Le test de traction permet de tester l'ancrage racinaire de l'arbre et la résistance en flexion du tronc en différents points. Pour ce faire, plusieurs appareils sont utilisés :

- Des inclinomètres positionnés sur le collet ;
- Des élastomètres positionnés sur le tronc, dans l'axe de la traction. Ils doivent être positionnés sur les points de faiblesse du tronc. Ils permettent de déterminer le module d'élasticité (module de Young) réel à l'emplacement de pose ;
- Un dynamomètre permettant la mesure en temps réel de la force exercée sur l'arbre.

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 :

- 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. Ces effets sont évalués conservateurs grâce au facteur de voisinage. Dans la vitesse du vent estimée lors de la mesure, le facteur de voisinage intervient de manière linéaire comme facteur de correction.
- 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 autres 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 occultante est déterminante.

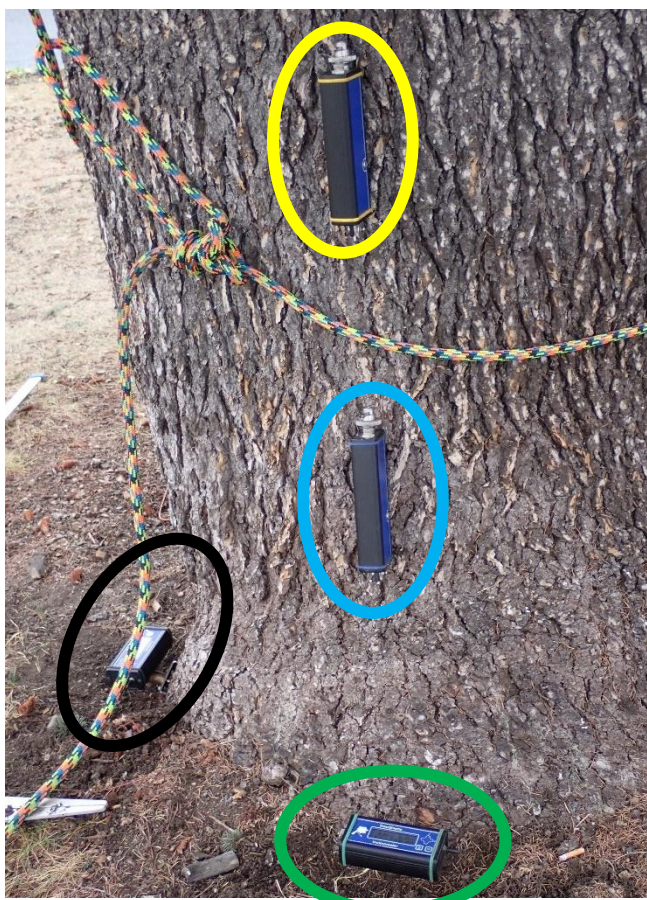
# MISE EN ŒUVRE DU TEST

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. 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 des singularités rencontrées.

Dans la mesure du possible, les inclinomètres sont posés à différents emplacements en prenant soin d'éviter les contreforts racinaires pour éviter les artefacts de mesures. En effet, en posant un inclinomètre sur un mât racinaire, les risques de mesurer un mouvement de ce mât au lieu du mouvement du plateau racinaire est élevé.



*Positionnement des élastomètres sur le tronc et des inclinomètres au collet, avec les codes couleur correspondants*

# CALCULS RELATIFS AU TEST

## Facteurs de sécurité (FS)

L'interprétation des résultats aboutit à des valeurs numériques, sans unités, appelées facteur 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)  $< 1$  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 de base est un calcul théorique permettant de déterminer si un arbre dispose de réserves mécaniques ou non. En le comparant avec les facteurs de sécurité issus des tests (élastomètres et inclinomètres), il est possible de se rendre compte si ces réserves sont entamées par les problèmes rencontrés, ou a contrario, si l'arbre a mis en place des bois de réaction.

## Valeurs relatives 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. L'exemple ci-dessous, **qui ne correspond pas aux arbres étudiés**, en explique le principe :

Traction Nord Facteur de sécurité de base : 4.3	Inclinomètre bleu	Inclinomètre jaune	Elastomètre rouge	Elastomètre jaune	Elastomètre bleu
Hauteur de pose (à partir du collet initial, en mètre)	0.05	0.05	0.25	1.05	1.80
FS	7,07	7,51	4.62	3.03	2.27
Perte ou gain de résistance	64 %	75 %	7 %	- 30 %	- 47 %

Ce FS, calculé pour chaque traction au niveau de chaque appareil de mesure, permet :

- De détecter le point de moindre résistance et le mettre en relation avec les constatations visuelles ;
- D'évaluer la perte ou le gain par bois de réaction de la résistance mécanique, aussi bien au niveau de l'ancrage que de la résistance à la rupture du tronc ;
- De suivre l'évolution dans le temps de la mécanique par comparaison des tests de traction. Certains facteurs de sécurité peuvent être suffisants, même avec une importante perte de résistance mécanique.

Dans l'exemple du tableau ci-dessus :

- Le niveau de moindre résistance se situe au niveau du tronc à 1,80m du sol La perte par rapport au facteur de sécurité de base est de 47%. Cependant le facteur de sécurité à ce point reste largement supérieur au 1.5 minimal requis.
- L'ancrage est nettement supérieur au facteur de base. Aucune faiblesse d'ancrage n'est détectée dans ce cas.

# Tilia platyphyllos nd

## IDENTIFICATION

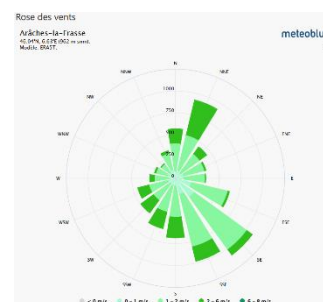
Site	Date du test	Hauteur totale	Diamètre // à 1m	Diamètre ⊥ à 1m
Route de la Barliette	29/07/2025	20,10m	119cm	136cm

## ANALYSE DE LA CHARGE DU VENT

La direction des vents dominants est un des éléments de base pour l'analyse mécanique des arbres. Un arbre soumis régulièrement à des vents soufflant de la même direction développe des bois de réaction lui permettant d'y résister. En absence de station météo proche et pertinente, le régime local des vents a été modélisé (source Meteoblue). La direction générale des vents dominants est l'axe Nord-Sud.

Le sens de traction retenu correspond autant que faire se peut à l'axe des vents dominants, mais peut en différer selon les singularités du sujet et le contexte local. Dans le cas présent, la traction a été réalisée dans le sens E.

Facteur de voisinage retenu	1,10
Facteur d'exposition retenu	1,00



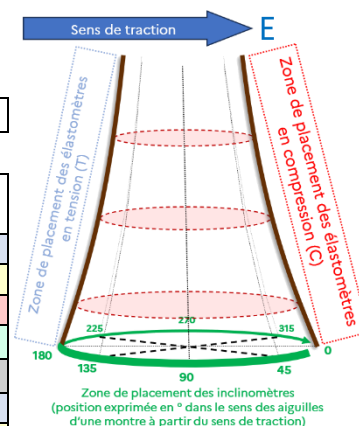
Distribution annuelle de la direction des vents dominants

## MISE EN ŒUVRE ET EXPLOITATION DES DONNEES

Le schéma ci-contre indique le sens de traction ainsi que la position des capteurs sur l'arbre. Le facteur de sécurité de base (SIA) est la valeur de référence calculée d'après les caractéristiques de l'arbre en tronc plein et du site étudié. Les facteurs de sécurité de chaque capteur sont calculés à partir des données du test de traction et comparés au SIA. Les écarts exprimés en pourcentage indiquent les pertes ou gains de réserves mécaniques.

Facteur de sécurité de base (SIA)	9,6
-----------------------------------	-----

	Capteur	Hauteur (m)	Position	Facteur de sécurité	Ecart / SIA (%)
Flexion du tronc	Elastomètre bleu	0,43	T	2,3	-76%
	Elastomètre jaune	1,16	T	4,9	-49%
	Elastomètre rouge	1,30	C	6,3	-35%
	Elastomètre noir			5,5	-43%
Basculement	Inclinomètre bleu	0	330	2,0	-79%
	Inclinomètre jaune	0	180	1,2	-88%
	Inclinomètre vert	0	250	1,4	-85%
	Inclinomètre noir	0	280	2,7	-72%



Les facteurs de sécurité de rupture du tronc montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 76%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (2,3) est supérieur à la valeur de référence de 1,5, ce qui représente une marge correcte.

Les facteurs de sécurité de basculement montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 88%. Le facteur de sécurité calculé en ce point (1,2) est inférieur à la valeur de référence de 1,5, ce qui représente une marge insuffisante.

# Tilia platyphyllos nd

## IDENTIFICATION

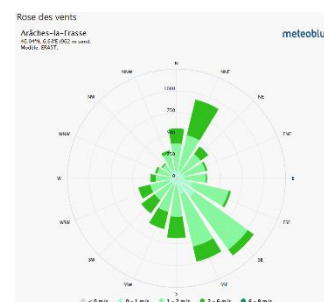
Site	Date du test	Hauteur totale	Diamètre // à 1m	Diamètre ⊥ à 1m
Route de la Barliette	29/07/2025	20,10m	119cm	136cm

## ANALYSE DE LA CHARGE DU VENT

La direction des vents dominants est un des éléments de base pour l'analyse mécanique des arbres. Un arbre soumis régulièrement à des vents soufflant de la même direction développe des bois de réaction lui permettant d'y résister. En absence de station météo proche et pertinente, le régime local des vents a été modélisé (source Meteoblue). La direction générale des vents dominants est l'axe Nord-Sud.

Le sens de traction retenu correspond autant que faire se peut à l'axe des vents dominants, mais peut en différer selon les singularités du sujet et le contexte local. Dans le cas présent, la traction a été réalisée dans le sens SSE.

Facteur de voisinage retenu	1,10
Facteur d'exposition retenu	1,00



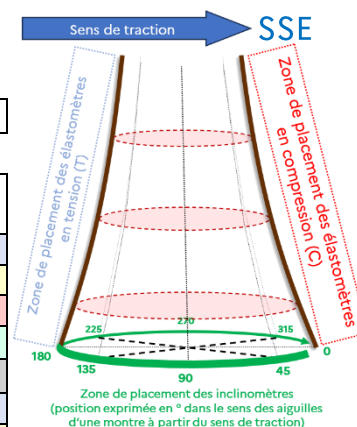
Distribution annuelle de la direction des vents dominants

## MISE EN ŒUVRE ET EXPLOITATION DES DONNEES

Le schéma ci-contre indique le sens de traction ainsi que la position des capteurs sur l'arbre. Le facteur de sécurité de base (SIA) est la valeur de référence calculée d'après les caractéristiques de l'arbre en tronc plein et du site étudié. Les facteurs de sécurité de chaque capteur sont calculés à partir des données du test de traction et comparés au SIA. Les écarts exprimés en pourcentage indiquent les pertes ou gains de réserves mécaniques.

Facteur de sécurité de base (SIA)	8,7
-----------------------------------	-----

	Capteur	Hauteur (m)	Position	Facteur de sécurité	Ecart / SIA (%)
Flexion du tronc	Elastomètre bleu	0,58	T	2,0	-77%
	Elastomètre jaune	1,13	T	2,7	-69%
	Elastomètre rouge	1,62	C	6,0	-31%
	Elastomètre noir			4,9	-44%
Basculement	Inclinomètre bleu	0	270	36,0	+314%
	Inclinomètre jaune	0	80	1,2	-86%
	Inclinomètre vert	0	160	1,5	-83%
	Inclinomètre noir	0	210	2,0	-77%



Les facteurs de sécurité de rupture du tronc montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 77%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (2,0) est supérieur à la valeur de référence de 1,5, ce qui représente une marge correcte.

Les facteurs de sécurité de basculement montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 86%. Le facteur de sécurité calculé en ce point (1,2) est inférieur à la valeur de référence de 1,5, ce qui représente une marge insuffisante.

## SYNTHESE SUR L'ETAT DE L'ARBRE ET PRECONISATIONS

Le maintien en l'état du sujet est déconseillé. Un scénario de réduction a été envisagé.

# Tilia platyphyllos nd (réduction -4m)

## IDENTIFICATION

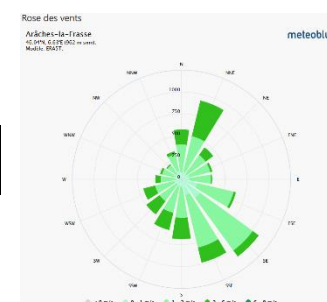
Site	Date du test	Hauteur totale	Diamètre // à 1m	Diamètre ⊥ à 1m
Route de la Barliette	29/07/2025	16,00m	119cm	136cm

## ANALYSE DE LA CHARGE DU VENT

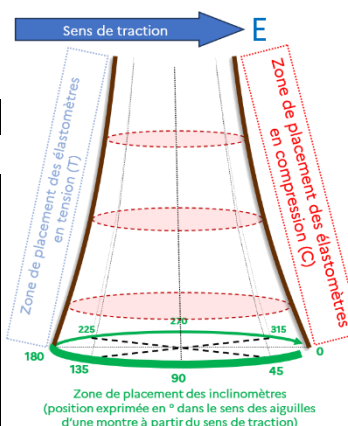
La direction des vents dominants est un des éléments de base pour l'analyse mécanique des arbres. Un arbre soumis régulièrement à des vents soufflant de la même direction développe des bois de réaction lui permettant d'y résister. En absence de station météo proche et pertinente, le régime local des vents a été modélisé (source Meteoblue). La direction générale des vents dominants est l'axe Nord-Sud.

Le sens de traction retenu correspond autant que faire se peut à l'axe des vents dominants, mais peut en différer selon les singularités du sujet et le contexte local. Dans le cas présent, la traction a été réalisée dans le sens E.

Facteur de voisinage retenu	1,10
Facteur d'exposition retenu	1,00



Distribution annuelle de la direction des vents dominants



## MISE EN ŒUVRE ET EXPLOITATION DES DONNEES

Le schéma ci-contre indique le sens de traction ainsi que la position des capteurs sur l'arbre. Le facteur de sécurité de base (SIA) est la valeur de référence calculée d'après les caractéristiques de l'arbre en tronc plein et du site étudié. Les facteurs de sécurité de chaque capteur sont calculés à partir des données du test de traction et comparés au SIA. Les écarts exprimés en pourcentage indiquent les pertes ou gains de réserves mécaniques.

<b>Facteur de sécurité de base (SIA)</b>	<b>13,3</b>
--	-------------

	Capteur	Hauteur (m)	Position	Facteur de sécurité	Ecart / SIA (%)
Flexion du tronc	Elastomètre bleu	0,43	T	3,3	-75%
	Elastomètre jaune	1,16	T	6,9	-48%
	Elastomètre rouge	1,30	C	8,9	-33%
	Elastomètre noir			7,9	-41%
Basculement	Inclinomètre bleu	0	30	2,8	-79%
	Inclinomètre jaune	0	180	1,7	-88%
	Inclinomètre vert	0	220	2,0	-85%
	Inclinomètre noir	0	280	3,8	-72%

Les facteurs de sécurité de rupture du tronc montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 75%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (3,3) est supérieur à la valeur de référence de 1.5, ce qui représente une marge élevée.

Les facteurs de sécurité de basculement montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 88%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (1,7) est supérieur à la valeur de référence de 1.5, ce qui représente une marge faible.

# Tilia platyphyllos nd (réduction -4m)

## IDENTIFICATION

Site	Date du test	Hauteur totale	Diamètre // à 1m	Diamètre ⊥ à 1m
Route de la Barliette	29/07/2025	16,00m	119cm	136cm

## ANALYSE DE LA CHARGE DU VENT

La direction des vents dominants est un des éléments de base pour l'analyse mécanique des arbres. Un arbre soumis régulièrement à des vents soufflant de la même direction développe des bois de réaction lui permettant d'y résister. En absence de station météo proche et pertinente, le régime local des vents a été modélisé (source Meteoblue). La direction générale des vents dominants est l'axe Nord-Sud.

Le sens de traction retenu correspond autant que faire se peut à l'axe des vents dominants, mais peut en différer selon les singularités du sujet et le contexte local. Dans le cas présent, la traction a été réalisée dans le sens SSE.

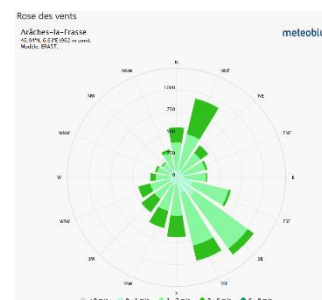
Facteur de voisinage retenu	1,10
Facteur d'exposition retenu	1,00

## MISE EN ŒUVRE ET EXPLOITATION DES DONNEES

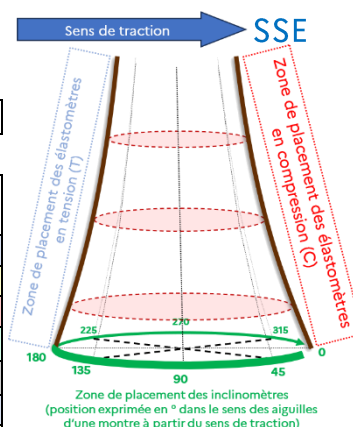
Le schéma ci-contre indique le sens de traction ainsi que la position des capteurs sur l'arbre. Le facteur de sécurité de base (SIA) est la valeur de référence calculée d'après les caractéristiques de l'arbre en tronc plein et du site étudié. Les facteurs de sécurité de chaque capteur sont calculés à partir des données du test de traction et comparés au SIA. Les écarts exprimés en pourcentage indiquent les pertes ou gains de réserves mécaniques.

<b>Facteur de sécurité de base (SIA)</b>	<b>12,6</b>
--	-------------

	Capteur	Hauteur (m)	Position	Facteur de sécurité	Ecart / SIA (%)
Flexion du tronc	Elastomètre bleu	0,58	T	3,0	-77%
	Elastomètre jaune	1,13	T	4,0	-68%
	Elastomètre rouge	1,62	C	8,9	-29%
	Elastomètre noir			7,3	-42%
Basculement	Inclinomètre bleu	0	300	2,1	-83%
	Inclinomètre jaune	0	80	1,7	-86%
	Inclinomètre vert	0	160	3,3	-73%
	Inclinomètre noir	0	210	2,7	-78%



Distribution annuelle de la direction des vents dominants



Les facteurs de sécurité de rupture du tronc montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 77%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (3,0) est supérieur à la valeur de référence de 1.5, ce qui représente une marge correcte.

Les facteurs de sécurité de basculement montrent une perte importante pour la valeur la plus basse, correspondant à une diminution des réserves mécaniques de 86%. Néanmoins, le facteur de sécurité calculé en ce point (1,7) est supérieur à la valeur de référence de 1.5, ce qui représente une marge faible.

## SYNTHESE SUR L'ETAT DE L'ARBRE ET PRECONISATIONS

Le maintien en l'état du sujet est préconisé, après réduction en hauteur de 4 mètres et avec une surveillance mécanique par test de traction à 2 ans (avant le 25/08/2027).

The page features a central dark green rectangular area. Above and below this area are stylized leaf shapes in shades of green and orange. The number '3.' is centered within a white circle on the green background.

3.

# ANNEXES

# Diagnostic approfondi

## Test de traction

### Comment évaluer si un arbre est dangereux ?

Au cours de son existence et en fonction de son implantation, l'arbre subit de nombreuses agressions qui peuvent engendrer, au fil du temps, des défauts physiologiques et biomécaniques plus ou moins graves. L'arbre, selon l'essence, réagit différemment aux diverses agressions. Les premiers signes visibles externes permettent d'établir un premier diagnostic.

Les symptômes de faiblesse sanitaire, physiologique et biomécanique sont relevés et identifiés : maladies foliaires, insectes, branches mortes, champignons, pourritures, cavités.

### LIMITE DE L'ETUDE

L'arbre est un organisme vivant en constante évolution soumis à de multiples interactions avec d'autres organismes commensaux ou parasites et avec son environnement extérieur. Le diagnostic est réalisé à l'instant T en recourant aux connaissances disponibles et aux instruments existants à cet instant. Les observations et les analyses des états physiologique, sanitaire et biomécanique de l'arbre effectuées par l'expert pour établir le diagnostic sont assujetties aux moyens d'investigations mis en œuvre, à la saison d'observation et à l'état apparent des agents parasites et lignivores. Toutes les antériorités de la vie de l'arbre ne peuvent pas être décelées lors du diagnostic, notamment lors de l'éventuel récit des antécédents par un ou plusieurs sachants.

De nombreux facteurs externes à l'arbre peuvent influencer sur son état et rendre caducs, *a posteriori*, les résultats du diagnostic :

- facteurs climatiques : vent violent, orage, neige, verglas, sécheresse, canicule, etc...
- facteurs anthropiques : travaux de terrassement, taille inadaptée, blessures, modifications de l'environnement, etc...

Compte tenu des caractéristiques du diagnostic énoncées, sa fiabilité est limitée dans le temps et suppose la mise en œuvre de suivis physiologiques, sanitaires et biomécaniques réguliers. La durée de validité du diagnostic sera comprise entre un et trois ans, voire exceptionnellement 5 ans, dans des conditions normales l'évolution.

### Etat physiologique

Afin d'appréhender de manière globale l'état de l'arbre et sa capacité à réagir à un défaut ou une agression extérieure, une observation de l'état général de l'arbre est faite depuis le sol, hors excavation racinaire, par un expert habilité.

Les symptômes de faiblesse de l'arbre sont relevés et précisés.

L'état physiologique de l'arbre complète le diagnostic de tenue mécanique.



### Recherche et localisation des défauts de structure

Le diagnostic approfondi est obtenu en combinant :

- le diagnostic visuel et sonore pour la recherche de défauts et indices d'altération (méthode VTA). Une identification des agents lignivores est effectuée si des fructifications sont visibles et suffisamment développés lors de l'observation ;
- le diagnostic outillé permettant de confirmer la présence d'un défaut de structure et de tenue mécanique au niveau racinaire.

### Les grands principes

La méthode du test de traction consiste à voir en l'arbre un modèle (comme un bâtiment) et de le soumettre à une charge. A l'aide d'appareils de mesures, la réaction de l'arbre (déformation des fibres de bois et soulèvement du plateau racinaire) est enregistrée en temps réel.

L'objectif est de tester l'ancrage de l'arbre dans des conditions de vent violent, voir de tempête, en tenant compte de son environnement.

L'analyse en temps réel des déformations permet d'interrompre instantanément le test au cas où les seuils d'alerte sont atteints. De ce fait tout dégât aux arbres est évité.

A la fin du test la sensibilité des appareils permet de vérifier systématiquement si l'arbre est revenu dans sa position initiale. Il s'agit donc d'un test non destructif.

# méthodologie

### La mise en oeuvre

L'ensemble du matériel est constitué d'une unité centrale relié à un PC, d'appareils de mesure, d'élingues, de câbles, de cordes statiques et d'un tirefort.

Une élingue est posée sur le tronc à une hauteur déterminée sur site.

Un câble en liaison avec un tirefort par l'intermédiaire d'un dynamomètre est fixé à l'élingue. Le tirefort est ancré à un point fixe (présent sur site ou à prévoir) résistant à l'arrachement (3,5 t).

Sur les points détectés les plus fragiles du tronc, sont fixés des élastomètres mesurant la déformation des fibres du bois.

Au niveau du collet sont positionnés, des inclinomètres permettant de mesurer les mouvements du plateau racinaire.



### L'analyse des résultats

Le premier rendu s'exprime sous la forme d'un facteur de sécurité.

Un second rendu plus visuel est proposé sous forme graphique, permettant de voir dans quelle zone de dangerosité se situe l'arbre.



A l'issu du diagnostic approfondi, une fiche individuelle détaille de façon exhaustive pour chacun des arbres son fonctionnement, physiologique, son état sanitaire, sa dangerosité et les possibilités de correction des défauts de tenue mécanique. Des préconisations de gestion sont proposées (travaux, suivi, etc.) ainsi que l'urgence de leur mise en oeuvre.



**ONF Vegetis**

**Siège ONF Vegetis**  
Chemin des Mazes  
77140 NEMOURS



[onf-vegetis.fr](http://onf-vegetis.fr)