

## Impact de la saignée sur le comportement mécanique des troncs de deux clones d'hévéa

ENGONGA EDZANG Arnauld<sup>1,2</sup>, GRIL Joseph<sup>1,2</sup>, MOUTOU PITTI Rostand<sup>2,3</sup>,  
BADEL Eric<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Université Clermont Auvergne, INRAE, PIAF, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>2</sup>Clermont Auvergne Université, CNRS, Clermont Auvergne INP, Institut Pascal, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>3</sup>CENAREST, IRT, Libreville, Gabon

[arnauld.engonga-edzang@inrae.fr](mailto:arnauld.engonga-edzang@inrae.fr)

**Mots clefs :** *Hevea brasiliensis* ; croissance ; saignée ; rigidité de flexion ; rupture ; vent

### Contexte et objectifs

L'hévéa (*Hevea brasiliensis*) ou arbre à caoutchouc est la principale source de production de latex naturel répondant à la plupart des besoins mondiaux en caoutchouc. L'hévéaculture représente à ce jour près de 15 millions d'hectares de plantation à travers le monde, pour une production de plus 14 millions de tonnes. Pour récolter le latex, on utilise la méthode dite de la « saignée » qui consiste à sectionner les cellules laticifères situées en-dessous de l'écorce afin de laisser couler le latex. Cette production est fortement impactée par la sensibilité de certains clones à la casse au vent (Nicolas 1990) qui entraîne la réduction du nombre d'arbres exploitables dans les plantations. On estime à près de 40% les pertes dues à la casse au vent des arbres sur une période de 30 ans correspondant à la durée d'exploitation d'une plantation (Clément-Demange et al 1995). Ces pertes tendent à être accentuées par la mise en saignée des arbres. En effet, ce protocole génère un puits de carbone additionnel pour l'arbre et a pour conséquence la réduction de la croissance de ce dernier (Gohet 1996, Silpi et al 2006). On explique souvent les différences de sensibilité à la casse au vent des clones d'hévéa par la compétition entre la production de latex et la croissance (Silpi et al 2006). En d'autres termes, les métabolismes de l'arbre destinés à la croissance sont détournés afin de compenser la production intense et répétée de latex induite par la saignée. Il s'en suit une très forte réduction de la croissance radiale de l'arbre comparativement à la croissance en hauteur qui est moins affectée (Fourcaud et al 1998). Ainsi, les réponses de croissance se traduisent par une modification du rapport entre croissance radiale et croissance en hauteur, impactant le comportement mécanique de la tige (Petty et Swain 1985). Il faut de plus ajouter que le critère de mise en exploitation qui est basé sur une circonférence des arbres de 50 cm à 1 mètre du sol, peut constituer un facteur de vulnérabilité face au risque de casse pour certains clones. Cette norme ne tient pas compte de la vitesse de croissance propre à chaque clone, certain pouvant atteindre cette circonférence tout en produisant du bois avec de faibles propriétés mécaniques (Engonga et al 2024). Cette inadéquation entre le critère de mise en saignée et les caractéristiques mécaniques de l'arbre peut ainsi accroître la sensibilité de certains clones à la casse au vent. Dans le cadre de ce travail, on s'intéresse aux conséquences de la saignée sur le comportement mécanique des arbres et le bénéfice en termes de sensibilité à la casse que pourrait avoir de retarder celle-ci. Pour ce faire, nous avons mis en place une expérimentation dite de « retard de la saignée ou retard d'exploitation ». Ce dispositif a été couplé à des essais mécaniques de flexion sur pied pour évaluer la rigidité de flexion (EI) et le module d'élasticité (MOE) des arbres au terme de la période de retard.

## Matériel et méthode

Les expérimentations ont été menées dans des plantations d'hévéas de la SOGB (Société des Caoutchoucs de Grand-Béréby) au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire ( $4^{\circ}40'41.4''N$ ,  $7^{\circ}5'28.7''O$ ) et celle de la SAPH (Société Africaine de Plantations d'Hévéas) au Sud-Est de la Côte d'Ivoire ( $5^{\circ}30'7.3''N$ ,  $3^{\circ}30'40.1''O$ ). Ces essais ont été réalisés sur deux clones réputés sensibles à la casse au vent : le clone IRCA825 et le clone PB314. Le dispositif complet de cet essai est constitué de 20 paires d'arbres de chaque clone, soit 2 traitements : 20 arbres saignés (S) et 20 arbres témoins non saignés (NS). Ces paires jumelles ont été sélectionnées côte-à-côte et sur la même ligne (Fig. 1) avec  $50 \pm 3$  cm de circonférence à 1 m du sol comme critère d'appariement. Après la mise en place de l'essai en mars 2021, un suivi de croissance des arbres (2 fois/an) a été effectué jusqu'à la fin de la période de retard en mars 2024.

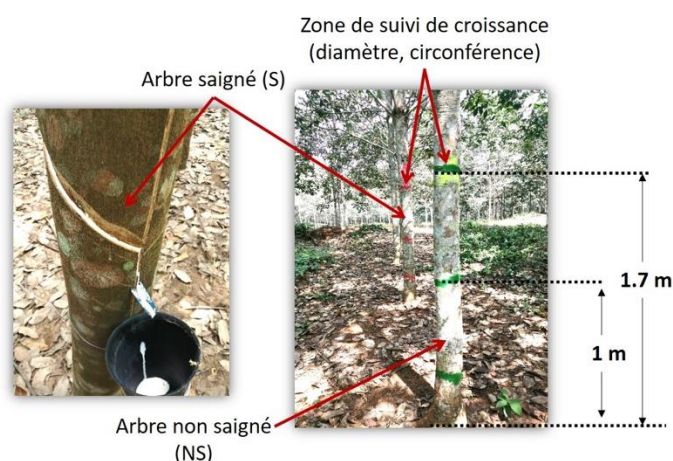


Fig. 1 : Dispositif expérimental de l'essai de retard de la saignée. Deux modalités de traitement : des arbres saignés appariés avec des arbres témoins non saignés.

Des essais de flexion sur pied ont été effectués après 3 ans de suivi de croissance, pour caractériser la rigidité de flexion  $EI$  des troncs issus des deux traitements (S et NS), leur module d'élasticité MOE et leur contrainte de rupture  $\sigma_r$ . Ils ont été réalisés à l'aide d'un ensemble d'équipements constitués d'un câble synthétique placé dans le houppier (à environ 7 m) de l'arbre à tester, d'un dynamomètre enregistrant la force et d'un tire-câble ancré au pied d'un autre arbre et permettant de tendre le câble (Fig. 2). Les déformations induites par la flexion de la tige sont mesurées à l'aide de capteurs de déformation (élastomètre) placés sur le tronc et issus du système de mesure PICUS TreeQinetic (Engonga et al 2022). Pour l'analyse des données de ces essais nous sommes appuyés sur la méthode d'analyse décrite par Engonga et al (2022).

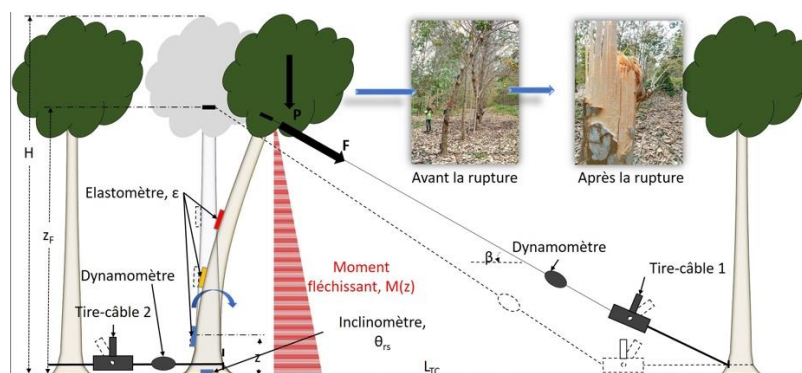


Fig. 2 : Schéma du test de rupture indiquant la disposition des capteurs. Ici, les élastomètres sont placés du côté tendu de la tige en flexion. L'inclinomètre à la base de la tige mesure la rotation ( $\theta_{rs}$ ) du système racine-sol. Un second tire-câble est placé à la base de l'arbre pour limiter cette rotation.

## Résultats et discussion

Le suivi de croissance nous a permis d'observer l'impact de la saignée sur la croissance secondaire. Les Fig. 3 et Fig. 4 présentent l'évolution de la croissance secondaire des arbres chez les clones IRCA825 et PB314. Chez le clone IRCA825 (Fig. 3), on observe une différence de croissance +51% entre les arbres NS (soit une croissance de  $4,8 \pm 1,7$  cm en diamètre) et S (soit une croissance de  $3,2 \pm 1,1$  cm en diamètre) après 3 ans de traitement. Cette différence de croissance entre les deux traitements montre bien que la saignée réduit la croissance secondaire des arbres. Des observations similaires ont été faites chez le clone PB314 (Fig. 4), avec une différence de croissance +104% entre les arbres NS (soit une croissance de  $2,6 \pm 1,2$  cm en diamètre) et S (soit une croissance de  $1,3 \pm 1,1$  cm en diamètre) sur la même période.

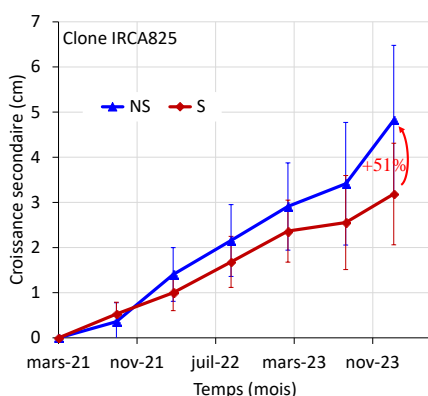


Fig. 3 : Croissance secondaire moyenne du clone IRCA825 après 3 ans de traitement (mesure du diamètre à 1,7 m)

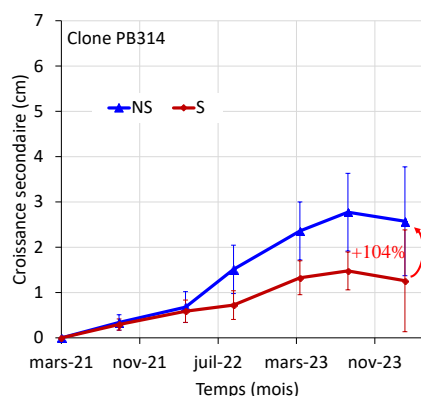


Fig. 4 : Croissance secondaire moyenne du clone PB314 après 3 ans de traitement (mesure du diamètre à 1,7 m)

Les différences de croissance secondaire observées se traduisent par une plus forte rigidité de flexion (EI) des arbres NS comparativement aux arbres S. Les graphiques de la Fig. 5 montrent des différences de EI entre les arbres NS et S de l'ordre de 87% chez le clone IRCA825 et de 34% chez le clone PB314.

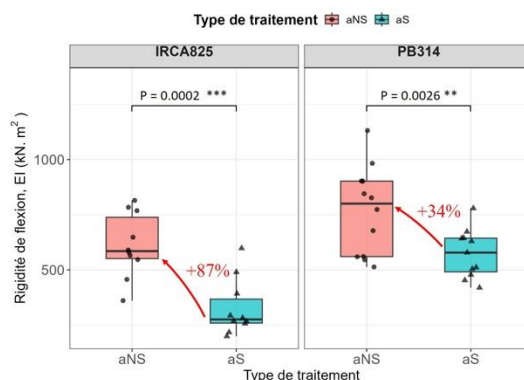


Fig. 5 : Comparaison de la rigidité de flexion mesurée à 1,7 m sur des arbres issus des traitements NS et S, chez les clones IRCA825 (à gauche) et PB314 (à droite). (\*) différence significative.

L'analyse des effets de la saignée sur les propriétés mécaniques du bois vert révèle des différences relativement similaires entre les deux clones étudiés en ce qui concerne MOE. En effet, la comparaison du MOE (Fig. 6) entre les arbres NS et S montre des écarts de l'ordre de 17% chez le clone IRCA825 et de 15% chez le clone PB314. Il est toutefois important de noter que, pour les deux clones, la contrainte à la rupture (Fig. 7) ne présente aucune différence significative entre les arbres issus des deux traitements (NS et S). Ces variations, bien que

modestes, suggèrent une influence potentielle de la saignée sur les propriétés élastiques du bois de ces clones sans nécessairement affecter la résistance à la rupture.

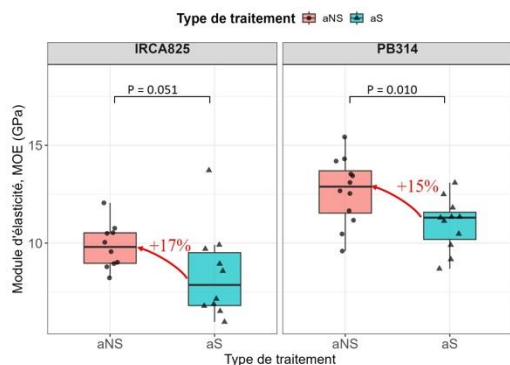


Fig. 6 : Comparaison du module d'élasticité mesurée à 1,7 m sur des arbres issus des traitements NS et S, chez les clones IRCA825 (à gauche) et PB314 (à droite).

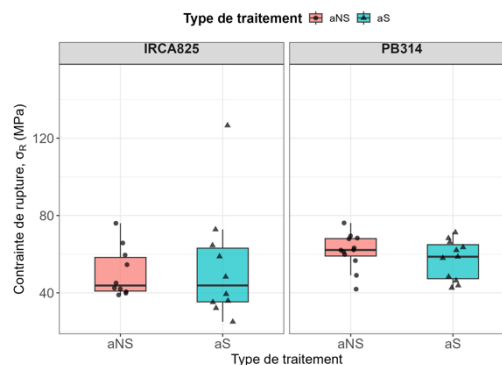


Fig. 7 : Comparaison de la contrainte à la rupture mesurée sur des arbres issus des traitements NS et S, chez les clones IRCA825 (à gauche) et PB314 (à droite).

## Conclusion

Cette étude a permis de confirmer que la saignée agit comme un puits de carbone, entraînant une réduction significative de la croissance secondaire chez les clones IRCA825 et PB314. Cette diminution de la croissance se manifeste au niveau mécanique par une rigidité de flexion réduite. La saignée affecte aussi les propriétés élastiques du bois vert, notamment le module d'élasticité mais aucun effet a été relevé sur la contrainte à la rupture. En conclusion, les résultats présentés suggèrent qu'un report de la mise en saignée pourrait améliorer de manière substantielle la rigidité de flexion des arbres de ces deux clones et leur sensibilité à la casse au vent, contribuant ainsi à une meilleure stabilité et longévité des plantations.

## Remerciements

Ces travaux font partir du projet « Vent debout » financé par l'IFC (Institut Français du Caoutchouc) et les sociétés membres Michelin, SIPH et Socfin. Nous remercions particulièrement les directions des plantations SOGB et SAPH-Bongo en Côte d'Ivoire pour l'appui logistique sur les plantations. Nous remercions également le projet ANR PRCE DIAMWOOD et le PEPS CNRS FutureVieuxBois pour l'aide à la mobilité accordée pour la participation aux journées du GDR Bois.

## Références

Clément-Demange A, Nicolas D, Legnaté H, Rivano F, Le Guen V, Gnagne M.Y, Chapuset T, (1995) Hévéa: stratégies de sélection. Plantations, recherche, développement 2, 5– 19.

Engonga Edzang A.C, Niez B, Heim L, Fourcaud T, Gril J, Moulia B, Badel E (2022) Wind safety of rubber trees in plantation: methodological analysis of bending experiments on inclined standing trees. Bois & Forêts des Tropiques 354, 65–77. <https://doi.org/10.19182/bft2022.354.a36912>.

Edzang AE, Pitti RM, Kouassi D, et al (2024) Interclonal variability in sensitivity to wind breakage: Comparative analysis of the mechanical behaviour of stems of two Hevea clones. For Ecol Manage 562:. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121934>

Fourcaud T, Clément-Demange A, Costes E, Gnagne M (1998) Description of a simulation approach to investigate wind damage in rubber trees (*Hevea brasiliensis*), in: IUFRO Conference on Wind and Other Abiotic Risks to Forests.

Gohet E, Prévôt J-C, Eschbach J-M, Clément A, Jacob J-L (1996) Clone, croissance et stimulation, facteurs de la production de latex. Plantations, Recherche, Développement.

Nicolas D (1990) L'hévéa: sa sélection: les effets destructifs du vent sur cet arbre, in: Architecture, Structure, Mécanique de l'arbre. Université de Montpellier 2, pp. 69–79.

Petty J, Swain C (1985) Factors influencing stem breakage of conifers in high winds. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 58, 75–84.

Silpi U, Thaler P, Kasemsap P, Lacoïnte A, Chantuma A, Adam B, Gohet E, Thaniswanyankura S, Améglio T (2006) Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis* trees. *Tree Physiology* 26, 1579–1587.  
<https://doi.org/10.1093/treephys/26.12.1579>.