

CALCUL & SIMULATION NUMERIQUE DE STRUCTURE

ATT : **Monsieur David ANTOINE**
LABORATOIRE D'OCEANOGRAPHIE DE VILLEFRANCHE

FROM: Franck de RIVOYRE

DATE: 30/05/01

Nb of PAGES :

COPIE :

SUBJECT: **PROJET « BOUSSOLE »**
STRUCTURE TUBULAIRE DE BOUEE

REALISE PAR : Frédéric DORAY

VERIFIE PAR : Franck de RIVOYRE

TIRAGE : 3 EXEMPLAIRES
David ANTOINE : 2 Exemplaires
RIVOYRE INGENIERIE : 1 Exemplaire

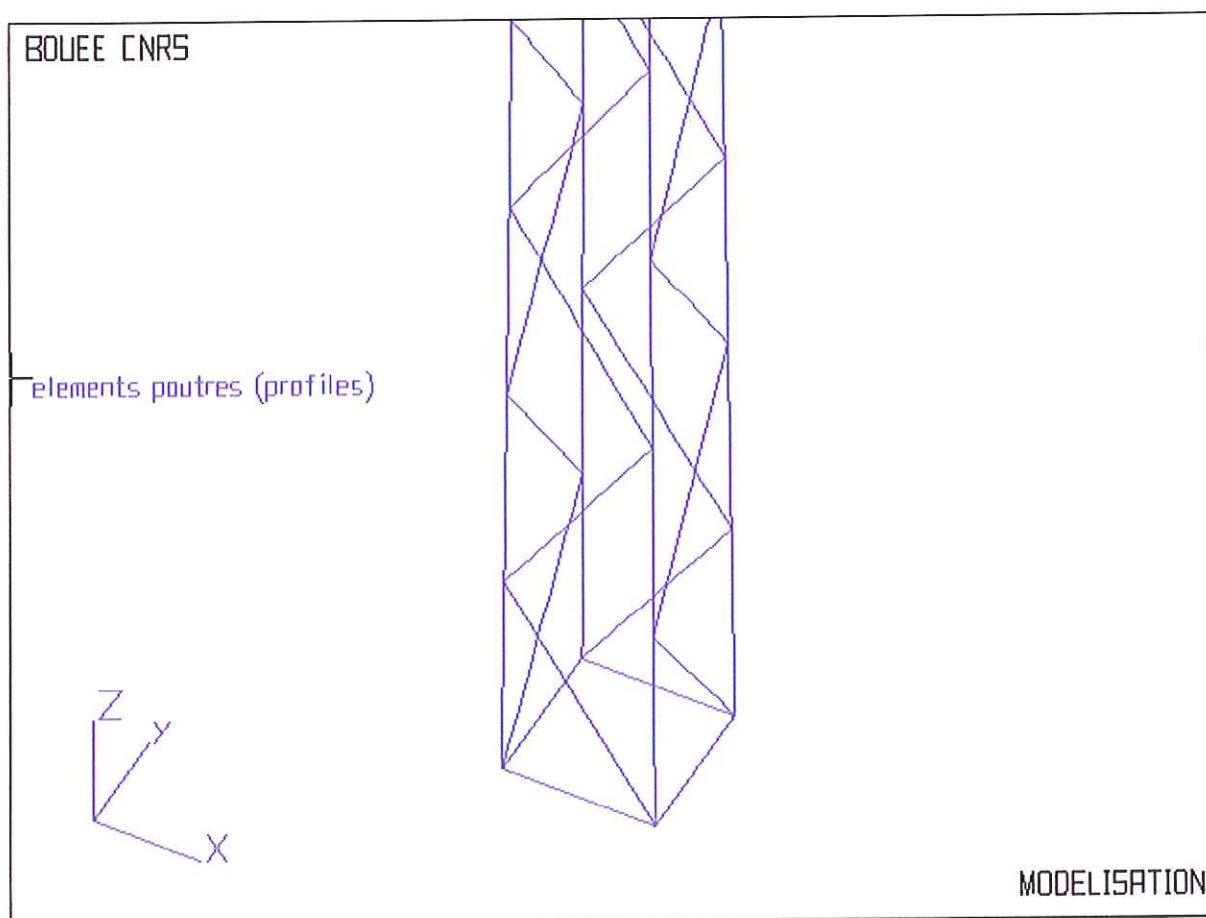
I. OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'objectif de l'étude est de reprendre le dimensionnement d'une structure déjà existante en aluminium et de concevoir un assemblage équivalent, mais en tubes pultrudés carbone. La nouvelle structure doit être de rigidité et de résistance équivalentes à la précédente mais nettement améliorée par rapport à la masse et à la traînée, tant hydro qu'aérodynamique. Les calculs sont de type statique linéaire.

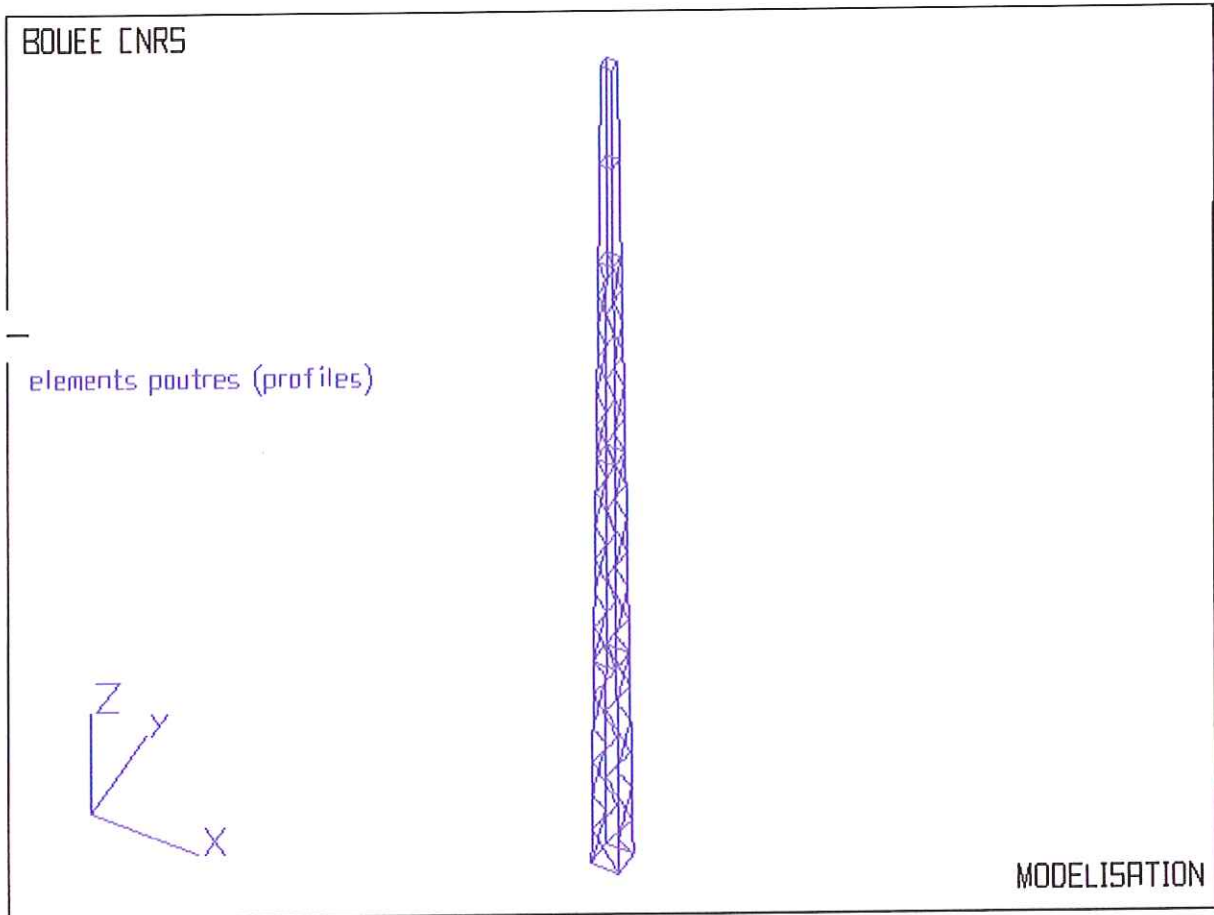
RIVOYRE INGENIERIE - THELEME - 1503 Rte des DOLINES
06560 SOPHIA ANTIPOLIS - FRANCE - T: 33.(0)4.92.96.92.40 F: 33.(0)4.92.96.92.41
Web : www.rivoyre.com Email : contact@rivoyre.com
SARL AU CAPITAL DE 50 000 Fr RCS GRASSE B 353 652 53000026 APE : 742C

II. MODELISATION ELEMENTS FINIS ALUMINIUM :

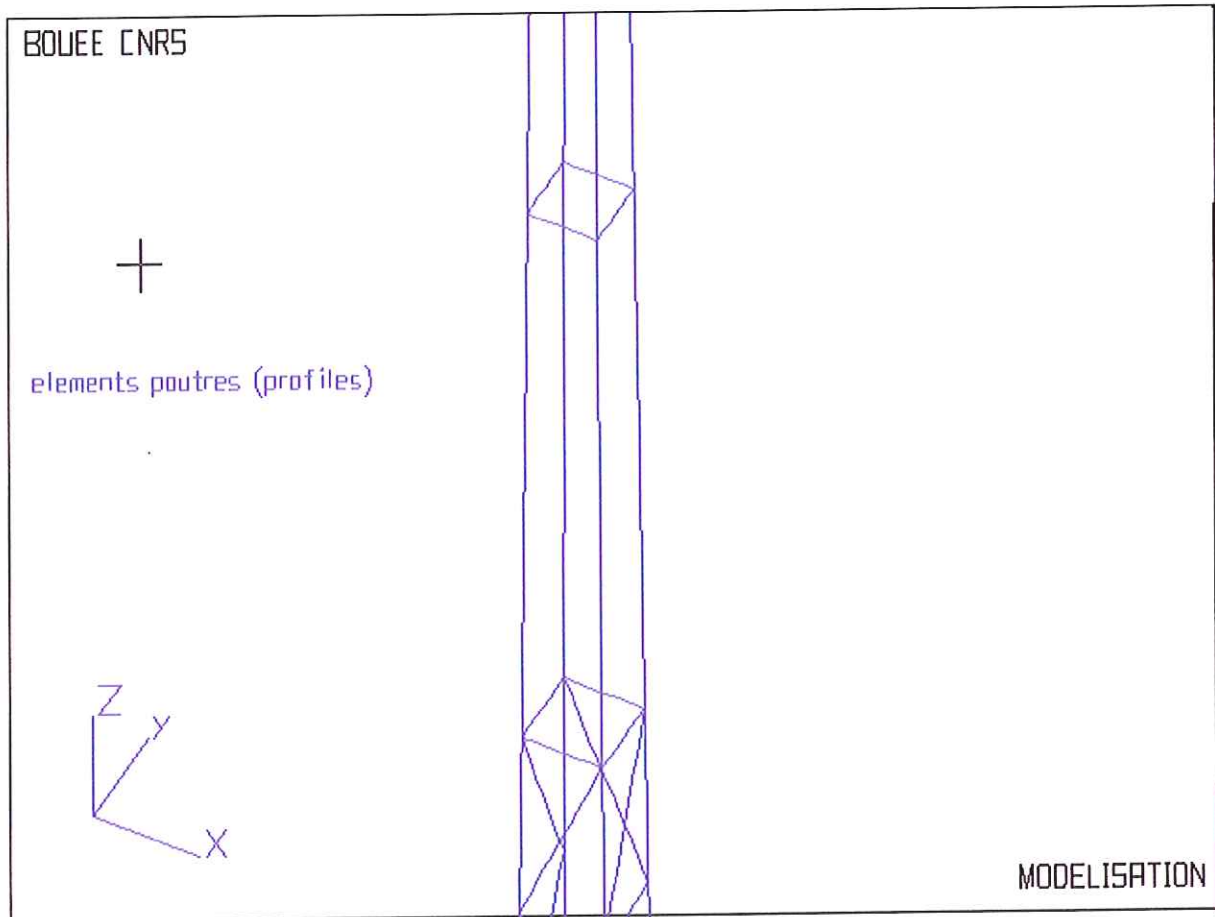
Un modèle éléments finis de la structure aluminium a été créé. Les éléments sont de type « poutre » à 6 degrés de liberté par nœud. Le dimensionnement de chaque profil (sections, inerties et matériau) tel qu'il figure en annexe 1 a été pris en compte. Le modèle est chargé à son extrémité supérieure par un effort de 1 000 DaN (1 tonne) horizontal. Les nœuds d'extrémité inférieures des quatre tubes de rives sont considérés en simple appui.



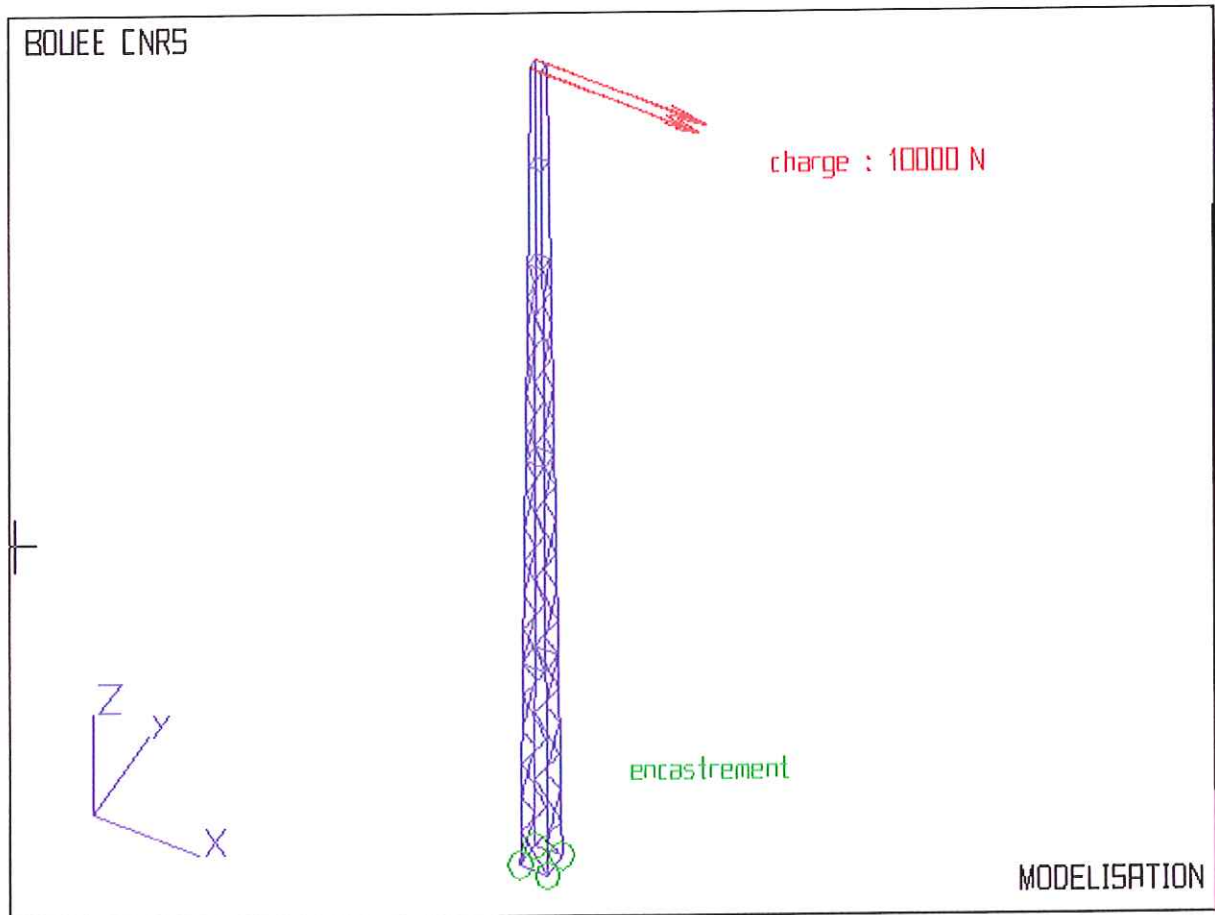
MODELISATION – DETAIL BAS



MODELISATION – VUE GENERALE



MODELISATION – DETAIL HAUT

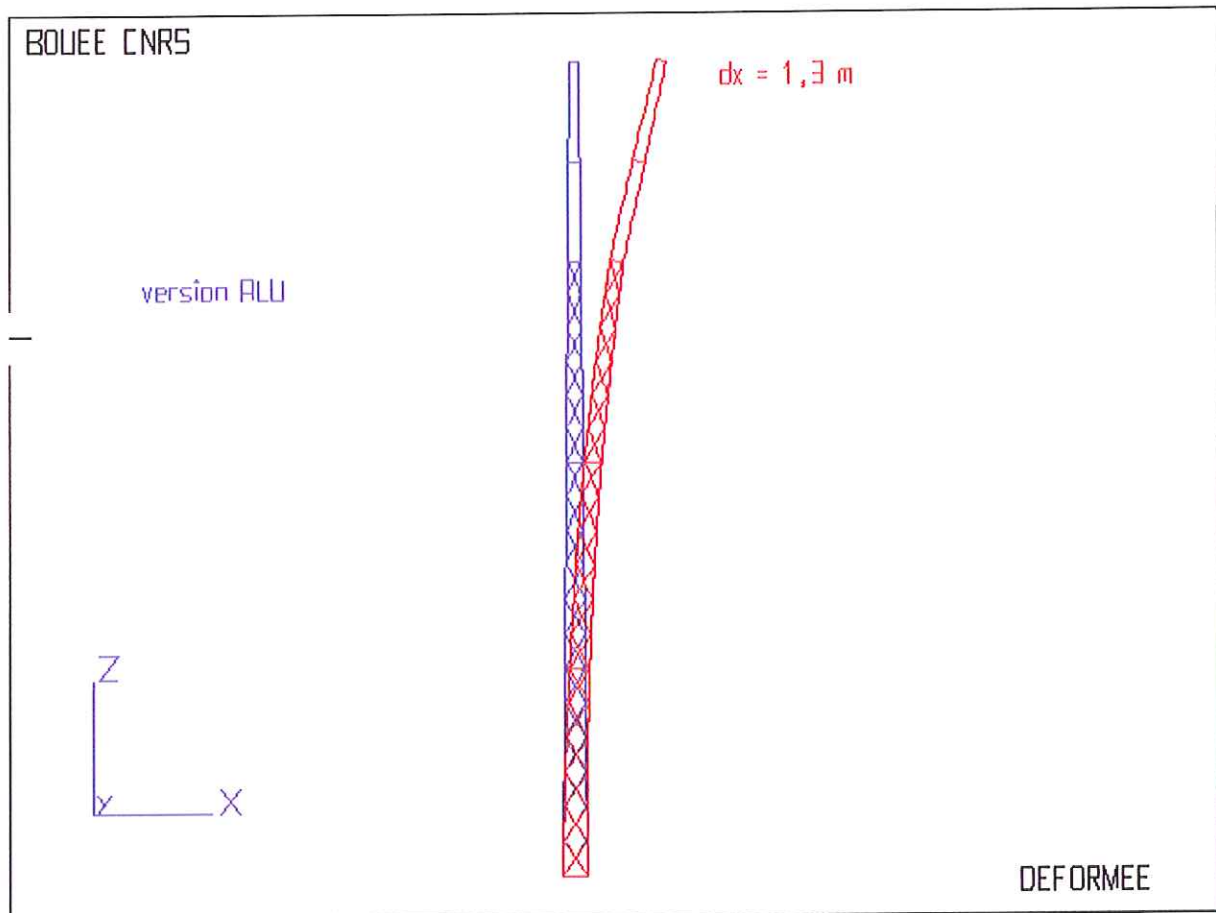


VISUALISATION DU CHARGEMENT ET DES CONDITIONS AUX LIMITES

III. VERIFICATION EN DEPLACEMENT- STRUCTURE ALU :

Le calcul permet de visualiser la déformée d'ensemble.

Pour la structure aluminium et le chargement pris en compte, le déplacement de l'extrémité supérieure est de l'ordre de 1,3 m.

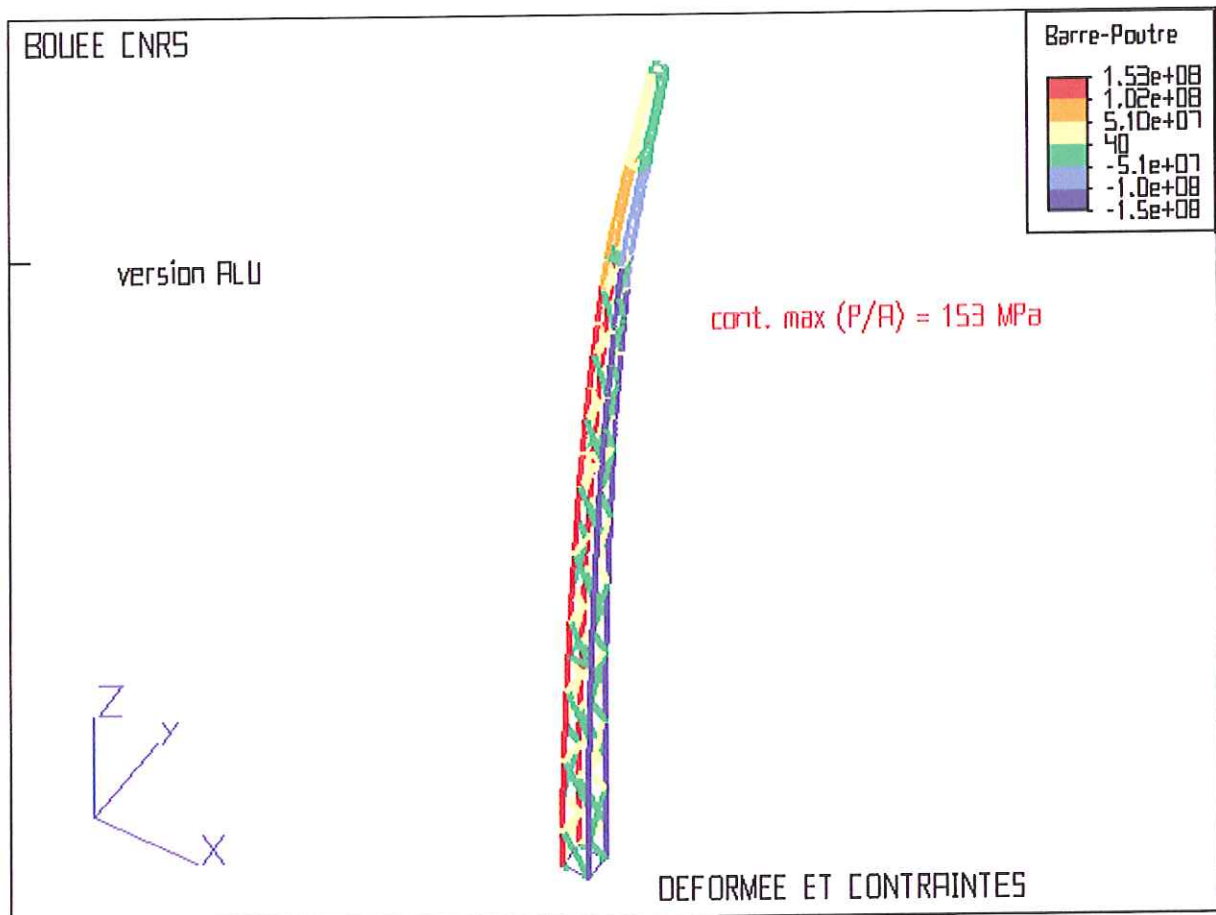


VISUALISATION DE LA DEFORMEE STRUCTURE ALUMINIUM

IV. VERIFICATION EN CONTRAINTES - STRUCTURE ALU :

IV.1 Contraintes axiales

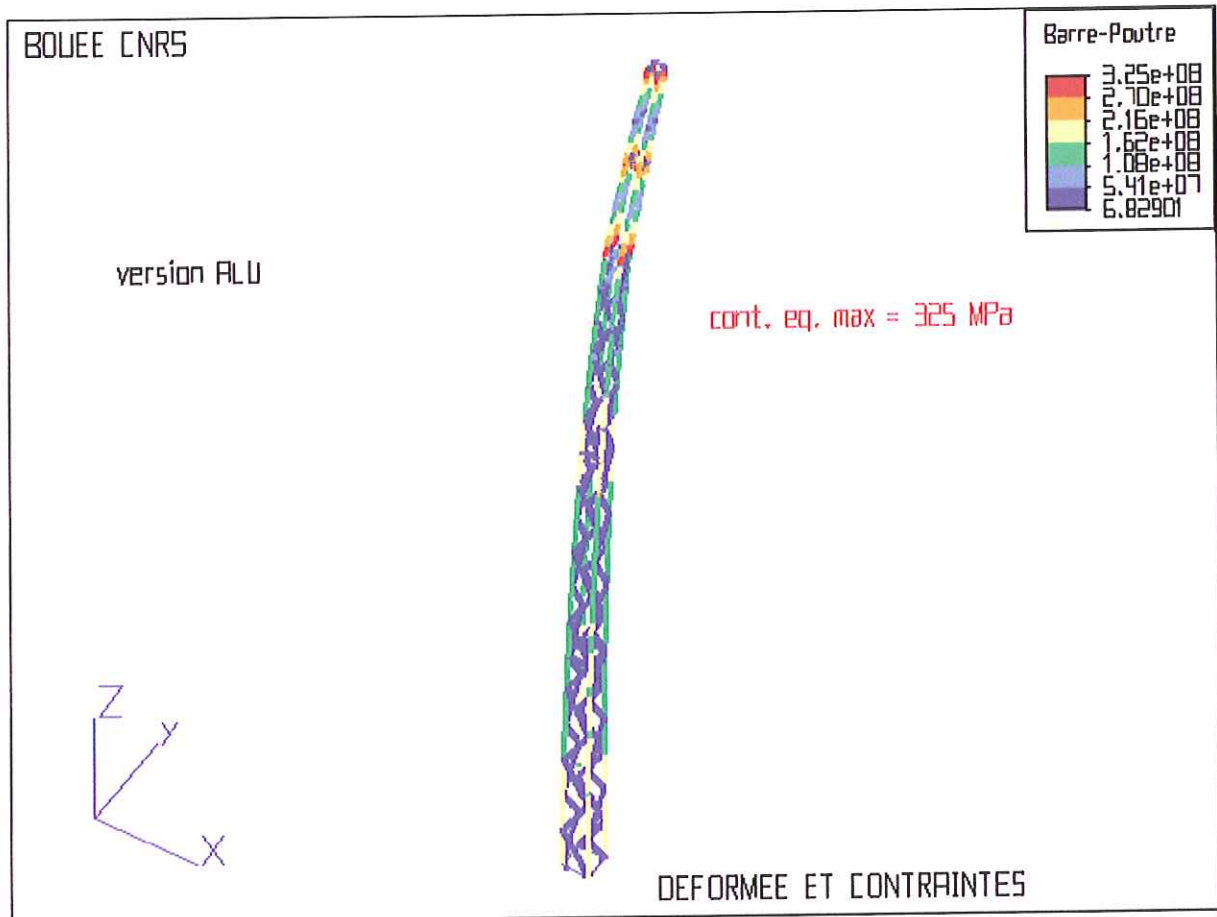
Le calcul permet de visualiser les contraintes mécaniques internes à chaque tube.
Les contraintes maximales axiales, tant sur les tubes de rive en compression, qu'en traction, sont de l'ordre de 153 Mpa, soit de l'ordre de la limite élastique d'un aluminium assez performant. Ces valeurs sont supérieures à la limite élastique d'un aluminium standard.



VISUALISATION DES CONTRAINTES AXIALES DANS LES TUBES STRUCTURE ALUMINIUM

IV.2 Contraintes combinées « traction/flexion »

Au niveau des tubes de rive de la partie supérieure, le fait qu'elles soient non « croisillonnées » implique que chaque tube travaille indépendamment les uns des autres en flexion. Cette flexion induit des contraintes qui se superposent, dans les tubes correspondants, aux contraintes axiales. Les contraintes combinées, sur les tubes de rive supérieures atteignent 325 Mpa. Ces valeurs sont de l'ordre, voir supérieures, aux limites de rupture d'alliages généralement considérés comme performants.



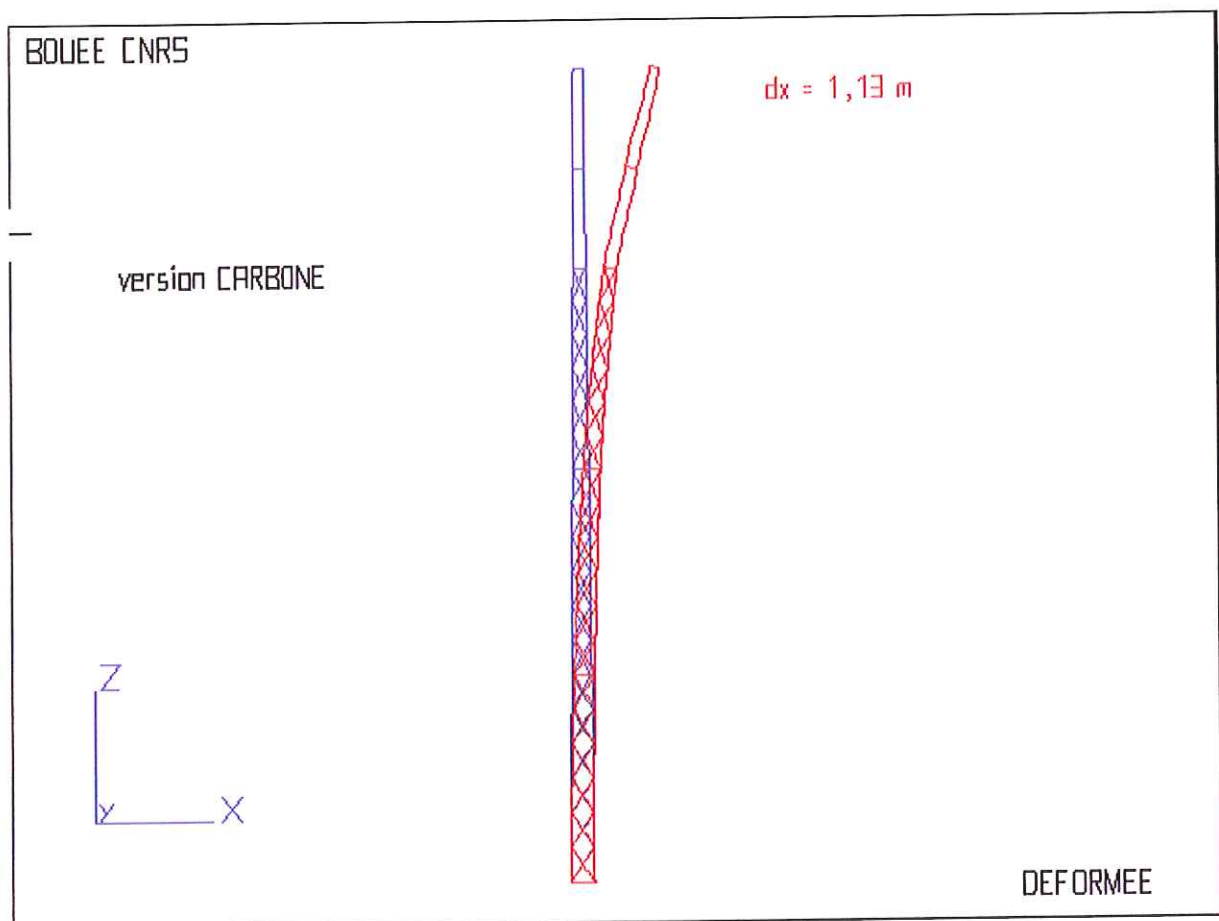
VISUALISATION DES CONTRAINTES COMBINEES DANS LES TUBES STRUCTURE ALUMINIUM

V. MODELISATION ELEMENTS FINIS CARBONE :

Un modèle éléments finis, en tubes pultrudés carbone, reprenant une géométrie strictement similaire a été créé. Les caractéristiques « matériau » et « profilé » nous ont été communiqués par la société Structil. Le dimensionnement complet de la structure carbone figure en Annexe 2. Les conditions aux limites et conditions de chargement restent strictement similaires.

VI. VERIFICATION EN DEPLACEMENT- STRUCTURE CARBONE :

Pour la structure carbone et le chargement pris en compte, le déplacement de l'extrémité supérieure est de l'ordre de 1,13 m. Elle est donc plus raide de 15% environ que l'ancienne structure en aluminium.

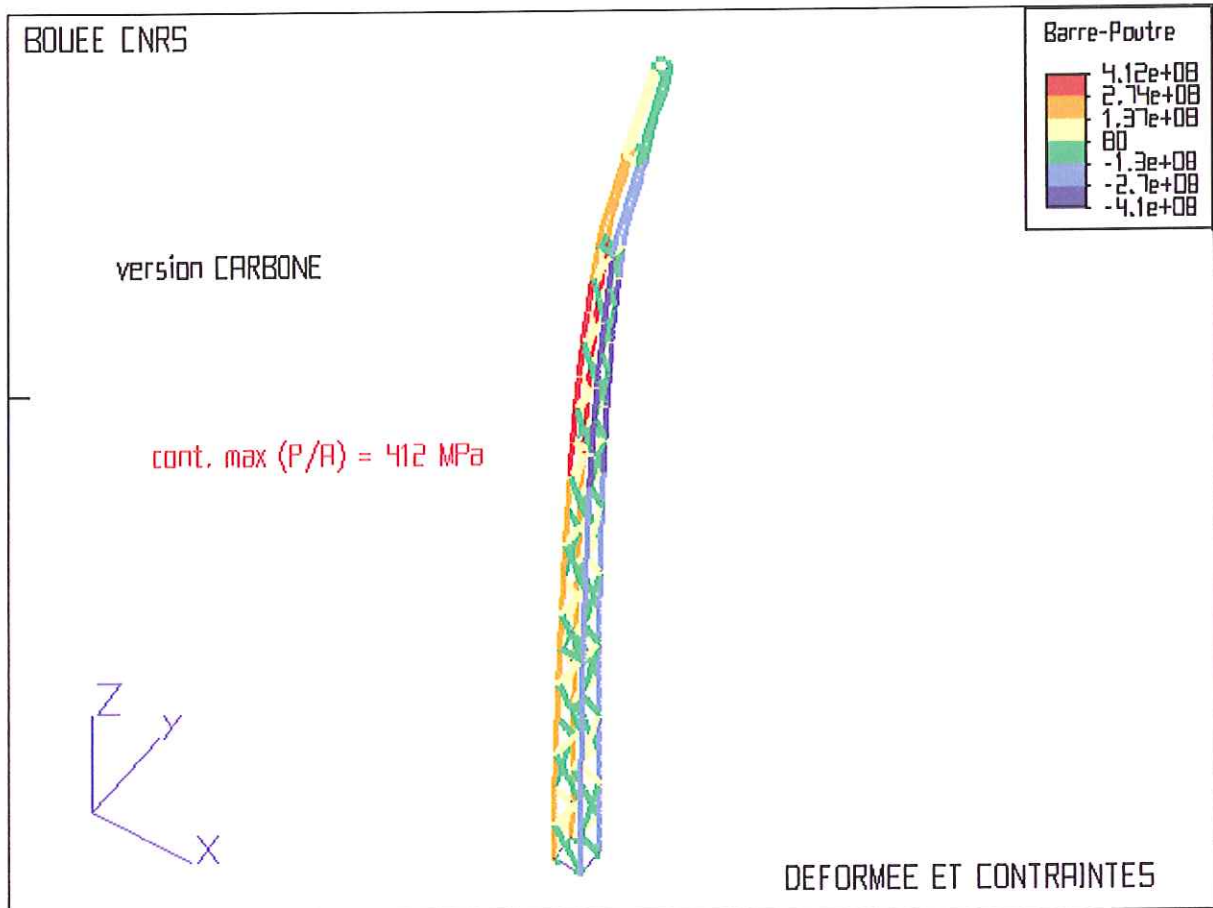


VISUALISATION DE LA DEFORMEE STRUCTURE CARBONE

VII. VERIFICATION EN CONTRAINTES - STRUCTURE CARBONE :

VII.1 Contraintes axiales

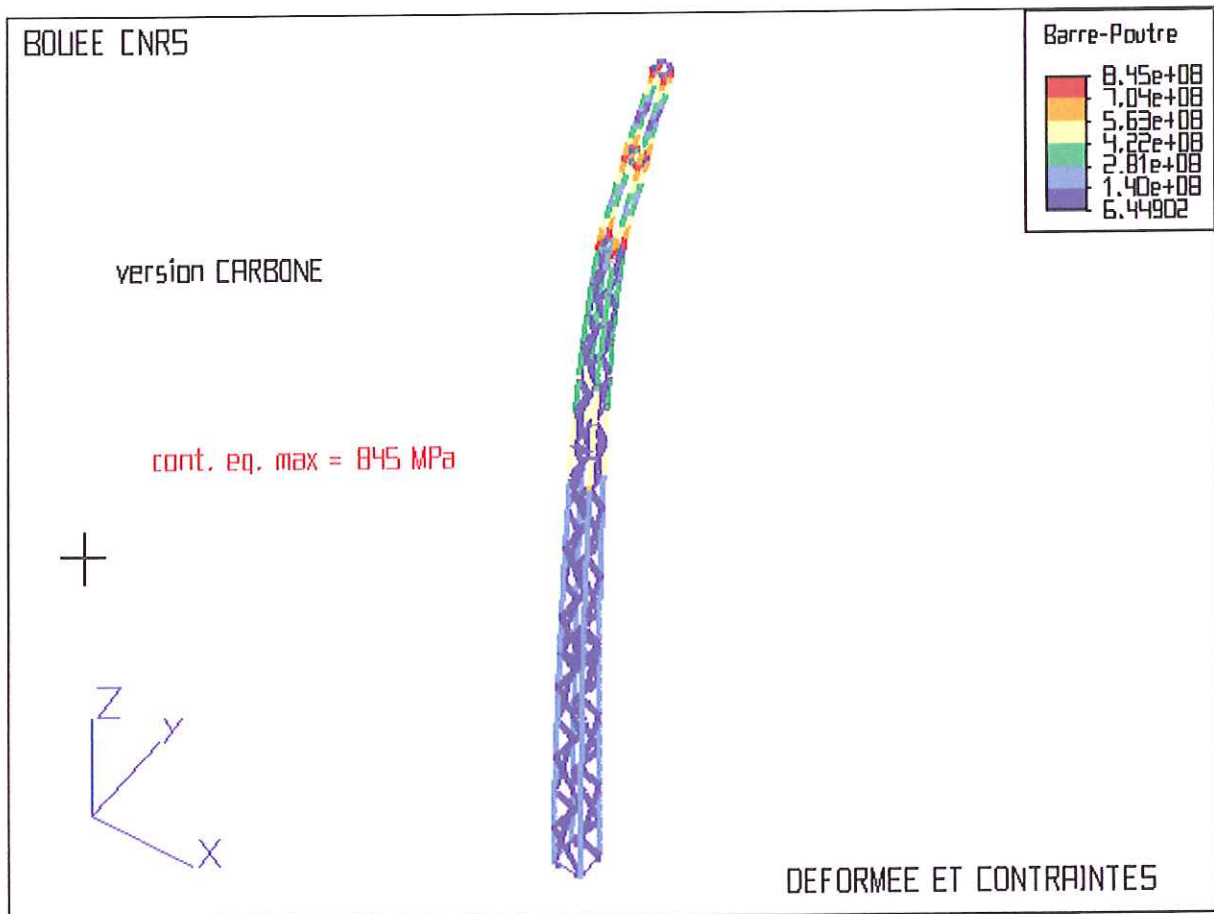
Les contraintes maximales axiales, tant sur les tubes de rive en compression qu'en traction, sont de l'ordre de 412 Mpa. Ces valeurs sont très largement inférieures aux limites de rupture en traction et compression qui sont de l'ordre de 140 à 160 Mpa (source fournisseur)



VISUALISATION DES CONTRAINTES AXIALES DANS LES TUBES STRUCTURE CARBONE

VII.2 Contraintes combinées « traction/flexion »

De façon similaire à la structure aluminium, au niveau des tubes de rive de la partie supérieure, le fait qu'elles soient non « croisillonnées » implique que chaque tube travaille indépendamment les uns des autres en flexion. Cette flexion induit des contraintes qui se superposent, dans les tubes correspondants, aux contraintes axiales. Les contraintes combinées, sur les tubes de rive supérieures atteignent 845 Mpa. Ces valeurs restent inférieures aux limite de rupture en compression des tubes pultrudés (140/160 Mpa).



VISUALISATION DES CONTRAINTES COMBINEES DANS LES TUBES STRUCTURE CARBONE

VIII. EFFORTS AXIAUX :

Le calcul permet de visualiser les valeurs des efforts axiaux. Les efforts de compression maximales atteignent 15 000 DaN sur les tubes de rive inférieurs.

Vérification au flambement :

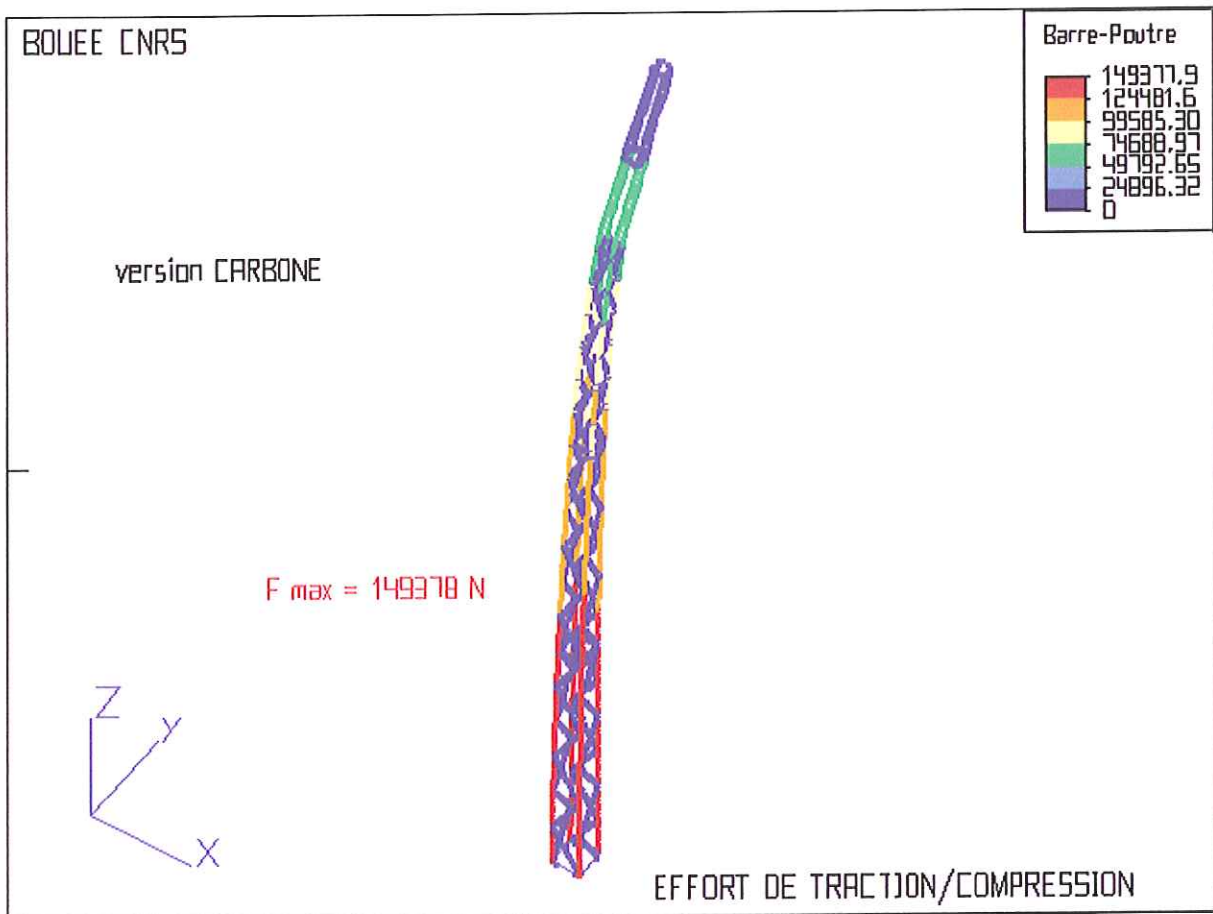
Longueur entre appuis : 1 100 mm

Profil : Ø55 mm x 5 mm

Inertie : 326 600 mm⁴

E : 12 000 DaN/mm²

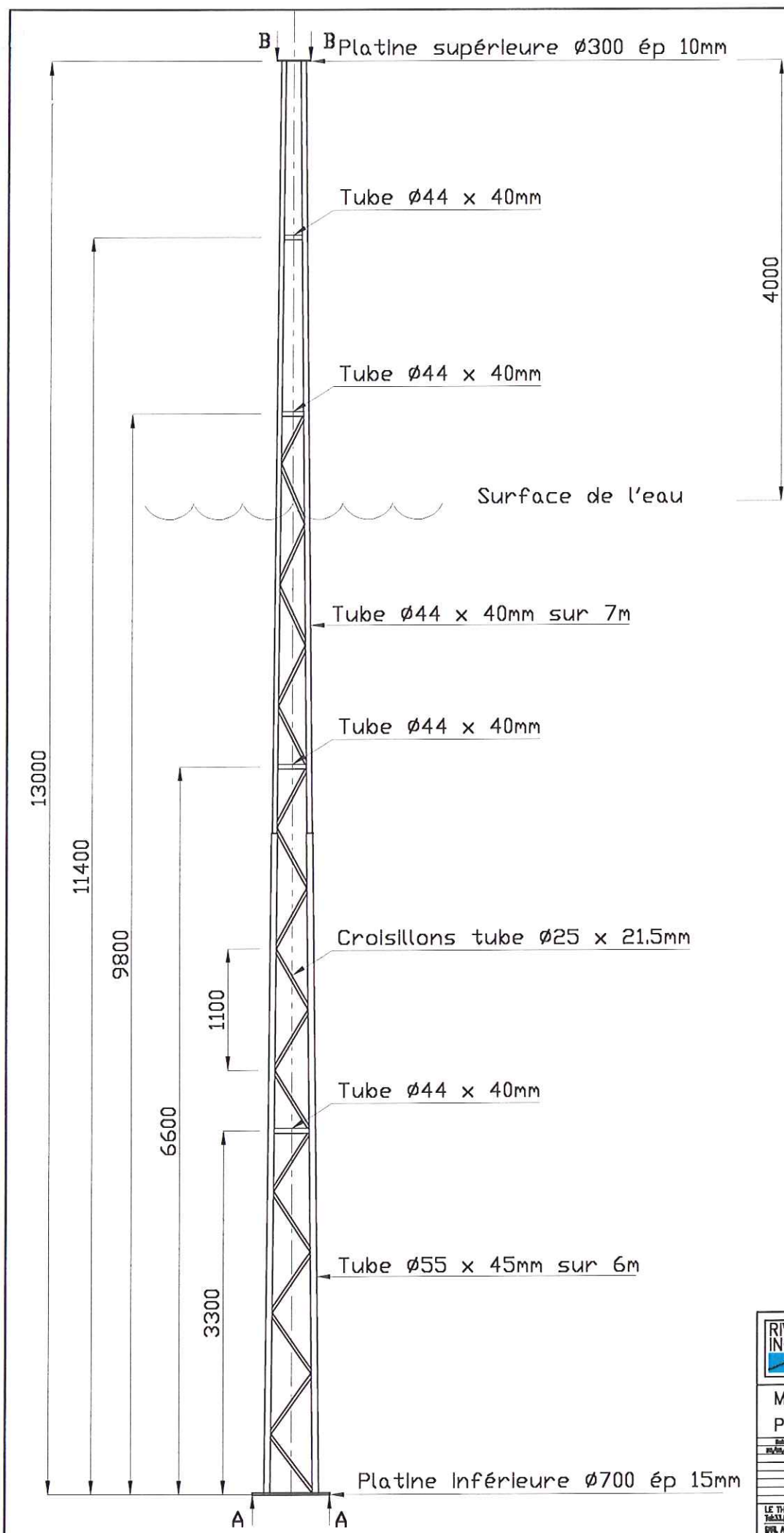
→ Charge critique : 31 900 DaN, soit une marge de sécurité de 2



VISUALISATION DES EFFORTS AXIAUX

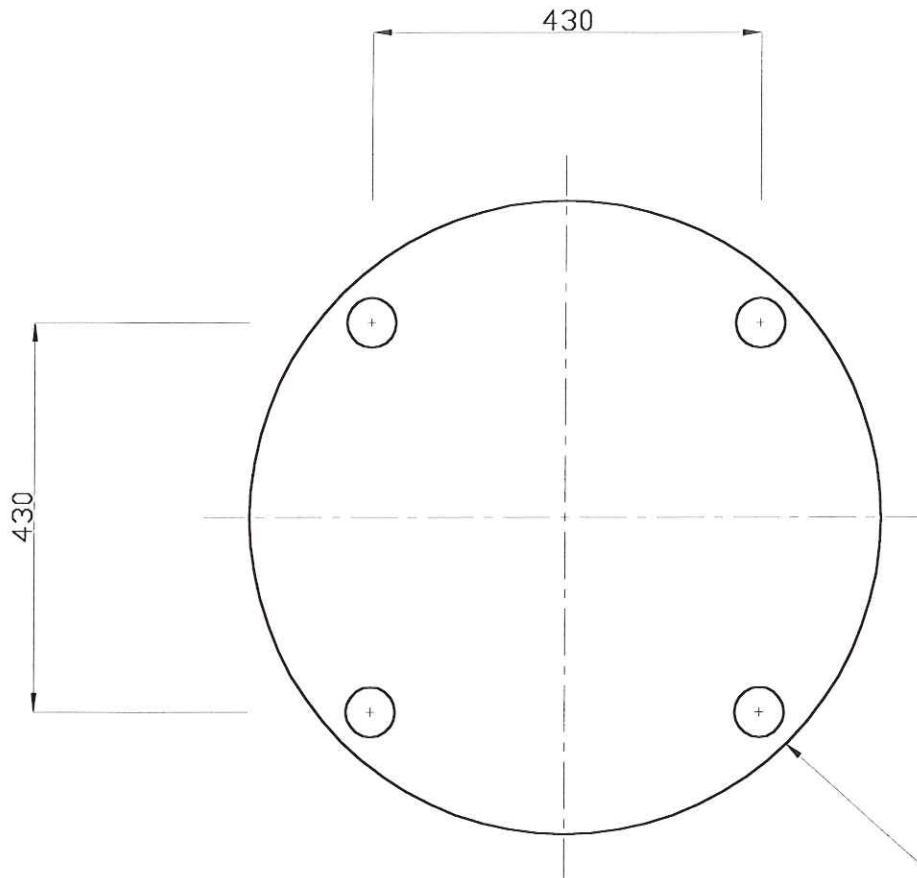
XI. CONCLUSION :

Le modèle carbone est légèrement plus raide et offre davantage de marges de sécurité en résistance. En outre le calcul de la masse du modèle aluminium donne 165 Kg pour 60 Kg environ au modèle carbone. Ceci s'accompagne également d'un net gain en traînée.



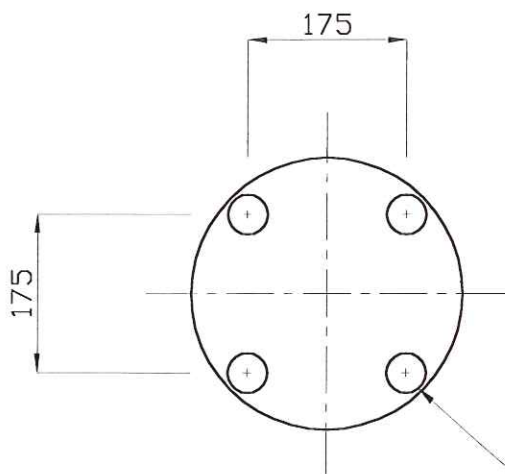
		CALCUL ET SIMULATION NUMERIQUE DES STRUCTURES	
BOUEE PARTIE SUPERIEURE		Ce plan est la propriété de RIVOYRE INGENIERIE Toute reproduction ou utilisation, sans projet cité en référence, est interdite sans notre autorisation écrite	
MODIFICATION STRUCTURE PLAN GENERAL			
Date 14/04/2018	N° de plan 1	Plan : B0-0.1	Ech : 1/50
Distributeur : B.D		A4	
LE THELEME - 1503 ROUTE DES DOLINES - 08540 VILRONNE SOPHIA ANTIPOLIS Tél: 03 24 82 88 89 - Email: contact@rivoyre.com - Fax: 03 24 82 88 81 SVL AU CAPITAL DE 6000 FR - Site: www.rivoyre.com - N° SIRET 39 39 03 03 03 39			

A - A




Platine inférieure $\varnothing 700$ ép 15mm

B - B



Platine supérieure $\varnothing 300$ ép 10mm

RIVOYRE INGENIERIE		CALCUL ET SIMULATION NUMERIQUE DES STRUCTURES	
		BOUEE	
		PARTIE SUPERIEURE	
MODIFICATION STRUCTURE			
PLATINES			
Date	Mise à jour	Ce plan est la propriété de RIVOYRE INGENIERIE	
20/05/2021	1	Toute reproduction ou utilisation, hors projet cité en référence, est interdite sans notre autorisation écrite	
		Plan : BO-0.3	©  A2
		Dessinateur : B.D	Ech : 1/8
LE THELEME - 1503, ROUTE DES DOLINES - 06500 VALDONNE SOPHIA ANTIPOLIS			
18333 (04.92.88.22.45) - Email: contact@rivoyre.com - Fax: (04.92.88.22.41)			
SUIV. AU CAPITAL DE 100000 FR - www.rivoyre.com - N° SIRET: 35 26 83 03 00 28			

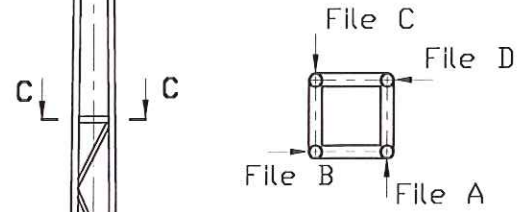
File A

File B

File C

File D

C - C



RIVOYRE INGENIERIE		CALCUL ET SIMULATION NUMERIQUE DES STRUCTURES	
		BOUEE	
		PARTIE SUPERIEURE	
MODIFICATION STRUCTURE			
Date	Mise à jour	Ce plan est la propriété de RIVOYRE INGENIERIE. Toute reproduction ou utilisation, hors projet cité en référence, est interdite sans notre autorisation écrite.	
25/05/2001	1	Plan : BO-0.4	A2
		Destinataire : B.D	Ech : 1/50
LE THELONNE - 1503, ROUTE DES DOLINES - 06560 WILBONNE BOPIA ANTIPOLES 1633 (0)43.82.82.43 - Email: service@rivoyre.com - Fax: (0)43.82.82.41 8918 AU CANTON DE SLODAN FR - Web: www.rivoyre.com - IP: 002: 35 38 83 83 83 83 83			