

Réf :
Affaire n° 2412

CURTISS - WRIGHT

Note de calcul Structures Massifs freins et poulies ORANGE-CARITAT (84)



Document établi par M. CAMPERGUE Yannick
Ingénieur Structures / chargé d'affaires.

Nota : Ce document contient 8 pages.

Labège, le 25 Juillet 2025

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE - PRÉSENTATION :	3
1.1	OBJET DE LA NOTE :	3
1.2	DOCUMENTS DE REFERENCE :	3
1.3	REGLEMENTS UTILISES :	3
1.4	HYPOTHESES DE CALCUL :	3
1.5	HYPOTHESES MATERIAUX :	3
1.6	HYPOTHESES GEOTECHNIQUES :	3
2	MASSIF FREIN :	4
2.1	ETAT DE CHARGEMENT :	4
2.2	VERIFICATION AU GLISSEMENT :	5
2.3	VERIFICATION PORTANCE :	6
2.4	FERRAILLAGE :	6
3	MASSIF POULIE :	6
3.1	ETAT DE CHARGEMENT :	6
3.2	VERIFICATION AU GLISSEMENT :	7
3.3	VERIFICATION PORTANCE :	8
3.4	FERRAILLAGE :	8
4	CONCLUSIONS :	8

1 PRÉAMBULE - PRÉSENTATION :

1.1 OBJET DE LA NOTE :

Cette note a pour objet le dimensionnement structurel des massifs freins et poulies en béton armé du projet de rénovation des systèmes d'arrêts à câble de l'aérodrome d'Orange-Caritat ; ces massifs concernent les seuils 14 et 32 de la piste.

1.2 DOCUMENTS DE REFERENCE :

Les documents de référence ayant servi à l'élaboration de la présente note sont :

- La note technique CURTISS-WRIGHT « Hypothèses et charges appliquées pour dimensionner les massifs en béton » en date du 01 Février 2024 sous le numéro d'étude AE56074DCE.

1.3 REGLEMENTS UTILISES :

Les règles Eurocodes sont utilisées, notamment :

- EC0 - Base de calcul des structures.
- EC1 - Actions sur les structures.
- EC2 - Calcul des structures en béton.
- EC7 - Calcul géotechnique.

Ainsi que les annexes nationales françaises associées. En complément de l'EC2, on utilisera les recommandations professionnelles publiées par la FFB.

1.4 HYPOTHESES DE CALCUL :

Les massifs béton armé sont enterrés et sont sollicités uniquement par leur poids propre et les charges horizontales engendrées par le dispositif de freinage.

Les sollicitations climatiques engendrées par le vent, la neige et le séisme sont négligées.

1.5 HYPOTHESES MATERIAUX :

Béton : suivant plans joints au dossier d'appel d'offres.

Aciers : barres ou treillis soudés du commerce de limite d'élasticité 500MPa.

1.6 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES :

Suivant rapport d'étude géotechnique G2AVP + PRO de GEOTEC n°2024/00660/MARSE, indice 0 du 24/01/2025.

2 MASSIF FREIN :

2.1 ETAT DE CHARGEMENT :

Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif des efforts horizontaux suivant différents cas de charge mis à disposition par CWAS.

	Masse Avion (T)	Vitesse Avion (KTS)	Vitesse Avion (Km/h)	Energie Avion MJ	Effort à la crosse (N)	Effort par massif (N)	Temps d'application de la charge (S)	Commentaire
Cas 1	15	130	241	33,5	147 689	73 844	< 10	Engagement en conditions « standards »
Cas 2	20	160	296	67,8	278 863	139 431	< 10	Engagement en conditions « sévères »
Cas 3	24	180	333	102,9	408 844	204 422	< 10	Engagement à l'énergie maximale
Cas 4					560 476	280 238	< 0,001	60% de la rupture de la sangle de frein
Cas 5					934 127	467 063	< 0,001	Rupture de la sangle de frein neuve

Les cas 1, 2 et 3 correspondent à des cas réels de chargement avec une durée d'application de l'effort inférieur à 10 secondes.

Les cas 4 et 5 ne correspondent pas à des efforts réellement appliqués mais à des cas d'avaries du système conduisant à une hypothétique surcharge de la sangle (cas 4) ou à un blocage complet du système de freinage entraînant la rupture de la sangle de frein. (cas 5) Pour information le cas 5 dépasse la tenue de la crosse de l'avion.

Par conséquent nous considérerons le cas 3 pour le dimensionnement du massif frein appliqué au centre de gravité du massif.

Sur cet ouvrage il n'est considéré aucun chargement vertical ; en effet le poids du frein est négligeable pour un tel ouvrage. (4,3T)

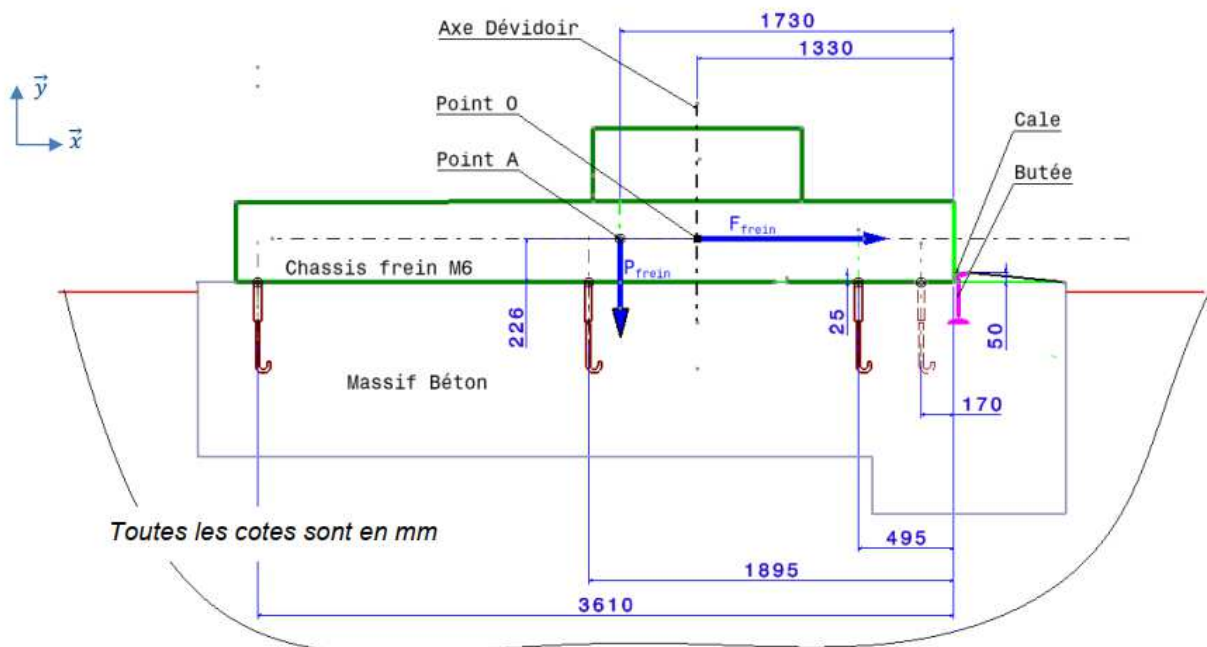
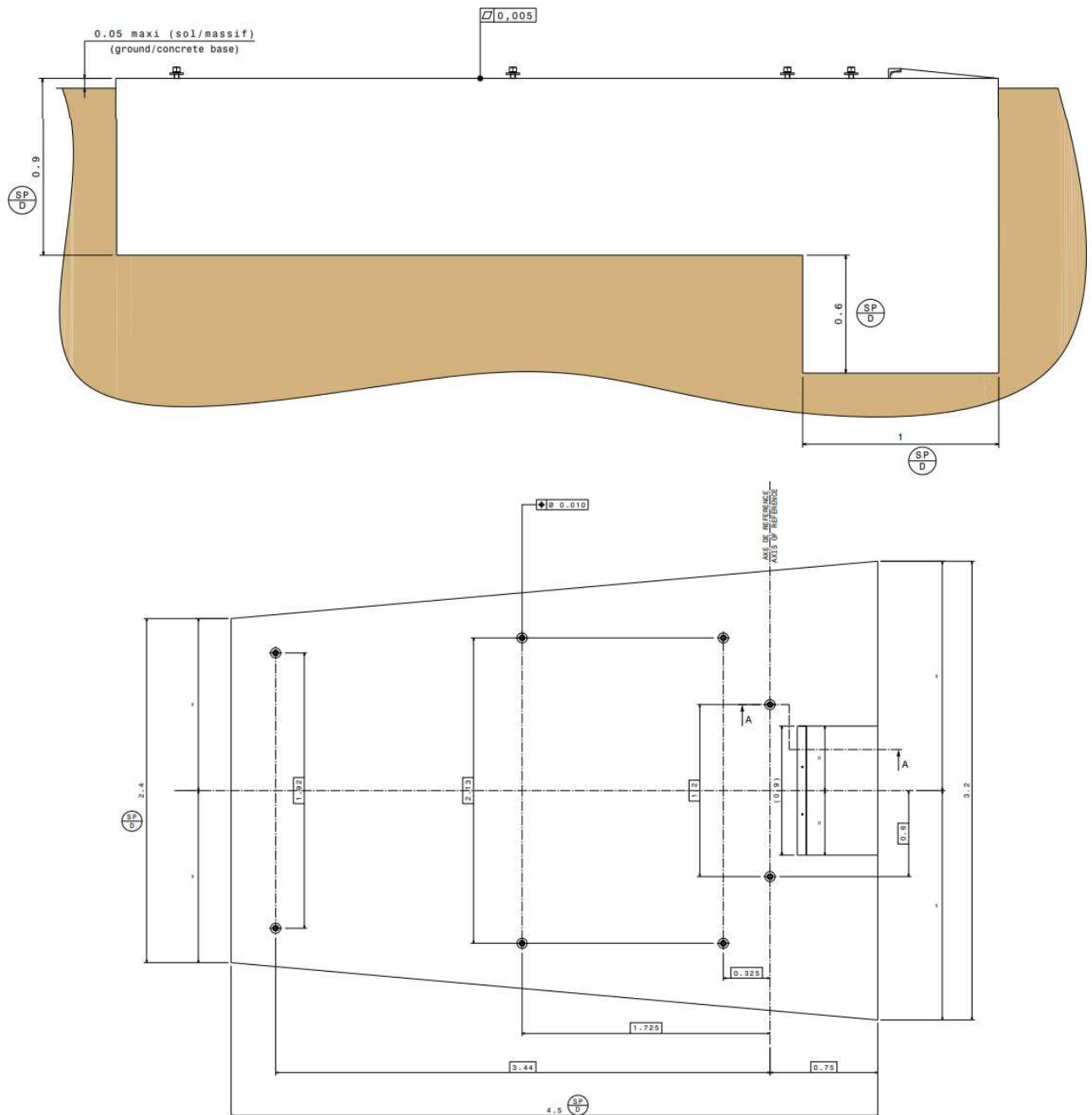


Figure 2 : Massif frein vu en élévation

De plus ces ouvrages ne sont pas dimensionnés aux sollicitations climatiques, à savoir vent, neige et séisme.

2.2 VERIFICATION AU GLISSEMENT :

Comme indiqué ci-avant l'effort horizontal dimensionnant appliqué au centre de gravité de l'ouvrage béton est $F_{\text{frein}} = 20442 \text{ daN}$.

Cet effort ne sera pas pondéré car nous sommes dans le cas d'une action accidentelle de courte durée d'application.

Suivant EC7 la vérification au glissement impose : $H_d < V_d \times \tan \phi' / \gamma_{q1}$ (nous négligeons la cohésion)
 $H_d = 20442 \text{ daN}$

$$\gamma_{q1} = 1.21$$

$$\tan \phi' = \tan 29 = 0,554$$

$$\text{Soit } V_d > 44622 \text{ daN}$$

Le massif frein où il y a le moins de béton (MF14B) comporte :

- 7m³ de gros béton (liaisons par picots avec béton armé) soit un poids de 15,4T.
- 13.2m³ de béton armé soit un poids de 33T.

Soit un poids total de 48400 daN.

Donc le poids propre du massif seul avec ces dimensions suffit à vérifier le glissement sans avoir recours à la mobilisation de la butée des sols en place. (or en réalité la butée des sols sera mobilisée en cas d'engagement du système)

2.3 VERIFICATION PORTANCE :

$V_d = 48400 \text{ daN}$.

Surface d'emprise du massif sur le sol $S = 12,6 \text{ m}^2$.

La contrainte appliquée au sol est : $48400 \times 10^{-5} / 12,6 = 0,038 \text{ MPa} < 0,1 \text{ MPa}$ (contrainte limite suivant rapport de sols G2PRO) ce qui est largement acceptable.

2.4 FERRAILLAGE :

Voir plans n°01, n°02, n°03 et n°04 joints à la présente consultation.

3 MASSIF POULIE :

3.1 ETAT DE CHARGEMENT :

Pour cet ouvrage nous allons considérer un effort similaire à l'effort sollicitant le massif frein ; mais dans la configuration du massif poulie la direction de l'effort varie selon l'enroulement de la sangle. (repérage vert sur le schéma ci-dessous)

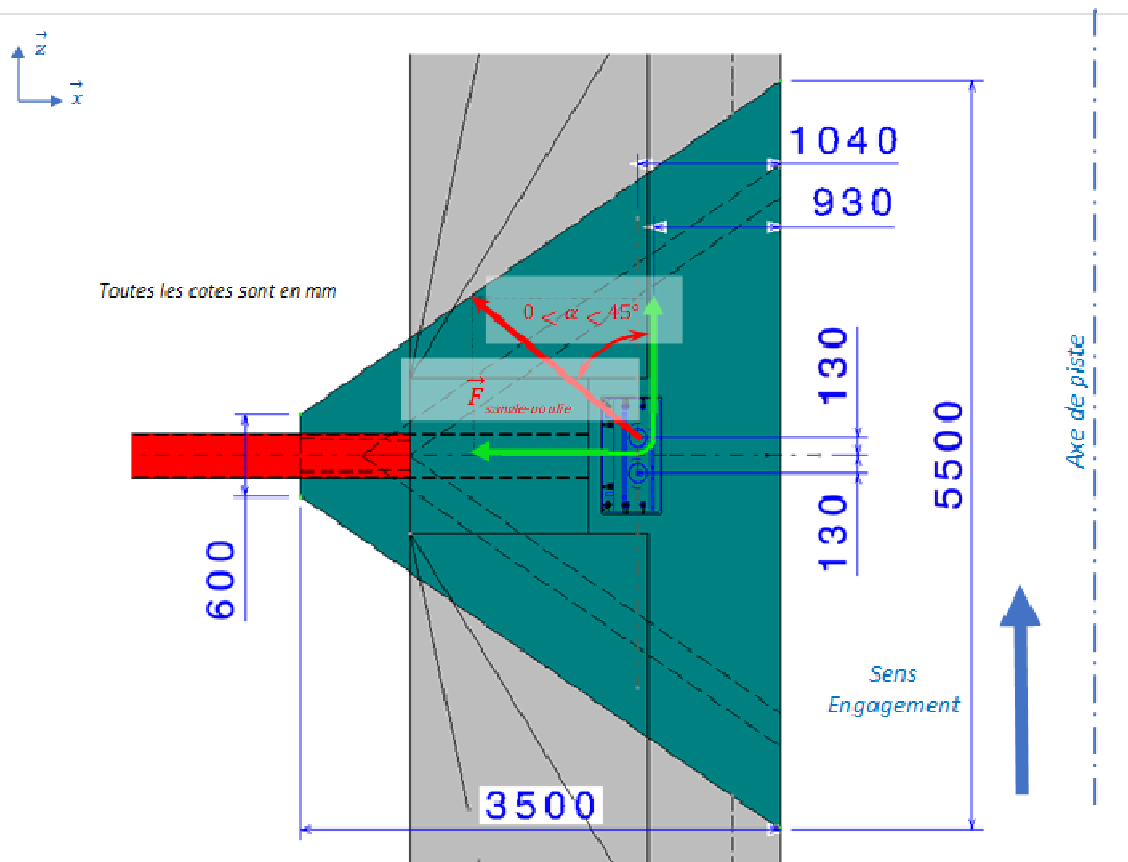
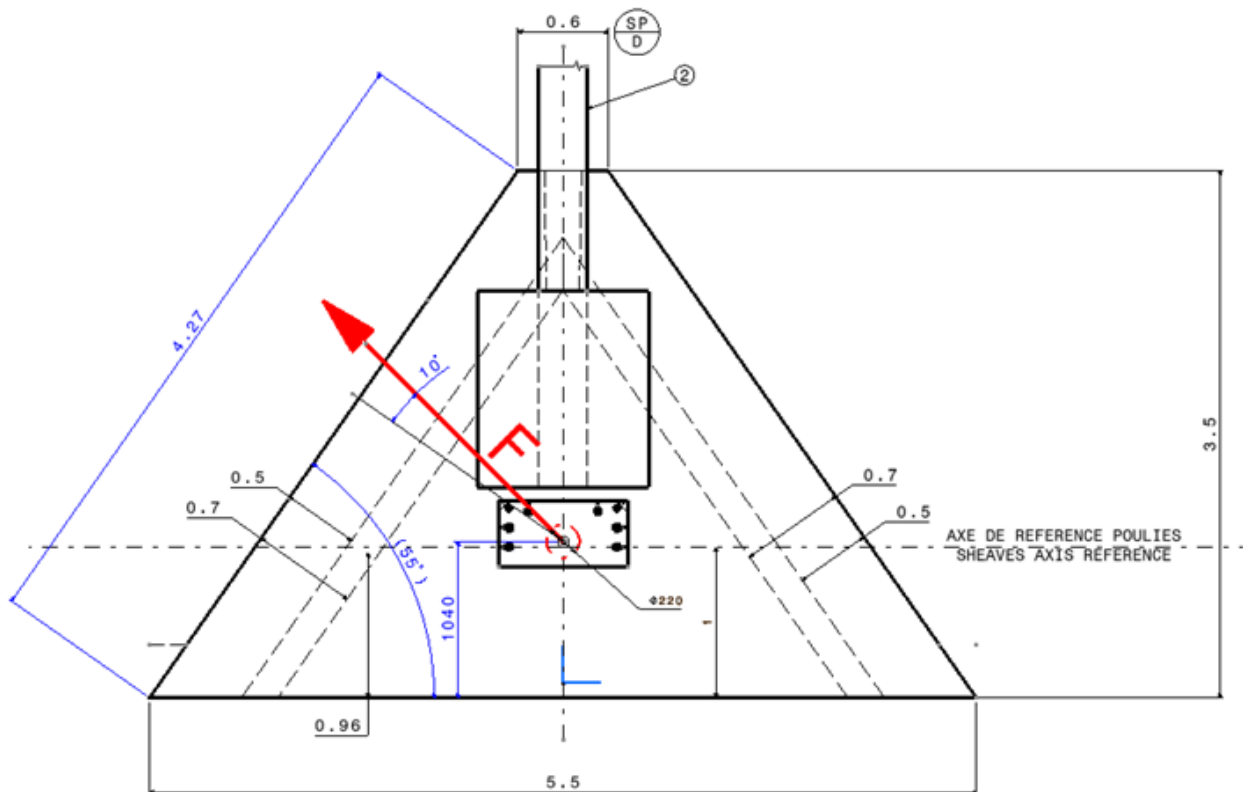
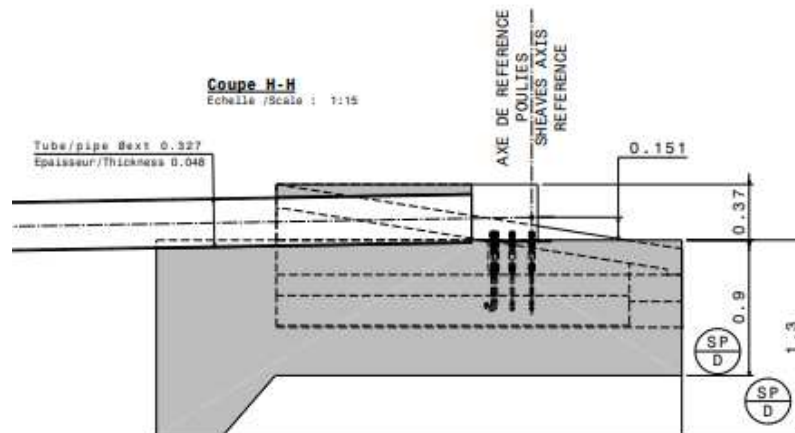


Figure 5 : Massif Poulie vu de dessus

La résultante de l'effort appliqué sur le massif est pratiquement perpendiculaire au côté de 4,27m (à 10° près) suivant le schéma ci-dessous.



3.2 VERIFICATION AU GLISSEMENT :



Comme indiqué ci-avant l'effort horizontal dimensionnant appliqué au centre de gravité de l'ouvrage béton est $F_{\text{frein}} = 20442 \text{ daN}$.

Cet effort ne sera pas pondéré car nous sommes dans le cas d'une action accidentelle de courte durée d'application.

Suivant EC7 la vérification au glissement impose : $H_d < V_d \times \tan \phi' / \gamma_{q1}$ (nous négligeons la cohésion)
 $H_d = 20442 \text{ daN}$

$\gamma_{q1} = 1.21$

$\tan \phi' = \tan 29 = 0.554$

Soit $V_d > 44622 \text{ daN}$

Le poids propre du massif et du gros béton ne suffit pas pour équilibrer l'équation.

Par conséquent nous allons mobiliser la butée des sols sur les faces qui sont en jeu dans l'équilibre du massif.

La hauteur de bêche est de 1.40m ; nous allons neutraliser les 60 premiers centimètres de sols et considérer une hauteur mobilisable de 80cms. La longueur de radier mobilisable est de 4.27m.

En considérant une résistance de sols horizontale de 0.01MPa (très sécuritaire puisque 10 fois inférieure à la résistance verticale) l'effort horizontal repris en butée est de 3416 daN.

L'effort horizontal à reprendre par le poids propre de massif est donc de 17126 daN.

Soit $V_d > 37384$ daN.

Le massif poulie où il y a le moins de béton (MP14B) comporte :

- 1.8m³ de gros béton (liaisons par picots avec béton armé) soit un poids de 3,96T.
- 13.9m³ de béton armé soit un poids de 34,75T.

Soit un poids total de 38710 daN.

L'équation est donc vérifiée.

3.3 VERIFICATION PORTANCE :

$V_d = 38710$ daN.

Surface d'emprise du massif sur le sol $S = 10.7$ m²

La contrainte appliquée au sol est : $38710 \times 10^{-5} / 10,7 = 0,036$ MPa < 0,1 Mpa (contrainte limite suivant rapport de sols G2PRO) ce qui est largement acceptable.

3.4 FERRAILLAGE :

Voir plans n°05, n°06, n°07 et n°08 joints à la présente consultation.

4 CONCLUSIONS :

L'ensemble de ces résultats seront traduits via les plans et détails d'exécution joints au dossier d'appel d'offres.