

# Chamoia\_3D – Note de calcul

## CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d' Art

Janvier 2014





# CHAMOA\_3D – Note de calcul

## CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art

### Calcul des ouvrages de type Pipo/ Picf/ Psida/ Psidp/ Psid étendus

Collection les outils



Document édité par le Céréma dans la collection « les outils ».  
Cette collection regroupe les guides, logiciels, supports  
pédagogique, catalogue, données documentaires et annuaires.



La CHAîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art (Chamoa) a été développée sous le pilotage du Céréma par :

Jean GUAL  
Philippe LEVEQUE  
Marie Aurélie CHANUT  
Claude SIMON  
Florent BACCHUS  
Florent BOURHIS  
Nicolas VIGNEAUD  
Angel-Luis MILLAN  
Gaël BONDONET

L'application est désignée sous le sigle "CHAMOA" pour Chaîne Algorithmique Modulaire de calcul des Ouvrages d'Art. Ce nom et ce sigle ont été déposés à l'Institut National de la Propriété industrielle dans les classes suivantes :

9 : logiciels (programmes enregistrés)  
42 : programmation pour ordinateur.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle de cette documentation et/ou du logiciel, faite sans le consentement du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40).



# SOMMAIRE

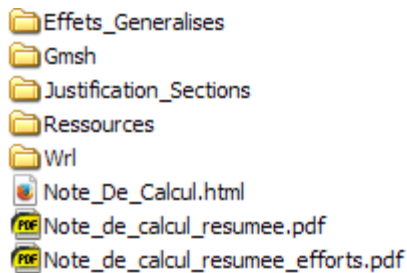
Chapitre I - Présentation de la note de calcul .....	9
Chapitre II - Note_de_calcul_html .....	10
II.1 - Structure de la note de calcul .....	10
II.2 - Données contextuelles .....	10
II.3 - Rappel des données .....	10
II.4 - Efforts déplacements et réactions .....	10
II.5 - Dimensionnement de la précontrainte .....	12
II.6 - Dimensionnement du ferrailage .....	12
II.6.1 - Premier niveau : Liste des Etudes .....	12
II.6.2 - Deuxième niveau : Etude particulière .....	14
II.6.3 - Troisième niveau : Diamètre fixé .....	16
Chapitre III - Conventions .....	17
III.1 - Labels utilisés .....	17
III.1.1 - Labels des États de la structure .....	17
III.1.2 - Labels des États limites .....	17
III.1.3 - Labels des composantes .....	17
III.1.4 - Labels divers .....	18
III.2 - Unités .....	18
III.3 - Localisation et coordonnées .....	19
III.4 - Signe des efforts .....	20
III.4.1 - Composantes de plaque .....	20
III.4.2 - Composantes de poutre .....	21
III.4.3 - Composantes de réaction sous semelle .....	22
III.4.4 - Composantes de réaction des appareils d'appui et des lignes d'appui .....	22
III.4.5 - Composantes de réaction des pieux et barrettes .....	22
III.4.6 - Composantes de réaction du corbeau .....	22
III.4.7 - Composantes de poutre de stabilité de forme .....	24





## Chapitre I - Présentation de la note de calcul

La note de calcul est un répertoire organisé de la façon suivante :



Avec :

- Effets généralisés : répertoire des fichiers html des efforts, déplacements et réactions.
- Gmsh : répertoire des fichiers graphiques au format Gmsh des efforts sous combinaisons finales.
- Justifications section : répertoire des fichiers html de justification des sections et de dimensionnement des aciers passifs
- Ressources : Contient des fichiers élémentaires tels que les fichiers des surfaces d'influence, le tracé de la précontrainte et le rappel des données.
- Wrl : contient la représentation géométrique au format vrml de l'ouvrage.
- Note\_de\_calcul.html : Fichier html de navigation dans la note de calcul complète
- Note\_de\_calcul\_resumee.pdf : fichier pdf des principaux résultats.
- Note\_de\_calcul\_resumee\_efforts.pdf : fichier pdf des principaux efforts.

Les fichiers au format Gmsh peuvent être visualisés moyennant le téléchargement de l'application gratuite homonyme.

Les fichiers au format VRML peuvent être affichés au moyen de logiciels acceptant ce format et que l'on trouvera facilement sur Internet.

Les fichiers au format pdf constituent un résumé des principaux résultats qui ont été extraits de la note de calcul.

## Chapitre II - Note\_de\_calcul\_html

### II.1 - Structure de la note de calcul

La note de calcul contient les items suivants :

- Données contextuelles,
- Rappel des données,
- Efforts déplacements et réactions,
- Dimensionnement de la précontrainte,
- Dimensionnement des aciers passifs,
- Surfaces d'influence,
- Liste des combinaisons et enveloppes.

### II.2 - Données contextuelles

Il s'agit des données identifiant l'ouvrage et le commanditaire du calcul.

### II.3 - Rappel des données

Il s'agit du rappel des données ayant servi à établir la note de calcul.

### II.4 - Efforts déplacements et réactions

Cette section est décomposée en quatre sous-sections :

- Efforts pour le dimensionnement de la flexion longitudinale.
- Efforts pour le dimensionnement de la flexion transversale.
- Efforts pour le dimensionnement au cisaillement.
- Autres résultats : déplacements et réactions.

Chaque sous-section liste les domaines d'études pour lesquels sont fournis les résultats. Les conventions sur les résultats sont indiquées dans le chapitre Conventions ci-dessous.

### Efforts - Déplacements - Réactions

ATTENTION : Les moments sont fournis sans prendre en compte le décalage des moments.

#### Efforts : Flexion longitudinale

[Etude : Poutre bord libre dalle d Tr 1 Flexion long](#)  
[Etude : Poutre bord libre dalle g Tr 1 Flexion long](#)  
[Etude : Zone courante dalle Tr 1 Flexion long](#)

#### Efforts : Flexion transversale

[Etude : Zone Chevetre about dalle ext Flexion tran](#)  
[Etude : Zone Chevetre about dalle ori Flexion tran](#)  
[Etude : Zone courante dalle Tr 1 Flexion tran](#)

#### Efforts : Cisaillement

[Etude : Poutre bord libre dalle d Tr 1 Cisaillement](#)  
[Etude : Poutre bord libre dalle g Tr 1 Cisaillement](#)  
[Etude : Zone Chevetre about dalle ext Cisaillement](#)  
[Etude : Zone Chevetre about dalle ori Cisaillement](#)  
[Etude : Zone reference dalle Tr 1 Cisaillement](#)

#### Divers :

[Etude : Dalle psid Appareil appui](#)  
[Etude : Dalle psid Fleche](#)  
[Etude : Dalle psid Ligne appui](#)

Extrait de la note de calcul : Liste des domaines d'étude pour un psidp

[<- Note de calcul](#)  
[<-- Etude : Zone courante dalle Tr 1 Flexion long](#)

#### ELU\_fondamental\_G\_P\_Q\_Profil\_Exp\_Dif\_Fis

Conventions : Effort normal positif en compression, moment positif si la fibre de l'extrados est tendue. Les abscisses sont relatives sauf pour les angles et les chevêtres. Les ordonnées ont pour origine l'axe longitudinal de l'ouvrage et sont positives à gauche de l'ouvrage en regardant dans le sens de l'ouvrage.

Les forces sont exprimées en kN par metre lineaire et les moments sont exprimés kN.m par metre lineaire  
 La composante d'étude est en gras, et les composantes concomitantes sont postfixées par \_c.

effet moyenné sur appui ou effet courant

y	-1.2		0		1.2	
x	max	min	max	min	max	min
-0.031	<b>T_Mx=2.72</b>	<b>T_Mx=2.57</b>	<b>T_Mx=2.71</b>	<b>T_Mx=2.61</b>	<b>T_Mx=2.72</b>	<b>T_Mx=2.57</b>
	T_Nx_c=1563.03	T_Nx_c=1563.03	T_Nx_c=1563.77	T_Nx_c=1563.77	T_Nx_c=1564.5	T_Nx_c=1564.5
	T_My_c=-8.86	T_My_c=-7.76	T_My_c=-8.86	T_My_c=-19.96	T_My_c=-8.85	T_My_c=-7.75
	T_Ny_c=2.37	T_Ny_c=2.37	T_Ny_c=2.26	T_Ny_c=2.26	T_Ny_c=2.15	T_Ny_c=2.15
	T_Nxy_c=-0.09	T_Nxy_c=-0.09	T_Nxy_c=0	T_Nxy_c=0	T_Nxy_c=0.08	T_Nxy_c=0.08
	T_Mxy_c=-1.7	T_Mxy_c=2.08	T_Mxy_c=0.03	T_Mxy_c=0.03	T_Mxy_c=1.75	T_Mxy_c=-2.04
	<b>T_Nx=1563.03</b>	<b>T_Nx=1563.03</b>	<b>T_Nx=1563.77</b>	<b>T_Nx=1563.77</b>	<b>T_Nx=1564.5</b>	<b>T_Nx=1564.5</b>

Extrait de la note de calcul : tableau d'efforts

## II.5 - Dimensionnement de la précontrainte

Cette section contient le tableau de la géométrie de la précontrainte :

<b>Dimensionnement des câbles de précontrainte</b>		
Le tableau ci-dessous donne les cotes du câble par rapport à l'extrados de la dalle. Les abscisses sont les abscisses relatives pour la travée concernée. Nombre total de câbles nécessaires: 7		
Tracé du câble de précontrainte		
x	z gaine	z câble
-0.0333267	-0.349999	-0.349999
-0.02666	-0.349999	-0.349999
-0.0199933	-0.349999	-0.349999
-0.0133267	-0.349999	-0.349999
-0.00666	-0.349999	-0.349999
6.66667e-06	-0.372318	-0.372318
0.0100067	-0.378303	-0.378303
0.0200067	-0.384843	-0.384843
0.0300067	-0.391747	-0.391747

*Extrait de la note de calcul : Tableau de géométrie de la précontrainte*

Les abscisses sont des abscisses relatives.

## II.6 - Dimensionnement du ferrailage

### II.6.1 - Premier niveau : Liste des Etudes

Cette section est décomposée en trois sous-sections :

- Dimensionnement du ferrailage de flexion longitudinale.
- Dimensionnement du ferrailage de flexion transversale.
- Dimensionnement du ferrailage de cisaillement.

Chaque sous-section liste les domaines d'études pour lesquels sont fournis les quantités d'acier. Si pour le domaine d'étude la colonne de droite indique justifié, cela veut dire qu'il existe au moins un type de ferrailage pour lequel tous les points d'étude sont justifiés. Sinon, cela veut dire qu'il n'a trouvé aucun diamètre d'acier capable de rendre justifiés tous les points d'étude.

### Dimensionnement des aciers passifs

ATTENTION : Les quantités d'aciers sont dimensionnées sans prendre en compte le décalage des moments.

Ces tableaux indiquent pour chaque zone d'étude le fait que tous les points de la zone sont justifiés ou non.

Un point est justifié s'il existe un motif de ferrailage en intrados et extrados qui est justifié pour tous les états limites, toutes les situations de projets et tous les états de structures.

#### Fonction ferrailage : Flexion Longitudinale

<a href="#">Etude Dalle psid Poutre precontrainte</a>	justifié
<a href="#">Etude Zone courante dalle Tr 1 Flexion long</a>	justifié
<a href="#">Etude Poutre bord libre dalle g Tr 1 Flexion long</a>	justifié
<a href="#">Etude Poutre bord libre dalle d Tr 1 Flexion long</a>	justifié

#### Fonction ferrailage : Flexion Transversale

<a href="#">Etude Zone courante dalle Tr 1 Flexion tran</a>	justifié
<a href="#">Etude Zone Chevetre about dalle ori Flexion tran</a>	justifié
<a href="#">Etude Zone Chevetre about dalle ext Flexion tran</a>	justifié

#### Fonction ferrailage : Cisaillement

<a href="#">Etude Zone reference dalle Tr 1 Cisaillement</a>	justifié
<a href="#">Etude Poutre bord libre dalle g Tr 1 Cisaillement</a>	justifié
<a href="#">Etude Poutre bord libre dalle d Tr 1 Cisaillement</a>	justifié
<a href="#">Etude Zone Chevetre about dalle ori Cisaillement</a>	justifié
<a href="#">Etude Zone Chevetre about dalle ext Cisaillement</a>	justifié

*Extrait de la note de calcul : Liste des domaines d'étude de ferrailage*

## II.6.2 - Deuxième niveau : Etude particulière

Ici tous les détails du dimensionnement sont édités pour l'étude choisie au niveau précédent. Les dimensionnements sont classés de 1 à 10 par ordre de quantité croissante en fonction du diamètre des aciers :

### Etude\_Zone\_courante\_dalle\_Tr\_1\_Flexion\_long

Direction du ferrailage: Long\_parallele\_bord\_libre

#### Classement des choix de ferrailage (diamètres et groupements) en fonction de la quantité d'acier totale nécessaire

Les dimensionnements ci-dessous sont classés par quantité d'acier nécessaire croissante. Le Tableau qui suit indique pour chaque dimensionnement les quantités d'aciers en cm<sup>2</sup>/ml minimales tous critères confondus en tout point de même abscisse relative. La valeur donnée est prise égale à la valeur maximale des quantités d'acier des points de même abscisse relative dans la zone considérée. La ligne Vol indique le volume d'acier nécessaire en cm<sup>3</sup> par m<sup>2</sup> du plan moyen de l'élément. Par exemple pour une surface de piédroit de 10m<sup>2</sup>, le volume total est égal à 10\*Vol. Les abscisses suivies de -D concernent des points du chevêtre incorporé pour les quels les efforts ne sont pas lissés transversalement et ne sont pas justifiés aux ELS-BP

Legende des dimensionnements et lien sur les détails du dimensionnement correspondants :

- Dim 1 : en extrados : Groupe un acier de diametre 0.012 et en intrados : Groupe un acier de diametre 0.012.
- Dim 2 : en extrados : Groupe un acier de diametre 0.008 et en intrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008.
- Dim 3 : en extrados : Groupe un acier de diametre 0.008 et en intrados : Groupe trois aciers de diametre 0.008.
- Dim 4 : en extrados : Groupe un acier de diametre 0.008 et en intrados : Paquet deux aciers de diametre 0.008.
- Dim 5 : en extrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008 et en intrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008.
- Dim 6 : en extrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008 et en intrados : Groupe trois aciers de diametre 0.008.
- Dim 7 : en extrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008 et en intrados : Paquet deux aciers de diametre 0.008.
- Dim 8 : en extrados : Groupe trois aciers de diametre 0.008 et en intrados : Groupe trois aciers de diametre 0.008.
- Dim 9 : en extrados : Paquet deux aciers de diametre 0.008 et en intrados : Groupe deux aciers de diametre 0.008.
- Dim 10 : en extrados : Paquet deux aciers de diametre 0.008 et en intrados : Groupe trois aciers de diametre 0.008.

Extrait de la note de calcul : Liste des dimensionnements classés par quantité croissante

Suit le tableau des quantités d'aciers par abscisse relative ou absolue (pour les angles) tous critères confondus pour les 10 premiers dimensionnements classés par quantité croissante d'acier.

x	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5	Dim 6	Dim 7	Dim 8	Dim 9	Dim 10
-0.031	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00
	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00
-0.031-D	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00
	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00
0.5	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00
	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00
1.031	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00
	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00
1.031-D	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00	E: 5.00
	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00	I: 5.00
Vol/m2	1062	1062	1062	1062	1062	1062	1062	1062	1062	1062

Extrait de la note de calcul : Quantité d'acier par abscisse et dimensionnement

Suit le tableau des quantités d’aciers nécessaires à la résistance par abscisse relative ou absolue (pour les angles) et par ordonnée transversale quelque soit la situation de projet de l’ouvrage :

**Tableau général regroupant tous les états limites, les situations de projet et les états de la structure**

Ce tableau indique pour chaque point d’étude les quantités d’acier résistantes minimales en intrados et extrados en cm<sup>2</sup>/ml nécessaires pour tous les états limites, situations de projets et états de structure. Ces quantités sont valables quel que soit le diamètre des aciers. Elles ne prennent pas en compte les justifications de non fragilité, de rupture fragile et de limitation des ouvertures de fissure.

x \ y	-1.2	0	1.2
-0.031	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
-0.031-D	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
0.5	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
1.031	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
1.031-D	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00

Extrait de la note de calcul : Quantité d’acier de résistance

Suivent les tableaux des quantités d’aciers nécessaires à la résistance par abscisse relative ou absolue (pour les angles) et par ordonnée transversale pour chaque phase d’étude de l’ouvrage :

**Résultats par Etat de Structure**

Ces tableaux indiquent pour chaque point d’étude la quantité d’acier résistante nécessaire pour tous les états limites et situations de projet de l’état structure cible.  
 Ces quantités sont valables quel que soit le diamètre des aciers.  
 Elles ne prennent pas en compte les justifications de non fragilité, de rupture fragile et de limitation des ouvertures de fissure.  
 Pour les points non justifiés, il est indiqué quel état limite n’est pas justifié.

**Etat structure : Premiere\_tension**

Etat structure : Premiere\_tension

x \ y	-1.2	0	1.2
-0.031	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
-0.031-D	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
0.5	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
1.031	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00
1.031-D	E: 0.00	E: 0.00	E: 0.00
	I: 0.00	I: 0.00	I: 0.00

Extrait de la note de calcul : Quantité d’acier de résistance par état de structure

### II.6.3 - Troisième niveau : Diamètre fixé

Les détails du dimensionnement sont édités pour chaque étude et chaque diamètre d'acier et regroupement d'acier ceci pour l'intrados et l'extrados.

les dimensionnements sont donnés par abscisse, par ordonnée et par catégorie de justification pour chaque situation de projet :

**Dimensionnement de l'étude Etude\_Zone\_courante\_dalle\_Tr\_1\_Flexion\_long**

**Aciers en extrados : Groupe\_un\_acier de diametre 0.012 - Aciers en intrados : Groupe\_un\_acier de diametre 0.012**

Direction du ferrailage: Long\_parallele\_bord\_libre

**Résultats complets par état de structure et par point d'étude**

Les tableaux suivants indiquent pour chaque point d'étude la quantité d'acier minimale nécessaire en cm<sup>2</sup> pour l'intrados et l'extrados pour chaque critère. Les abscisses suivies de -D concernent des points du chevêtre incorporé pour les quels les efforts ne sont pas lissés transversalement et ne sont pas justifiés aux ELS-BP

**Premiere\_tension**

Etat de structure : Premiere\_tension  
 ELSc\_co\_nf : ELS caractéristique en construction non fragilité  
 ELSc\_co\_r : ELS caractéristique en construction résistant  
 ELU\_co\_r : ELU en construction résistant  
 TOT : Valeur enveloppe regroupant tous les états limites et toutes les règles de construction

		ZE_C1_G1_Fi12_ZI_C1_G1_Fi12				
x	y		ELSc_co_nf	ELSc_co_r	ELU_co_r	TOT
-0.031	-1.2	E	0.00	0.00	0.00	5.00
		I	0.00	0.00	0.00	5.00
		T_Nx min	2135.11	2135.11	1938.82	0.14%
		T_Nx max	1746.91	1746.91	1938.82	
		T_Mx_c min	3.38507	3.38507	3.27669	
		T_Mx_c max	2.77003	2.77003	3.24708	
		T_Mx min	2.77003	2.77003	3.24708	
		T_Mx max	3.38507	3.38507	3.27669	
		T_Nx_c min	1746.91	1746.91	1938.82	

Extrait de la note de calcul : Quantité d'acier par abscisse et ordonnée



## Chapitre III - Conventions

### III.1 - Labels utilisés

#### III.1.1 - Labels des États de la structure

Pose_Profil_Exp	: État après pose du profil de circulation d'exploitation.
Pose_Profil_Bis	: État après pose du profil de circulation d'exploitation bis.
Pose_Profil_Pro	: État après pose du profil de circulation d'exploitation provisoire.
Profil_Exp_Dif	: État en exploitation après prise en compte des effets différés.
Profil_Bis_Dif	: État en exploitation bis après prise en compte des effets différés.
Profil_Pro_Dif	: État provisoire après prise en compte des effets différés.

#### III.1.2 - Labels des États limites

ELSc_ex_nf	: ELS caractéristique en exploitation – critère de non fragilité.
ELSc_ex_r	: ELS caractéristique en exploitation – critère de résistance.
ELSf_ex_of	: ELS fréquent en exploitation – critère d'ouverture de fissure.
ELSf_ex_r	: ELS fréquent en exploitation – critère de résistance.
ELSq_ex_r	: ELS quasi permanent en exploitation – critère de résistance.
ELSc_co_r	: ELS caractéristique en construction – critère de résistance.
ELSf_co_r	: ELS fréquent en construction – critère de résistance.
ELSq_co_r	: ELS quasi permanent en construction – critère de résistance.
ELU_ex_r	: ELU en exploitation – critère de résistance.
ELU_ac_r	: ELU en accident – critère de résistance.
TOT	: Tous critères ELS et ELU et toutes les règles de construction.

#### III.1.3 - Labels des composantes

##### III.1.3.1 - Réactions

R_Fx	: Composante de force de réaction selon x.
R_Fy	: Composante de force de réaction selon y.
R_Fz	: Composante de force de réaction selon z.
R_Mx	: Composante de moment de réaction selon x.
R_My	: Composante de moment de réaction selon y.
R_Mz	: Composante de moment de réaction selon z.

##### III.1.3.2 - Déplacements

D_Ux	: Composante de déplacement selon x.
D_Uy	: Composante de déplacement selon y.
D_Uz	: Composante de déplacement selon z.
D_Rx	: Composante de rotation selon x.
D_Ry	: Composante de rotation selon y.
D_Rz	: Composante de rotation selon z.

##### III.1.3.3 - Sollicitations de poutre

Nx	: Composante de force interne de poutre selon x.
Ty	: Composante de force interne de poutre selon y.
Tz	: Composante de force interne de poutre selon z.
Mx	: Composante de moment interne de poutre selon x.
My	: Composante de moment interne de poutre selon y.
Mz	: Composante de moment interne de poutre selon z.

### III.1.3.4 - Sollicitations de plaque

T_Mx	: Composante de moment interne de plaque selon x.
T_My	: Composante de moment interne de plaque selon y.
T_Mxy	: Composante de moment interne de torsion de plaque.
T_Tx	: Composante d'effort tranchant interne de plaque selon x.
T_Ty	: Composante d'effort tranchant interne de plaque selon y.
T_Nx	: Composante d'effort normal interne de plaque selon x.
T_Ny	: Composante d'effort normal interne de plaque selon y.
T_Nxy	: Composante d'effort interne de cisaillement de plaque.

**Attention** : x est ici la direction du ferrailage étudié et y la direction perpendiculaire. (et non la direction x de l'élément d'ouvrage).

\_c : indique qu'il s'agit de la composante concomitante.

### III.1.4 - Labels divers

E	: Extradados.
I	: Intrados.
T	: Quantité d'acier de cisaillement en $\text{cm}^2$ par $\text{m}^2$ de plaque ou par mètre linéaire de poutre.
S_l	: Espacement longitudinal maximal entre 2 aciers de cisaillement.
S_t	: Espacement transversal maximal entre 2 aciers de cisaillement.
VOL	: Volume d'acier pour un dimensionnement.

Les espacements des aciers de cisaillement prennent en compte le taux minimal de ferrailage de cisaillement et des règles d'espacement maximal et minimal dans les deux directions.

## III.2 - Unités

Force poutre	: Kilo Newton.
Moment poutre	: Kilo Newton.Mètre.
Force plaque BA	: Kilo Newton/ml.
Moment plaque BA	: Kilo Newton.Mètre/ml.
Force plaque BP	: Kilo Newton/câble.
Moment plaque BP	: Kilo Newton.Mètre/câble.
Déplacement	: Mètre.
Rotation	: Radian.
Quantité d'acier	: $\text{cm}^2$ pour les pieux.
Quantité d'acier	: $\text{cm}^2/\text{ml}$ de largeur de plaque pour les autres éléments.

**ATTENTION : LES MOMENTS SONT FOURNIS SANS PRENDRE EN COMPTE LE DECALAGE DES MOMENTS.**

**ATTENTION : LES QUANTITES D'ACIERS SONT FOURNIES SANS PRENDRE EN COMPTE LE DECALAGE DES MOMENTS.**

### III.3 - Localisation et coordonnées

Origine	: Du côté amont de l'ouvrage.
Extrémité	: Du côté aval de l'ouvrage.
Côté droit	: A droite en regardant vers l'extrémité de ouvrage (aval).
Côté gauche	: A gauche en regardant vers l'extrémité de ouvrage (aval).
Extrados	: Du côté des z positifs.
Intrados	: Du côté des z négatifs.

X : Abscisse absolue ou relative longitudinale de l'élément étudié. Les abscisses absolues concernent uniquement les angles obtus ou aigus et les chevêtres incorporés. Elles sont données par rapport au côté gauche de l'ouvrage pour les ouvrages de biais compris entre 50 et 100 grades. Sinon, elles sont données par rapport au côté droit. Toutes les autres abscisses sont relatives à la longueur de l'élément ou de la travée considérée.

Y : Ordonnée perpendiculaire à x, horizontale et portée par le plan moyen de l'élément étudié.

Z : Ordonnée perpendiculaire au plan x et y dans le sens direct.

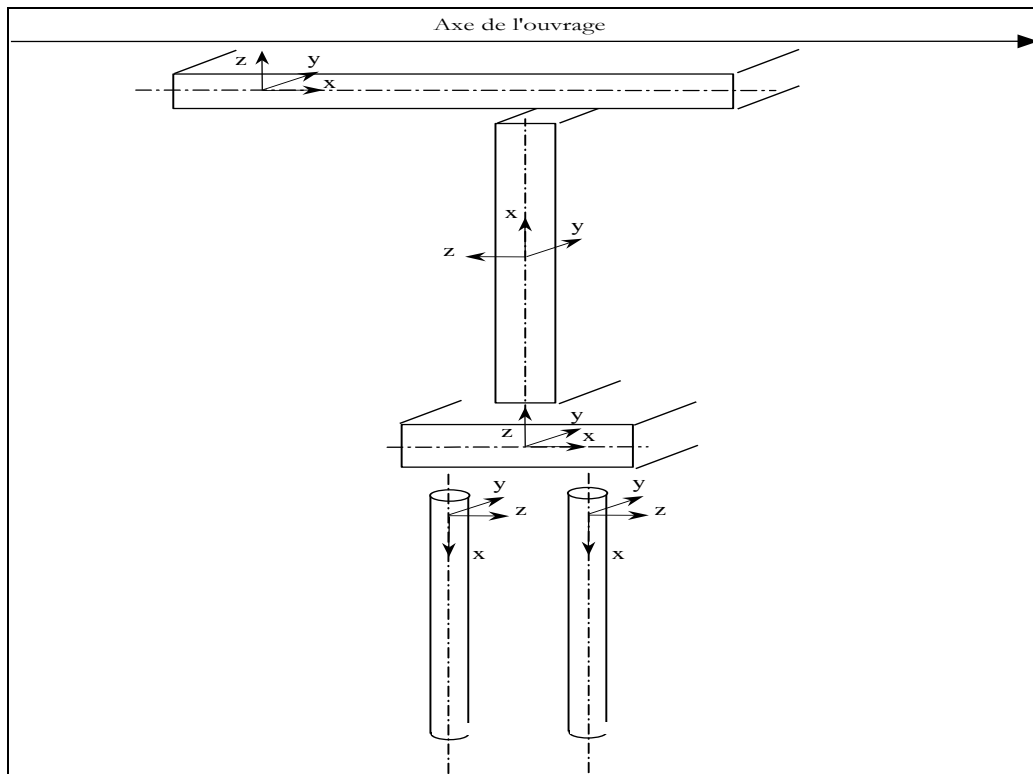


Figure : Axes locaux

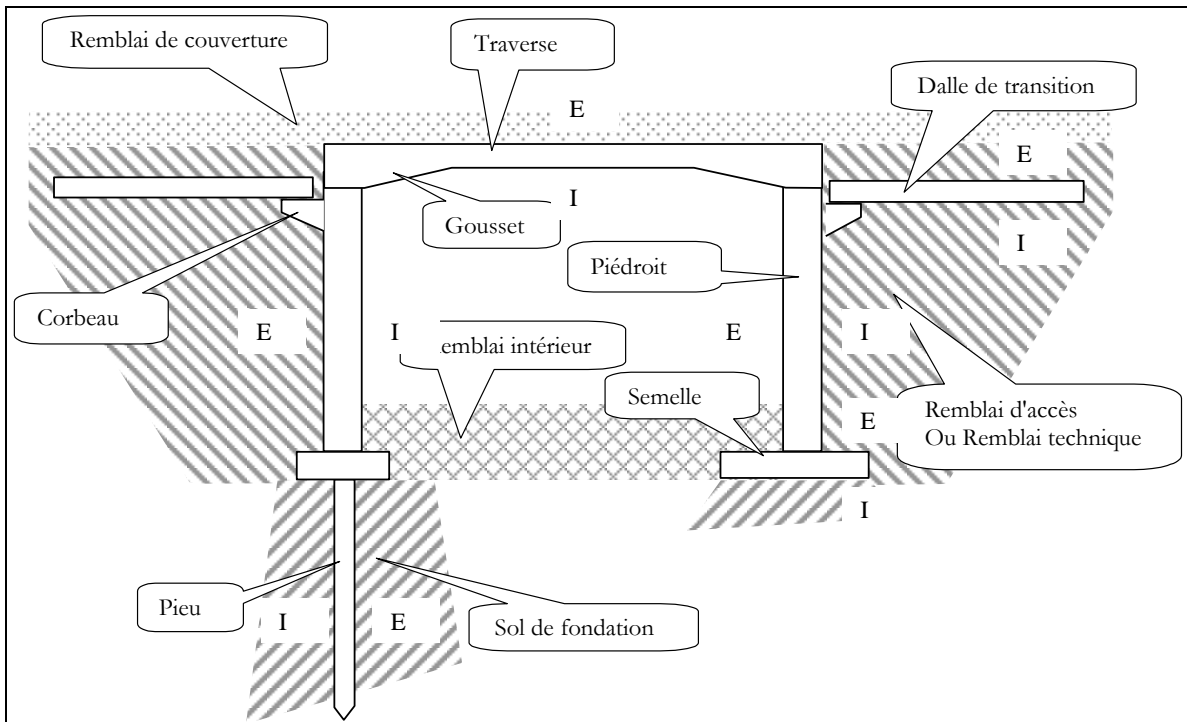


Figure :Localisation de l'extrados et de l'intrados

### III.4 - Signe des efforts

#### III.4.1 - Composantes de plaque

Moment: Positif si l'extrados est tendu.  
 Effort normal : Positif en compression.

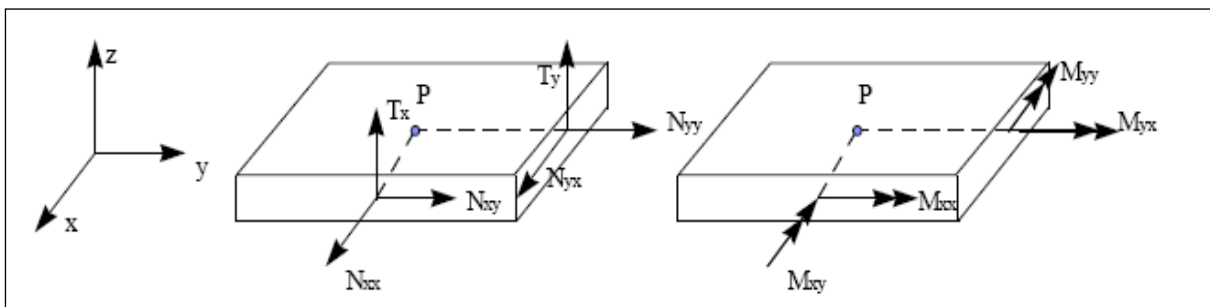


Figure :Signe et direction des efforts de plaque

### III.4.2 - Composantes de poutre

Moment: Positif si l'extrados est comprimé.  
 Effort normal : Positif en compression.

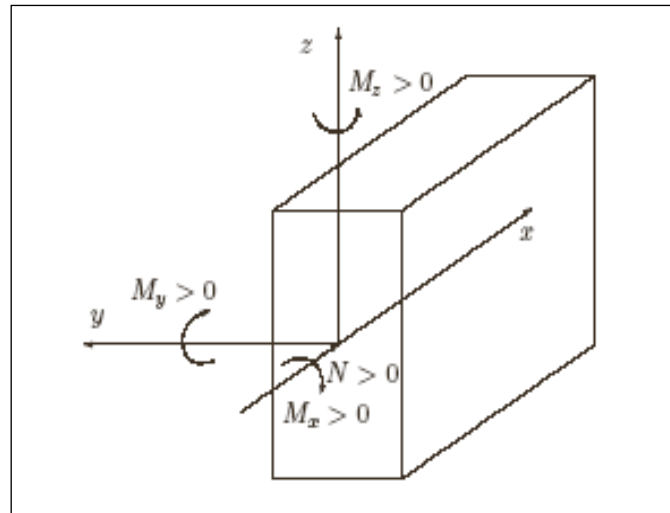


Figure : Signe et direction des efforts de poutre

Torseur de gauche avec des moments dans le sens direct et des forces positifs selon les axes locaux de l'élément considéré.

$M_x > 0$  de  $y$  vers  $z$   
 $M_y > 0$  de  $z$  vers  $x$   
 $M_z > 0$  de  $x$  vers  $y$ .

### III.4.3 - Composantes de réaction sous semelle

Ces composantes sont calculées selon le repère local de la semelle en sous face de la semelle au droit de l'intersection entre le plan moyen du piédroit et la ligne de référence de la semelle qui peut ne pas être centrée.

Les axes du repère de calcul de ces réactions sont celles de la semelle comme indiquées ci-dessous. Les moments sont comptés positifs dans le sens direct et les forces positives selon les axes locaux de l'élément considéré.

$M_x > 0$  de y vers z

$M_y > 0$  de z vers x

$M_z > 0$  de x vers y.

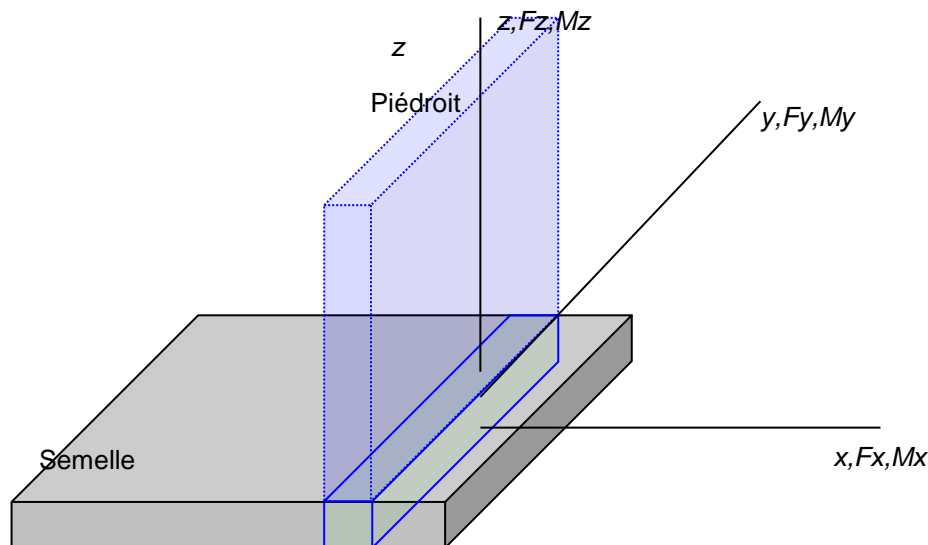


Figure : Réactions sous semelle

### III.4.4 - Composantes de réaction des appareils d'appui et des lignes d'appui

Ces composantes sont les composantes de réaction des appareils ou de la ligne. Ces composantes sont calculées selon le repère local de la ligne d'appui ou de l'appareil d'appui. Les moments sont comptés positifs dans le sens direct et les forces positives selon les axes locaux de l'élément considéré.

### III.4.5 - Composantes de réaction des pieux et barrettes

Ces composantes sont calculées dans le repère du pieu ou de la barrette. Dans le cas des liaisons latérales, ce sont les réactions au ml qui sont calculées.

### III.4.6 - Composantes de réaction du corbeau

Ces composantes sont les composantes de réaction du corbeau vis à vis de la ddt. Elles représentent la réaction du corbeau c'est à dire la résultante de l'action du corbeau sur la ddt.

Ces composantes sont calculées selon le repère local de la ddt en sous face de la ddt au droit de la fibre moyenne de la ddt et au centre de la zone de contact avec le corbeau.

Les moments sont comptés positifs dans le sens direct et les forces positives selon les axes locaux de l'élément considéré:

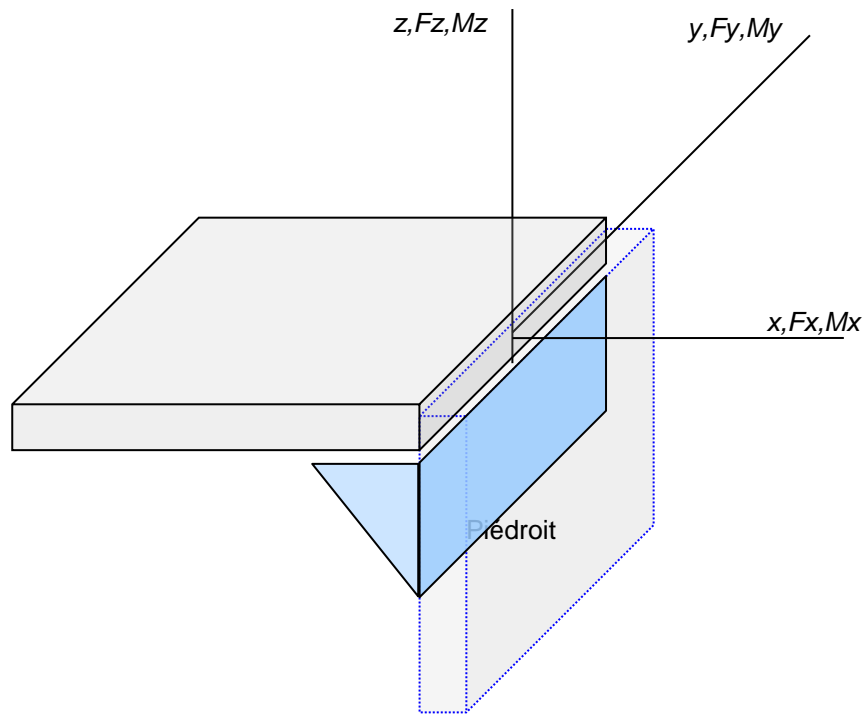


Figure :Signe et direction des efforts de corbeau

### III.4.7 - Composantes de poutre de stabilité de forme

Il s'agit du torseur de gauche de poutre à l'origine (en pied) et à l'extrémité (en tête) du piédroit.

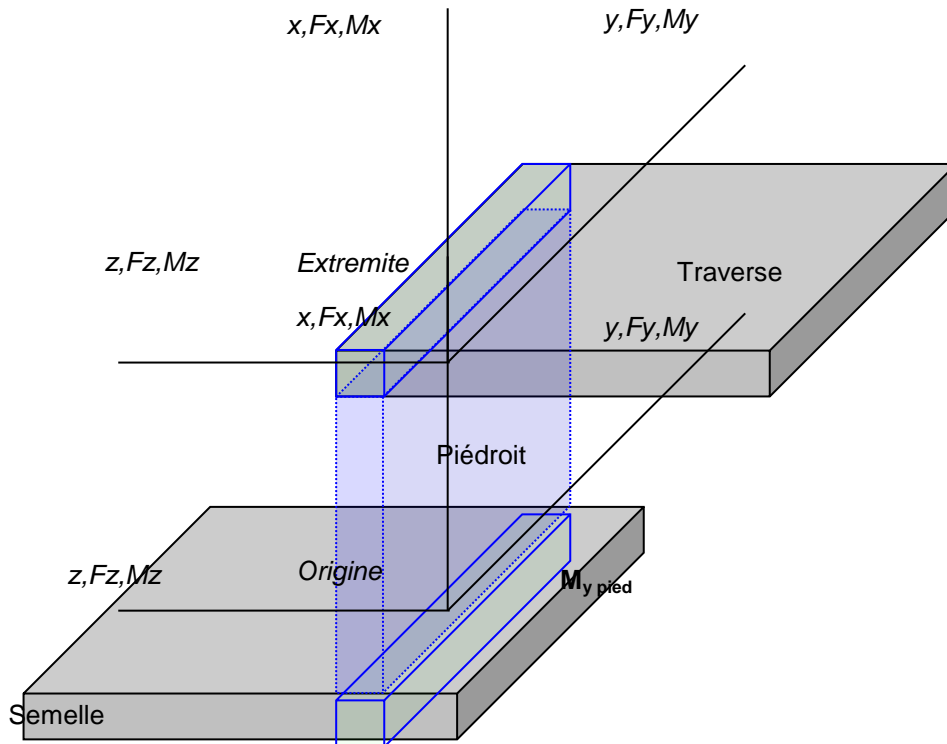


Figure :Signe et direction des efforts de stabilité de forme