



- i Calcul sans erreurs.
- ii Information sur le projet

Chapitre des paramètres initiaux

1.0 Choix du matériau et réglage des unités

1.1 Unités de calcul	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2 Matériau	Acier de construction EC 3, EN 10025 ; Fe 360 / Sy=235 MPa	
1.3 Module d'élasticité à la traction	E	210000 [MPa] <input checked="" type="checkbox"/>
1.4 Module d'élasticité au cisaillement	G	80769 [MPa]
1.5 Coefficient de Poisson	v	0.300
1.6 Dilatation thermique	γ	11.700 [m/m/C*e-6]
1.7 Masse volumique	Ro	7850.00 [kg/m^3]
1.8 Limite de résistance au glissement	σ_y	235.00 [MPa]

2.0 Coques cylindriques (à paroi mince)

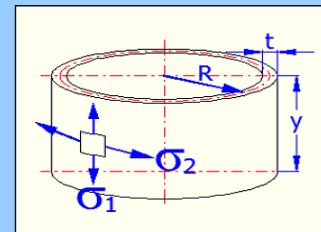
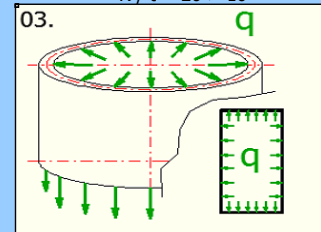
2.1 Forme et mode de chargement

03. Surpression intérieure/extérieure unique (extrémités fermées)

2.2 Epaisseur de la coque	t	10.000	[mm]
2.3 Rayon d'arrondi (rayon moyen)	R	200.000	[mm]
2.4 Longueur de la coque cylindrique	y	508.000	[mm]
2.5 Longueur de la coque cylindrique	l		[mm]
2.6 Force par unité de longueur / Force totale	P		[N]
2.7 Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]
2.8 Vitesse	ω		[rpm]

Conditions:

$R / t = 20 > 10$



2.9 Résultats

2.10 Quotient du rayon d'arrondi et de l'épaisseur de la paroi	R / t	20.000	
2.11 Poids de la coque	m	50.11	[kg]
2.12 Tension méridienne	σ_1	100.00	[MPa]
2.13 Tension circonférentielle	σ_2	200.00	[MPa]
2.14 Modification radiale du cercle circonférentiel	dR	0.1619048	[mm]
2.15 Modification de la hauteur	dy	0.0967619	[mm]
2.16 Déplacement angulaire de la ligne latérale à partir d'une position	Ψ	0.0000E+00	[deg]

3.0 Coques coniques (à paroi mince)

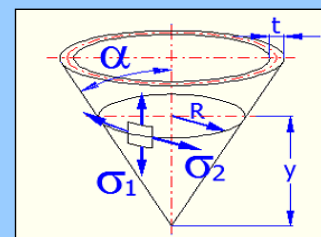
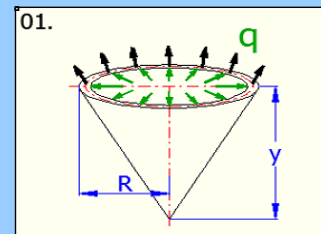
3.1 Forme et mode de chargement

01. Surpression intérieure/extérieure unique, appui tangentiel

3.2 Epaisseur de la coque	t	10.000	[mm]
3.3 Rayon d'arrondi (rayon moyen)	R	200.000	[mm]
3.4 Longueur de la coque conique	y	549.495	[mm]
3.5 Demi-angle du cône	α	20.000	[deg]
3.6 Rayon d'arrondi (rayon moyen)	r		[mm]
3.7 Niveau de liquide	d		[mm]
3.8 Masse volumique du liquide	Ro		[kg/m^3]
3.9 Force par unité de longueur / Force totale	p		[N/mm]
3.10 Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]
3.11 Vitesse	ω		[rpm]

Conditions:

$R / t = 20 > 10$



3.12 Résultats

3.13 Quotient du rayon d'arrondi et de l'épaisseur de la paroi	R / t	20.000	
3.14 Poids de la coque	m	28.842	[kg]
3.15 Tension méridienne	σ_1	106.42	[MPa]
3.16 Tension circonférentielle	σ_2	212.83	[MPa]
3.17 Modification radiale du cercle circonférentiel	dR	0.172295449	[mm]
3.18 Modification de la hauteur	dy	0.0003588	[mm]
3.19 Déplacement angulaire de la ligne latérale à partir d'une position	Ψ	0.0317033	[deg]
3.20 Tension méridienne - valeur maximale	σ_{1max}	~	[MPa]
3.21 Tension circonférentielle - valeur maximale	σ_{2max}	~	[MPa]

4.0 Coques sphériques (à paroi mince)

4.1 Forme et mode de chargement

01. Surpression intérieure/extérieure unique, appui tangential

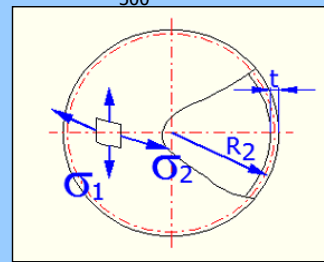
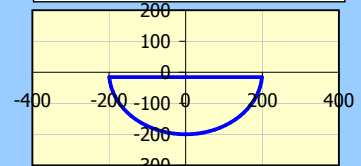
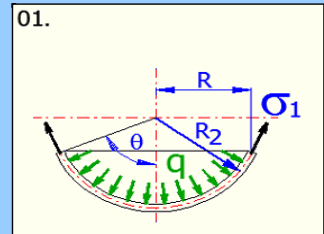
4.2 Epaisseur de la coque	t	10.000	[mm]
4.3 Rayon moyen de la coque sphérique	R2	200.000	[mm]
4.4 Angle entre l'axe et le bord	θ	90.000	[deg]
4.5 Angle entre l'axe et le bord	θ_0		[deg]
4.6 Distance entre l'axe et le bord	R	200.000	[mm]
4.7 Distance entre l'axe et le bord	r		[mm]
4.8 Hauteur de la section	y	200.000	[mm]
4.9 Niveau de liquide	d		[mm]
4.10 Masse volumique du liquide	Ro		[kg/m ³]
4.11 Force par unité de longueur / Force totale	p		[N/mm]
4.12 Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]
4.13 Vitesse	ω		[rpm]



Force/mm

Conditions:

R2 / t = 20 > 10



4.14 Résultats

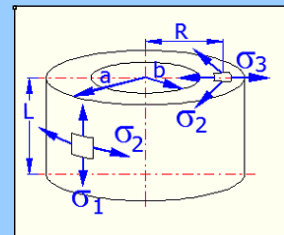
4.15 Quotient du rayon d'arrondi et de l'épaisseur de la paroi	R2 / t	20.000	
4.16 Poids de la coque	m	19.729	[kg]
4.17 Tension méridienne	σ_1	100.00	[MPa]
4.18 Tension circonférentielle	σ_2	100.00	[MPa]
4.19 Modification radiale du cercle circonférentiel	dR	0.0666667	[mm]
4.20 Modification radiale du cercle circonférentiel	dR2	0.0666667	[mm]
4.21 Modification de la hauteur	dy	0.0666667	[mm]
4.22 Déplacement angulaire de la ligne latérale à partir d'une position	Ψ	0.0000000	[deg]
4.23 Masse du liquide	mL		[kg]

5.0 Coques cylindriques et sphériques (à paroi épaisse)

5.1 Forme et mode de chargement

01. Cylindre - Pression radiale intérieure unique, pression axiale égale à zéro (ou compensée en externe), pour le disque ou la coque

5.2 Rayon extérieur	a	200.000	[mm]
5.3 Rayon intérieur	b	160.000	[mm]
5.4 Longueur de la coque cylindrique	L	500.000	[mm]
5.5 Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]



5.6 Résultats

5.7 Poids de la coque	m	177.562	[kg]
5.8 Contrainte dans le sens long	σ_{1max}	0.00	[MPa]
5.9 Contrainte dans le sens circonférentiel	σ_{2max}	45.56	[MPa]
5.10 Contrainte dans le sens radial	σ_{3max}	-10.00	[MPa]
5.11 Contrainte de cisaillement (maximale) sur le rayon intérieur	τ_{max}	27.78	[MPa]
5.12 Modification du rayon extérieur	da	0.03386243	[mm]
5.13 Modification du rayon intérieur	db	0.03699471	[mm]
5.14 Modification de la longueur	dL	-0.02540	[mm]
5.15 Point d'intérêt le long du rayon	R [mm]	161.600	<160...200>
5.16 Contrainte dans le sens long	σ_1	0.00	[MPa]
5.17 Contrainte dans le sens circonférentiel	σ_2	45.01	[MPa]
5.18 Contrainte dans le sens radial	σ_3	-9.45	[MPa]

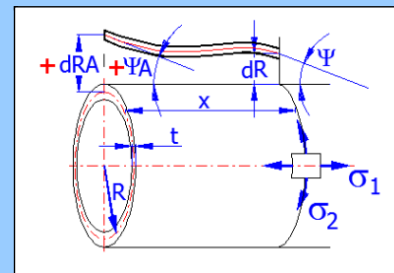
6.0 Coques cylindriques soumises à un moment d'extrémité, une force radiale, une surpression et une force axiale

6.1 Le premier calcul (côté gauche)

6.2	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.3	Coefficient de Poisson	ν	0.300		
6.4	Rayon d'arrondi (rayon moyen)	R	200.000	[mm]	
6.5	Epaisseur de la coque	t	5.000	[mm]	
6.6	Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]	
6.7	Force axiale produite sous l'action de la pression q	Fx	975.156	[N/mm]	
6.8	Force par unité de longueur / Force totale	p	0.000	[N/mm]	
6.9	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	53.741	[N/mm]	
6.10	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	0.422	[Nm/mm]	

Conditions:

$L > 148.53$ [mm]; $R / t = 40 > 10$

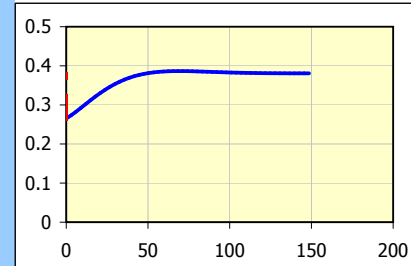


6.11 Résultats

6.12	Modification du rayon sur le pourtour (A)	dRA	0.265148591	[mm]	
6.13	Modification du déplacement angulaire méridien (A)	ΨA	-0.143595281	[deg]	
6.14	Coordonnées avec valeurs calculées	x	0.00000	[mm]	
6.15	Résultats pour le type de chargement et le type de graphique	Sum			
6.16	Force de déplacement radiale méridienne	V(x)	-53.74089	[N/mm]	
6.17	Moment de flexion méridien	M(x)	0.42180	[Nm/mm]	
6.18	Modification du rayon sur le pourtour	dR(x)	0.26515	[mm]	
6.19	Modification du déplacement angulaire méridien	$\Psi(x)$	-0.14360	[deg]	
6.20	Tension membranaire méridienne	$\sigma_1(x)$	0.00	[MPa]	
6.21	Tension membranaire circonférentielle	$\sigma_2(x)$	279.91	[MPa]	
6.22	Contrainte de flexion méridienne	$\sigma'_1(x)$	-101.23	[MPa]	
6.23	Contrainte de flexion circonférentielle	$\sigma'_2(x)$	-30.37	[MPa]	
6.24	Contrainte de cisaillement méridienne	$\tau_1(\omega)$	-10.75	[MPa]	

à: 148.53000

Modification du rayon sur le pourtour (dR)



6.25 Le second calcul (côté droit)

6.26	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.27	Coefficient de Poisson	ν	0.300		
6.28	Rayon d'arrondi (rayon moyen)	R	200.000	[mm]	
6.29	Epaisseur de la coque	t	10.000	[mm]	
6.30	Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]	
6.31	Force axiale produite sous l'action de la pression q	Fx	950.625	[N/mm]	
6.32	Force par unité de longueur / Force totale	p	0.000	[N/mm]	
6.33	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	-53.741	[N/mm]	
6.34	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	0.422	[Nm/mm]	

Conditions:

$L > 211.34$ [mm]; $R / t = 20 > 10$

6.35 Résultats

6.36	Modification du rayon sur le pourtour (A)	dR	0.265147667	[mm]	
6.37	Modification du déplacement angulaire méridien (A)	ΨA	0.143595281	[deg]	

7.0 Coques sphériques soumises à un moment d'extrémité, une force radiale, une surpression et une force axiale

7.1 Le premier calcul (côté gauche)

7.2	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
7.3	Coefficient de Poisson	v	0.300		
7.4	Angle entre l'axe et le bord	ϕ	150.000	[deg]	
7.5	Epaisseur de la coque	t	6.350	[mm]	
7.6	Rayon moyen de la coque sphérique	R2	304.800	[mm]	
7.7	Distance entre l'axe et le bord	R	152.400	[mm]	
7.8	Contrainte par unité de plaque	q	0.069	[MPa]	
7.9	Force tangentielle produite sous l'action de la pression q	Ft	9.650	[N/mm]	
7.10	Composante radiale de la force tangentielle Ft	Fty	-8.357	[N/mm]	
7.11	Composante axiale de la force tangentielle Ft	Ftx	4.825	[N/mm]	
7.12	Force par unité de longueur / Force totale	p	4.825	[N/mm]	
7.13	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	-4.312	[N/mm]	
7.14	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	-0.038	[Nm/mm]	

7.15 Résultats

7.16	Modification du rayon sur le pourtour	dRA($\omega=0$)	0.003330745	[mm]	
7.17	Modification du déplacement angulaire méridien	Ψ A($\omega=0$)	-0.000307044	[deg]	
7.18	Coordonnées avec valeurs calculées	ω	0.000	[deg]	
7.19	Résultats pour le type de chargement et le type de graphique	Sum			
7.20	Force de déplacement radiale méridienne	V(ω)	2.15618	[N/mm]	
7.21	Moment de flexion méridien	M1(ω)	-0.03770	[Nm/mm]	
7.22	Moment de flexion circonférentiel	M2(ω)	-0.01117	[Nm/mm]	
7.23	Modification du rayon sur le pourtour	dR(ω)	0.0033307	[mm]	
7.24	Modification du déplacement angulaire méridien	Ψ (ω)	-0.0003070	[deg]	
7.25	Tension membranaire méridienne	σ_1 (ω)	1.07	[MPa]	
7.26	Tension membranaire circonférentielle	σ_2 (ω)	4.91	[MPa]	
7.27	Contrainte de flexion méridienne	σ'_1 (ω)	5.61	[MPa]	
7.28	Contrainte de flexion circonférentielle	σ'_2 (ω)	1.66	[MPa]	
7.29	Contrainte de cisaillement méridienne	τ_2 (ω)	0.34	[MPa]	

7.30 Le second calcul (côté droit)

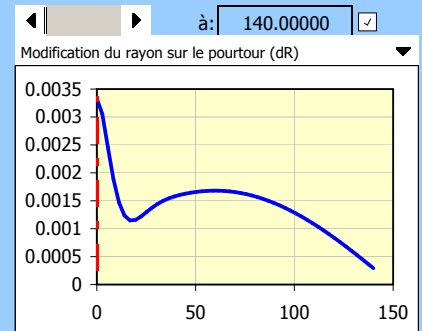
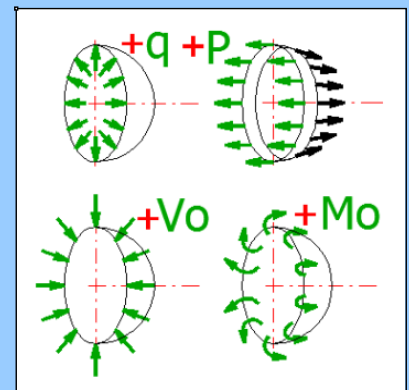
7.31	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
7.32	Coefficient de Poisson	v	0.300		
7.33	Angle entre l'axe et le bord	ϕ	150.000	[deg]	
7.34	Epaisseur de la coque	t	6.350	[mm]	
7.35	Rayon moyen de la coque sphérique	R2	304.800	[mm]	
7.36	Distance entre l'axe et le bord	R	152.400	[mm]	
7.37	Contrainte par unité de plaque	q	0.069	[MPa]	
7.38	Force tangentielle produite sous l'action de la pression q	Ft	9.650	[N/mm]	
7.39	Composante radiale de la force tangentielle Ft	Fty	-8.357	[N/mm]	
7.40	Composante axiale de la force tangentielle Ft	Ftx	4.825	[N/mm]	
7.41	Force par unité de longueur / Force totale	p	4.825	[N/mm]	
7.42	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	-8.357	[N/mm]	
7.43	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	-0.072	[Nm/mm]	

7.44 Résultats

7.45	Modification du rayon sur le pourtour	dR($\omega=0$)	0.005755321	[mm]	
7.46	Modification du déplacement angulaire méridien	Ψ ($\omega=0$)	1.2424E-17	[deg]	

Conditions:

19.3 < ϕ < 160.7 R2 / t = 48 > 10



Conditions:

19.3 < ϕ < 160.7 R2 / t = 48 > 10
 $\phi = 30$ $\phi = 150$

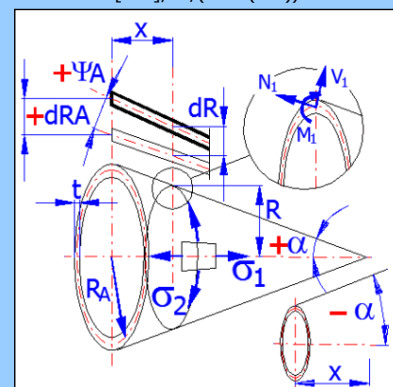
8.0 Coques coniques soumises à un moment d'extrémité, une force radiale, une surpression et une force axiale

8.1 Le premier calcul (côté gauche)

8.2	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
8.3	Coefficient de Poisson	ν	0.300		
8.4	Rayon d'arrondi (rayon moyen)	RA	200.000	[mm]	
8.5	Epaisseur de la coque	t	10.000	[mm]	
8.6	Demi-angle du cône	α	10.000	[deg]	
8.7	Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]	
8.8	Force tangentielle produite sous l'action de la pression q	Ft	964.522	[N/mm]	
8.9	Composante radiale de la force tangentielle Ft	Fty	167.487	[N/mm]	
8.10	Composante axiale de la force tangentielle Ft	Ftx	949.868	[N/mm]	
8.11	Force par unité de longueur / Force totale	p	4.825	[N/mm]	
8.12	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	-3.194	[N/mm]	
8.13	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	-0.038	[Nm/mm]	

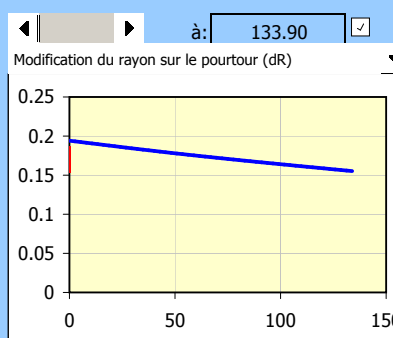
Conditions: $\text{abs}(k)=87.3>5$

$L>133.9$ [mm]; $R/(t*\cos(\alpha))=17.9>10$



8.14 Résultats

8.15	Modification du rayon sur le pourtour (A)	dRA	0.194074528	[mm]	
8.16	Modification du déplacement angulaire méridien (A)	Ψ_A	0.02108924	[deg]	
8.17	Coordonnées avec valeurs calculées	x	0.00000	[mm]	
8.18	Résultats pour le type de chargement et le type de graphique	Sum			
8.19	Rayon d'arrondi (rayon moyen) au point x	R	200.00000	[mm]	
8.20	Force de déplacement tangentielle méridienne	N1(x)	56.35401	[N/mm]	
8.21	Force de déplacement tangentielle circonférentielle	N2(x)	2054.67397	[N/mm]	
8.22	Moment de flexion méridien	M1(x)	-0.03770	[Nm/mm]	
8.23	Moment de flexion circonférentiel	M2(x)	-0.01083	[Nm/mm]	
8.24	Modification du rayon sur le pourtour	dR(x)	0.19407	[mm]	
8.25	Modification du déplacement angulaire méridien	$\Psi(x)$	0.02109	[deg]	
8.26	Tension membranaire méridienne	$\sigma_1(x)$	5.64	[MPa]	
8.27	Tension membranaire circonférentielle	$\sigma_2(x)$	205.47	[MPa]	
8.28	Contrainte de flexion méridienne	$\sigma'_1(x)$	2.26	[MPa]	
8.29	Contrainte de flexion circonférentielle	$\sigma'_2(x)$	0.65	[MPa]	
8.30	Force de déplacement radiale méridienne	V1(x)	0.12	[N/mm]	



8.31 Le second calcul (côté droit)

8.32	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
8.33	Coefficient de Poisson	ν	0.300		
8.34	Rayon d'arrondi (rayon moyen)	RA	200.000	[mm]	
8.35	Epaisseur de la coque	t	5.000	[mm]	
8.36	Demi-angle du cône	α	20.000	[deg]	
8.37	Contrainte par unité de plaque	q	10.000	[MPa]	
8.38	Force tangentielle produite sous l'action de la pression q	Ft	1036.049	[N/mm]	
8.39	Composante radiale de la force tangentielle Ft	Fty	354.350	[N/mm]	
8.40	Composante axiale de la force tangentielle Ft	Ftx	973.568	[N/mm]	
8.41	Force par unité de longueur / Force totale	p	852.493	[N/mm]	
8.42	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	310.282	[N/mm]	
8.43	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	4.735	[Nm/mm]	

Conditions: $\text{abs}(k)=59.5>5$

$L>91.25$ [mm]; $R/(t*\cos(\alpha))=35.5>10$

8.44 Résultats

8.45	Modification du rayon sur le pourtour (A)	dR	0.027168865	[mm]	
8.46	Modification du déplacement angulaire méridien (A)	Ψ_A	0.691257072	[deg]	

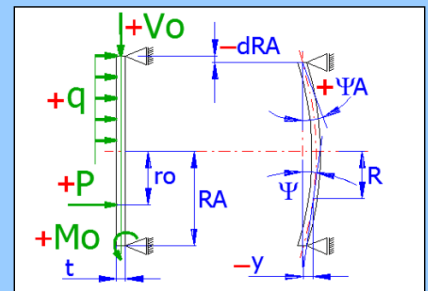
9.0 Plaques circulaires soumises à un moment d'extrémité, une force radiale, une surpression et une force axiale

9.1 Plaques circulaires

9.2	Module d'élasticité à la traction	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
9.3	Coefficient de Poisson	ν	0.300		
9.4	Rayon extérieur	RA	200.000	[mm]	
9.5	Épaisseur de la plaque	t	10.000	[mm]	
9.6	Contrainte par unité de plaque	q	0.500	[MPa]	
9.7	Grandeur totale de la force	P	0.000	[N]	
9.8	Rayon de contrainte P	ro	0.000	[mm]	
9.9	Force par unité de longueur (circonférence)	Vo	0.000	[N/mm]	
9.10	Moment par unité de longueur (circonférence)	Mo	0.000	[Nm/mm]	

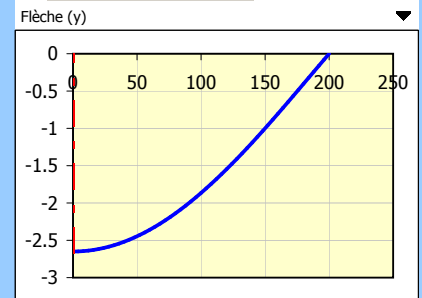
Conditions:

$$Ra / t = 20 > 10; y_{max} < t / 2$$



9.11 Résultats

9.12	Modification du rayon sur le pourtour (A)	dRA	-0.021547348	[mm]
9.13	Modification du déplacement angulaire (A)	ΨA	1.14591559	[deg]
9.14	Coordonnées avec valeurs calculées	R	0.00000	[mm]
9.15	Résultats pour le type de chargement et le type de graphique	Sum		
9.16	Flèche	$\gamma(R)$	-2.65000	[mm]
9.17	Inclinaison	$\Psi(R)$	0.00002	[deg]
9.18	Moment radial	Mr(R)	4.12497	[Nm/mm]
9.19	Moment tangentiel	Mt(R)	4.12497	[Nm/mm]
9.20	Tension de cisaillement	$\tau(R)$	-0.00063	[MPa]
9.21	Tension de flexion radiale	$\sigma_r(R)$	247.499	[MPa]
9.22	Tension de flexion tangentielle	$\sigma_t(R)$	247.499	[MPa]
9.23	Flèche max.	$\gamma(max)$	0.00000	[mm]
9.24	Flèche min.	$\gamma(min)$	-2.65000	[mm]



? Section d'additions

10.0 Solution de la liaison de deux coques et d'autres problèmes statiquement indéterminés

10.1 Type de liaison, libération, formules

10.2 Supprimer les formules

01. Cylindre - Cylindre (surpression intérieure/extérieure + chargement axial), $R1=R2$, $dR1=dR2$, $\Psi1=-\Psi2$

10.3	Nombre de pas d'approximation	i	10
10.4	Sensitivité de l'évaluation de l'équation		1000 100000
10.5	Paramètre modifié 1	Variable1	53.74100242
10.6	Paramètre modifié 2	Variable2	0.421801016
10.7	Paramètre modifié 3	Variable3	0
10.8	Equation 1		0.000924072
10.9	Résultat 1	=	0.000
10.10	Equation 2		0.000000
10.11	Résultat 2	=	0.000
10.12	Equation 3		0.000000
10.13	Résultat 3	=	0.000

