

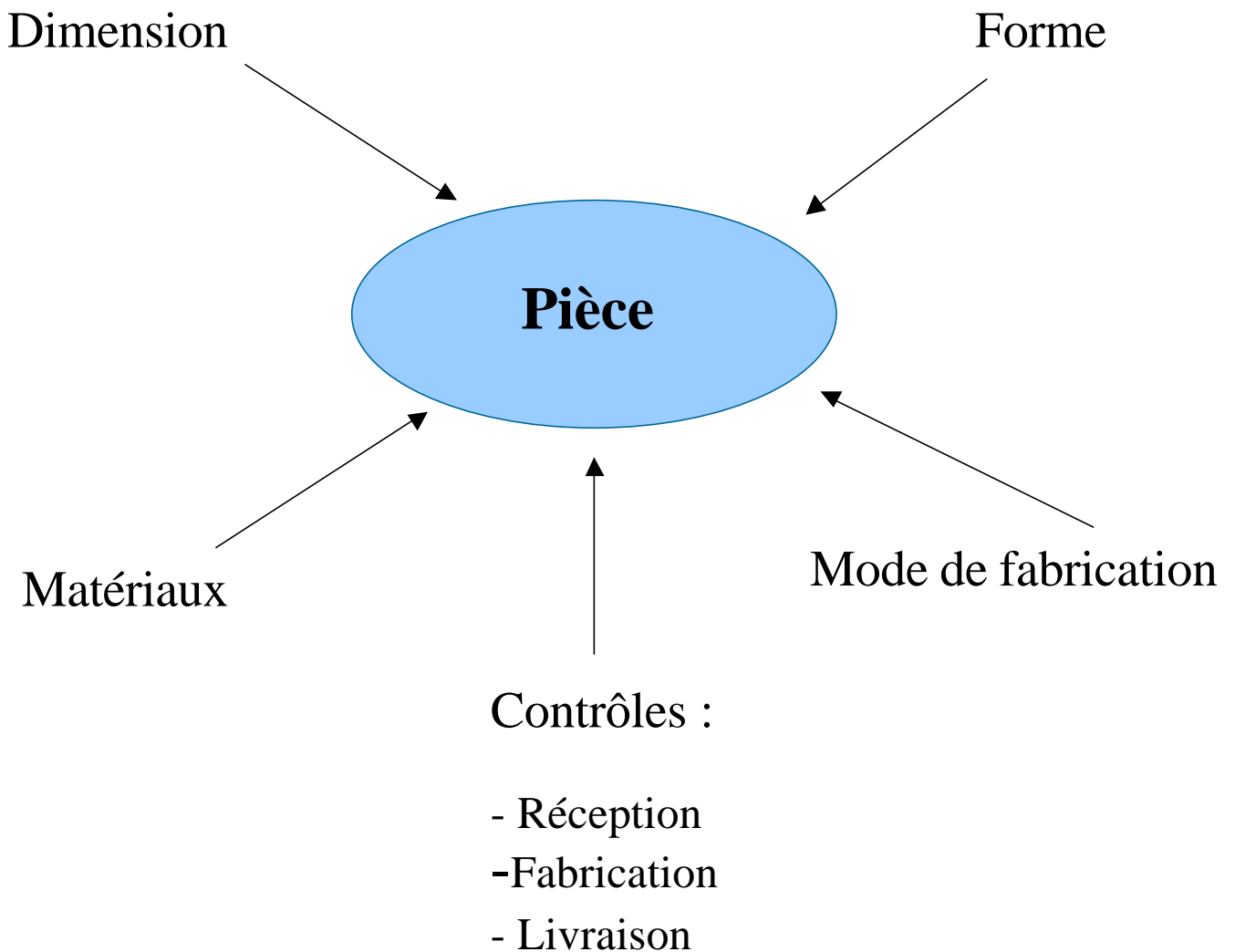


Dimensionnement

Mr CICEBEL : ISITV



Dimensionnement

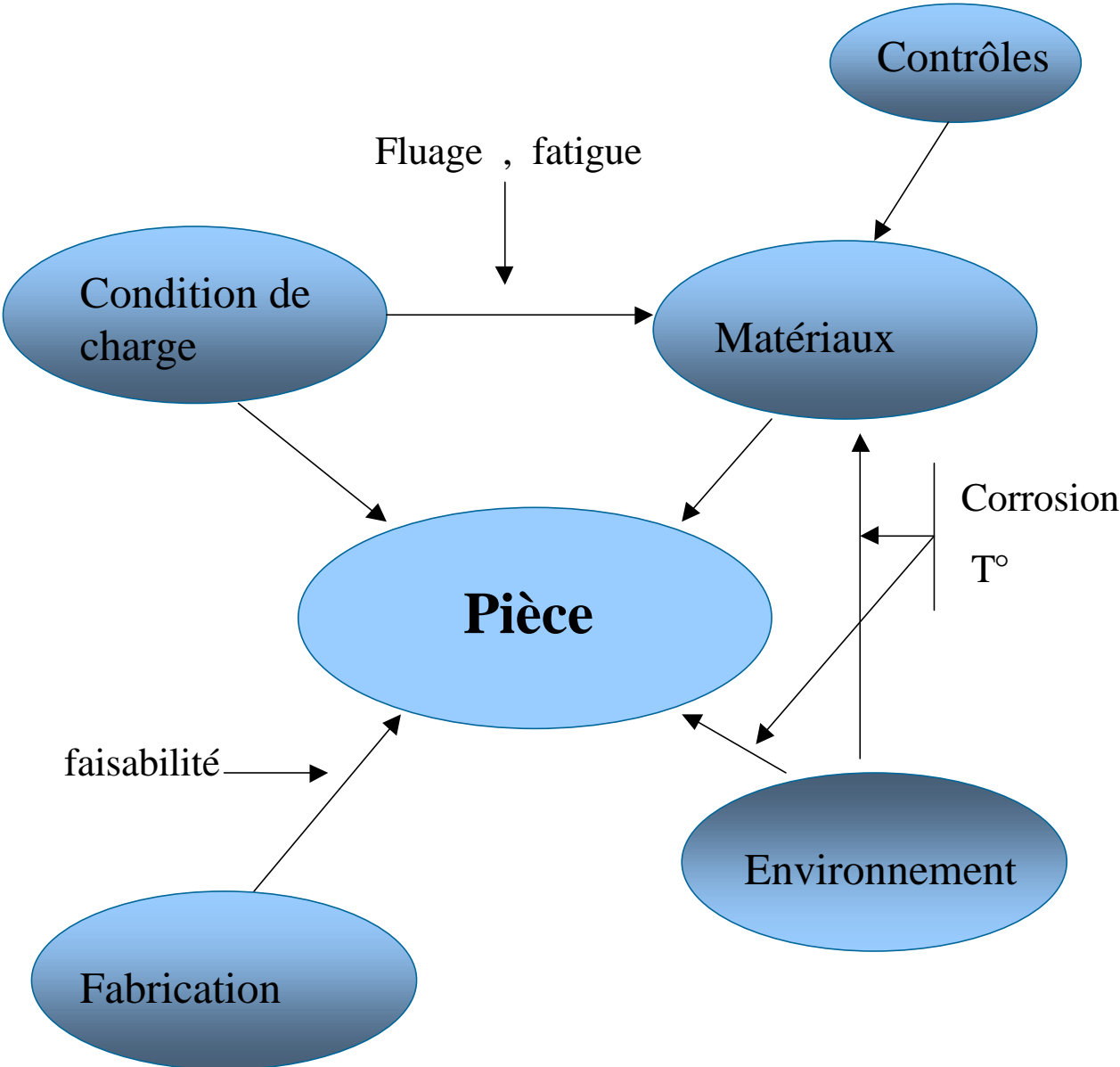


Le mode de fabrication conditionne l'éventail des formes possibles et les contraintes mécaniques

Les contrôles influent sur le risque de défaillance dû à la fabrication



Paramètres





Moyens

- Calcul —→ RDM , théories coques, formules de dimensionnement
- Éléments finis —→ Validation
Maquette virtuelle
- Codes de calcul : Démarche guidée qui oblige le concepteur à tenir compte de toutes les difficultés du problème



Exemple

Etude d'un réservoir sous pression de :
40 Bars ,80 L

- Solutions
 - Sphère
 - Cylindre +fonds sphériques
 - Cylindre + fonds plats
 -
 - Liaisons boulonnées ou soudées
- Choix
 - Pour des raisons de coût et de fabrication artisanale on prendra la solution suivante :
 - Tube aluminium du commerce 280*300
 - Fond plat avec liaison par soudure



Calcul du tube : RDM

En considérant un tube mince on trouve :

$$s_t = \frac{P.d}{2 * e} = 56Mpa$$

$$s_l = \frac{P.d}{4.e} = 28Mpa$$

$$s_{eq} = 48Mpa$$

Ces formules purement statiques ne prennent pas en compte des phénomènes complémentaires qu'il faudra traiter par la suite



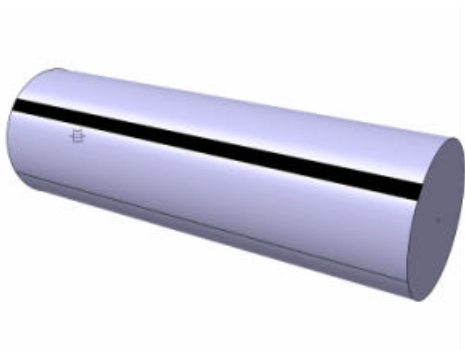
Calcul fond plat théorie des coques

- On rencontre 2 modèles de calcul
 - Bords appuyés sans raideur de flexion
 $\sigma_{eq}=60\text{Mpa}$
 - Bords encastés avec raideur de flexion
 $\sigma_{eq}=30\text{Mpa}$
- La réalité est plus complexe car le fond est encasté mais le tube n'est pas très rigide par sécurité on se rapprochera du premier modèle
- Mêmes remarques concernant les phénomènes complémentaires



Validation par éléments finis

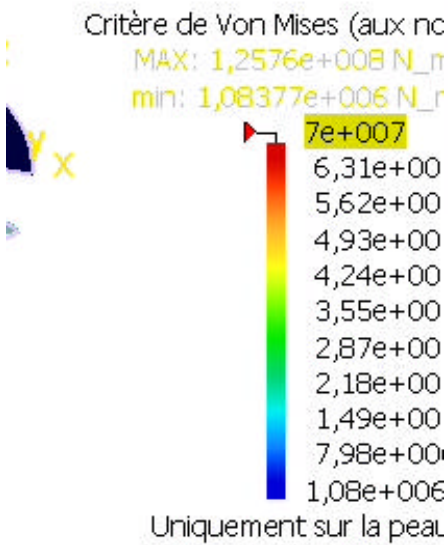
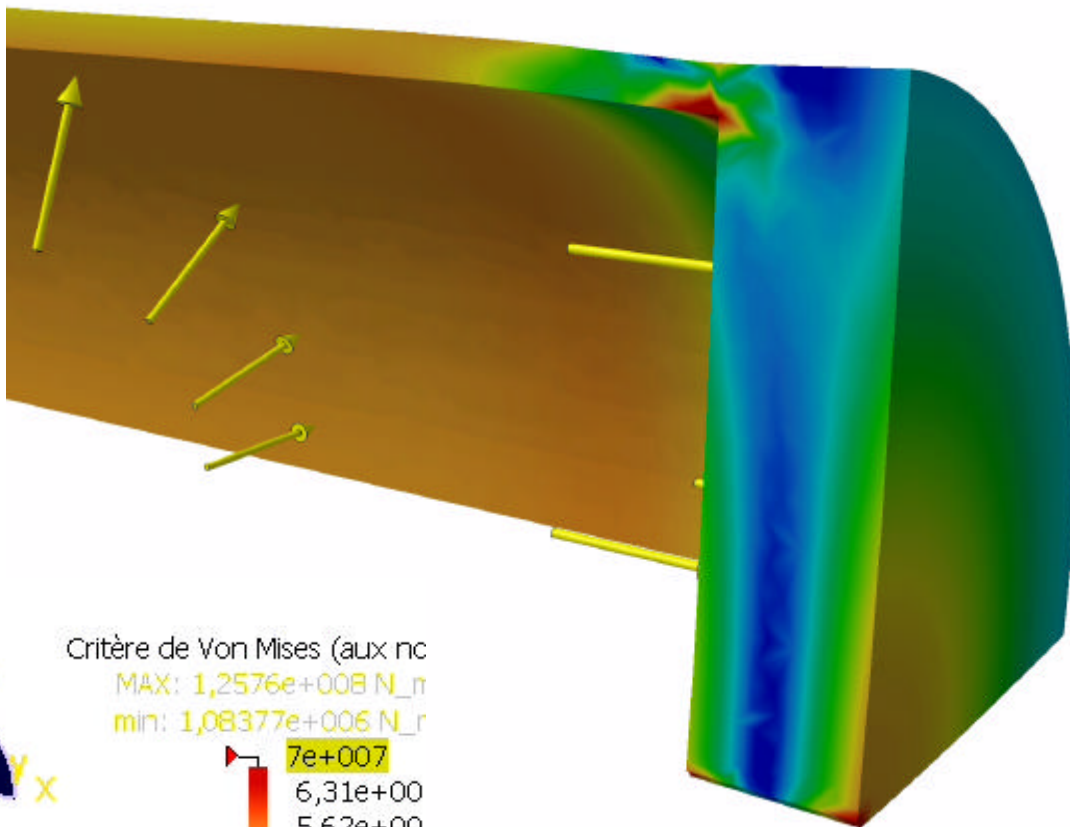
On crée une maquette virtuelle de la pièce. Le calcul mécanique se fait en remplaçant la forme initiale (complexe) par un assemblage d'éléments simples (Eléments Finis)



Le calcul donne les contraintes . On retrouve les valeurs données par le calcul . Sauf à la jonction où le phénomène de concentration de contraintes se produit



Contraintes par EF





CODAP

CODE FRANCAIS DE CONSTRUCTION
DES APPAREILS A PRESSION



OBJET DU CODE

- Spécifier les règles et exigences minimum pour assurer la sécurité d'emploi et les conditions normales d'exploitation .

- Les règles portent sur :
 - Le choix des matériaux
 - Le calcul
 - La fabrication
 - Le contrôle
 - L'inspection

- Les appareils étudiés , construits et étudiés suivant les règles du code bénéficient d'une présomption de conformité



LES SOLLICITATIONS

Le code prend en compte diverses sollicitations :

- Pression intérieure ou extérieure
- Action pesanteur , actions et réactions diverses
- Poids de la neige , action vent et séismes
- Actions dynamiques
(chocs , fluides pièces en mouvement)
- Phénomènes vibratoires



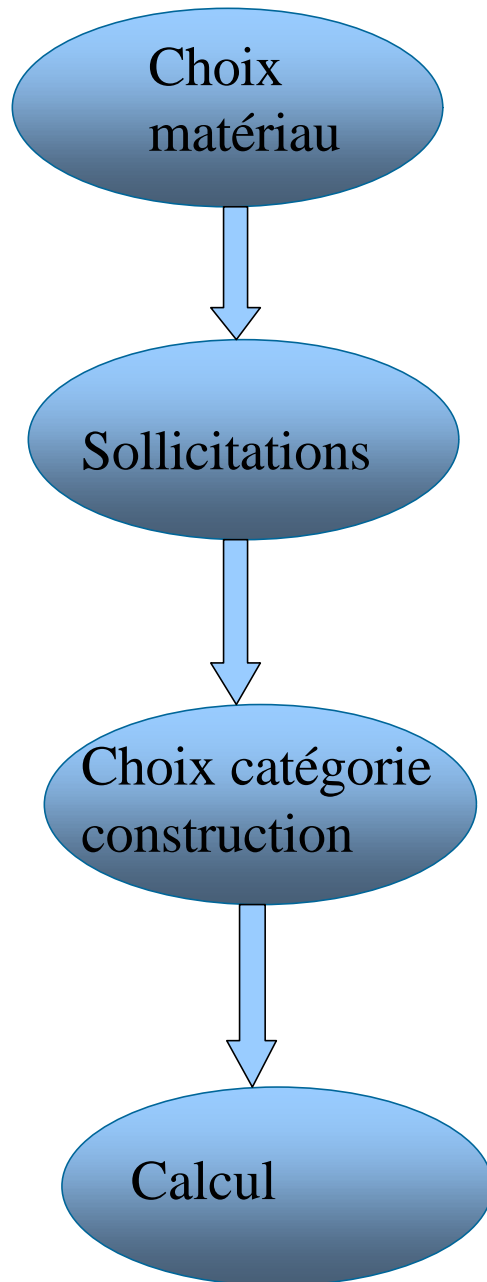
Modes de défaillance

Les différents modes de défaillance sont :

- Rupture fragile
- Déformation excessive
- Instabilité plastique
- Rupture par fluage
- Déformation progressive
- Fissuration par fatigue



DEMARCHE





Catégorie de construction

La catégorie de construction conditionne :

-Une contrainte nominale de calcul comprenant 3 niveaux (f_1 , f_2 , f_3) auxquelles sont respectivement attachés des protocoles de réception et des essais

-Un coefficient de soudure z qui conditionne la nature , l'étendue et la sévérité des contrôles

Contrainte nominale de calcul	Catégorie de construction		
	A	B	C
f_1	$z = 1$	$z = 1$ ou $z = 0,85$	
f_2	$z = 1$	$z = 1$ ou $z = 0,85$	$z = 0,85$ ou $z = 0,7$
f_3	$z = 1$	$z = 1$ ou $z = 0,85$	$z = 0,7$



Choix catégorie

Le choix de la catégorie de construction est de la responsabilité de l'acheteur

Il lui appartient d'apprécier les risques potentiels de défaillance et les conséquences

		RISQUES POTENTIELS DE DÉFAILLANCE		
		élevés	moyens	faibles
CONSÉQUENCES D'UNE DÉFAILLANCE ÉVENTUELLE	importantes	A*	A	B
	moyennes	A	B	C
	faibles	B	C	C

Pour notre exemple la catégorie C est suffisante .

Z sera égale à 0,7 (pas de contrôle)



Contrainte nominale

Le code définit dans un premier temps la contrainte admissible de calcul en tenant compte de la catégorie ainsi que des conditions d'emploi .

(T° , corrosion , fluage , fatigue)

Dans le cas de l'aluminium en situation normale de service pour f3

$$f = \text{Min}\left(\frac{Rt(0,2\%)}{1,9}, \frac{Rr}{3}\right)$$

Pour l'aluminium utilisé

$$Rr = 250 \text{ Mpa} \quad R(0,2\%)=200 \text{ Mpa}$$

$$f= 80 \text{ Mpa}$$



Calcul tube

Pour une enveloppe cylindrique d'épaisseur constante

$$e = \frac{Dm * P}{2 * f * z}$$

$$Dm = 290 \text{ , } f = 80\text{Mpa}$$

$$z = 1 \text{ (pas de soudure)}$$

On obtient $e=7$ mm

Fond plat soudé

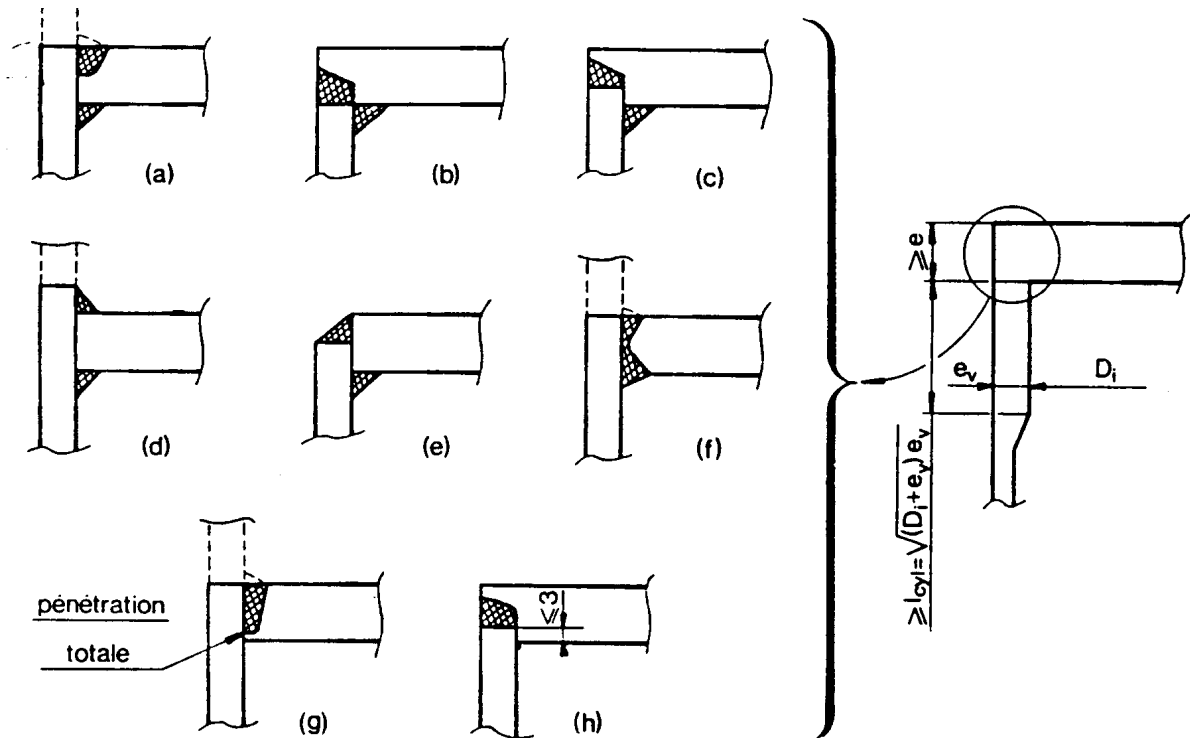


Figure C3.2.5. Fond plat soudé. (M) (N) (O) (P) (Q) (R) (S) (T) (U) (V) (W) (X) (Y) (Z) (AA) (AB) (AC) (AD) (AE) (AF) (AG) (AH) (AI) (AJ) (AK) (AL) (AM) (AN) (AO) (AP) (AQ) (AR) (AS) (AT) (AU) (AV) (AW) (AX) (AY) (AZ) (BA) (BB) (BC) (BD) (BE) (BF) (BG) (BH) (BI) (BJ) (BK) (BL) (BM) (BN) (BO) (BP) (BQ) (BR) (BS) (BT) (BU) (BV) (BW) (BX) (BY) (BZ) (CA) (CB) (CC) (CD) (CE) (CF) (CG) (CH) (CI) (CJ) (CK) (CL) (CM) (CN) (CO) (CP) (CQ) (CR) (CS) (CT) (CU) (CV) (CW) (CX) (CY) (CZ) (DA) (DB) (DC) (DD) (DE) (DF) (DG) (DH) (DI) (DJ) (DK) (DL) (DM) (DN) (DO) (DP) (DQ) (DR) (DS) (DT) (DU) (DV) (DW) (DX) (DY) (DZ) (EA) (EB) (EC) (ED) (EE) (EF) (EG) (EH) (EI) (EJ) (EK) (EL) (EM) (EN) (EO) (EP) (EQ) (ER) (ES) (ET) (EU) (EV) (EW) (EX) (EY) (EZ) (FA) (FB) (FC) (FD) (FE) (FF) (FG) (FH) (FI) (FJ) (FK) (FL) (FM) (FN) (FO) (FP) (FQ) (FR) (FS) (FT) (FU) (FV) (FW) (FX) (FY) (FZ) (GA) (GB) (GC) (GD) (GE) (GF) (GG) (GH) (GI) (GJ) (GK) (GL) (GM) (GN) (GO) (GP) (GQ) (GR) (GS) (GT) (GU) (GV) (GW) (GX) (GY) (GZ) (HA) (HB) (HC) (HD) (HE) (HF) (HG) (HH) (HI) (HJ) (HK) (HL) (HM) (HN) (HO) (HP) (HQ) (HR) (HS) (HT) (HU) (HV) (HW) (HX) (HY) (HZ) (IA) (IB) (IC) (ID) (IE) (IF) (IG) (IH) (II) (IJ) (IK) (IL) (IM) (IN) (IO) (IP) (IQ) (IR) (IS) (IT) (IU) (IV) (IW) (IX) (IY) (IZ) (JA) (JB) (JC) (JD) (JE) (JF) (JG) (JH) (JI) (JJ) (JK) (JL) (JM) (JN) (JO) (JP) (JQ) (JR) (JS) (JT) (JU) (JV) (JW) (JX) (JY) (JZ) (KA) (KB) (KC) (KD) (KE) (KF) (KG) (KH) (KI) (KJ) (KK) (KL) (KM) (KN) (KO) (KP) (KQ) (KR) (KS) (KT) (KU) (KV) (KW) (KX) (KY) (KZ) (LA) (LB) (LC) (LD) (LE) (LF) (LG) (LH) (LI) (LJ) (LK) (LL) (LM) (LN) (LO) (LP) (LQ) (LR) (LS) (LT) (LU) (LV) (LW) (LX) (LY) (LZ) (MA) (MB) (MC) (MD) (ME) (MF) (MG) (MH) (MI) (MJ) (MK) (ML) (MN) (MO) (MP) (MQ) (MR) (MS) (MT) (MU) (MV) (MW) (MX) (MY) (MZ) (NA) (NB) (NC) (ND) (NE) (NF) (NG) (NH) (NI) (NJ) (NK) (NL) (NM) (NN) (NO) (NP) (NQ) (NR) (NS) (NT) (NU) (NV) (NW) (NX) (NY) (NZ) (OA) (OB) (OC) (OD) (OE) (OF) (OG) (OH) (OI) (OJ) (OK) (OL) (OM) (ON) (OO) (OP) (OQ) (OR) (OS) (OT) (OU) (OV) (OW) (OX) (OY) (OZ) (PA) (PB) (PC) (PD) (PE) (PF) (PG) (PH) (PI) (PJ) (PK) (PL) (PM) (PN) (PO) (PP) (PQ) (PR) (PS) (PT) (PU) (PV) (PW) (PX) (PY) (PZ) (QA) (QB) (QC) (QD) (QE) (QF) (QG) (QH) (QI) (QJ) (QK) (QL) (QM) (QN) (QO) (QP) (QQ) (QR) (QS) (QT) (QU) (QV) (QW) (QX) (QY) (QZ) (RA) (RB) (RC) (RD) (RE) (RF) (RG) (RH) (RI) (RJ) (RK) (RL) (RM) (RN) (RO) (RP) (RQ) (RR) (RS) (RT) (RU) (RV) (RW) (RX) (RY) (RZ) (SA) (SB) (SC) (SD) (SE) (SF) (SG) (SH) (SI) (SJ) (SK) (SL) (SM) (SN) (SO) (SP) (SQ) (SR) (SS) (ST) (SU) (SV) (SW) (SX) (SY) (SZ) (TA) (TB) (TC) (TD) (TE) (TF) (TG) (TH) (TI) (TJ) (TK) (TL) (TM) (TN) (TO) (TP) (TQ) (TR) (TS) (TT) (TU) (TV) (TW) (TX) (TY) (TZ) (UA) (UB) (UC) (UD) (UE) (UF) (UG) (UH) (UI) (UJ) (UK) (UL) (UM) (UN) (UO) (UP) (UQ) (UR) (US) (UT) (UU) (UV) (UW) (UX) (UY) (UZ) (VA) (VB) (VC) (VD) (VE) (VF) (VG) (VH) (VI) (VJ) (VK) (VL) (VM) (VN) (VO) (VP) (VQ) (VR) (VS) (VT) (VU) (VV) (VW) (VX) (VY) (VZ) (WA) (WB) (WC) (WD) (WE) (WF) (WG) (WH) (WI) (WJ) (WK) (WL) (WM) (WN) (WO) (WP) (WQ) (WR) (WS) (WT) (WU) (WV) (WW) (WX) (WY) (WZ) (XA) (XB) (XC) (XD) (XE) (XF) (XG) (XH) (XI) (XJ) (XK) (XL) (XM) (XN) (XO) (XP) (XQ) (XR) (XS) (XT) (XU) (XV) (XW) (XX) (XY) (XZ) (YA) (YB) (YC) (YD) (YE) (YF) (YG) (YH) (YI) (YJ) (YK) (YL) (YM) (YN) (YO) (YP) (YQ) (YR) (YS) (YT) (YU) (YV) (YW) (YX) (YZ) (ZA) (ZB) (ZC) (ZD) (ZE) (ZF) (ZG) (ZH) (ZI) (ZJ) (ZK) (ZL) (ZM) (ZN) (ZO) (ZP) (ZQ) (ZR) (ZS) (ZT) (ZU) (ZV) (ZW) (ZX) (ZY) (ZZ)

L'épaisseur minimale, en situation normale est donnée par :

$$e = \max\left[\left(C1 \cdot Di \sqrt{\frac{P}{f}}\right), \left(C2 \cdot Di \sqrt{\frac{P}{f \cdot \min i}}\right)\right]$$

Les coefficients C1 et C2 sont donnés par des abaques en fonction de P/f , P/f_{\min} et e_{cyl}/D



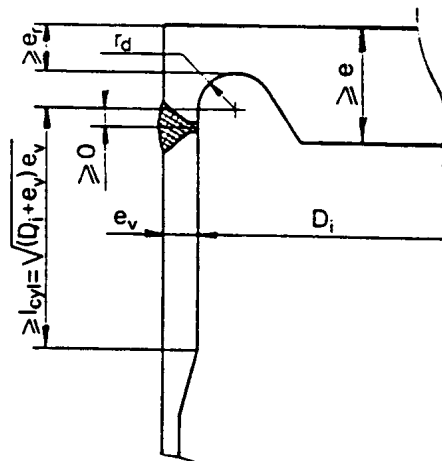
Fond plat suite

Les valeurs des constantes sont :

$$C1=0,37 \quad , \quad C2=0,54$$

On obtient $e=40\text{mm}$.

Pour limiter les concentrations de contraintes la solution proposée est une rainure de décharge





CONCLUSION

Pour dimensionner , l'ingénieur doit maîtriser toutes
Les phases de vie du produit . Chacune de ces phases
Influe sur les paramètres du dimensionnement
(forme , contrainte de calcul)