

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

CONCEPTION ET REALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

Unité U 41-A

DIMENSIONNEMENT ET VERIFICATION D'OUVRAGES

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

- C3.1 : Identifier la norme, la réglementation, le code de construction
- C3.2 : Recenser, pour l'ouvrage étudié, les éléments à dimensionner et/ou à vérifier.
- C3.3 : Identifier les conditions ou situations de fonctionnement
- C3.4 : Identifier et quantifier les données nécessaires au calcul.
- C3.5 : Appliquer les modèles d'étude et démarches du code de construction en vigueur
- C3.7 : Interpréter les résultats.
- C3.8 : Rédiger la note de calcul devant figurer dans le dossier de l'ouvrage étudié.

Ce sujet comporte :

- Un dossier plan composé de 3 pages Folio 1/3 à Folio 3/3
- Un dossier technique composé de 4 pages DT 1/4 à DT 4/4
- Un dossier travail composé de 14 pages DOC 1/14 à DOC 14/14

Documents à rendre par l'élève :

- Un dossier travail
- Les dessins Folio 2/3 et 3/3

Document ressource à consulter par l'élève :

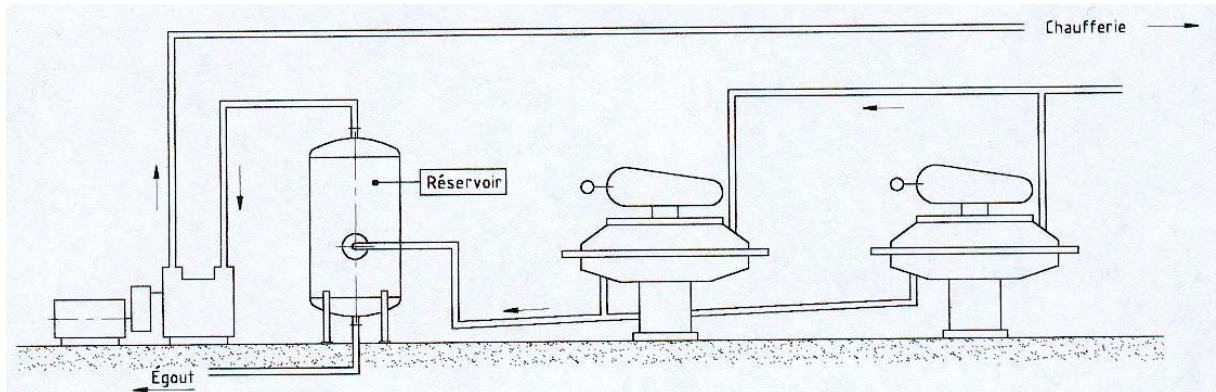
- CODAP 2005

PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE

PRESENTATION :

Au sein d'une société utilisant des systèmes à fortes pertes énergies calorifiques, il est possible de centraliser celles-ci vers un réservoir afin de les transformer en un système de chauffage pour d'autres lieux.

Le réservoir centralisateur, d'une société de repassage, permet d'utiliser le retour des vapeurs à repasser d'une usine de confection. Du réservoir, en passant par une pompe, il assure le renvoi de la vapeur excédentaire vers la chaufferie. Les vapeurs lourdes sont évacuées en caniveaux.



PROBLEMATIQUE :

Suite à une demande de sa clientèle ; permettre un débit plus important de vapeur. Une société de chaudronnerie doit modifier les diamètres des piquages d'entrée et de sortie de son appareil à pression, selon les conditions d'utilisation suivantes :

En situation normal de service :

1. Pression effective : Voir Dossier Technique
2. Température de calcul : Voir Dossier Technique
3. Fluide ; vapeur d'eau chaude.
4. Virole ; Voir plan Folio 1/1 et Dossier Technique
5. Fond elliptique ; Voir plan Folio 1/1 et Dossier Technique

SOLUTION RESOLUTIVE :

VERIFIER les conditions d'application des règles pour les ouvertures modifiées.

VERIFIER la résistance de l'enveloppe et le besoin, éventuel, d'un renfort d'ouverture.

PROPOSER un renfort d'ouverture si besoin.

ETAPE 1

Détermination de la contrainte nominale de calcul f

La contrainte nominale de calcul f est la valeur de la contrainte à introduire dans les formules de calcul données par le CODAP. Elle définit les caractéristiques mécaniques du matériau et les coefficients de sécurité adoptés vis-à-vis de la défaillance par déformation excessive et de la défaillance par instabilité plastique

1. Situation de calcul :

1.1. Situation normale de service :

On prendra compte les caractéristiques correspondant aux conditions de service pour lesquels l'appareil est conçu.

1.1.1. Caractéristiques des matériaux utilisées pour les calculs :

En vous aidant du dossier technique

DONNER la formulation de la contrainte nominale f (CODAP page 25)

$f =$

EXPRIMER la valeur de la limite d'élasticité à 1% à température de 220° $R_{p1,0}^{220°}$
(CODAP page 53), en prenant compte des valeurs intermédiaires :

1. Valeurs de températures encadrant la valeur 220° : [..... ° ; °]
2. Valeurs de leurs limites d'élasticité à 1% ; [..... MPa ; MPa]
3. Représentation de l'approximation affine :



Echelle des représentations :
 $R'_{p1,0}$; MPa = mmm
 t ° ; °C = mm

DETERMINER la valeur de la limite d'élasticité à 0,1% à température de 220° $R_{p1,0}^{220°}$

$R_{p1,0}^{220°} =$

DETERMINER la valeur limite de f

$f =$

ETAPE 2

Vérification des ouvertures ; Piquage 4 / Virole 1

Les ouvertures, parfois appelées « piquages », sont des éléments fonctionnels indispensables sur les appareils chaudronnés. A part la nécessité de remplir et de vider l'appareil, il faut souvent prévoir d'accéder ou de pouvoir inspecter l'intérieur. On a également besoin d'information sur l'état du produit ; pression, température, niveau, etc...

1. Conditions d'applications des règles du CODAP :

(CODAP page 65 et 78)

1.1. Vérification du domaine d'application du diamètre d'ouverture :

On considère que si le diamètre de l'ouverture excède la relation établie par le CODAP, l'enveloppe ne se comporte plus comme une virole cylindrique, et il faut donc dimensionner par d'autres moyens.

En vous aidant du dossier technique et du CODAP page 65

DONNER la formulation du diamètre d de l'ouverture en fonction du diamètre moyen et de l'épaisseur utile :

d ≤

DETERMINER la valeur du diamètre d'ouverture d à ne pas excéder :

.....

CONCLURE sur la validation du domaine d'application :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.2. Vérification du domaine d'application de la position de l'ouverture :

Afin de ne pas concentrer les affaiblissements de résistance de la virole, le CODAP fixe des distances minimales aux discontinuités de l'enveloppe.

En vous aidant du dossier technique et du CODAP page 66

IDENTIFIER le type de discontinuité associée à notre appareil à pression :

Enveloppe cylindrique- fond bombé divers	Enveloppe cylindrique- enveloppe conique	Enveloppe cylindrique- fond plat	Enveloppe cylindrique- soufflet de dilatation	Enveloppe cylindrique- bride
---	---	-------------------------------------	--	---------------------------------

DONNER la formulation de la condition de distance minimale d'une ouverture à respecter :

$x-x_0 \geq$

DETERMINER la valeur de la distance minimale :

$x-x_0 \geq$

En vous aidant du plan Folio 1/3

DETERMINER la valeur nominale de la position de l'ouverture x :

x =

En vous aidant du CODAP page 74

IDENTIFIER la présence de renfort sur l'ouverture :

Renforcement de l'ouverture	Non renforcement de l'ouverture
-----------------------------	---------------------------------

DETERMINER la valeur nominale de la largeur du renforcement x_0 : *Si non renforcement $x_0=0$*

$x_0 =$

DETERMINER la valeur de la distance minimale :

..... \geq

CONCLURE sur la validation du domaine d'application :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.3. Vérification du domaine d'application des tubulures soudées :

1.3.1. Vérification de la position angulaire des tubulures :

On considère que si l'angle des tubulures n'excède pas la relation établie par le CODAP, ceux-ci n'engendrent pas de contraintes supplémentaires à l'enveloppe

En vous aidant du dossier technique et du CODAP page 69

DONNER la formulation de l'angle en fonction de la position des axes de la tubulure et du plan perpendiculaire à l'axe de l'enveloppe :

.....

VERIFIER la condition de la tubulure :

.....

CONCLURE sur la validation du domaine d'application de la tubulure :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.3.2. Vérification des épaisseurs des tubulures :

On considère que si l'épaisseur admise n'excède pas la relation établie par le CODAP, ceux-ci n'engendrent pas de contraintes supplémentaires à l'enveloppe.

En vous aidant du Dossier Technique et du CODAP page 69 à 71

DONNER la formulation de l'épaisseur admise en fonction du coefficient k_t et l'épaisseur admise de l'enveloppe au voisinage de l'ouverture :

.....

En vous aidant du graphe et de la formulation C5.1.2.3 page 70

DONNER la valeur de rapport $\frac{\text{diamètre_ouverture}}{\text{Diamètre_moyen_de_l'enveloppe}}$:

$\frac{d}{D_m} =$

EXPRIMER la valeur de k_t :

k_t =

DETERMINER la valeur de k_t :

k_t =

CONCLURE sur la validation du domaine d'application de la tubulure :

.....
.....
.....

Respecté	Non respecté
----------	--------------

2. Règles de vérification d'applications du CODAP :

2.1. Vérification de la résistance d'une enveloppe comportant une ouverture :

La vérification permet d'orienter les conditions de résistance à prendre en compte en fonction des diamètres et de l'épaisseur admise de l'enveloppe au voisinage de l'ouverture.

En vous aidant du dossier technique et du CODAP page 76

DONNER la formulation conditionnant le diamètre de l'ouverture en fonction du diamètre moyen de l'enveloppe et de son épaisseur admise :

.....

VERIFIER la condition d'application :

.....

CONCLURE sur la vérification du domaine d'application :

A effectuer	A ne pas effectuer
-------------	--------------------

2.2. Vérification du renforcement de l'épaisseur admise au voisinage de l'ouverture :

Cette vérification permettra de justifier ou non le renforcement de la zone d'ouverture par une surépaisseur.

En vous aidant du dossier technique du CODAP pages 76 et 77

DONNER la formulation conditionnant les surfaces voisines à l'ouverture en fonction de la pression de calcul et de la zone sollicitée :

.....

2.2.1. Détermination de la longueur d'enveloppe participant à la résistance de l'ouverture :

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 71 et 74

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur L :

L =

DONNER la formulation du coefficient δ :

δ =

DETERMINER la valeur du coefficient δ :

δ =

VERIFIER la condition d'application du coefficient k_0 :

Détermination par lecture graphique	Détermination par calcul
-------------------------------------	--------------------------

DETERMINER la valeur du coefficient k_0 :

k_0 =

DETERMINER la longueur L : *si supérieure à x alors $L = x$*

L =

Sur le plan FOLIO 2/3, LOCALISER cette longueur.

2.2.2. Détermination de la longueur de tubulure participant à la résistance :

En vous aidant du Dossier Technique et du CODAP pages 72 et 73

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur l :

l =

DETERMINER la longueur l :

l =

Sur le plan FOLIO 2/3, LOCALISER cette longueur.

2.2.3. Détermination de la longueur de dépassement intérieur participant à la résistance :

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 72 et 73

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur l' :

l' =

DETERMINER la longueur l :

l' =

Sur le plan FOLIO 2/3, LOCALISER cette longueur.

2.2.4. Détermination des surfaces permettant de vérifier la résistance de l'ouverture :

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 2/3, IDENTIFIER, par de la couleur la zone S

DETERMINER la surface de cette zone :

S =

Sur le plan FOLIO 2/3, IDENTIFIER, par de la couleur la zone S_r (si présence de renfort)

DETERMINER la surface de cette zone :

S_r =

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 2/3, IDENTIFIER, par de la couleur la zone S_t

DETERMINER la surface de cette zone :

S_t =

2.2.5. Détermination de la zone soumis à la vérification de condition de résistance de l'ouverture :

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 2/3, IDENTIFIER, par de la couleur la zone G

DETERMINER la surface de cette zone :

G =

2.3. Détermination de condition de résistance de l'ouverture en situation de service :

2.3.1. Détermination des contraintes nominales de calcul :

Si f_t et f_r sont supérieures à f alors on prendra $f_r = f_t = f$

DETERMINER la contrainte nominale f :

f =

DETERMINER la contrainte nominale f_r :

f_r =

DETERMINER la contrainte nominale f_t :

f_t =

2.3.2. Vérification de la condition de résistance de l'enveloppe :

En vous aidant de la formulation identifié au 2.2

VERIFIER la condition de résistance :

.....

CONCLURE sur la vérification du domaine d'application :

A renforcer	A ne pas renforcer
-------------	--------------------

2.3.1. Détermination de la surface minimale de renfort vérifiant la condition de résistance de l'enveloppe :

En vous aidant de la formulation identifié au 2.2

DETERMINER la surface de renfort minimale S_r :

.....
.....
.....

CONCLURE sur le choix du renfort à poser :

.....
.....
.....

Sur le plan FOLIO 2/3, **METTRE EN PLACE** votre renfort choisi et **COTER** celui-ci.

ETAPE 3

Vérification des ouvertures ; Piquage 5 / Fond 3

1. Conditions d'applications des règles du CODAP :

(CODAP page 65 à 78)

1.1. Vérification du domaine d'application du diamètre d'ouverture :

On considère que si le diamètre de l'ouverture excède la relation établie par le CODAP, le fond ne se comporte plus comme une virole cylindrique, et il faut donc dimensionner par d'autres moyens.

En vous aidant des hypothèses et du CODAP page 65

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 65 et 71

DONNER la formulation du diamètre d de l'ouverture en fonction du diamètre moyen et de l'épaisseur utile :

$d \leq$

DETERMINER la valeur du diamètre d'ouverture d à ne pas excéder :

.....

CONCLURE sur la validation du domaine d'application :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.2. Vérification du domaine d'application de la position de l'ouverture :

En vous aidant des hypothèses et du CODAP page 65 et 69

DONNER la formulation de la position de l'ouverture en fonction du diamètre extérieur :

x et $x_0 \leq$

En vous aidant du CODAP page 69

DETERMINER la valeur nominale de la position de l'ouverture x :

$x =$

IDENTIFIER la présence de renfort sur l'ouverture :

Renforcement de l'ouverture	Non renforcement de l'ouverture
-----------------------------	---------------------------------

DETERMINER la valeur nominale de la position du renforcement x_0 :

$x_0 =$

CONCLURE sur la validation du domaine d'application :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.3. Vérification du domaine d'application des tubulures soudées :

1.3.1. Vérification de la position angulaire des tubulures :

On considère que si l'angle des tubulures n'excède pas la relation établie par le CODAP, ceux-ci n'engendrent pas de contraintes supplémentaires au fond

En vous aidant des hypothèses et du CODAP page 69

DONNER la formulation de l'angle en fonction de la position des axes du trou d'homme et du fond :

.....

VERIFIER la condition du trou d'homme :

.....

CONCLURE sur la validation du domaine d'application de la tubulure :

Respecté	Non respecté
----------	--------------

1.3.2. Vérification des épaisseurs des tubulures :

On considère que si l'épaisseur admise n'excède pas la relation établie par le CODAP, ceux-ci n'engendrent pas de contraintes supplémentaires au fond.

En vous aidant des hypothèses et du CODAP page 69 à 71

DONNER la formulation de l'épaisseur admise en fonction du coefficient k_t et l'épaisseur admise de l'enveloppe au voisinage de l'ouverture :

.....

En vous aidant du graphe et de la formulation C5.1.2.3 page 70

DONNER la valeur de rapport $\frac{\text{diamètre_ouverture}}{\text{Diamètre_moyen_du_fond}}$:

$$\frac{d}{D_m} = \text{.....}$$

EXPRIMER la valeur de k_t :

$$k_t = \text{.....}$$

DETERMINER la valeur de k_t :

$$k_t = \text{.....}$$

CONCLURE sur la validation du domaine d'application de la tubulure :

.....

Respecté	Non respecté
----------	--------------

2. Règles de vérification d'applications du CODAP :

2.1. Vérification de la résistance d'une enveloppe comportant une ouverture :

La vérification permet d'orienter les conditions de résistance à prendre en compte en fonction des diamètres et de l'épaisseur admise du fond au voisinage de l'ouverture.

En vous aidant des hypothèses et du CODAP page 76

DONNER la formulation conditionnant le diamètre de l'ouverture en fonction du diamètre moyen du fond et de son épaisseur admise :

.....

VERIFIER la condition d'application :

.....

CONCLURE sur la vérification du domaine d'application :

A effectuer	A ne pas effectuer
-------------	--------------------

2.2. Vérification du renforcement de l'épaisseur admise au voisinage de l'ouverture :

Cette vérification permettra de justifier ou non le renforcement de la zone d'ouverture par une surépaisseur.

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 76 et 77

DONNER la formulation conditionnant les surfaces voisines à l'ouverture en fonction de la pression de calcul et de la zone sollicitée :

.....

2.2.1. Détermination de la longueur d'enveloppe participant à la résistance de l'ouverture :

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 71 et 74

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur L :

L =

DONNER la formulation du coefficient δ :

δ =

DETERMINER la valeur du coefficient δ :

δ =

VERIFIER la condition d'application du coefficient k_0 :

Détermination par lecture graphique	Détermination par calcul
-------------------------------------	--------------------------

DETERMINER la valeur du coefficient k_0 :

k_0 =

DETERMINER la longueur L : si supérieure à x alors $L = x$

L =

Sur le plan FOLIO 3/3, **LOCALISER** cette longueur.

2.2.2. Détermination de la longueur de tubulure participant à la résistance :

En vous aidant du Dossier Technique et du CODAP pages 72 et 73

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur l : (l_t ; par lecture graphique)

$l =$

DETERMINER la longueur l :

$l =$

Sur le plan FOLIO 3/3, **LOCALISER** cette longueur.

2.2.3. Détermination de la longueur de dépassement intérieur participant à la résistance :

En vous aidant des hypothèses et du CODAP pages 72 et 73

DONNER la formulation permettant de déterminer la longueur l' :

$l' =$

DETERMINER la longueur l' :

$l' =$

2.2.4. Détermination des surfaces permettant de vérifier la résistance de l'ouverture :

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 3/3, **IDENTIFIER**, par de la couleur la zone S

DETERMINER la surface de cette zone :

$S =$

Sur le plan FOLIO 3/3, **IDENTIFIER**, par de la couleur la zone S_r (si présence de renfort)

DETERMINER la surface de cette zone :

$S_r =$

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 3/3, **IDENTIFIER**, par de la couleur la zone S_t

DETERMINER la surface de cette zone :

$S_t =$

2.2.5. Détermination de la zone soumis à la vérification de condition de résistance de l'ouverture :

En vous aidant du CODAP pages 76 et 77

Sur le plan FOLIO 3/3, **IDENTIFIER**, par de la couleur la zone G

DETERMINER la surface de cette zone :

a. Angle balayé par L :

.....

b. Angle balayé par d_e tubulure :

.....

c. Angle total balayé par G :

.....

d. Détermination de la surface G :

.....

2.3. Détermination de condition de résistance de l'ouverture en situation de service :

2.3.1. Détermination des contraintes nominales de calcul :

Si f_t et f_r sont supérieures à f alors on prendra $f_r = f_t = f$

DETERMINER la contrainte nominale f :

$f =$

DETERMINER la contrainte nominale f_r :

$f_r =$

DETERMINER la contrainte nominale f_t :

$f_t =$

2.3.2. Vérification de la condition de résistance de l'enveloppe :

En vous aidant de la formulation identifié au 2.2

VERIFIER la condition de résistance :

.....

CONCLURE sur la vérification du domaine d'application :

A renforcer	A ne pas renforcer
-------------	--------------------