

DESP
Directive des Équipements
Sous Pression
(97/23/CE)

Jean-Luc JOULIN
8 juillet 2018

Avertissement

Ce document à pour but de donner un aperçu de la directive des équipements sous pression (DESP) version (97/23CE).

A cette date, la DESP (97/23/CE) a été remplacée par la nouvelle directive (2014/68/UE).

Les tableaux, les formules et les données présentées dans ce document sont donnés à titre informatif, peuvent ne pas être complètes et ne sauraient se substituer à la norme ou au code original.

L'utilisation des tableaux, des formules et des données dans cette présentation dans un cadre industriel engage la responsabilité exclusive des utilisateurs.

Si vous constatez une erreur dans ce document, merci de me le signaler afin de pouvoir corriger ce document.

Cette présentation est diffusée suivant les termes de la license Creative Common :

- BY Attribution.** Cette présentation peut être librement utilisée, à condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom.
- NC Pas d'utilisation Commerciale.** Aucune utilisation commerciale n'est permise.
- ND Pas de Modification.** Aucune œuvre dérivée basée sur cette présentation n'est autorisée.



Glossaire

ESP Équipement **S**ous **P**ression.

PS **P**ression de **S**ervice.

PT **P**ression de **T**est.

TS **T**empérature de **S**ervice.

DESP **D**irective des **É**quipements **S**ous **P**ression.

DN **D**imension **N**ominale.

ON **O**rganisme **N**otifié.

EPM **É**valuation **P**articulière de **M**atériaux.

NI **N**otice d'**I**nstruction.

ADR **A**nalyse **D**e **R**isque.

Definitions

Tuyauterie Équipements qui transportent un fluide sans changements de phases.

Les échangeurs thermiques sont des récipients.

Gaz instable Gaz pouvant se transformer spontanément avec augmentation brutale de la pression.

Équipements soumis

- Équipements dont la pression maximale admissible (PS) est supérieure à 0.5 bar
- Équipements neufs
- Équipements d'occasion

Cas d'exclusion

- Tuyauteries du domaine public.
- Barrages, installations hydroélectriques.
- Equipements nucléaires.
- Aérosols.
- Radiateurs.
- Turbines, Pompes.
- Pneumatiques.
- Bouteilles, Canettes.
- ...

Groupes de fluide

- Groupe 1
 - ▶ Liquides et gaz inflammables
 - ▶ Liquides et gaz comburants
 - ▶ Matières toxiques
 - ▶ Matières explosives ou instables
- Groupe 2
 - ▶ Tous les fluides qui ne sont du groupe 1
 - ▶ Eau, vapeur,

Classement

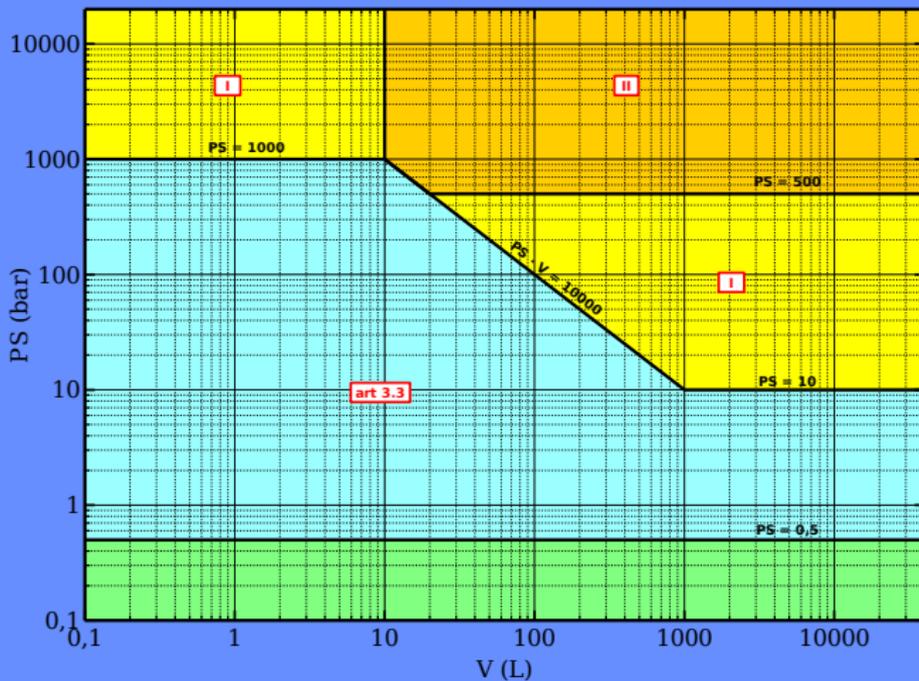
- Type d'équipements.
 - ▶ Récipient.
 - ▶ Tuyauterie.
 - ▶ Générateur de vapeur.
- Nature du fluide.
 - ▶ Gaz.
 - ▶ Liquide.
- Caractéristiques de l'équipement.
 - ▶ Produit *PS · V*.
 - ▶ Produit *PS · DN*.

Catégories

- Fonction de :
 1. Type d'équipements.
 2. Nature du fluide.
 3. Groupe du fluide.
 4. Caractéristiques de l'équipement.
- Exceptions si :
 - ▶ Fluide instable
 - ▶ Extincteur
 - ▶ Appareil respiratoire
 - ▶ Autocuiseur
 - ▶ ...

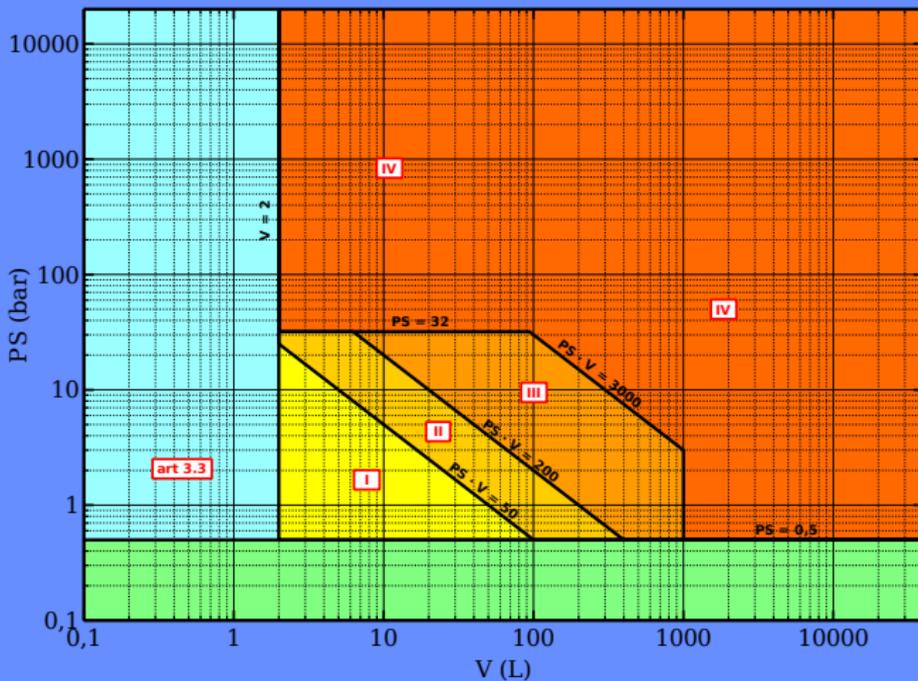
Catégories (Tableau 4)

- Récipients.
- Liquide du groupe 2.



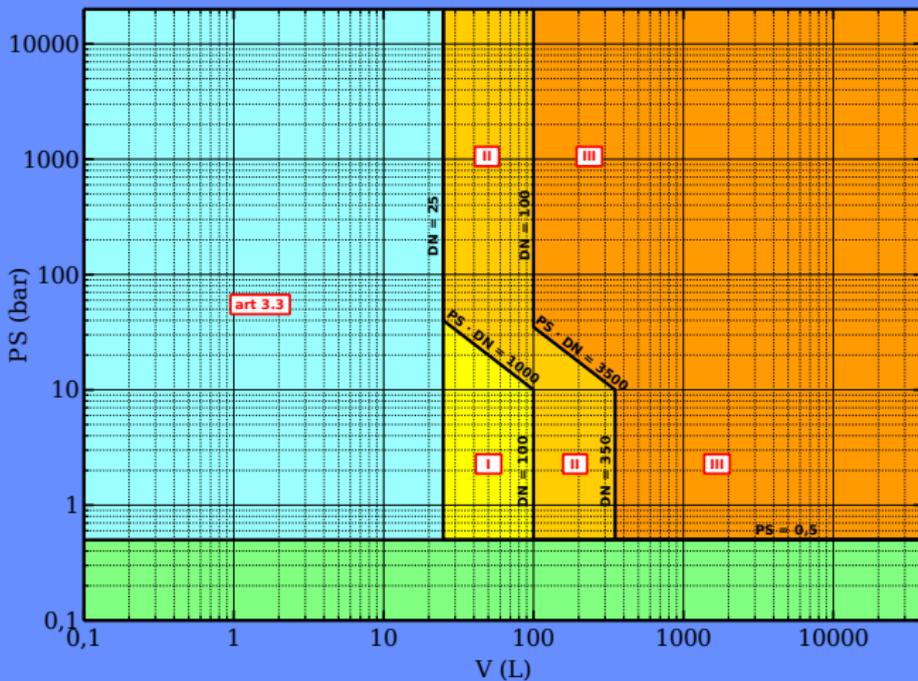
Catégories (Tableau 5)

- Générateurs de vapeurs.
- Soumis à l'action de la flamme.



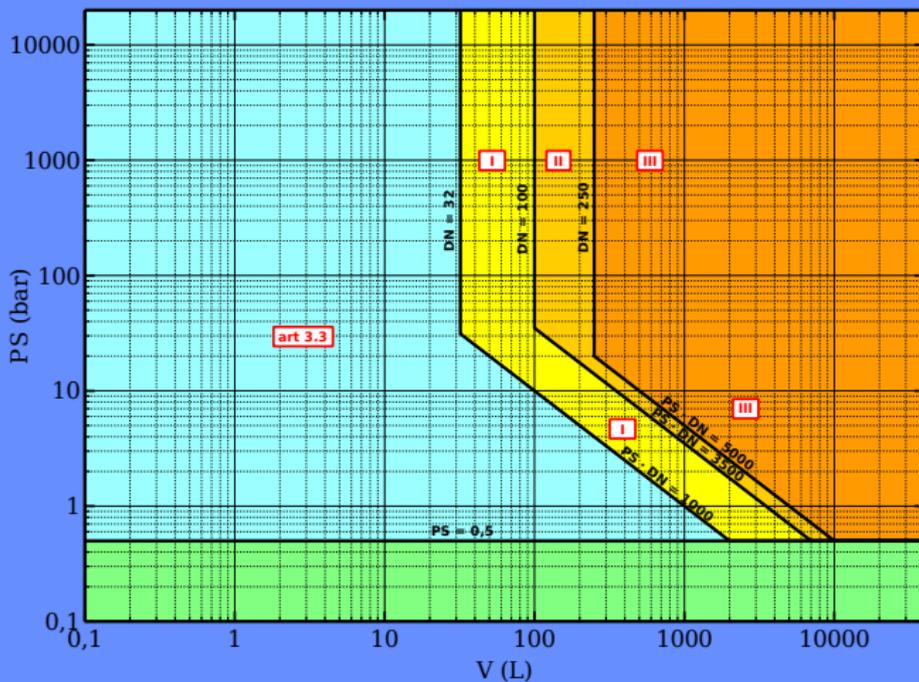
Catégories (Tableau 6)

- Tuyauteries.
- Gaz du groupe 1.



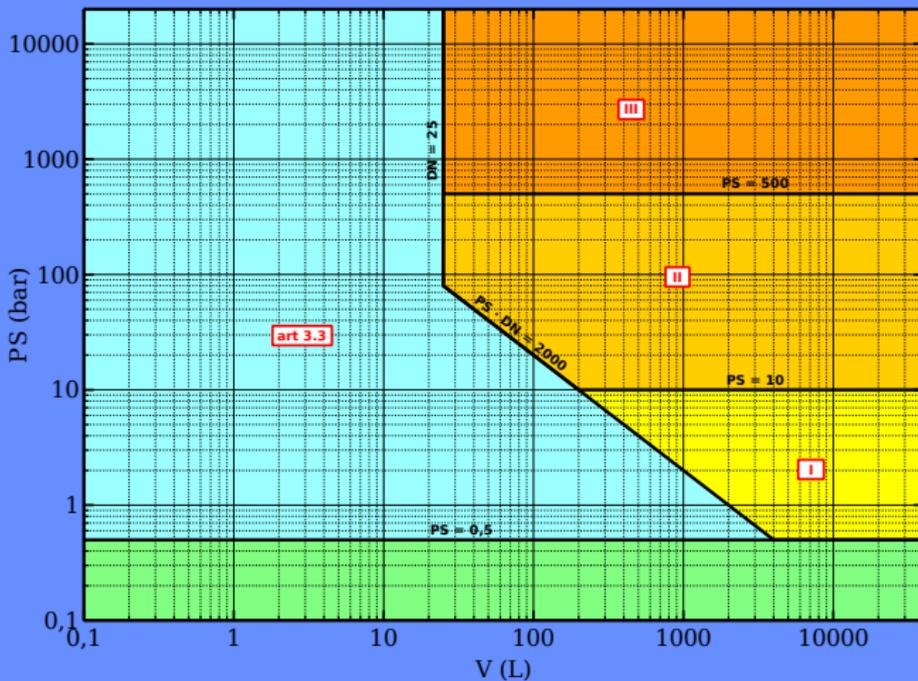
Catégories (Tableau 7)

- Tuyauteries.
- Gaz du groupe 2.



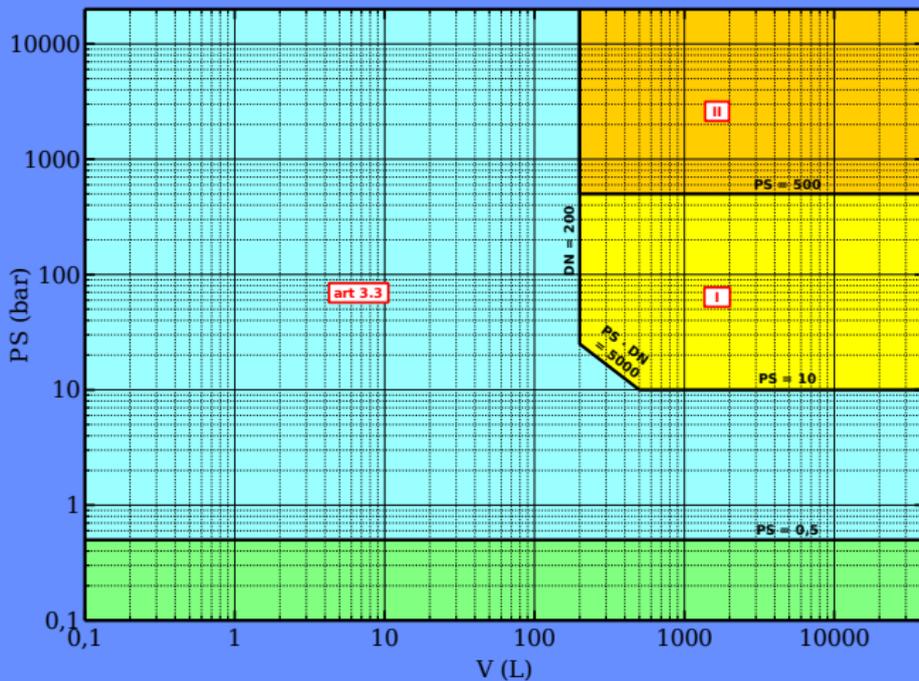
Catégories (Tableau 8)

- Tuyauteries.
- Liquide du groupe 1.



Catégories (Tableau 9)

- Tuyauteries.
- Liquide du groupe 2.



Exceptions de classement

- Récipients contenant un gaz instable classés **I** ou **II** :
 - ▶ Classés **III**.
- Extincteurs, appareils respiratoires classés **art 3.3**, **I** ou **II** :
 - ▶ Classés **III**.
- Chaudière à eau
 - ▶ Soit un examen CE de conception (module B1)
 - ▶ Soit un système d'assurance de la qualité complète (module H)
- Autocuiseurs classés **art 3.3**, **I**, **II** ou **III** :
 - ▶ Conception soumise à une procédure de vérification correspondant au moins à un des modules de la **III**.
- Tuyauteries contenant un gaz instable classés **I** ou **II** :
 - ▶ Classées **III**.
- Tuyauterie contenant un fluide dont la température est supérieure à 350°C classés **II** :
 - ▶ Classées **III**.

Équipements contenant plusieurs fluides

- Fluide 1

$$CAT_1 = f(Pression_{ensemble}; Temperature_{ensemble}; Fluide_1)$$

- Fluide 2

$$CAT_2 = f(Pression_{ensemble}; Temperature_{ensemble}; Fluide_2)$$

- La classification est celle du fluide qui nécessite la catégorie la plus élevée.

$$CAT_{ensemble} = \max(CAT_1; CAT_2)$$

Équipements contenant plusieurs Enceintes

- Enceinte 1

$$CAT_1 = f(Pression_1; Temperature_1; Fluide_1)$$

- Enceinte 2

$$CAT_2 = f(Pression_2; Temperature_2; Fluide_2)$$

- La classification est celle de l'enceinte qui nécessite la catégorie la plus élevée.

$$CAT_{ensemble} = \max(CAT_1; CAT_2)$$

Article 3.3

Les équipements relevant de l'article 3.3 :

- Sont conçus et fabriqués conformément aux règles de l'art.
- Ne sont pas soumis aux **EES** (**É**xigences **E**ssentielles de **S**écurité).
- Ne doivent pas porter le marquage **CE**.
- Doivent être fournis avec une **NI** (**N**otice d'**I**nstruction)

Accessoires de sécurité

- Cas général :
 - ▶ Les accessoires de sécurité sont classés et évalués en **IV**.
- Fabrication spécifique :
 - ▶ Classement et évaluation selon la catégorie de l'équipement.

Exigences Essentielles de sécurité

- 78 EES
- S'appliquent à tous les équipements de catégories I à IV.
- Ne s'appliquent pas aux équipements relevant de l'art 3.3.
- Le fabricant doit répondre à tous les EES.
- Les exigences sont des résultats à atteindre (et pas des moyens).
- L'utilisation de normes harmonisées permet de répondre aux EES.

Analyse des risques (ADR)

- Analyse des risques qui s'appliquent à l'équipement
- Sert de base à la construction de l'équipement pour garantir sa sécurité
- L'analyse de risque doit prendre en compte toutes les exigences de l'annexe 1 de la DESP.
- Document indispensable pour l'évaluation de la conformité de l'équipement.

Facteurs a prendre en compte

- Pression
 - ▶ Interne
 - ▶ Externe
- Température
 - ▶ Ambiante
 - ▶ Service
- Chargements extérieurs
 - ▶ Vents
 - ▶ séismes
- Efforts sur l'équipements
 - ▶ Supportage
 - ▶ Effets de fond.
 - ▶ Flexions et efforts tuyauterie
- Vieillissement de l'équipement
 - ▶ Corrosion
 - ▶ fatigue

Facteurs a prendre en compte

- Les moyens d'inspection
- Les moyens de purge
- Les attaques chimiques
- Les usures raisonnablement prévisibles
- La moyens de remplissage et de vidange
- La protection contre le dépassement des limites admissibles
- Les accessoires de sécurité

Contrainte maximum admissible

La contrainte de membrane générale admissible σ_{max} doit vérifier :

- Pour les aciers ferritiques :

$$\sigma_{max} = \min \left(\frac{2}{3} Re_{t^{\circ}C}; \frac{5}{12} Rm_{20^{\circ}C} \right) = \min \left(\frac{Re_{t^{\circ}C}}{1.5}; \frac{Rm_{20^{\circ}C}}{2.4} \right)$$

- Pour les aciers austénitiques avec $A > 30\%$:

$$\sigma_{max} = \frac{2}{3} Re_{t^{\circ}C} = \frac{Re_{t^{\circ}C}}{1.5}$$

- Pour les aciers austénitiques avec $A > 35\%$:

$$\sigma_{max} = \min \left(\frac{5}{6} Re_{t^{\circ}C}; \frac{1}{3} Rm_{t^{\circ}C} \right) = \min \left(\frac{Re_{t^{\circ}C}}{1.2}; \frac{Rm_{t^{\circ}C}}{3} \right)$$

$Re_{t^{\circ}C}$ Limite conventionnelle d'élasticité à la température de calcul à
 1.0% pour les aciers austénitiques et l'aluminium non allié.
 0.2% pour les autres aciers

$Rm_{t^{\circ}C}$ Limite de traction à la température de calcul.

$Rm_{20^{\circ}C}$ Limite de traction à 20°C.

Contrainte maximum admissible

La contrainte de membrane générale admissible σ_{max} doit vérifier :

- Pour les aciers moulé non alliés ou faiblement alliés :

$$\sigma_{max} = \min \left(\frac{10}{19} Re_{\ell^{\circ}C}; \frac{1}{3} Rm_{20^{\circ}C} \right) = \min \left(\frac{Re_{\ell^{\circ}C}}{1.9}; \frac{Rm_{20^{\circ}C}}{20} \right)$$

- Pour l'aluminium :

$$\sigma_{max} = \frac{2}{3} Re_{\ell^{\circ}C} = \frac{Re_{\ell^{\circ}C}}{1.5}$$

- Pour les alliages d'aluminium ne pouvant pas être trempés :

$$\sigma_{max} = \min \left(\frac{2}{3} Re_{\ell^{\circ}C}; \frac{5}{12} Rm_{20^{\circ}C} \right) = \min \left(\frac{Re_{\ell^{\circ}C}}{1.5}; \frac{Rm_{20^{\circ}C}}{2.4} \right)$$

$Re_{\ell^{\circ}C}$ Limite conventionnelle d'élasticité à la température de calcul à

1.0% pour les aciers austénitiques et l'aluminium non allié.

0.2% pour les autres aciers

$Rm_{\ell^{\circ}C}$ Limite de traction à la température de calcul.

$Rm_{20^{\circ}C}$ Limite de traction à 20°C.

Pression d'épreuve

- La surpression momentanée doit être inférieure à 10 % de la PS.
- La pression d'épreuve PT doit valider :

$$PT \geq \max\left(1.25 \cdot PS \cdot \frac{f_a}{f_t}; 1.43 \cdot PS\right)$$

f_a Contrainte nominale de calcul à la température de l'essai.

f_t Contrainte nominale de calcul à la température de service.

Marquage

Le marquage doit contenir obligatoirement :

- Le nom et l'adresse du fabricant.
- L'année de fabrication.
- L'identification de l'équipement.
- Les limites de pression maximum et minimum admissibles.
- Les limites de températures maximum et minimum admissibles.
- La pression d'essai PT appliquée et la date.

Marquage

Le marquage des tuyauteries doit contenir :

- La dimension nominale DN.

Le marquage des générateurs de vapeur doit contenir :

- La puissance de l'équipement (W).
- La tension d'alimentation (V).

Le marquage des récipients doit contenir :

- Le volume de l'équipement (L).
- La masse de remplissage maximale (Kg).

Ces éléments peuvent également apparaître dans le marquage :

- La tare (Kg)
- La pression de déclenchement du dispositif de sécurité (bar).

Marquage CE

- Marquage normalisé : **CE**
- Sur les équipements de catégorie **I** par le fabricant sans intervention d'un ON.
- Sur les équipements de catégorie **II**, **III**, **IV** par le fabricant après accord d'un ON.
- Le marquage (avec intervention de l'ON) doit comprendre l'identifiant de l'ON.

0062 Bureau Veritas.

0060 Apave.

0851 ASAP.

Vérification finale

La vérification finale d'un équipement sous pression comprend :

- Un examen final art3.2.1
 - ▶ Examen des documents d'accompagnement.
 - ▶ Examen visuel.
- Une épreuve art3.2.2
 - ▶ Essai de pression hydrostatique.
- La vérification des accessoires de sécurité.

Exigences sur les matériaux

Les matériaux utilisés dans la construction d'un ESP doivent :

- Avoir des caractéristiques mécaniques suffisantes.
- Être suffisamment ductiles et tenaces.
- Ne pas être sensible au vieillissement.
- Être résistant chimiquement au fluide contenu dans l'équipement.
- Être traçables.

Caractéristiques des matériaux

- Ductilité (Allongement à la rupture).
L'allongement à la rupture de l'acier doit être au moins égal à 14 % avec une procédure standard.

$$A \geq 14 \%$$

- Tenacité (Résilience du matériau).
L'énergie absorbée par la rupture sur éprouvette ISO V doit être au moins égale à 27 J.

$$K_v \geq 27 \text{ J}$$

La température de l'essai doit être inférieure ou égale à 20 °C ou à la température de fonctionnement la plus basse de l'équipement

Choix des matériaux

Le choix d'un matériau d'un ESP peut se faire en utilisant :

- Une norme harmonisée :
 - ▶ L'utilisation d'une norme harmonisée vaut présomption de conformité.
- Une Approbation Européenne de Matériaux (AEM)
- Une Évaluation Particulière de Matériaux (EPM)
 - ▶ Pour les catégories **I** et **II** l'EPM est réalisée par le fabricant.
 - ▶ Pour les catégories **III** et **IV** l'EPM est réalisée par le fabricant et validée par un ON.

Modules de fabrication

- Module choisi en fonction de la catégorie de risque.
- Prise en compte du mode de fabrication (unité ou série).
- Fabrication sous assurance qualité ou non.

Modules de fabrication

- A Contrôle interne de fabrication.
- B Examen CE de type.
- C1 Conformité au type.
- D Assurance qualité production.
- E Assurance qualité produits.
- F Vérification sur produits.
- G Vérification à l'unité.
- H Assurance complète de la qualité.

Personnel (END)

- Catégories I et II : Personnel approuvé par le fabricant.
- Catégories III et IV : Personnel approuvé par un organisme.

Personnel (END)

Catégo Type	I	II	III	IV
Procédé d'assemblage permanent	Approbation fabricant	ETPR ou ON	ETPR ou ON	ETPR ou ON
Exécution des d'assemblages permanents	Approbation fabricant	ETPR ou ON	ETPR ou ON	ETPR ou ON
Exécution des contrôles non-destructifs	Approbation fabricant	Approbation fabricant	ETPR ou ON	ETPR ou ON

Module A - Contrôle interne de la fabrication

Le fabricant doit :

- Faire une déclaration que l'équipement satisfait aux exigences de la DESP.
- Faire une vérification finale de l'équipement.
- Apposer le marquage **CE**.
- Rédiger la documentation technique.
- Tenir la documentation technique à disposition des autorités.
- S'assurer que le procédé de fabrication assure la cohérence de l'équipement avec la documentation.

Module B - Examen CE de type

Le fabricant doit :

- Rédiger la documentation technique.
- Informer l'organisme notifié ON des modifications apportées à l'équipement
- Mettre à disposition de l'ON un exemplaire de l'équipement.
- Tenir la documentation technique et les attestations de conformité à disposition des autorités pendant 10 ans.

Module G - Vérification CE à l'unité

Le fabricant doit :

- Rédiger la documentation technique et la soumettre à l'ON.
- Déclarer par écrit que l'équipement est conforme aux exigences de la directive.
- Apposer le marquage **CE**
- Présenter sur demande les déclarations et attestations de conformité émis par l'ON.