



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**

**PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE**

**SESSION 2010**

**Epreuve E2 : Epreuve de technologie**

**Sous épreuve A2 Unité U21 : Gestion et contrôle de la production**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 1,5**

L'épreuve porte sur tout ou partie des compétences terminales suivantes :

- C11 : Exploiter les données techniques de l'installation.
- C12 : Analyser et sélectionner les données de production.
- C13 : Décoder et interpréter les indicateurs de l'installation de production.
- C41 : Interpréter les dérives ou les dysfonctionnements.
- C42 : Participer aux améliorations de la qualité.
- C61 : Dialoguer et rendre compte.

Ce sujet est constitué de deux dossiers :

- ➔ Un Dossier Ressources . D.R. 1/12 à D.R. 12/12
- ➔ Un Dossier Sujet Réponses . D.S.R. 1/11 à D.S.R. 11/11

**IMPORTANT**

*Le Dossier Sujet - Réponses complet (D.S.R. 1/11 à D.S.R. 11/11) ne portera pas l'identité du candidat.*

*Il sera agrafé par les surveillants de salle, dans l'ordre de pagination, à l'intérieur d'une copie d'examen, sous la bande d'anonymat.*

**CALCULATRICE AUTORISEE  
DOCUMENTS PERSONNELS INTERDITS**

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL****PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE****SESSION 2010**

Epreuve E2 : Technologie

Sous épreuve A2 Unité U21 : Gestion et contrôle de la production

**DOSSIER RESSOURCE****SOMMAIRE****N° Page**

- Programme prévisionnel  
Ordre de production D.R. 2/12
- Analyse des temps D.R. 3/12
- Mode opératoire MO MD 004 D.R. 4/12
- Mode opératoire MO B 074 et tableaux D.R. 4 à 6/12
- Instructions de contrôle D.R. 7/12
- Défaut « piqûres » et mode opératoire MO 056 D.R. 8/12
- Mode opératoire B 009 D.R. 9/12
- Carte de contrôle par attributs D.R. 10/12  
et D.R. 11/12
- Tableau de conversion des minutes  
en centièmes d'heures DR 12/12

Dossier  
Ressource

LIGNE DE CENTRIFUGATION DE TUYAUX EN FONTE

D.R. 1 / 12

**programme prévisionnel des semaines 27 et 28**

semaine N°27															
Lundi															
05/07															
mardi															
06/07															
mercredi															
07/07															
jeudi															
08/07															
vendredi															
09/07															
machines centrifugation	M	AM	N												
M1	100	100		100	100		100	100		100	100		100	100	
M2	100	100		100	100		100	100							
M3	100	100		100	100		100	100		100	100		100	100	
M4	125	125		125	125		80	80		80	80		150	150	
M5															

Pour chaque jour de la semaine, cette zone précise : les deux équipes qui travaillent, le diamètre et le type de tuyau à produire suivant la machine.

Cellules grisées BLUTOP

Cellules non grisées NATURAL

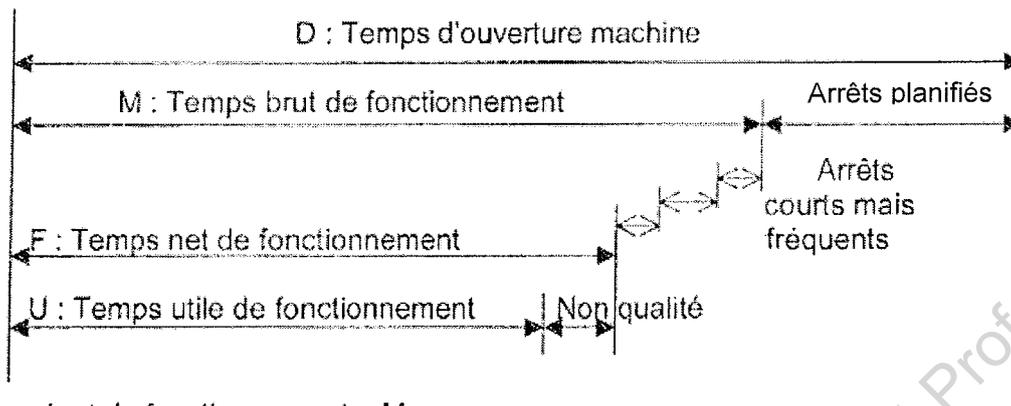
semaine N°28															
Lundi															
12/07															
mardi															
13/07															
mercredi															
14/07															
jeudi															
15/07															
vendredi															
16/07															
machines centrifugation	M	AM	N	M	AM	N	M	AM	N	M	AM	N	M	AM	N
M1	100	100		60	60					60	60		60	60	
M2										100	100		100	100	
M3	100	100		100	100					100	100		100	100	
M4	150	150		150	150					150	150		150	150	
M5				80	80					80	80		80	80	

M : équipe du **matin** de 04h à 12h  
 AM : équipe d'**après-midi** de 12h à 20h  
 N : équipe de **nuite** de 20h à 04h

**Ordre de production**

diamètre tuyau (DN)	type de tuyau	revêtement extérieur	quantité à produire	date de livraison
Ø 60	NATURAL	zinc-aluminium et époxy bleu	3400 tuyaux	23/07/10 à 12H00
Ø 80	NATURAL	zinc-aluminium et époxy bleu	3800 tuyaux	23/07/10 à 12H00
Ø 100	NATURAL	zinc-aluminium et époxy bleu	18600 tuyaux	23/07/10 à 20H00
Ø 110	BLUTOP	zinc-aluminium et époxy bleu	7500 tuyaux	23/07/10 à 12H00
Ø 125	NATURAL	zinc-aluminium et époxy bleu	2820 tuyaux	23/07/10 à 12H00
Ø 150	NATURAL	zinc-aluminium et époxy bleu	2500 tuyaux	23/07/10 à 12H00

## Analyse des temps



- Taux brut de fonctionnement =  $\frac{M}{D}$

- Taux de performance =  $\frac{F}{M}$

- Taux de qualité =  $\frac{U}{F}$

- TRS = Taux brut de fonctionnement X Taux de performance X Taux de qualité

TRS : taux de rendement synthétique

Temps de production utile = Temps de production théorique x TRS

Production utile = Production théorique (ou prévisionnelle) x TRS

## Méthode de contrôle par courants de Foucault

Les tuyaux, une fois en service, sont soumis à de nombreuses contraintes mécaniques :

- à la flexion (provoquée par exemple par des tassements ou des affaissements de terrain)
- à l'ovalisation due à de grande hauteur de couverture et/ou à de fortes charges dues au trafic routier par exemple.

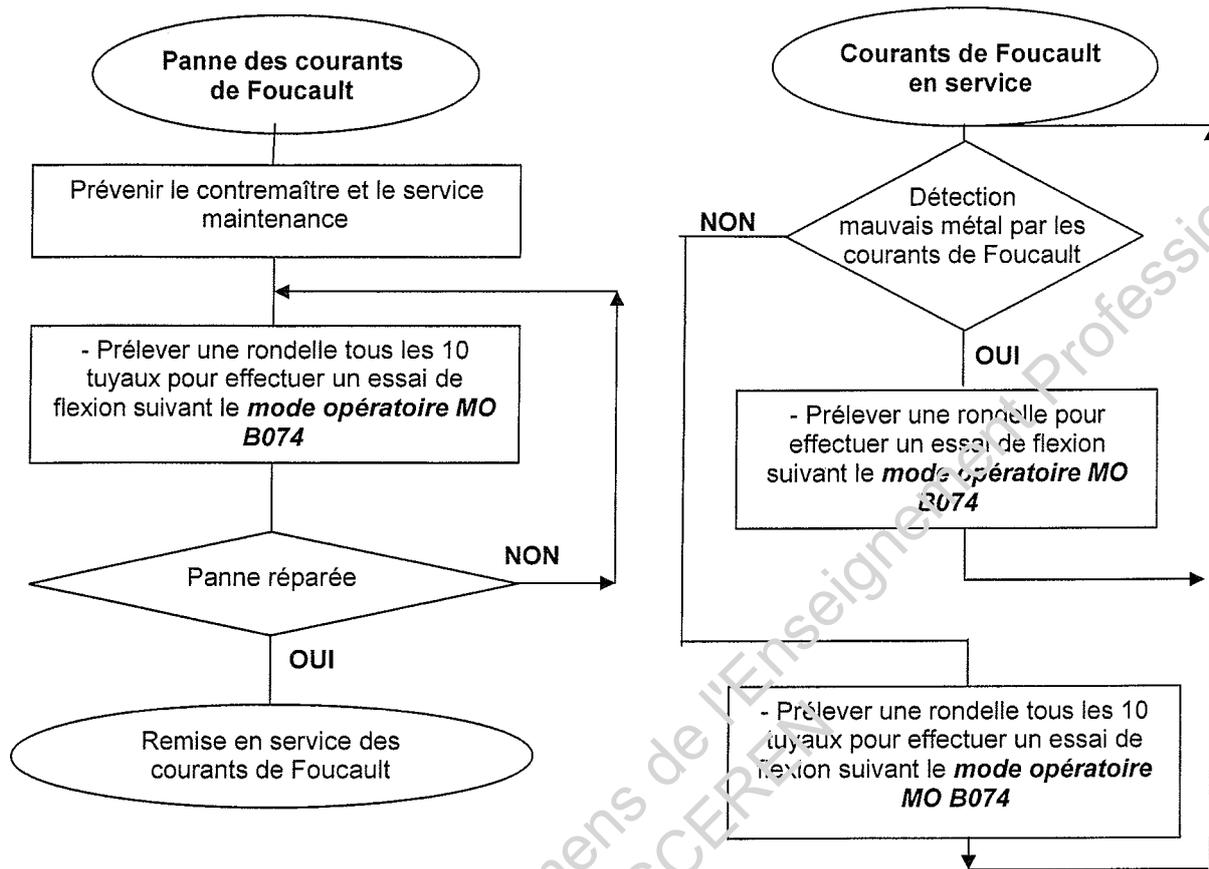
La norme EN 545 impose au tuyau de supporter ces contraintes importantes tout en gardant leurs caractéristiques fonctionnelles.

La caractéristique « résistance à la flexion » est contrôlée, au secteur finissage, par deux méthodes :

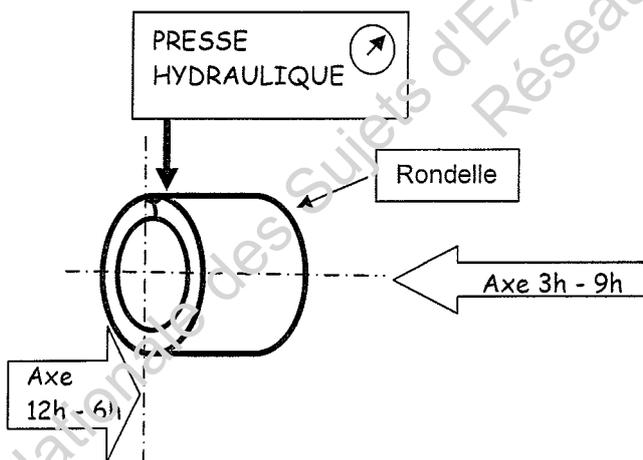
- ◇ par le principe des « courants de Foucault » permettant d'évaluer immédiatement la conformité métal des tuyaux donc sa capacité à supporter ces contraintes.
- ◇ soit par un contrôle de flexion sur une rondelle tronçonnée en bout de tuyau  
**voir DR 4/12, mode opératoire MO B074**

Dossier Ressource	LIGNE DE CENTRIFUGATION DE TUYAUX EN FONTE	D.R. 3 / 12
----------------------	--	-------------

## Mode opératoire MO MD 004



## Mode opératoire MO B 074

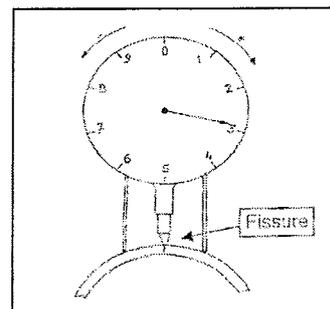


- Prélever une rondelle de 25 mm de largeur au BU du tuyau à vérifier
- Positionner la rondelle sous la presse
- procéder à l'écrasement par une descente régulière et pas trop rapide de la presse
- Surveiller l'aiguille du manomètre
- Arrêter immédiatement l'essai dès le décrochement de l'aiguille qui indique la fissuration de la rondelle.
- Noter le sens de la fissure :
  - Horizontale : 12h - 6h
  - Verticale : 3h - 9h
- Mesurer la flèche à l'endroit de la fissure à l'aide du comparateur et noter la valeur (voir l'exemple ci-dessous)

- Déterminer la déformation D en %, à l'aide des tableaux par DN  
Ces tableaux tiennent compte :

- de l'épaisseur fonte
- de la valeur de la flèche (indiquée par le comparateur)
- du sens de la fissure
  - 3h - 9h prendre le tableau « bord extérieur »
  - 12h - 6h prendre le tableau « bord intérieur »

**LIMITES : les déformations  $D \leq 4 \%$  NE SONT PAS ACCEPTABLES**  
**BOCAGE des TUYAUX CONCERNES**



SAINT GOBAIN PAM Service qualité	<b>ESSAI DE FLEXION SUR ANNEAU TUYAU DN 100</b>	B074
-------------------------------------	---	------

déformation D en % en fonction de l'épaisseur tuyau et de la flèche

**Bord EXTERIEUR sens fissure 3h - 9h**

déformation D en %	épaisseur tuyau								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
2	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,6	2,5
3	5,0	4,4	4,0	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9	2,8
4	6,2	5,3	4,7	4,3	4,0	3,8	3,4	3,2	3,0
5	7,7	6,4	5,5	5,0	4,6	4,3	3,8	3,5	3,3
6	9,9	7,6	6,4	5,7	5,2	4,8	4,2	3,9	3,6
7		9,2	7,5	6,5	5,8	5,3	4,6	4,2	3,9
8		12,0	8,7	7,4	6,5	5,9	5,1	4,5	4,1
9			10,5	8,4	7,3	6,5	5,5	4,9	4,4
10				9,7	8,1	7,1	6,0	5,2	4,7
11				11,8	9,2	7,9	6,4	5,6	5,0
12					10,6	8,7	6,9	6,0	5,3

**Bord INTERIEUR sens fissure 6h - 12h**

déformation D en %	épaisseur tuyau								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7
2	0,2	0,5	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5
3	-0,7	-0,2	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2
4	-1,6	-1,0	-0,5	-0,2	0,1	0,3	0,6	0,8	1,0
5	-2,6	-1,8	-1,2	-0,8	-0,4	-0,2	0,2	0,5	0,7
6	-3,7	-2,6	-1,9	-1,3	-0,9	-0,6	-0,1	0,2	0,5
7	-4,9	-3,5	-2,6	-1,9	-1,4	-1,0	-0,5	-0,1	0,2
8	-6,4	-4,5	-3,3	-2,5	-2,0	-1,5	0,9	-0,4	0,0
9	-8,4	-5,6	-4,2	-3,2	-2,5	-2,0	-1,2	-0,7	-0,3
10	-13,0	-7,0	-5,1	-3,9	-3,1	-2,5	-1,6	-1,0	-0,6
11		-9,0	-6,2	-4,7	-3,8	-3,0	-2,0	-1,4	-0,9
12		-14,2	-7,6	-5,6	-4,4	-3,6	-2,5	-1,7	-1,1

Dossier Ressource	LIGNE DE CENTRIFUGATION DE TUYAUX EN FONTE	D.R. 5 / 12
----------------------	--	-------------

SAINT GOBAIN PAM Service qualité	<b>ESSAI DE FLEXION SUR ANNEAU TUYAU DN 60</b>	B074
-------------------------------------	--	------

déformation D en % en fonction de l'épaisseur tuyau et de la flèche

**Bord EXTERIEUR sens fissure 3h - 9h**

déformation D en %	épaisseur tuyau								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
1	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3
2	5,2	4,8	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6
3	6,5	5,8	5,3	5,0	4,7	4,5	4,2	4,0	3,9
4	8,1	6,9	6,2	5,7	5,3	5,1	4,7	4,4	4,2
5	10,6	8,3	7,2	6,5	6,0	5,6	5,1	4,7	4,5
6		10,3	8,4	7,4	6,7	6,2	5,5	5,1	4,8
7			10,1	8,4	7,5	6,9	6,0	5,5	5,1
8			13,7	9,8	8,4	7,6	6,5	5,9	5,4
9				12,1	9,5	8,4	7,1	6,3	5,7
10					11,3	8,4	7,6	6,7	6,1
11						10,7	8,3	7,1	6,4
12						13,1	9,0	7,6	6,8

**Bord INTERIEUR sens fissure 6h - 12h**

déformation D en %	épaisseur tuyau								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8
2	1,3	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6
3	0,4	0,9	1,2	1,5	1,7	1,8	2,1	2,2	2,4
4	-0,5	0,2	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	2,0	2,1
5	-1,4	-0,6	0,0	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	1,9
6	-2,3	-1,3	-0,6	-0,1	0,3	0,6	1,1	1,4	1,7
7	-3,3	-2,1	-1,3	-0,6	-0,2	0,2	0,8	1,2	1,5
8	-4,5	-2,9	-1,9	-1,2	-0,7	-0,2	0,4	0,9	1,2
9	-5,9	-3,8	-2,6	-1,8	-1,1	-0,7	0,1	0,6	1,0
10	-7,6	-4,9	-3,4	-2,4	-1,7	-1,1	-0,3	0,3	0,8
11	-10,6	-6,1	-4,2	-3,0	-2,2	-1,5	-0,6	0,0	0,5
12		-7,6	-5,1	-3,7	-2,7	-2,0	-1,0	-0,3	0,3

Dossier Ressource	LIGNE DE CENTRIFUGATION DE TUYAUX EN FONTE	D.R. 6 / 12
----------------------	--	-------------

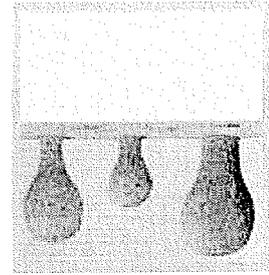
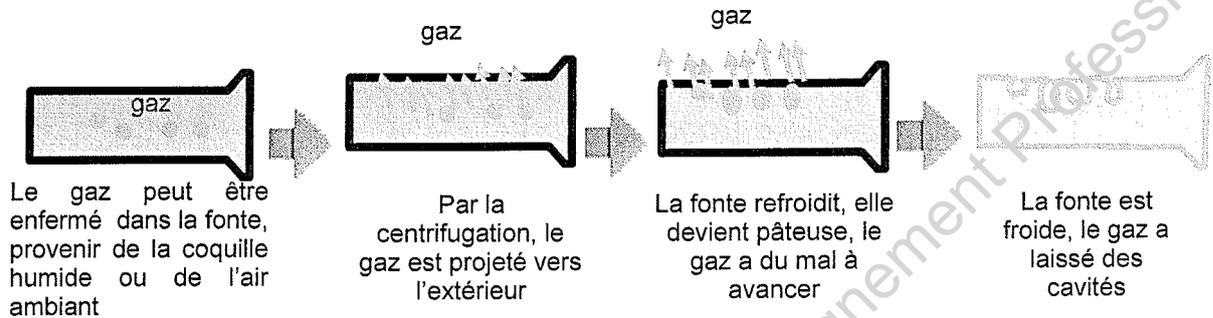
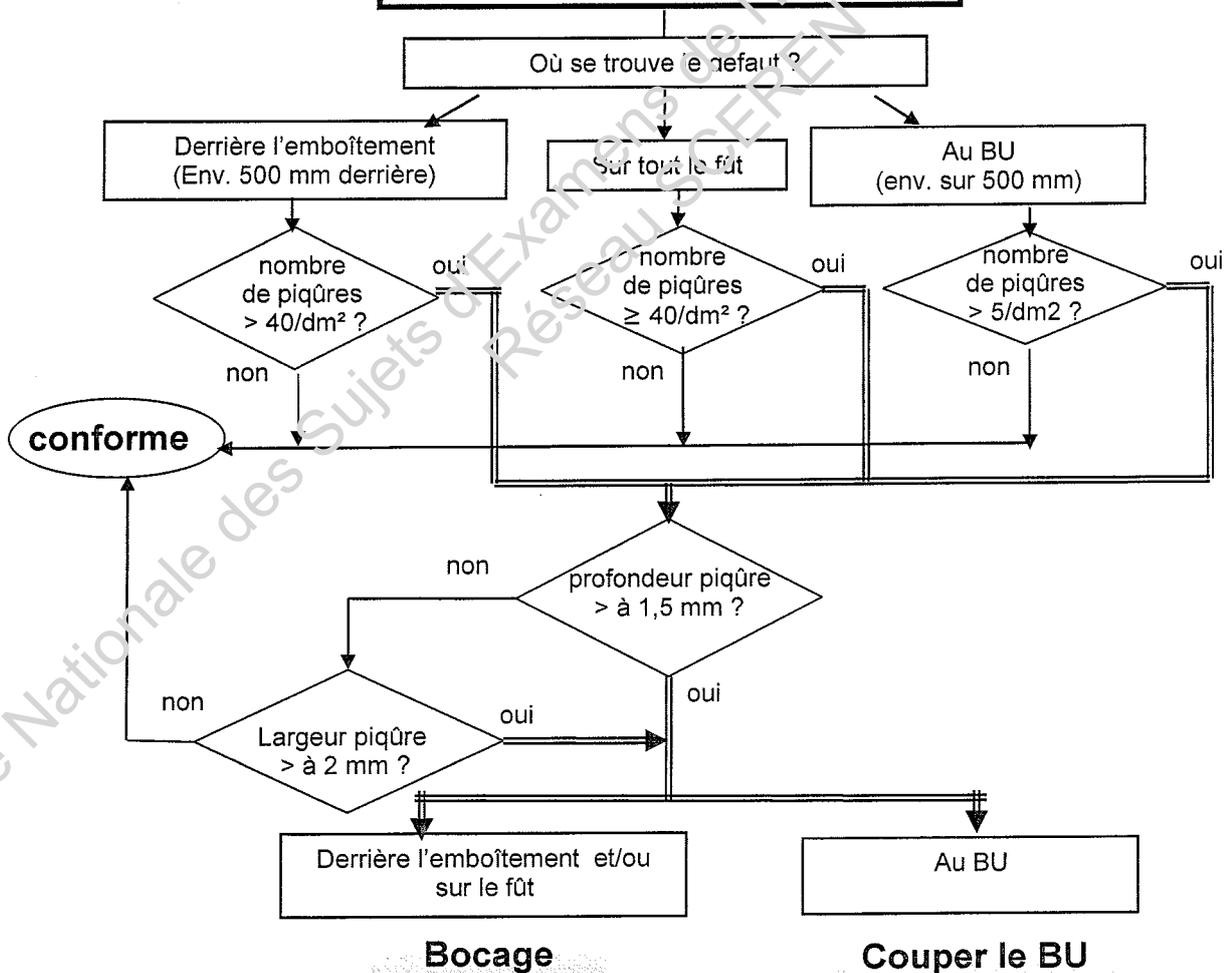
SAINT GOBAIN PAM Usine de FOUG Service qualité		INSTRUCTION DE CONTRÔLE TUYAUX AEP DN 60 à 150				REFERENCE : SQ 03	
		Secteur : Finissage et vernissage				Date : 03/10/2008	Page : 1/1
NATURE DE LA CONSIGNE - OPERATIONS À EFFECTUER	PARAMETRES - METHODE	FREQUENCE	DOCUMENTS A RENSEIGNER	REACTION SI NON CONFORMITE (remarques)			
Vérifier l'aspect de la métallisation (Zn ou ZnAl)	visuel	unitaire		Alerter l'animateur Faire un Mylar de contrôle			
Vérifier la métallisation (ZnAl) - poids	Mode Opérateur B 009	1/500 tuyaux	N° 970	Ajuster les réglages Faire une nouvelle mesure			
Vérifier l'épaisseur fonte au BU	Gabarit	1 par 1/2h pour Blutop : unitaire		Repérer le tuyau pour décision (Coupe ou bocage) Pour Blutop : entre 2 et 3 mm : marquage bleu Inférieur à 2 mm : mince BU			
Vérifier le DE sur une longueur de 150 mm et à 4m du BU	Gabarit Mini sur 150mm Gabarit Maxi à 4m du BU	1 par 1/2h pour Blutop : unitaire		Alerter l'animateur Marquer et évacuer les tuyaux non conformes Vérification unitaire			
Vérifier l'étanchéité des tuyaux sous 50 bar Durée de la mise sous pression : 10s au moins	Visuel	Unitaire		Identifier par de la peinture les tuyaux fuyards Inscrire les lettres « MP » (Mauvais Presse)			
Réaliser un essai de flexion sur rondelle de largeur 25 mm environ suivant MO MD004 : - si panne Courants de Foucault - si détection mauvais métal	Mode Opérateur B074 Si D > 4% Si D ≤ 4%	1/10 Unitaire	N° 982	Si D < 4% : bocage			
Vérifier la présence de piqûre sur la surface du tuyau	visuel	1 par 1/2h		Repérer le tuyau pour décision (Coupe ou bocage) appliquer le Mode Opérateur B056			

Dossier Ressource	LIGNE DE CENTRIFUGATION DE TUYAUX EN FONTE	D.R. 7 / 12
----------------------	--	-------------

**Défaut « piqûres »**

La piqûre est un défaut très courant apparaissant à la surface du tuyau. Ce sont de petites cavités provoquées par un dégagement gazeux entre la coquille et la fonte.

**Contre la piqûre, on utilise un inoculant, le ferrosilicium/ferrocalcium**

**D'où provient le défaut ?****Mode Opérateur B056****Défaut « piqûres »**

## Mode opératoire B 009

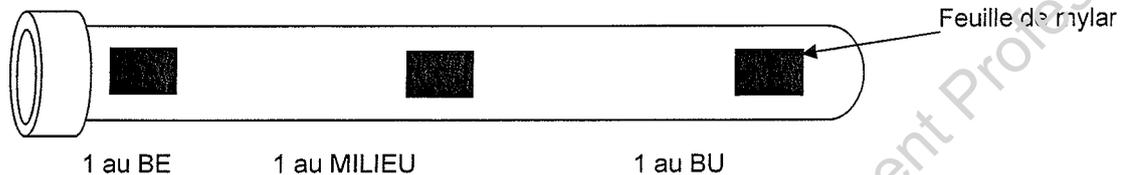
### Détermination du poids de Zinc ou Zinc aluminium (ZnAl)

Ce mode opératoire a pour objet de déterminer pratiquement le poids de Zinc aluminium déposé sur les tuyaux à l'aide de feuille de Mylar (feuille plastique en **polyéthylène téréphtalate (PET)**).

#### Méthode de prélèvement :

Pour chaque tuyau, il est nécessaire de réaliser 3 prélèvements

Les feuilles de « Mylar » sont placées sur le tuyau de la façon suivante :



#### Méthode de détermination :

- 1- Prélever les feuilles de mylar sur le tuyau
- 2- Les découper soigneusement au cutter à l'aide d'un gabarit de 310 x 200mm
- 3- Se reporter aux tableaux de conversion ci-dessous pour lire la valeur pré-calculée en fonction du type de métallisation.

#### Limites d'acceptation

Zn :  $\geq 200 \text{ g/m}^2$

Zn aluminium :  $\geq 400 \text{ g/m}^2$

#### Dans le cas de valeur hors limites :

- 1) Corriger les paramètres de métallisation.
- 2) Réaliser un nouveau prélèvement jusqu'à obtention de valeurs conformes

<b>Annexe 1 MO B009</b>			
MYLAR 310 X 200			
type de métallisation : Zinc Aluminium 400 g/m <sup>2</sup>			
pois pesé	Zn Al en g/m <sup>2</sup>	pois pesé	Zn Al en g/m <sup>2</sup>
44,6	384	46,4	414
44,7	386	46,5	416
44,8	388	46,6	418
44,9	389	46,7	419
45	391	46,8	421
45,1	392	46,9	422
45,2	394	47	424
45,3	396	47,1	426
45,4	397	47,2	427
45,5	399	47,3	430
45,6	400	47,4	432
45,7	402	47,5	433
45,8	405	47,6	435
45,9	406	47,7	436
46	408	47,8	438
46,1	410	47,9	440
46,2	411	48	441
46,3	413	48,1	443

<b>Annexe 2 MO B009</b>			
MYLAR 310 X 200			
type de métallisation : ZINC 200 g/m <sup>2</sup>			
pois pesé	Zn en g/m <sup>2</sup>	pois pesé	Zn en g/m <sup>2</sup>
20,8	181	22,6	217
20,9	183	22,7	219
21,0	185	22,8	221
21,1	187	22,9	223
21,2	189	23,0	225
21,3	191	23,1	227
21,4	193	23,2	229
21,5	195	23,3	231
21,6	197	23,4	233
21,7	199	23,5	235
21,8	201	23,6	237
21,9	203	23,7	239
22,0	205	23,8	241
22,1	207	23,9	243
22,2	209	24,0	245
22,3	211	24,1	247
22,4	213	24,2	249
22,5	215	24,3	251

**Carte de contrôle par attributs**  
**carte  $np$  - nombre d'articles non-conformes**

**1. Calcul du nombre moyen de défectueux**

$$\overline{np} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{nk} = \frac{\text{Nb total de défauts}}{\text{Nb total de pièces}}$$

Proportion moyenne de défectueux  $\overline{p} = \frac{\overline{np}}{\text{Nb total de pièces}}$

avec

$np_i$  : nombre de défauts dans l'échantillon  $i$

$k$  : nombre d'échantillons

$\overline{p}$  : la proportion moyenne de défectueux

$n$  : nombre de pièces par échantillon

**2. Calcul des limites de contrôle supérieure et inférieure**

Le calcul des limites de contrôle repose sur la loi binomiale. Nous avons détaillé cette loi dans l'annexe statistique. Nous avons précisé que pour cette loi binomiale,

- la moyenne est égale au nombre moyen de défectueux dans le lot prélevé ( $\mu = np$ )
- l'écart type est égal à  $\sigma = \sqrt{\mu(1-p)}$

Les limites de contrôle s'établissent à plus ou moins trois écarts types et on a :

$$\begin{aligned} LSC &= \mu + 3\sigma && \mu = \overline{np} \\ LIC &= \mu - 3\sigma && p = \overline{p} \end{aligned}$$

avec comme estimateurs

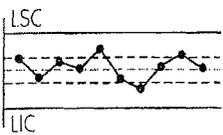
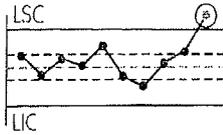
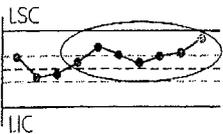
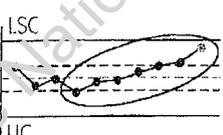
Les limites de contrôle se calculent donc à partir des limites suivantes :

$$LSC_{np} = \overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}(1-\overline{p})}$$

$$LIC_{np} = \overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}(1-\overline{p})}$$

$LIC_{np} = 0$  si le résultat est négatif

**Carte de contrôle par attributs**  
**carte np - nombre d'articles non-conformes**

Graphique	Description	Décision carte des moyennes
	<p><b>Procédé sous contrôle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La courbe oscille de chaque côté de la moyenne.</li> <li>• 2/3 des points sont dans le tiers central de la carte.</li> </ul>	<p align="center"><b>Production</b></p> <p>La carte ne détecte pas d'écart par rapport à la situation habituelle.</p>
	<p><b>Point hors limites</b></p> <p>Le dernier point tracé a franchi une limite de contrôle.</p>	<p align="center"><b>Cas limite supérieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>• Le critère de contrôle devient plus sévère.</li> </ul> <p align="center"><b>Cas limite inférieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité s'améliore, il faut identifier la cause et chercher à maintenir cette amélioration.</li> <li>• Le critère de contrôle devient moins sévère.</li> </ul>
	<p><b>Tendance supérieure ou inférieure</b></p> <p>7 points consécutifs sont supérieurs ou inférieurs à la moyenne.</p>	<p align="center"><b>Cas tendance supérieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>• Le critère de contrôle devient plus sévère.</li> </ul> <p align="center"><b>Cas tendance inférieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité s'améliore, il faut identifier la cause et chercher à la maintenir.</li> <li>• Le critère de contrôle devient moins sévère.</li> </ul>
	<p><b>Tendance croissante ou décroissante</b></p> <p>7 points consécutifs sont en augmentation régulière ou en diminution régulière.</p>	<p align="center"><b>Cas série croissante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>• Le critère de contrôle devient plus sévère.</li> </ul> <p align="center"><b>Cas série décroissante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité s'améliore, il faut identifier la cause et chercher à la maintenir.</li> <li>• Le critère de contrôle devient moins sévère.</li> </ul>

<b>TABEAU DE CONVERSION DES MINUTES EN CENTIEMES D'HEURE</b>
--

Minutes	Centièmes	Minutes	Centièmes	Minutes	Centièmes
1	2	21	35	41	68
2	3	22	36	42	70
3	5	23	38	43	72
4	7	24	40	44	73
5	8	25	42	45	75
6	10	26	43	46	77
7	12	27	45	47	78
8	13	28	47	48	80
9	16	29	48	49	82
10	17	30	50	50	83
11	18	31	52	51	85
12	20	32	53	52	87
13	22	33	55	53	88
14	23	34	57	54	90
15	25	35	58	55	92
16	27	36	60	56	93
17	28	37	62	57	95
18	30	38	63	58	97
19	32	39	65	59	98
20	33	40	67	60	100