



02456

MICROFICHE N°

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
CENTRE NATIONAL DE
DOCUMENTATION AGRICOLE
TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة
المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

République Tunisienne
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE



CRÉATION DE PERIMÈTRES IRRIGUÉS
DANS LE CENTRE ET ^{LE SUD} ~~LE SUD~~ TUNISIEN



NOTE ADDITIVE

SOCIÉTÉ CENTRALE POUR L'ÉQUIPEMENT DU
TERRITOIRE-TUNISIE
121, Rue de Yougoslavie-Tunis

Etude comparative entre les coûts des tuyaux en A.C.
et les coûts des tuyaux en P.V.C. destinés à l'équipement
des réseaux d'irrigation.

SOMMAIRE

1. OBJET DE LA NOTE
2. DEFINITION DES CARACTERISTIQUES
3. EQUIVALENCE DES CLASSES DE PRESSION ENTRE TUYAUX
ANTANTE-CIMENT ET PVC.
4. COMPARAISON CLASSE B EN A.C. ET SERIE 4 BARS PVC
5. COMPARAISON ENTRE CLASSE C EN A.C. ET SERIE PRESSION
6 BARS EN PVC.
6. CONCLUSION



1. OBJET DE LA NOTE

Il s'agit de comparer le prix de revient des conduites en amiante ciment et en PVC, de fabrication locale, rentrant dans l'équipement des réseaux d'irrigation par aspersion ou par ruissellement.

La production tunisienne porte actuellement sur la fabrication :

- (a) des tuyaux amiante ciment classe B- C et D, par SICODAC.
- (b) des tuyaux PVC de la série évacuation (série 4 bars) et de la série pression (série 6 à 16 bars selon les diamètres) par INOPLASY.

Nous donnons en annexe de la présente note la documentation technique relative à ces deux matériaux.

2. DEFINITION DES CARACTERISTIQUES

2.1. Tuyaux amiante ciment.

Chacune des classes est désignée par la pression d'essai d'étanchéité en usine que subit chaque tuyau.

La pression de service est la pression normale de fonctionnement en régime permanent.

La pression de service majorée de la surpression due aux coups de bélier doit rester inférieure à la pression d'essai en tranchée.

La définition des classes de pression des tuyaux amiante-ciment s'établit comme suit :

Classe	Unité	A	B	C	D
Pression d'essai en usine	bar		15	20	25
Pression de service	bar		7,5	10	12,5
Pression d'essai en tranchée	bar		10	14	17

NOTA.- En fait pour des problèmes de fabrication particuliers en Tunisie les valeurs du tableau ne sont pas scrupuleusement vérifiées et il y a lieu de les minorer légèrement de 1 à 2 bars.

1.2. Tuyaux en P.V.C.

La norme AFNOR NF E 29-012 donne la définition des pressions supportées par les canalisations PVC.

a) Pression nominale PN

C'est la pression nominale qui a servi de base à la détermination des dimensions et notamment épaisseur des tuyaux à la température de 20°.

En Tunisie la série Assainissement et évacuation correspond à la pression nominale 4 bars, la série pression correspond à 6 bars.

(b) Pression maximale admissible PMA

La pression maximale admissible d'un tuyau est la pression effective maximale que cet élément peut supporter de façon permanente.

Cette pression est le double de la pression nominale. Soit :

$$PMA = 2 PN$$

(c) Pression maximale en service PMS

C'est la pression maximale d'exploitation qui doit être égale à la pression nominale majorée de 2 bars. Soit :

$$PMS = PN + 2 \text{ bars}$$

Les caractéristiques de pression des tuyaux fabriqués en Tunisie s'établissent comme suit :

Série	Unité	Assainie ¹ Évacuation	Pression	
			6 bars	10 bars
Pression d'essai en tranchée P H A	bars	8	12	20
Pression nominale PN	bars	4	6	10
Pression maximale en service	bars	6	8	12

3. EQUIVALENCE DES CLASSES DE PRESSION ENTRE TUYAUX AMIANTE-CIMENT ET PVC.

L'examen des deux tableaux ci-dessous montre les équivalences suivantes :

- AC Classe B équivalent à PVC série 4 bars
- AC Classe C équivalent à PVC série 6 bars
- AC Classe D équivalent à PVC série 10 bars

Par ailleurs, les 2 classes de pression (B en A.C. et série 4 bars en PVC) sont tout à fait indiquées pour l'usage en irrigation par ruissellement. En revanche, l'irrigation par aspersion nécessiterait le recours à la Classe C en A.C. ou de manière équivalente la série pression 6 bars en PVC.

Aussi, la comparaison qui suivra sera faite d'une part entre :

- | | |
|--------------------|--|
| → A.C. Classe B | } pour l'irrigation
par ruissellement |
| → PVC Série 4 bars | |

et d'autre part,

- | | |
|--------------------|---------------------|
| → A.C. Classe C | } pour l'aspersion. |
| → PVC série 6 bars | |

Cette comparaison sera menée à partir des tableaux de prix fournis par INDPLAST (pour le PVC) et SICOAC (pour A.C.) à la date du 15 Mai 1978.

4. COMPARAISON CLASSE B EN A.C. ET SERIE 4 BARS PVC

4.1. Tableau des prix fourniture

Nature \ Diamètre	125 (DT)	150 (DT)	200 (DT)	250 (DT)	300 (DT)
A.C.	2,900	3,100	5,000	7,000	9,200
P.V.C.	1,187	1,900	3,450	5,100 [*]	

* Prix ne figurent pas au tableau du fournisseur, mais estimé d'après les autres diamètres.

4.2. Tableau transport

Pour fixer les idées, considérons le transport de Tunis aux périmètres irrigués du Sud soit près de 1200 km aller et retour.

Par voyage, un camion de 10 tonnes peut transporter 500 m³ de PVC Ø 160 à Ø 250 ou bien :

- 500 m³ de Ø 160 A.C. et Ø 125
- 440 m³ de Ø 200 A.C.
- 333 m³ de Ø 250 A.C.
- 250 m³ Ø 300 A.C.

Le coût d'un voyage est estimé à 180 DT.

Nous aurons ainsi le tableau suivant :

Diamètre Nature	125 (150 ou 160) (DT/ml)	200 (DT/ml)	250 (DT/ml)	300 (DT/ml)
A.C.	0,360	0,400	0,540	0,720
P.V.C.	0,360	0,360	0,360	0,360

4.3. Tableaux pose :

Nous estimons que les coûts de pose sont les mêmes pour les canalisations en A.C. ou en P.V.C.

Le coût a été évalué à 0,360 DT le mètre.

4.4. Tableaux comparatif incluant fourniture, transport et pose

Diamètre Nature	125	160	200	250	300
A.C.	3,700	3,920	5,760	7,500	10,280
P.V.C.	1,907	2,520	4,170	6,120	

Pour l'établissement du prix de revient, il faut ajouter aux coûts indiqués plus hauts :

- frais d'essais et de réception
- amortissement technique du matériel
- frais généraux
- assurances
- patente
- impôts
- marges et bénéfices
- taxes.

Nous estimons qu'il y a lieu de multiplier les chiffres du tableau précédent par le coefficient 2 pour prendre en considération les frais supplémentaires énumérés plus haut. D'où le tableau suivant :

Matrice \ Diamètre	125	160	200	250	300
A.C.	7,400	7,840	11,520	15,800	20,560
P.V.C.	3,814	5,640	8,340	12,240	-
A.C. / P.V.C.	1,94	1,56	1,38	1,29	-
A.C. - P.V.C.	3,590	2,800	3,180	3,560	-

L'écart en faveur du P.V.C. est net, notamment pour les petits diamètres.

5. COMPARAISON ENTRE CLASSE C EN A.C. ET SERIE PRESSION 6 BARS EN PVC

5.1. Tableau des prix fourniture

Diamètre Nature	110	160	200	250	300
A.C.	2,500	3,980	5,900	8,850	12,500
P.V.C.	1,780	5,175	7,055	-	-

5.2. Tableau comparatif incluant fourniture, transport et pose.

Pour le transport et la pose, nous adopterons les prix établis au paragraphe 4.

D'où le tableau comparatif suivant :

Diamètre Nature	110	160	200	250	300
A.C.	3,220	4,700	6,660	9,750	13,480
P.V.C.	2,500	5,895	7,775	-	-

Le coût total sera obtenu en multipliant par le coefficient 2.

Diamètre Nature	110	160	200	250	300
A.C.	6,440	9,400	13,320	19,500	26,960
P.V.C.	5,600	11,720	15,350	-	-
A.C. / PVC	1,29	0,80	0,86	-	-
A.C. - PVC	1,440	- 2,390	- 2,230	-	-

6. CONCLUSION

Pour l'irrigation par ruissellement, l'avantage du P.V.C. nous paraît certain, de l'ordre de 40% moins cher. Cependant, il y a lieu de remarquer que par suite de problèmes de fabrication (panne de machine pour Ø 200 et Ø 250), INOPLAST ne fabrique actuellement que jusqu'au diamètre 160. Cette situation est passagère et trouvera des solutions dans les prochains mois, nous a-t-on affirmé à INOPLAST.

Pour l'irrigation par aspersion, la différence entre AC et PVC est moins nette (17% moins cher à l'avantage de AC).

On peut estimer que ces deux matériaux sont, dans le cas de cet usage, équivalents et que le choix ne doit être fait que par des considérations de disponibilités sur le marché, de commodité d'exploitation et de résistance mécanique.

A cet égard l'utilisation du PVC semble plus avantageuse comparativement aux expériences connues dans d'autres pays (Bas Rhone Languedoc en France, Sénégal et Côte d'Ivoire).

ANNEXE

DOCUMENTATION TECHNIQUE

P.V.C. - A.C.

INOTUBE P.V.C. dimensions et poids*

SÉRIE PRESSION	PRESSIION DE SERVICE en Bars	DIAMÈTRE EXTERIEUR en mm.	DIAMÈTRES INT/EXT en mm.	ÉPAISSEUR en mm.	POIDS AU MÈTRE LINÉAIRE en Kg/ml.
Qualité alimentaire : conforme aux normes NF T. 54.016 & 54.019 COULEUR : gris foncé UTILISATIONS : arrosage, irrigation, tuyaux alimentaires et industriels. PRÉSENTATION : tubes primachannés, de 4 ou 6 mètres de longueur.	10	20	14,5 x 20	2,8	0,159
		25	18,5 x 25	3,2	0,307
		32	24 x 32	4	0,493
		40	30 x 40	5	0,770
		50	38,2 x 50	5,8	1,150
		63	47,8 x 63	7,7	1,890
	10	25	21 x 25	3	0,203
		32	26,8 x 32	3,2	0,330
		40	33,2 x 40	3,2	0,520
		50	42 x 50	4	0,810
		63	51 x 63	5	1,260
		75	63,2 x 75	5,8	1,800
		90	75,8 x 90	7,1	2,590
		110	92,4 x 110	8,8	3,920
	6	125	105 x 125	10	5,050
		50	40,3 x 50	3,2	0,560
		63	56,5 x 63	3,2	0,845
		75	67,8 x 75	3,6	1,130
		90	80,6 x 90	4,7	1,770
		110	98,8 x 110	5,6	2,500
		125	112,4 x 125	6,3	3,290
		140	125,8 x 140	7,1	4,150
		160	143,7 x 160	8,4	5,670

SÉRIE ÉVACUATIONS VENTILATIONS, PLUVIALES

Conforme à la norme NF T. 54.017

COULEUR : gris clair

UTILISATIONS : évacuation des eaux usées - évacuation des eaux pluviales - conduite de ventilation

PRÉSENTATION : tubes primachannés, de 4 ou 6 mètres de longueur

DIAMÈTRE NOMINAL en mm.	DIAMÈTRES INT/EXT en mm.	ÉPAISSEUR en mm.	POIDS AU MÈTRE LINÉAIRE en kg/ml.
20	14,5 x 20	2,8	0,159
25	18,5 x 25	3,2	0,307
32	25,6 x 32	3,2	0,493
40	31,8 x 40	3,2	0,520
50	42,6 x 50	3,2	0,810
63	56,5 x 63	3,2	0,845
75	68,8 x 75	3,2	1,010
90	83,6 x 90	3,2	1,230
100	93,6 x 100	3,2	1,370
110	103,6 x 110	3,2	1,510
125	118,6 x 125	3,2	1,720
140	133,8 x 140	3,2	1,930
160	152,4 x 160	3,8	2,510

SÉRIE GAINES

COULEUR : gris moyen légèrement

PRÉSENTATION : tubes primachannés de 6 mètres de longueur

DIAMÈTRE NOMINAL en mm.	DIAMÈTRES INT/EXT en mm.	ÉPAISSEUR en mm.	POIDS AU MÈTRE LINÉAIRE en kg/ml.
20	13 x 20	1	0,093
32	30,2 x 32	0,9	0,123
40	38,2 x 40	0,9	0,155
50	48 x 50	1	0,216
63	60,6 x 63	1,2	0,326
80	76,8 x 80	1,6	0,555
100	96,8 x 100	1,5	0,755

SÉRIE ASSAINISSEMENT

Conforme à la norme NF T. 54. 020

COULEUR : gris moyen

PRÉSENTATION :
tubes prémanchonnés,
de 4 ou 6 mètres de longueur

DIAMÈTRE NOMINAL en mm.	DIAMÈTRES INT/EXT en mm.	ÉPAISSEUR en mm.	POIDS AU MÈTRE LINÉAIRE en kg/ml.
SÉRIE NORMALE			
110	103,6 x 110	3,2	1,510
125	118,6 x 125	3,2	1,720
160	153,2 x 160	3,4	2,340
200	192,4 x 200	3,8	3,280
250	241,2 x 250	4,4	4,760
315	304,2 x 315	5,4	7,350
400	386,2 x 400	6,9	11,930
SÉRIE RENFORCÉE			
100	152,4 x 100	3,8	2,610
200	190,4 x 200	5,	4,290
250	237,4 x 250	6,3	6,760
315	299,4 x 315	8,	10,810
400	379,4 x 400	10,5	17,990

SÉRIE «PTT»

COULEUR : gris moyen

PRÉSENTATION : tubes prémanchonnés,
de 6 mètres de longueur

DIAMÈTRE NOMINAL en mm.	DIAMÈTRES INT/EXT en mm.	ÉPAISSEUR en mm.	POIDS AU MÈTRE LINÉAIRE en kg/ml.
45	42 x 45	1,5	0,290
60	56 x 60	2,	0,510
80	75 x 80	2,5	0,853

INOTUBE P.V.C. raccords et accessoires*

L'installateur dispose d'une vaste gamme de raccords et accessoires, spécialement conçus pour INOTUBE P. V. C. Ils sont généralement distribués par nos revendeurs, et désignés d'après les diamètres extérieurs des tubes correspondants.

SÉRIE PRESSION

Coudes petit rayon à 45° et 90°
Coudes grand rayon à 45° et 90°
Tés droits et réduits à 90°
Croix à 90°
Réductions simples et doubles
Bras droits et coudés en acier ou acier plastifié
Unions mâles, métal P. V. C.
Manchons
Bris-horn
Colliers

**SÉRIE ÉVACUATIONS
VENTILATIONS
PLUVIALES**

Coudes à 22½°, 45°, 67½°, 87½°
Tés obliques à 45°, té droits à 67½°
Cloches simples, doubles à 45°, 67½°, 87½°
Embranchements simples et doubles à 45°, 67½°, 87½°
Réductions à 45°, 67½°, 87½°
Réductions simples ou excentrées
Asymétriques
Manchons
Écrous de réglage
Colliers
Plots de fixation
Avis de dilatation
Sortie de l'acabo.
Tampons de visite, de réhabilitation.
Chapeaux et grilles de ventilation.
Syphons de sol.

SÉRIE ASSAINISSEMENT

Coudes à 15°, 30°, 45°, 67½°, 87½°
Branchements coudés à 45°, coudés à 45°, 60°, 90°
Éléments à sceller.
Collecteurs.
Asymétriques.
Fonction de passage.
Bouchons
Joints.

* Distributeurs : nous consulter

CONDUITES DE LIQUIDES DIVERS SOUS-PRESSION

Il est possible d'utiliser la formule universelle de Colebrook avec un coefficient k égal à 0,03 millimètre. Le formulaire donne les valeurs

de la viscosité cinématique et du poids spécifique de divers liquides à différentes températures.

CONDUITES DE REFOULEMENT D'EAUX USEES

Du fait des faibles pertes de charge, généralement dans les conduites de refoulement d'eaux usées, il est possible d'utiliser les classes 10 ou 15, particulièrement économiques.

Pour ce qui est du calcul des pertes de charge, on utilisera l'abaque ou le tableau lié de la

formule de Scimmon, leur valeur étant portée de 10 % pour tenir compte de la nature du fluide transporté.

NOTA : Pour toutes applications spéciales, consulter nos services techniques.

SURPRESSIONS DUES AUX COUPS DE BELIER

Le calcul des surpressions exige de connaître la vitesse de propagation en célérité de l'onde qui est donnée par la formule :

$$a = \sqrt{\frac{E}{\rho \left(1 + \frac{d}{e} \right)}}$$

avec :

- a célérité en mètre par seconde,
- d le diamètre intérieur de la conduite en mètre,
- e épaisseur de la conduite en mètre,
- ρ poids spécifique de l'eau en kilogramme par mètre cube,
- E module d'élasticité de l'eau en kilogramme par mètre carré soit $2,03 \cdot 10^4$ kilogramme par mètre carré.

Pour le module d'élasticité des tuyaux Eternit on utilise généralement la valeur $E = 2,10^4$ kilogramme par mètre carré.

On trouvera dans le formulaire un tableau donnant la célérité de l'onde dans les conduites Eternit de chaque diamètre et de chaque classe et les modes habituels de calcul des surpressions.

DÉTERMINATION DES CLASSES ET DES SÉRIES

La Société ETERNIT fabrique plusieurs classes de tuyaux décrites dans notre Album des types.

Chacune de ces classes est désignée et

caractérisée par la pression d'essai d'équilibre en usage qui subit chaque des tuyaux qui la constituent. Chaque classe sera utilisable dans une gamme de pressions de service.

CHOIX DES CLASSES A UTILISER

a) PRESSION HYDRAULIQUE INTÉRIEURE

CLASSES	Unité	10	15	20	25	30	35
Pression d'essai en gramme	kg/cm ²	10	15	20	25	30	35
Pression de service	kg/cm ²	4	2,5	16	12,5	15	17,5
Pression d'essai en bar	kg/cm ²	6	10	11	17	20	22
Diamètres fabriqués	mm	60 à 1000	60 à 700	60 à 500	60 à 500	60 à 1000	60 à 175

REMARQUES

(1) Les tuyaux de 60 à 175 classe 35, 200 à 300 classe 30, 350 à 500 classe 25, ont les caractéristiques dimensionnelles des tuyaux respectivement de classe 20, 25 et 30, mais sont fabriqués spécialement de façon à pouvoir être utilisés avec les coefficients de sécurité de la Norme NF P 41-203. Il s'agit de fabrications

exceptionnelles, sur demande, de façon à ne pas nuire au service.

(2) En plus des types ci-dessus, la Société ETERNIT peut fournir des tuyaux de caractéristiques d'élasticité différentes, de façon à s'adapter aux conditions particulières de l'installation des pressions les plus faibles.

La pression de service est la pression normale qui régit dans les tuyaux en régime permanent ou à débit nul. Les valeurs indiquées par le tableau sont les pressions maximales admises pour les tuyaux de chacune des classes.

Pour des vitesses supérieures à 1,50 m/s.

au-delà de laquelle les surpressions dues aux coups de bélier (surtout) ne sont plus négligeables, il y a lieu de prévoir une classe de tuyaux telle que la pression totale (pression de service plus surpression) en régime transitoire reste, comme il est de règle, inférieure à la pression d'essai en tranchée.

INOTUBE P.V.C. caractéristiques

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids spécifique
Coefficient de dilatation linéaire

1,4 kg/dm³
 8×10^{-5} (8 mm/m/100°C)

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES

Chaleur spécifique
Conductivité thermique à 20°C
Température de ramollissement
(point Vicat)
Malléabilité
Etat pâteux
Combustibilité

0,24 cal/g °C
 $\alpha = 0,000$
80°C
120°C
180°C
incombustible

CARACTÉRISTIQUES MECANIQUES A 20°C

Résistance à la traction instantanée
Résistance à la traction permanente
Module d'élasticité longitudinal (E)
Taux de travail (σ)
Résistance à la flexion NF T 51.001
Résistance au choc

550 kg/cm²
200 kg/cm²
30.000 kg/cm²
100 kg/cm²
850 kg/cm²
10 kg/cm/cm²

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

INOTUBE P.V.C. est insensible à la corrosion.
Les réactions chimiques de corrosion qui s'accomplissent en milieu aqueux, sont des phénomènes électrochimiques favorisés par une conductibilité du milieu. Le P.V.C. n'étant pas constitué d'atomes métalliques, INOTUBE est de ce fait insensible aux réactifs courants pris en considération dans les phénomènes de corrosion.
INOTUBE P.V.C. n'est attaqué ni par les rongeurs, ni par les termites, ni par les moisissures.
INOTUBE P.V.C. résiste à la plupart des agents chimiques, aux acides, chlorures, sulfates, huiles, graisses, etc...

CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES

Insattaquable par les eaux et les liquides corrosifs, rebelle à l'entartrage et aux incrustations, INOTUBE P.V.C. conserve longtemps son état initial. Ses coefficients de rugosité relative, de vieillissement sont nuls.
INOTUBE P.V.C. résiste de plus, aux surpressions momentanées telles que celles des coups de bélier.
INOTUBE P.V.C. est hydrauliquement lisse. Le rapport débit/pression de ses réseaux reste constant.

CARACTÉRISTIQUES ELECTRIQUES

Résistance transversale (sous 1000 V) 2×10^{15} ohms/cm
Résistance superficielle (sous 1000 V) 3×10^{13} ohms/cm
INOTUBE P.V.C. est diélectrique, il n'est pas affecté (comme n'est souvent le cas pour les canalisations métalliques souterraines) par la réaction due aux courants telluriques et volcaniques.

11

17

18