



***LE TUYAU BETON POUR  
UN DEVELOPPEMENT  
DURABLE***





# LES TUYAUX EN BETON POUR LE TRANSPORT D'EAU

- Quels tuyaux pour quelles applications
  - Tuyau Ame en tôle
  - Tuyau FB
  - Tuyau FTI
- Position des tuyaux en béton par rapport aux produits substitués
  - Comportement mécanique
  - Durabilité
  - Protection
- Le béton, un matériau pour le développement durable

# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS

## 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

La tôle est revêtue de béton à l'intérieur et de béton armé à l'extérieur

Pression admissible: Moyenne pour les petits diamètres et modérée pour les grands diamètres

Les tuyaux béton armé à âme en tôle sont utilisables pour l'adduction et la distribution d'eau localement, pour les circuits industriels en centrale électriques, Stations de traitement d'eau, eau de process, ainsi que pour les émissaires ou prises d'eau en mer.

## 2. Tuyau en béton précontraints « FB »

Canalisations de diamètre moyen destinées à l'adduction d'eau sur de grandes distance sous des pressions moyennes

## 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

L'aptitude à résister à la pression et aux charges est procurée par l'état de compression du béton sous l'effet de la tension des aciers circulaires de précontrainte

Pression admissible: large classes de pression dans tous les diamètres

Les tuyaux type PCP et PCCP sont utilisables pour des transports d'eau sur des longues distances et dans des terrains variés

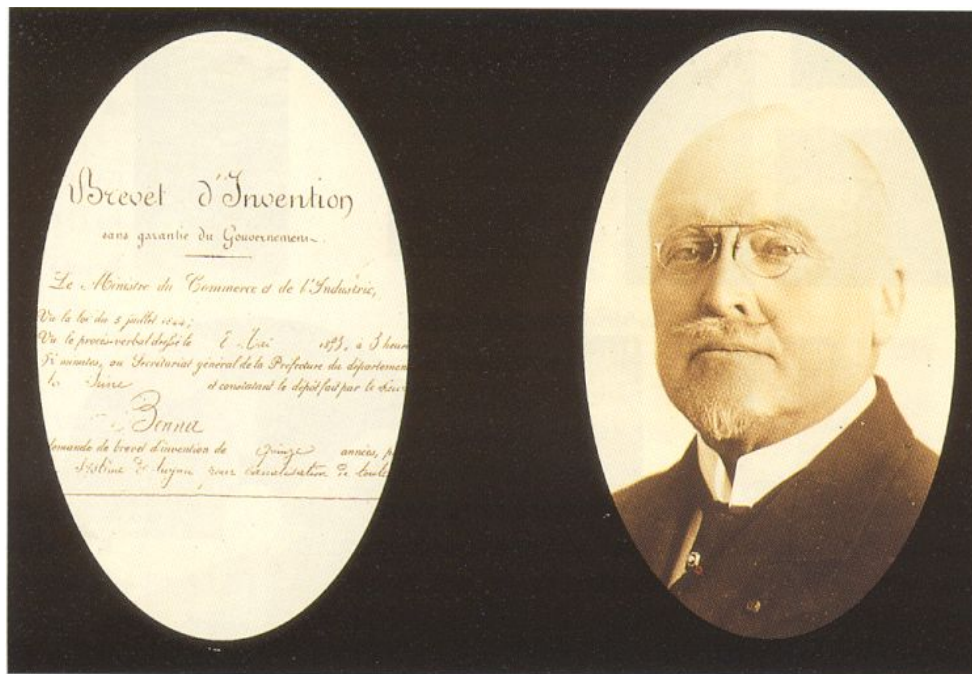
# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA





# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

## UN PEU D'HISTOIRE



1894

Invention du tuyau à tube médian en acier avec double revêtement en béton armé :

Le tuyau BONNA

Monsieur Aimé BONNA et son Brevet

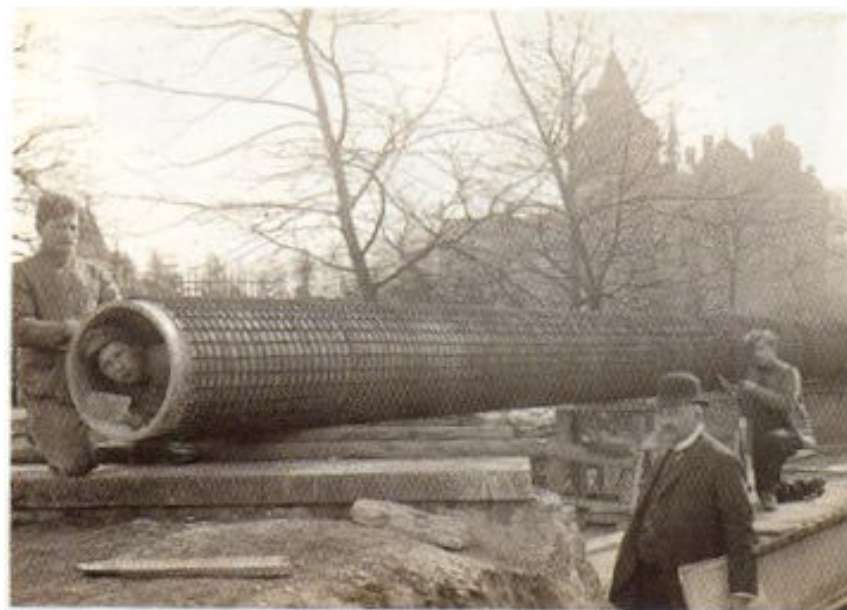
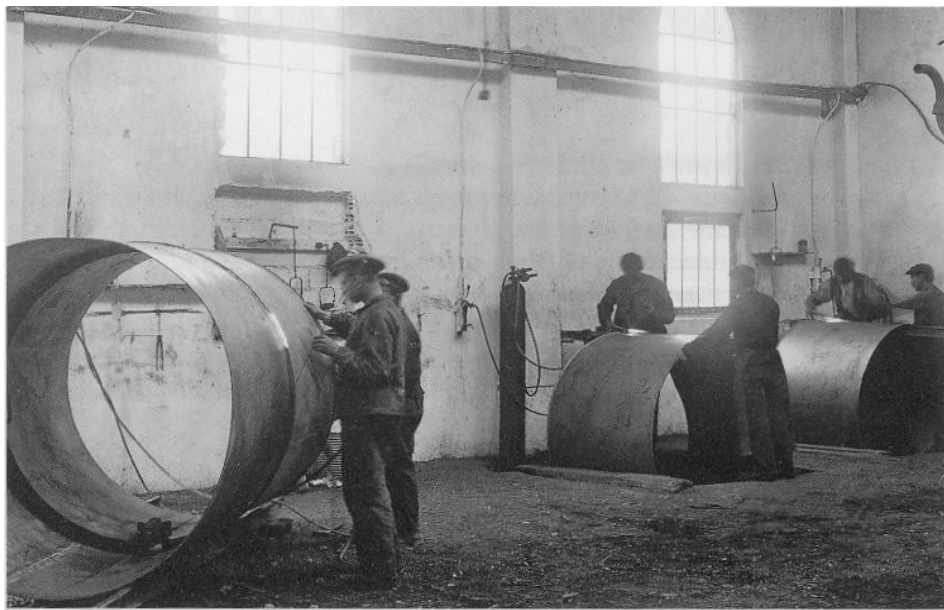
# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

## UN PEU D'HISTOIRE

Un succès qui arrive vite avec les grandes alimentations en AEP

**PARIS, LYON, MARSEILLE, NÎMES, etc...**

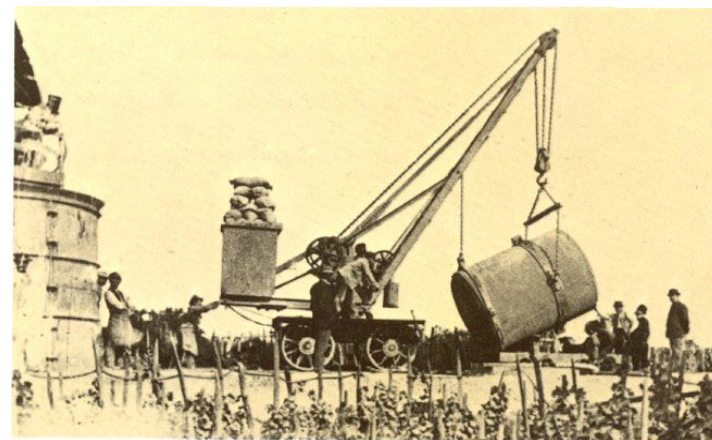
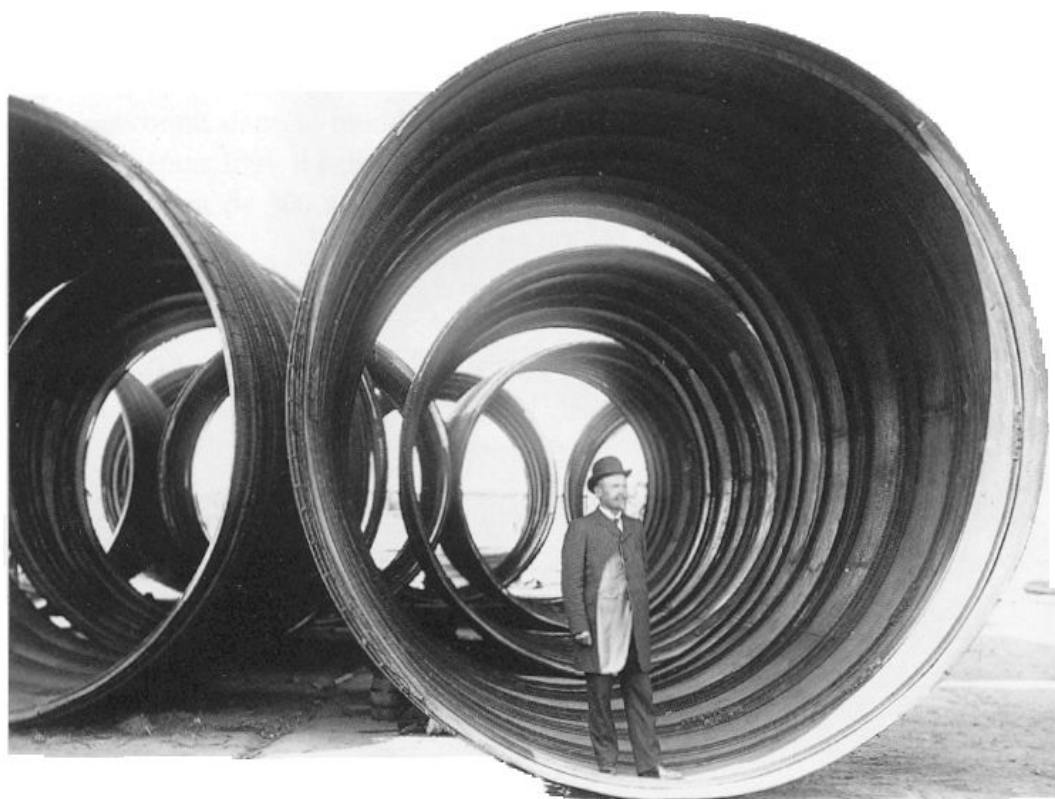
Puis l'étranger avec : Belgique, Angleterre, Espagne, etc...





# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

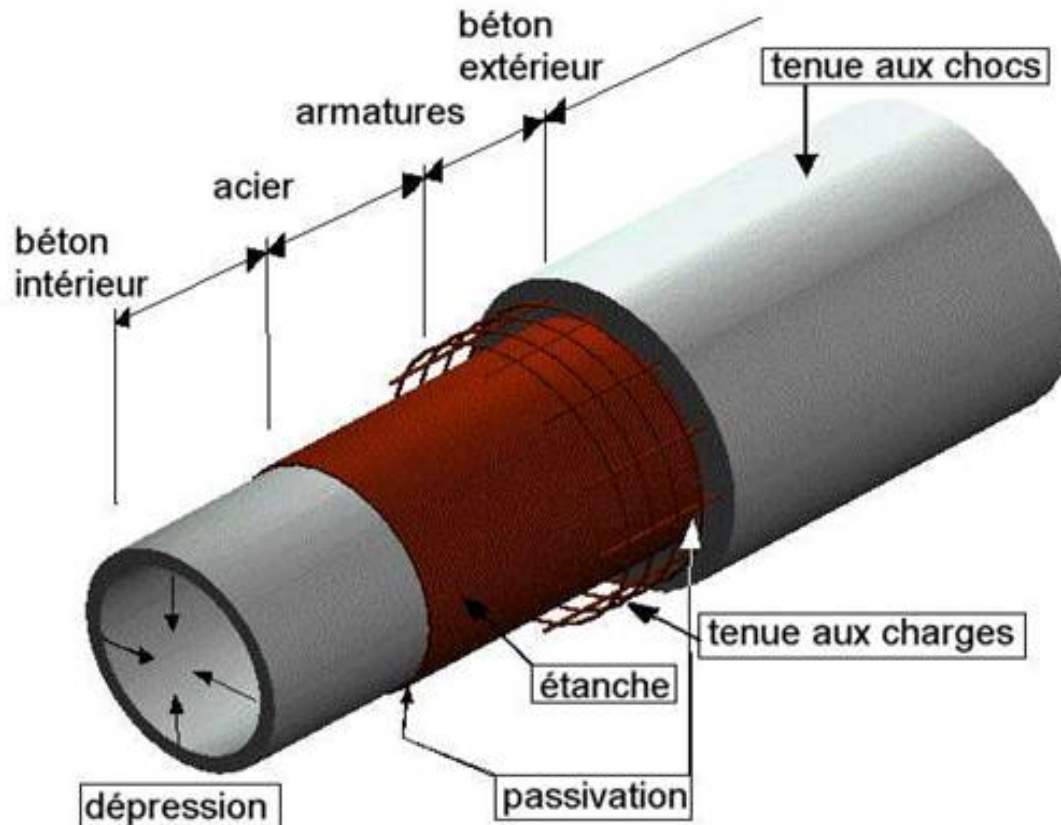
## UN PEU D'HISTOIRE



# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

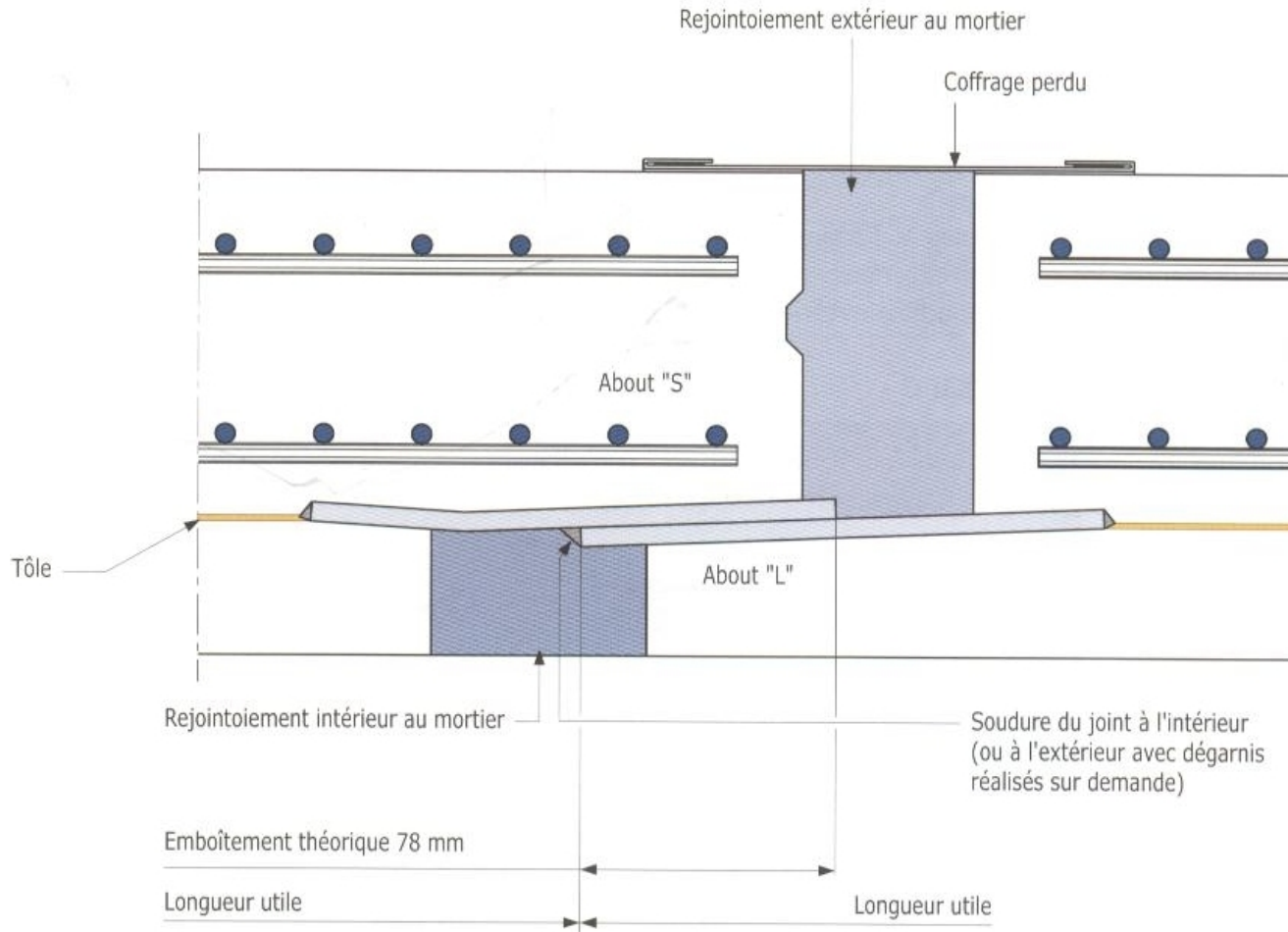
## LE CONCEPT : Âme-tôle / Béton armé

Le concept du tuyau à âme en tôle associe de manière optimale les performances et les caractéristiques du **béton** et de l'**acier**.





# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA



# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

Grande capacité d'adaptation au projet :

- Gamme de pression moyenne ~ **6 bars**
- Grands diamètres : jusqu'à **4000 mm**
- En site industriel pour l'eau de process, en station d'épuration ou de potabilisation, en distribution d'eau potable en site urbanisé ou hors des villes. Ce type de tuyau est assorti à une large gamme de pièces spéciales telles que:
  - Coudes, pièces de raccord à bride, trous d'homme, tés, raccordement au génie civil, compensateurs de mouvement.
  - Ces tuyaux sont également utilisables pour des poses par fonçage, pour des poses aériennes ou maritimes .

# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA





# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA





# 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA



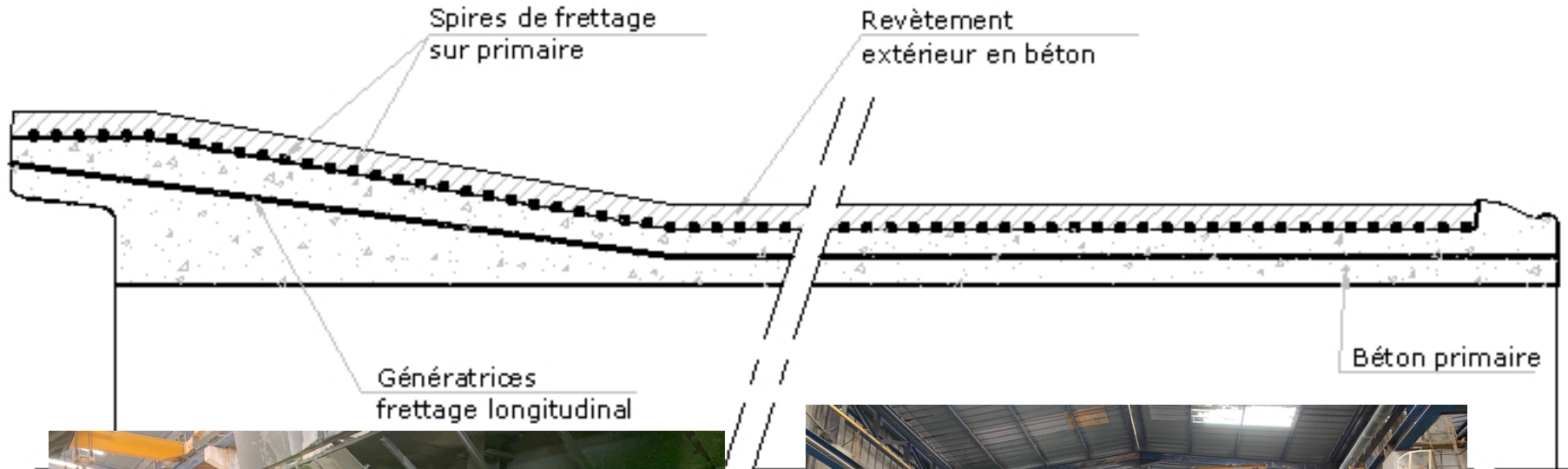
## 2. Tuyau en béton précontraint « FB »

Un tuyau économique destiné à l'adduction d'eau sur de grandes distance sous des pressions moyennes.

- Gamme de pression moyenne ~ **15 bars**
- Diamètres : jusqu'à **1800 mm**
- les pièces spéciales , coudes, pièces de raccord à bride, trous d'homme, tés, raccordement au génie civil, compensateurs de mouvement seront réalisées en tuyaux Bonna Ame tôle.
- Il en est de même pour le fonçage, les tuyaux « poutre » ou les applications maritimes .



## 2. Tuyau en béton précontraint « FB »



## 2. Tuyau en béton précontraint « FB »





## 2. Tuyau en béton précontraint « FB »



## 2. Tuyau en béton précontraint « FB »





### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »



Tunis / Choutrana 2017  
2000 FTI

### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

**Un enroulement de fil d'acier à haute résistance à la traction**

Enroulé sous tension, contrôlé autour du primaire auquel il confère sa précontrainte circulaire ; il assure la résistance du tuyau aux charges extérieures et à la pression intérieure.

**Un primaire en béton (extérieur)**

Moulé sous vibration à haute fréquence, il est conçu pour fournir au tuyau une inertie suffisante afin de supporter les effets de précontrainte.

**Une âme en tôle soudée**

Conçue pour garantir une étanchéité absolue, il empêche l'infiltration de l'eau et de son oxygène dans la paroi du tuyau, tout en lui apportant une résistance longitudinale élevée.

**Un joint souple E.R.**

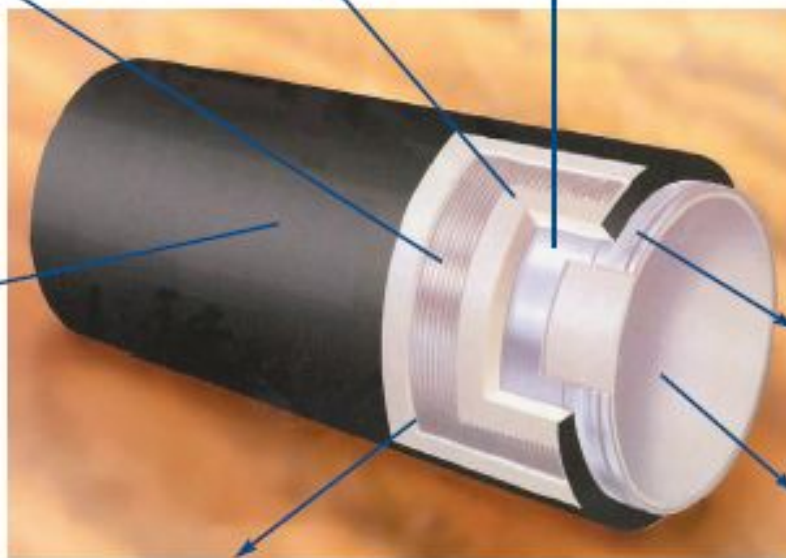
Pour l'étanchéité à l'eau et la déflexion

**Un primaire en béton (intérieur)**

Surface intérieure en béton très lisse riche en ciment, elle confère au tuyau un coefficient d'écoulement hydraulique excellent, et protège la tôle en acier contre les risques de corrosion et d'abrasion.

**Une protection extérieure**

Elle protège, si besoin est, la tôle en acier des agents agressifs extérieurs (peinture, feuille de polyéthylène).



**Un revêtement extérieur en béton**

Vibré à haute fréquence ou appliqué par projection, il est destiné à protéger les spires de précontrainte de l'influence des agents extérieurs. Ancré sur le béton primaire et sur les spires de précontrainte, il constitue une partie solidaire de la paroi et contribue à la résistance du tuyau.



### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »



### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »



New cairo  
2016

1500 FTI 32 bars



### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

Des réactifs auxiliaires, tels que le charbon ou l'hexamétophosphate qui seront utilisés pour éviter l'entartrage des conduites, seront dosés à sec, ou sous forme liquide.

Enfin, la stérilisation se fera à partir de gaz purs, chlore et ammoniacque ; toutefois un doseur humide pourra être utilisé pour distribuer de l'eau de javel en cas d'accident dans les approvisionnements au gaz chlore stockés dans des tanks métalliques de 500 kilogs de charge utile.

Tous les doseurs ont été étudiés pour être adaptés automatiquement au débit d'eau qui traversera la station et qui dépendra du nombre de pompes mises en service à l'usine élévatoire. Le débit sera en effet variable par tranche de 250 litres-seconde, débit de chacune des pompes installées dans l'Oum-er-Rebia. La commande des doseurs se fera depuis le



#### L'Usine de la Société des Tuyaux BONNA

La Société des Tuyaux Bonna avait installé en 1930, dans la banlieue de Casablanca, à Ain-Sebaa, une usine destinée à fournir les tuyaux de la conduite du Fouarat qui, aujourd'hui, concourt à l'alimentation de la ville de Casablanca. Les nouveaux travaux de l'Oum-er-Rebia ont nécessité l'agrandissement et la modernisation de cette usine qui comprend aujourd'hui une superficie de 33.000 mètres carrés dont 9.000 mètres carrés de surface couverte.

Les services de fabrication comportent deux cellules : l'une pour la production des tuyaux de faible et moyen diamètres, l'autre pour les tuyaux de gros diamètre, les pièces de diamètre ou de formes inusitées étant faites sur une chaîne spéciale.

La Société des Tuyaux Bonna s'est efforcée de réaliser mécaniquement toutes les opérations de mise en œuvre des aciers et des bétons. Les dosages du béton se trouvent également effectués automatiquement suivant les procédés les plus modernes et un laboratoire complet, par un contrôle quotidien, la garantie attachée aux produits fabriqués.

Les agrégats nécessaires à une production régulière sont fournis par une station de concassage très moderne qui assure à l'usine une autonomie complète et des stocks constants.

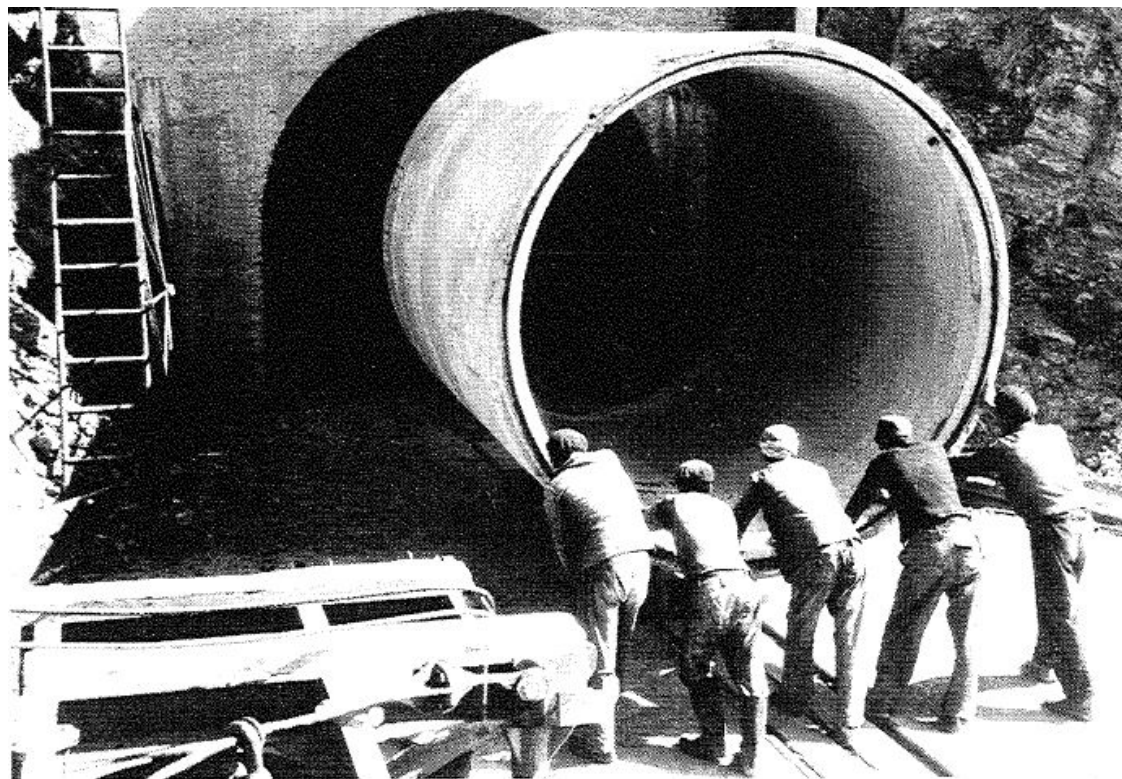
Dès le début de 1949, alors que l'équipement de l'usine était encore en cours, commençait la fabrication, la pose et le transport des conduites de 1 m. et, le 2 mai 1950, la nouvelle usine était inaugurée par le général Juin, Résident général de

Au fur et à mesure du terrassement de la tranchée d'amenée d'eau, les tuyaux de 1 m. 70 de diamètre sont transportés à pied d'œuvre depuis l'usine de la Sté des Tuyaux Bonna d'Ain Sebaa, par des camions Somua de 15 tonnes. Lorsque l'ensemble des conduites aura été mis en place, plus d'un million de kilomètres auront été parcourus par ces camions, soit vingt-cinq fois le tour de la terre.  
(Ph. Verdoy)

Casablanca 1950



### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

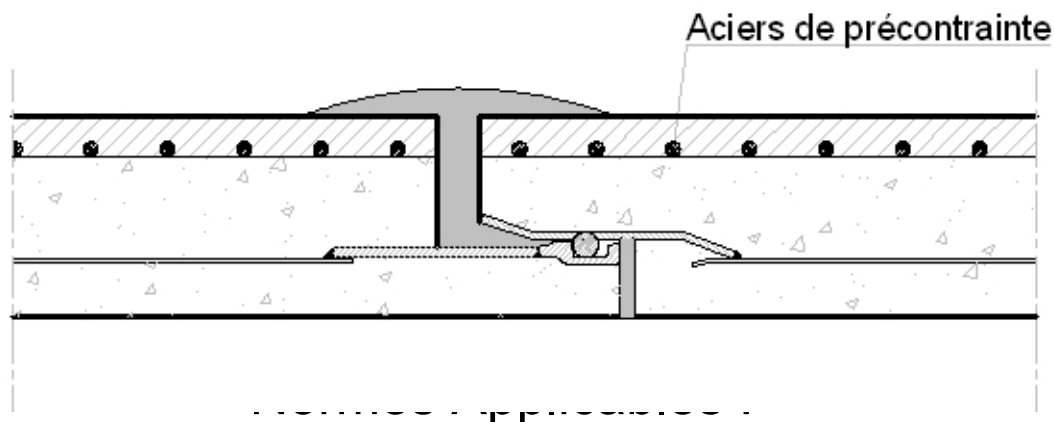


1958 - DJEN-DJEN - Descente en galerie

2600 FTI 22,5 bars

### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

Coupe type de paroi



Normes Européennes : EN 639; EN 642

Normes Américaines : AWWA C301 & AWWA C304

### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

Un tuyau performant destiné à l'adduction d'eau sur de grandes distances et des pressions élevées

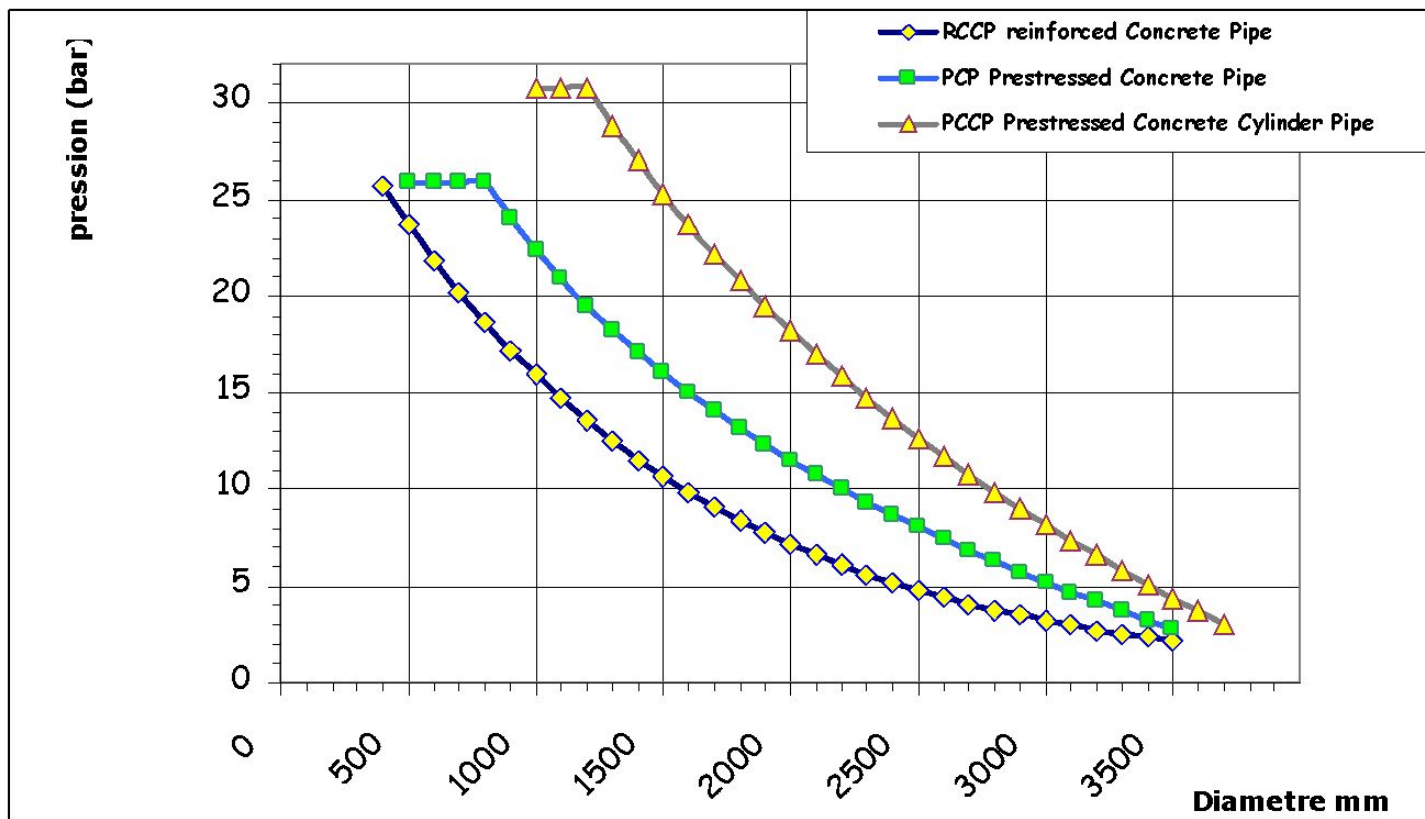
Gamme de pression moyenne ~ **20/25 bars**

Diamètres : jusqu'à **2500 mm**

**Une âme en tôle et des abouts en acier : étanchéité garantie**



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



## Normes de référence

- **NF EN 639 Mars 1995**
- **Prescriptions communes pour tuyaux pression en béton y compris joints et pièces spéciales**

### 1. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA

- **NF EN 641 Mars 1995**
- **Tuyaux pression en béton armé à âme en tôle, joints et pièces spéciales compris**

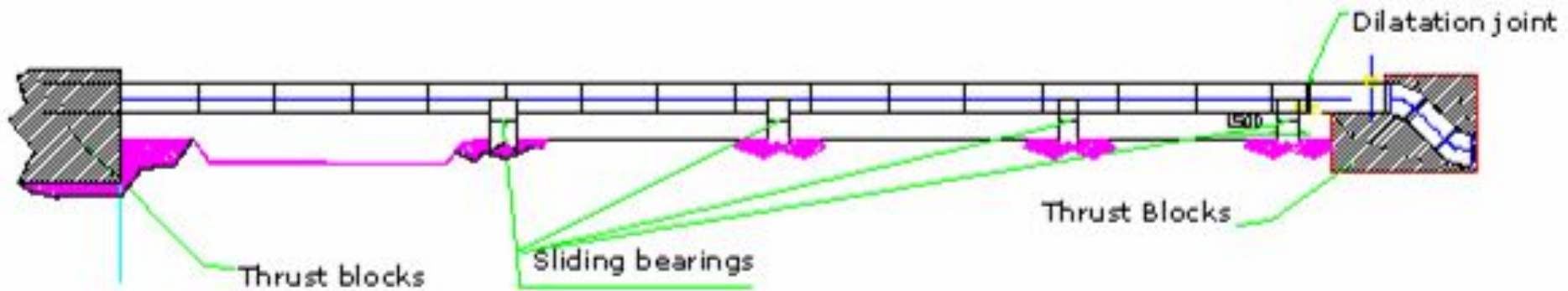
### 2. Tuyau en béton précontraints « FB »

### 3. Tuyau béton armé à âme en tôle BONNA précontraint « FTI »

- **NF EN 642 Mars 1995**
- **Tuyaux pression en béton précontraint, avec ou sans âme en tôle, y compris joints et pièces spéciales et prescriptions particulières relatives au fil de précontrainte pour tuyaux**



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



ACHERES - Venturis Ø 1200 mm



VALLE DU GIER - Collecteur Ø 1200 mm



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



CARLING - Station de pompage Ø 600 à 1600 mm



LYON (Croix Luizet) - Pompage d'alimentation Ø 1200 mm



LAUSANNE - Chambre de vannes



LAUSANNE (Lutry) - Station de pompage Ø 1400 mm

STATIONS DE  
POMPAGE



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



**SITES INDUSTRIELS**



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



GOLFECH - Rejet en Garonne



BELLEVILLE (Centrale nucléaire) - Salle des machines Ø 1800 à 3200 mm

CENTRALES ELECTRIQUES



# QUELS TUYAUX POUR QUELLES APPLICATIONS



Pose maritime ou fluviale  
Panglima



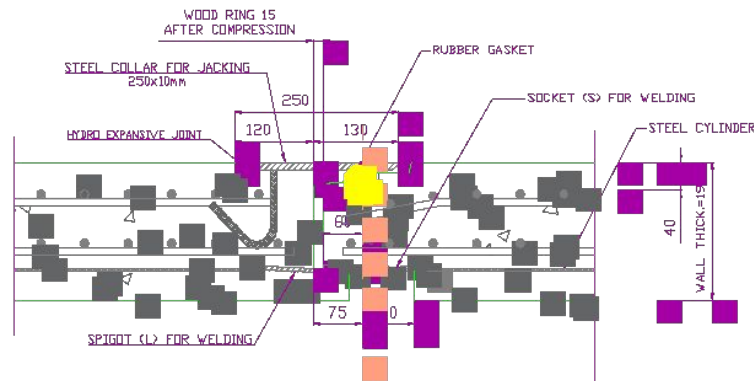
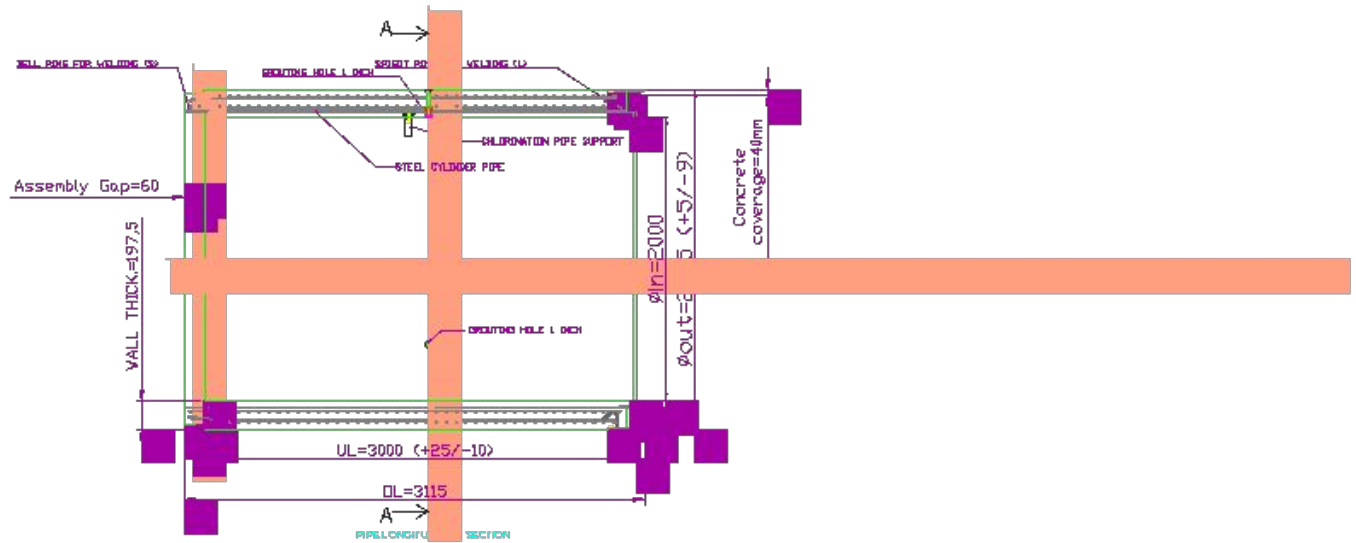
# LES TUYAUX DE FONCAGE



POSE PAR FONCAGE  
STEG RADES 2019



# LES TUYAUX DE FONCAGE





# LES TUYAUX DE FONCAGE





# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON

## COMPORTEMENT MECANIQUE

- **Robustesse** des tuyaux en béton, peu susceptibles de dégradations lors des opérations de manutention et pose. Sécurité d'exploitation du réseau vis-à-vis de possibles travaux ultérieurs à proximité: le béton n'est pas un matériau fragile.
- Les performances mécaniques sont peu dépendantes des conditions extérieures, et remarquablement **stables dans le temps**. Au contraire, les matériaux plastiques fluent dans le temps et ce fluage, combiné à celui des sols environnant la conduite, peut entraîner des ovalisations inacceptables sur le long terme, alors qu'elles peuvent paraître admissibles lors de la mise en service. Par ailleurs, les performances intrinsèques mêmes de ces matériaux synthétiques évoluent négativement dans le temps.
- Homogénéité des comportements mécaniques de l'ensemble des composants d'un réseau: pièces spéciales et tuyaux standards présentent **des inerties identiques**, au contraire d'autres matériaux, dont les modes de fabrication respectifs des tuyaux et pièces engendrent un différentiel d'ovalisation préjudiciable; un tel différentiel apparaît parfois également entre corps des tuyaux et manchons d'emboîtement.

# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON

## COMPORTEMENT MECANIQUE

- Le béton est un matériau largement autoportant, peu exigeant vis-à-vis des conditions de pose et de remblaiement : il permet généralement **la réutilisation des matériaux extraits, s'accommode d'un remblai compacté jusqu'aux reins** de la canalisation seulement. Les produits plus déformables, tels que les tuyaux plastiques mais également la fonte et l'acier dans les moyens et grands diamètres, nécessitent au contraire la mise en place de matériaux de remblai triés et calibrés dans une large zone d'enrobage autour de la canalisation, car leurs performances dépendent étroitement de celles des sols qui en constituent l'environnement.
- Les conduites en béton armé et précontraint sont **peu affectées par la présence et le battement des nappes phréatiques**, quelquefois à l'origine du flambement ou de l'ovalisation exagérée de tuyaux plus déformables.
- Les conduites en béton sont remarquablement stables en fouille : massives, elles ne se soulèvent ni ne se déplacent accidentellement.

# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON

## COMPORTEMENT VIS-A-VIS DE LA PRESSION INTERNE

- Le dimensionnement des conduites en béton, réalisé sur des critères de limitation de la fissuration des produits, ménage **une très large sécurité vis-à-vis de la rupture**, car les taux de contraintes effectifs des matériaux composants, et en particulier des aciers, se tiennent très en deçà de leurs limites ultimes. Les conséquences d'un dépassement accidentel des pressions de service s'en trouvent limitées : peu de produits offrent une telle sécurité d'exploitation.
- Au contraire de bon nombre de produits substitués, la conduite en béton accepte **mécaniquement le vide absolu**, et n'est pas susceptible de flamber en exploitation.

## COMPORTEMENT VIS-A-VIS DES CONDITIONS EXTERNES

- Les produits en béton sont pratiquement insensibles aux intempéries et, au contraire des matériaux plastiques, ne craignent ni les UV, ni les expositions au froid ou à la chaleur; ils se caractérisent par un coefficient de dilatation thermique compatible avec les exigences de la construction.





# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON







# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON



2500 AT .Steg Ghannouch





# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON



Conduites de refoulement FB 1250  
Station de pompage El Harka



# PROTECTION CONTRE LES EFFLUENTS AGRESSIFS



# PROTECTION CONTRE LES EFFLUENTS AGRESSIFS

**agru**  
The Plastics Experts.

**PROTECTION BÉTON**

PLAQUES DE PROTECTION DU BÉTON

Lorsque les pressions des eaux souterraines sont élevées.

Le point d'ancrage de la plaque de protection du béton Ultra Grip dispose d'une forme conique innovante. Par conséquent, il permet un ancrage supérieur lors de son retrait du béton. Le revêtement Ultra Grip est particulièrement recommandé pour les installations de constructions dans les eaux souterraines.

En outre, la plaque de protection du béton Ultra Grip est disponible dans une largeur avantageuse de 5 m. Il s'agit donc de la meilleure solution pour les grandes constructions. La plus grande largeur des plaques permet de réduire les soudures (jusqu'à 60 %), permettant une installation plus rapide et plus économique.

**GAMME DE LIVRAISON**  
(hauteur des points d'ancrage: 13 mm)

| Matériau      | Épaisseur de à |      |
|---------------|----------------|------|
|               | (mm)           | (mm) |
| PE noir       | 2,0            | 4,0  |
| PE noir/blanc | 2,0            | 4,0  |
| PE jaune      | 2,0            | 4,0  |



Tuyaux 1600 FTI



# POSITIONNEMENT CONCURRENTIEL DES TUYAUX EN BETON EN TUNISIE



- Des solutions pérennes, éprouvées depuis plus d'un siècle,
- Une offre disponible aujourd'hui en Tunisie couvrant l'ensemble des besoins,
- Des solutions produites en Tunisie
  - Avec des matières premières tunisiennes
  - De la main d'œuvre tunisienne
  - Sans sortie de devises étrangères.
  - A titre indicatif: tuyau en fonte DN 1800 / tuyau FTI DN 1800



***Merci d'avoir été  
attentifs***

