

JOURNÉE TECHNIQUE  
DES TRAVAUX « SANS TRANCHÉE »

à Lyon

JEUDI 19 JUIN 2025

HIPPODROME DE PARILLY  
4-6 AV. PIERRE MENDES-FRANCE  
69500 BRON

#JTLYON



# COMPORTEMENT D'UN TUYAU PRV DE RETUBAGE SOUS L'EFFET DE LA PRESSION DU COULIS

Laurent Hesters – Amiblu

# SOMMAIRE

## Modèles Etudiés & Paramètres

- A) Tube Vide Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)
- B) Tube Plein Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)
- C) Extrapolation Tube Vide Avec Injection Par Phases – 1 point de Calage
- D) Calage horizontal / vertical - Conséquence
- E) Etalement vertical - Conséquence
- F) Résumé recommandations de pose Amiblu (grand diamètre)

Conclusion

## A) Tube Vide Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)

Les formules suivantes ont été établies pour un tubage libre simplement appuyé en clé. L'appui de clé doit être continu ou la distance entre deux appuis successifs doit être inférieure à trois diamètres du tubage.

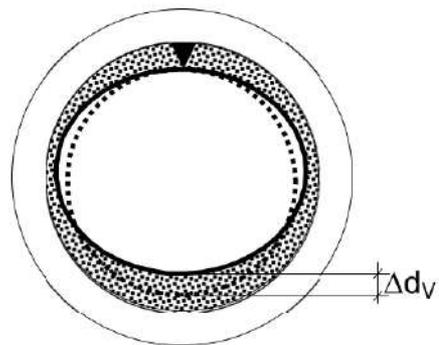


Figure 11 : Ovalisation sous l'action de la pression verticale

– Cas très sécuritaire

La flèche verticale est donnée par:

$$\Delta d_v = \Gamma_{cr} \cdot \gamma_c \cdot \frac{d_e^2}{256 \cdot S_0} (\pi^2 - 8) + \Gamma_{cr} \cdot 2e_0$$

$\Gamma_{cr}$  est le facteur d'amplification des déplacements, donné par:

$$\Gamma_{cr} = \frac{1}{1 - \frac{p_{inj}}{p_{cr,inj}}}$$

$$p_{cr,inj} = 24 \cdot S_0$$

$$p_{inj} = \gamma_{coulis} \cdot H_{inj}$$

## A) Tube Vide Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)

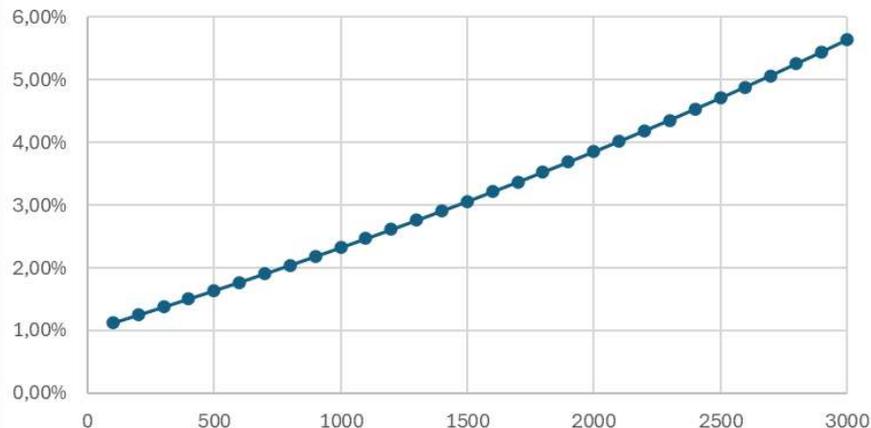
Fixons :  $SN = 10 \text{ kN/m}^2$  (SN10000) / Densité coulis =  $16 \text{ kN/m}^3$  /  $H_{inj} = d_e$  /  $e_o = 0,005 d_e$

$$\Delta d_v = \left| 16 \cdot \frac{d_e^2}{256 \cdot S_0} (\pi^2 - 8) + 2 \cdot 0,005 d_e \right| \left| \frac{1}{1 - \frac{16 \cdot d_e}{24 \cdot S_0}} \right|$$

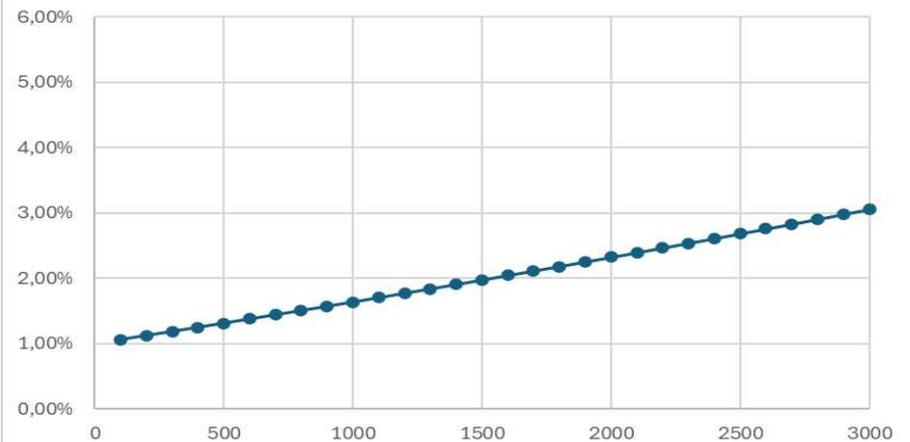
$$OV_{inj} = \frac{\Delta d_v}{d_e}$$

Traçons : la flèche verticale ( $dv$ ) en fonction du diamètre du tube ( $d_e$ )

Ov inj SN10000



Ov inj SN20000



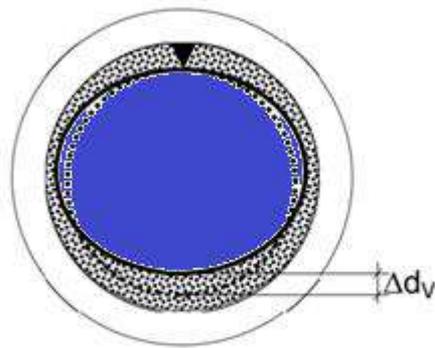


## B) Tube Plein Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)

### 4.2 Cas d'un tubage rempli d'eau :

Si le tubage est rempli d'eau préalablement à l'injection du coulis, la flèche verticale est donnée par :

$$\Delta d_v = \Gamma_{cr} \cdot \frac{(\gamma_c \cdot d_e^2 - \gamma_w \cdot d_i^2)}{256 \cdot S_0} (\pi^2 - 8) + \Gamma_{cr} \cdot 2e_0$$



$$\Gamma_{cr} = \frac{1}{1 - \frac{\text{Max}(p_{inj} - p_w)}{p_{cr, inj}}}$$

## B) Tube Plein Avec Injection Tout Hauteur du Tube – 1 point de Calage (Modèle 3R)

Fixons :  $SN = 10 \text{ kN/m}^2$  (SN10000) / Densité coulis =  $16 \text{ kN/m}^3$  /  $H_{inj} = d_e / e_o = 0,005 d_e$

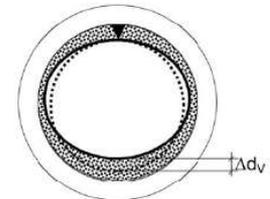
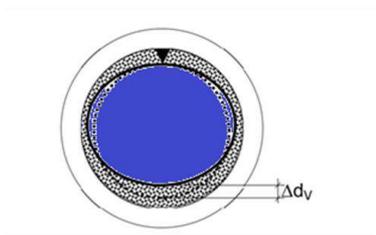
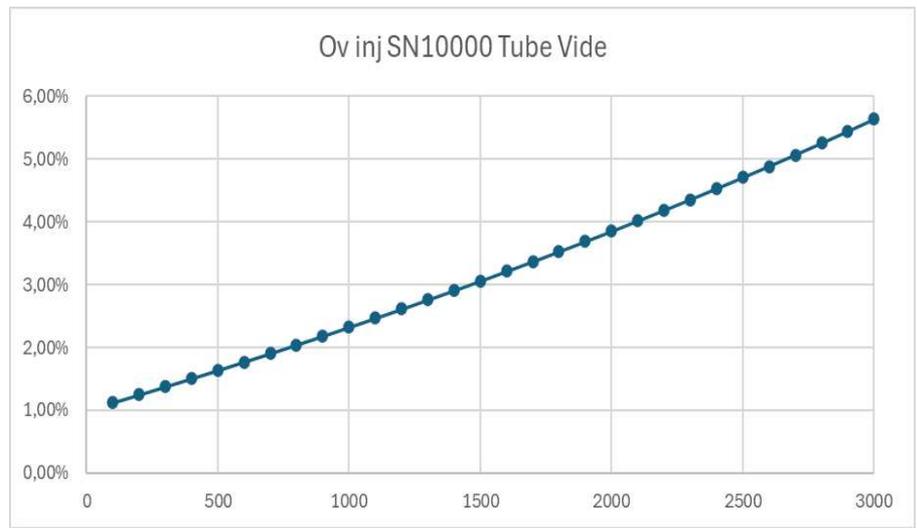
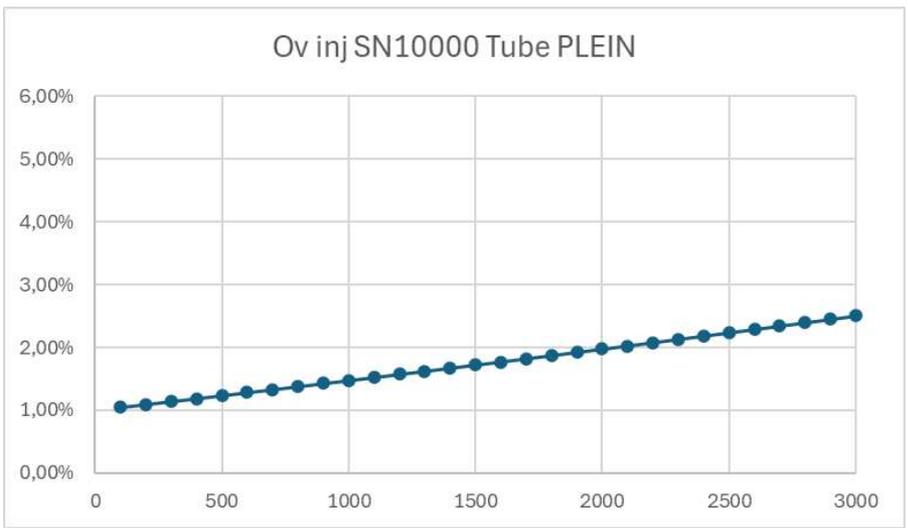


Figure 11 : Ovalisation sous l'action de la pression verticale



Réflexion Sur Modèle A) et B)

On retrouve une fonction de la poussée d'Archimède linéique

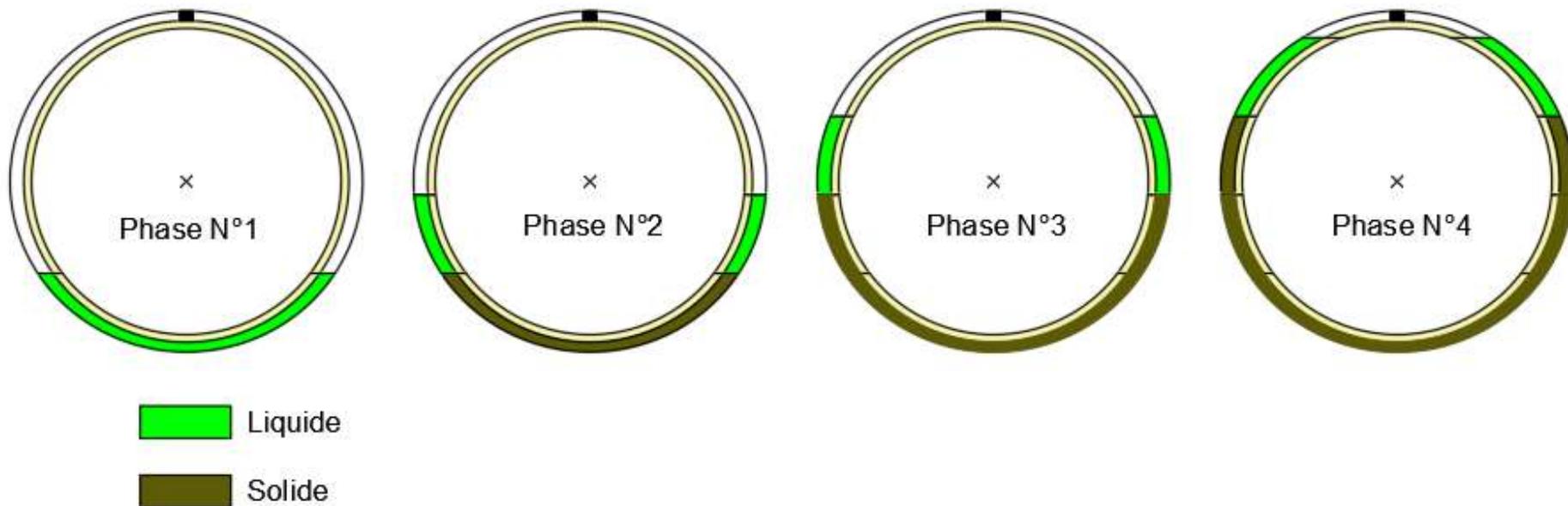
$$\Delta d_v = \Gamma_{cr} \cdot \gamma_c \cdot \frac{d_e^2}{256 \cdot S_0} (\pi^2 - 8) + \Gamma_{cr} \cdot 2e_0 = \left[ \pi \frac{d_e^2}{4} \cdot \gamma_c \cdot \frac{4}{256 \cdot S_0} \frac{(\pi^2 - 8)}{\pi} + 2e_0 \right] \Gamma_{cr}$$

$$\Delta d_v = \Gamma_{cr} \cdot \frac{(\gamma_c \cdot d_e^2 - \gamma_w \cdot d_i^2)}{256 \cdot S_0} (\pi^2 - 8) + \Gamma_{cr} \cdot 2e_0 = \left[ \pi \frac{(\gamma_c \cdot d_e^2 - \gamma_w \cdot d_i^2)}{4} \cdot \frac{4}{256 \cdot S_0} \frac{(\pi^2 - 8)}{\pi} + 2e_0 \right] \Gamma_{cr}$$



**Poussée d'Archimède**

## C) Tube Vide Avec Injection Par Phases – 1 point de Calage



Principe

## C) Tube Vide Avec Injection Par Phases – 1 point de Calage



### DESCRIPTION

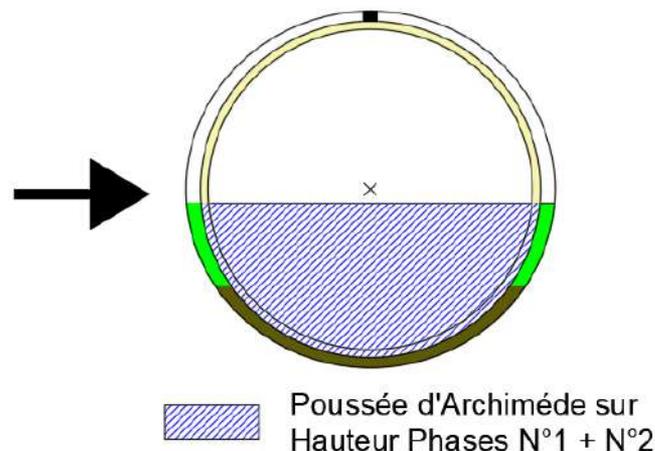
- Poudre prête à mouiller, constituée de ciments PMES, d'adjuvants et de charges fines.

### DOMAINES D'APPLICATION

- Remplissage des vides annulaires dans les systèmes de réhabilitation des réseaux d'assainissement type coque PEHD, PRV
- Remplissage des vides dans les ouvrages en maçonnerie

### CARACTÉRISTIQUES

- Poudre grise à base de liants hydrauliques sans chlorures ni particules métalliques
- Granulométrie : 0 - 1.25 mm

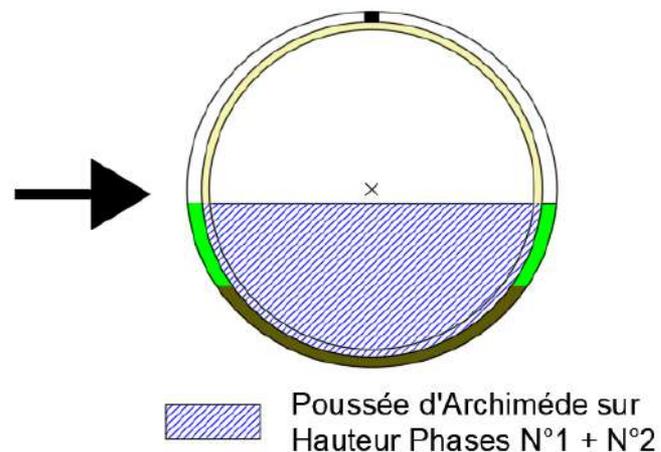
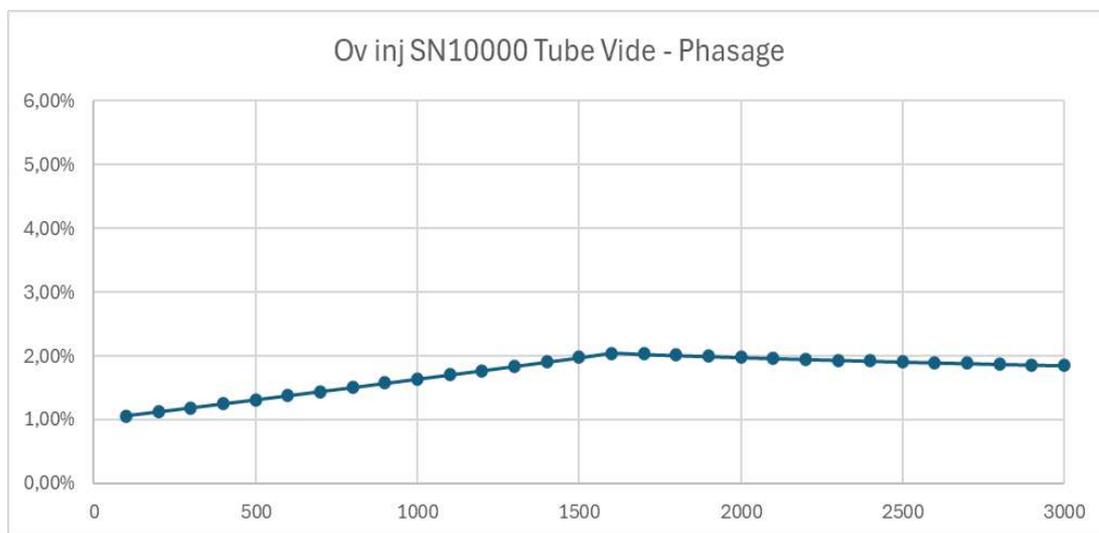


Ci-dessous le complément d'information sur notre coulis d'injection LANKO FILL COQUE 706

- Il y aura du retrait comme tous les coulis hydrauliques, toutefois celui-ci reste très faible grâce au rapport E/C précis du mortier pré dosé qui est largement adjuvanté de superplastifiants à la différence des coulis formulés sur chantier.
- ➔ Il sera encore plus faible sous terre (<0.5mm pour être pessimiste) (hygrométrie élevée, température ambiante constante, pas de contact soleil direct ..)
- Il n'y aura pas de décantation en surface si le dosage en eau est respecté
- Il est conforme à la norme NF EN 197-1 relative aux liants hydrauliques en particulier les PM-ES qui composent le LANKO 706

Modèle retenue : Pas d'infiltration après 2 phases en sous face du tube.

## C) Tube Vide Avec Injection Par Phases – 1 point de Calage

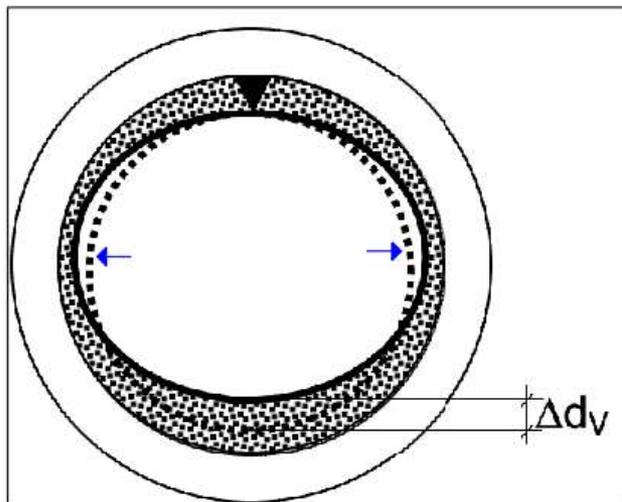


Extrapolation de la formule 3R

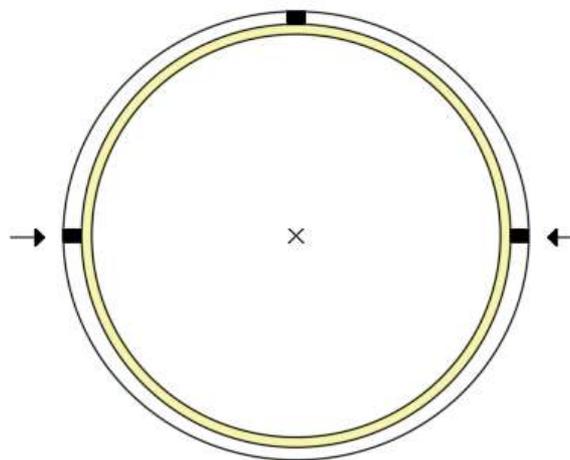
$$\Delta d_v = \left[ \begin{array}{l} \text{Poussée} \\ \text{d'Archimède} \\ \text{Linéique} \end{array} \cdot \frac{4}{256 \cdot S_0} \frac{(\pi^2 - 8)}{\pi} + 2e_0 \right] \Gamma_{cr}$$

Calcul avec Hauteur,  $h_{inj} = \min(2 \text{ phases de } 40\text{cm} ; DN/2)$

## D) Calage horizontal / vertical - Conséquence



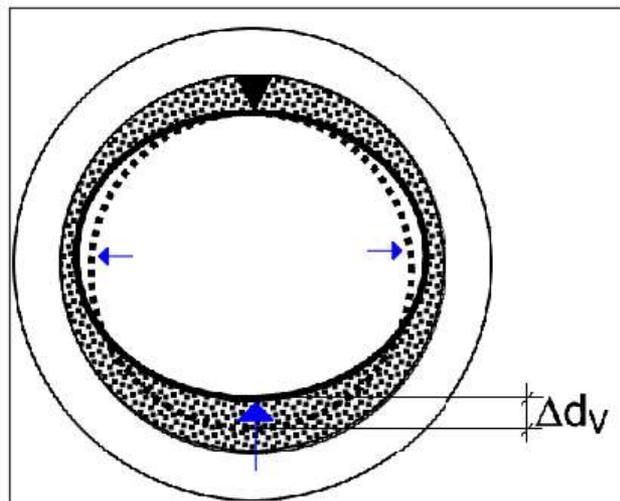
Calage en clef  
Déformation -> Ovalisation  
Diminution  $D_v$   
Augmentation  $D_h$



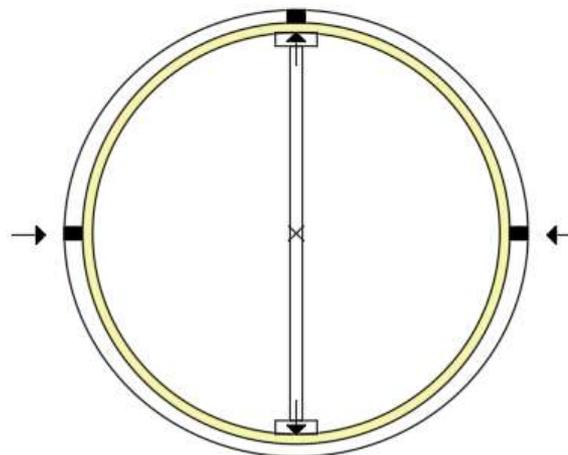
Calage Horizontal / Vertical  
-> Déformation restreinte

-> Diminution Significative de la déformation

## E) Etalement vertical - Conséquence



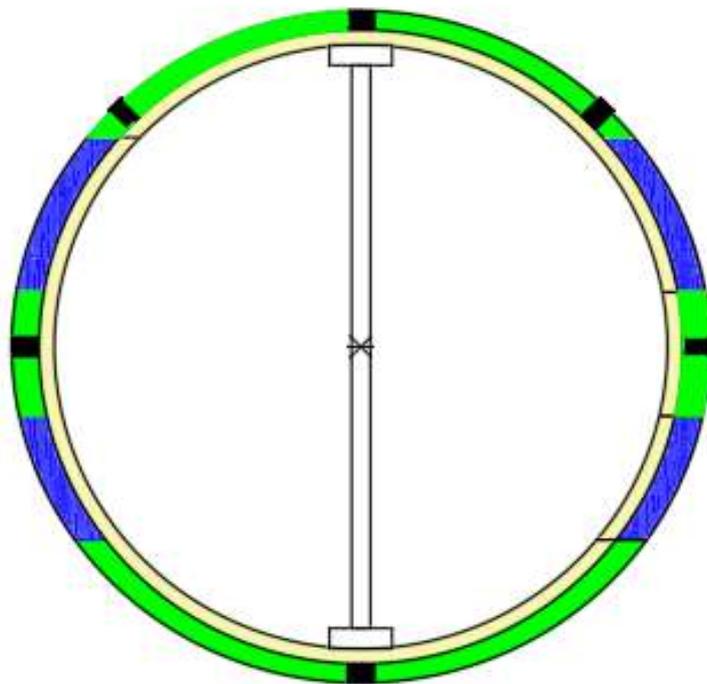
Calage en clef  
Déformation -> Ovalisation  
Diminution  $D_v$   
Augmentation  $D_h$



Calage Horizontal / Vertical  
Etalement Verticale  
-> Déformation restreinte

-> Diminution Très Significative de la déformation

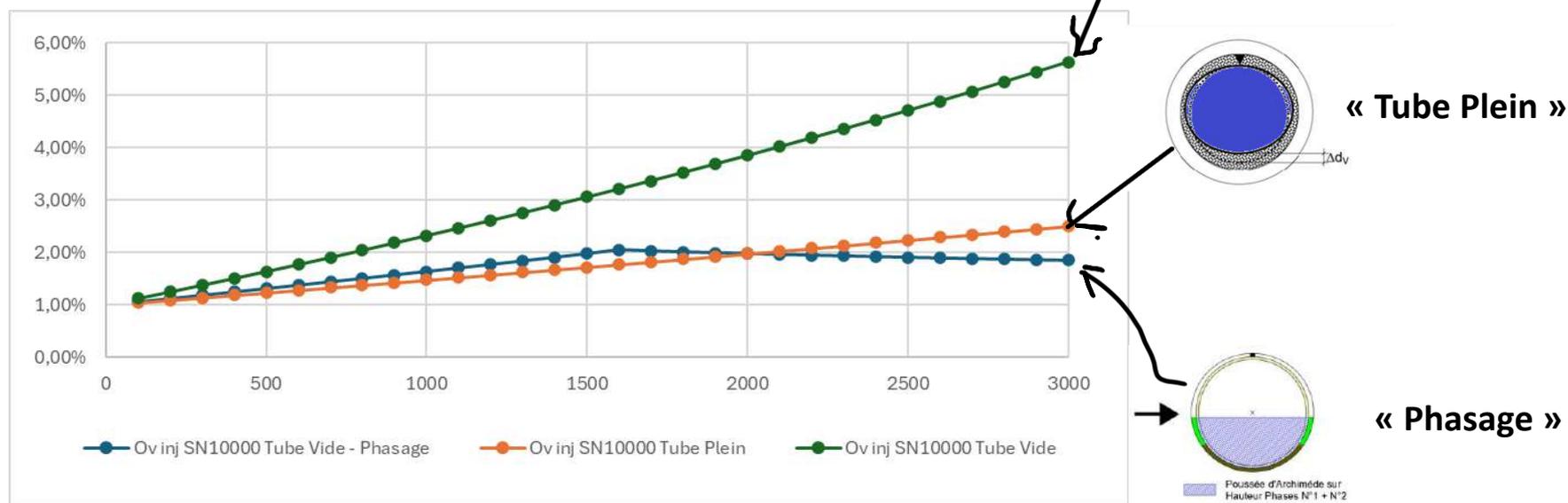
## F) Résumé recommandations de pose Amiblu (grand diamètre visitable)



-> Approche sécuritaire : Phasage + Multiple Calage + Etalement

## CONCLUSION

-> Comparaison A) B) et C)



➔ Sachant qu'ici le cas « **phasage** » ne prend en compte ni le calage multiple, ni l'étaielement, alors la formule de calcul « **tube plein** » selon méthode 3R est bien plus représentative que la formule « **tube vide** » pour modéliser les conditions de pose pour les grands diamètre (visitable) à savoir phasage du coulis, calage multiple et étaielement.



## CONCLUSION

- Une bonne partie de l'ovalisation calculé précédemment est fonction du défaut de forme qui est lui-même une valeur bien souvent forfaitaire (0,5% du DN soit 1% d'ovalisation) : réflexion sur les systèmes de calage réglable.
- Les contraintes à l'intérieur de la paroi du tubage n'ont pas été étudiés ici et sont traités usuellement par mise en place de basting entre étaieement et tubage par exemple.
- **La complexité/précision du modèle de calcul ne peut se substituer au savoir faire et à l'engagement de l'entreprise de pose (Opérateur qualifié, qualité du calage, suivi lors de l'injection, gestion des venus d'eau, ect...)**

MERCI

