



**UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU**

# **ANNALES**

**NOUVELLE SERIE VOLUME 003**

**2005**

**Série C :**

**Sciences de la Vie et de la Matière**



**Presses Universitaires de Ouagadougou**



**UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU**

# **ANNALES**

**NOUVELLE SERIE VOLUME 003**

**2005**

**Série C :**

**Sciences de la Vie et de la Matière**



**Presses Universitaires de Ouagadougou**

© Presses universitaires de Ouagadougou

Aux termes de la loi n° 32-99/AN du 22 décembre 1999, «toute reproduction, traduction, adaptation, représentation, diffusion par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur constitue un délit de contrefaçon, voire de piraterie, sanctionné comme tel.»

Tous droits réservés pour tous pays.

**ISBN 2-915071-52-7**

---

**COMITÉS SCIENTIFIQUES**  
**DES ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE OUAGADOUGOU**

Série A : Lettres et Sciences Humaines

*Coordonnateur scientifique* : Pr Norbert NIKIÉMA

*Coordonnateur adjoint* : Pr Mahamadé SAVADOGO

*Membres* : Pr Amadé BADINI  
Pr Serge Théophile BALIMA  
Pr Bapio Rosaire BAMA  
Pr Amadou BISSIRI  
Pr Alain Sié KAM  
Pr Jean-Baptiste KIÉTHÉGA  
Pr Louis MILLOGO  
Pr Abou NAPON  
Pr André NYAMBA  
Pr Joseph PARÉ

Série B : Sciences juridiques, économiques et de gestion

*Coordonnateur scientifique* : Pr Filiga Michel SAWADOGO

*Coordonnateur adjoint* : Pr Souleymane SOULAMA

*Membres* : Pr Benoît KAMBOU  
Pr Augustin LOADA  
Pr Kimseyinga SAWADOGO  
Pr Taladidia THIOMBIANO  
Pr Salif YONABA

---

**Série C : Sciences de la Matière et de la Vie**

- Coordonnateur scientifique* : Pr Alfred S. TRAORÉ  
*Coordonnateur adjoint* : Pr Boukari Jean LEGMA  
*Membres* : Pr Gustave B. KABRÉ  
Pr Jean KOULIDIATI  
Pr Martin LOMPO  
Pr Jeanne MILLOGO  
Pr Odile NACOULIMA  
Pr Moussa OUATTARA  
Pr Raguilnaba OUÉDRAOGO  
Pr Nindaoua Alain SAWADOGO  
Pr Oumarou SIÉ  
Pr Hamidou TOURÉ  
Pr Zoumbiessé TAMINI

**Série D : Sciences de la Santé**

- Coordonnateur scientifique* : Pr Bobilwindé Robert SOUDRÉ  
*Coordonnateur adjoint* : Pr François René TALL  
*Membres* : Pr Michel AKOTIONGA  
Pr Alain BOUGOUMA  
Pr Joseph Y. DRABO  
Pr Tinga Robert GUIGUEMDÉ  
Pr Innocent Pierre GUISSOU  
Pr Jean KABORÉ  
Pr Adama LENGANI  
Pr Arouna OUÉDRAOGO  
Pr Kampadilemba OUOBA  
Pr Mamadou SAWADOGO  
Pr Blaise SONDO  
Pr Adama TRAORÉ

---

## **COORDINATION SCIENTIFIQUE**

Dr Salaka SANOU, *Maître-Assistant de Lettres*  
Directeur des Presses universitaires  
de Ouagadougou

*Maquettiste :*

M. Boureima ILBOUDO

[Service *Publication assisté par ordinateur* (P.A.O.)]

Pour toutes informations relatives aux *Annales de l'Université de Ouagadougou*, s'adresser à :

**Presses universitaires de Ouagadougou**  
03 BP 7021 Ouagadougou 03 - Burkina Faso

Tél : (221) 30 70 64/65 - Secrétariat - poste 2317  
- Service P.A.O.- poste 2315

L'ADRESSE ÉLECTRONIQUE DES PRESSES UNIVERSITAIRES  
DE OUAGADOUGOU VOUS SERA COMMUNIQUÉE BIENTÔT.

---

## SOMMAIRE

Effet de l'ombrage sur la mise en place des organes reproducteurs et les rendements de l'arachide ( <i>Arachis hypogaea</i> L.).....	1
Philippe CATTAN, Bertin ZAGRE, Emmanuel COMPAORE, Gérard ZOMBRE, Philippe SANKARA, André FLEURY,	
Comportement sexuel et paramètres spermatiques du zébu "azawak" ( <i>Bos indicus</i> ) en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso.....	19
A. SOUDRE, M. ZONGO, H. BOLY, P. L. LEROY, L. SAWADOGO	
Influence de l'âge de la jachère et de l'abondance de <i>Poaceae perennes</i> sur quelques caractéristiques physico-chimiques de sols ferrugineux tropicaux.....	43
Georges YAMEOGO, Sibiri Jean-Baptiste TAONDA, Joseph BOUSSIM, Dossahoua TRAORE	
Evaluation de la consommation en eau de l'ananas ( <i>Ananas comosus</i> (L.) Meer ) sur un sol ferrallitique au Sud-Bénin.....	73
Euloge Kossi AGBOSSOU & Edmond ATTAKIN	
Toxicité et activité potentialisatrice de la progestérone de <i>holarrhena floribunda</i> chez la souris ovariectomisée par la mise en évidence d'une réaction déciduale.....	97
Balé BAYALA H. H. TAMBOURA M. T. PELLICER, D. ZONGO, I. S. SIDIBÉ, G. R. BELEMTUGRY, B. MALPAUX, Laya SAWADOGO	
Induction des chaleurs chez le zébu goudali : observation de l'œstrus et insémination artificielle.....	117
Wéré PITALA, M. ZONGO, H. BOLY, I. COULIBALY, Y. BA, N.M. SOUSA, P. LEROY, J.F. BECKERS & L. SAWADOGO	

---

La déformation non stationnaire d'une conduite souterraine à parois à trois couches sous l'action d'une charge mobile.....	141
Mohamed GIBIGAYE, Valdimir Ivanovitch POZHYTEV	
Extraction et étude de l'huile contenue dans les graines de <i>Sesbania pachycarpa</i> dc du Burkina Faso.....	157
Y. BAKASSO, A. SABA, J. D. ZONG , J. P. AYCARD	
Composition chimique et caractéristiques physiques de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> du Burkina Faso.....	169
Dimitri N'GOYA Dorosso A. SAMATE et Alioune OUEDRAOGO	
Conception de bâtiments bioclimatiques à usage d'habitation en milieu tropical à partir des techniques architecturales.....	183
M. SOUMARE, D . AZILINON, M. ADJI, S. GAYE	
Echanges transcapillaires pulmonaires d'eau et de protéines : effets de l'élévation chronique de la pression capillaire.....	217
Drissa S. SANOU, michel CORBOZ, Gila BENCHETRIT, Daniel ANGLADE, J. E.WOLF, Francis GRIMBERT	



**LA DEFORMATION NON STATIONNAIRE D'UNE CONDUITE  
SOUTERRAINE A PAROIS A TROIS COUCHES SOUS L'ACTION  
D'UNE CHARGE MOBILE**

Mohamed GIBIGAYE <sup>at</sup>, Vladimir Ivanovitch POZHYYEV <sup>b</sup>

<sup>a</sup> LERTI – EPAC, Université d'Abomey-Calavi, Boîte Postale 2009, Cotonou 0463, Bénin

<sup>b</sup> Académie Industrielle de Zaporojié, Ukraine

**Résumé**

*Le présent article est relatif à l'étude des vibrations transitoires d'une coque cylindrique à trois couches d'épaisseur de parois, enveloppée dans un milieu élastique inerte, soumise à l'action d'une charge uniformément répartie sur le pourtour intérieur de la coque. L'équation d'équilibre de la conduite est écrite sous la forme de l'équation de Timoshenko. Le milieu élastique inerte est décrit par le modèle bi paramétrique de Vlassov-Pasternak avec la prise en compte de l'inertie de la fondation. La charge radiale est axisymétrique et constante. Après son application au temps  $t = 0$ , elle se déplace par suite le long de la conduite de longueur infinie, avec une vitesse constante.*

---

<sup>+ °</sup> Correspondance : Tél. : +229-90-94-80-01 / 21-32-42-72 ; fax : +229-21-36-01-99.  
E-mail : gibigaye\_mohamed@yahoo.fr

*Pour la résolution de ce problème, il est proposé un algorithme basé sur l'utilisation des transformations intégrales de Fourier suivant la coordonnée axiale et de Laplace suivant le temps, suivie d'une conversion numérique des deux transformations. La convergence uniforme des deux intégrales a été obtenue sur la base d'un critère analogue à celui de Dirichlet. Après cela, les intégrales ont été calculées par la méthode de Failone. Pour la reconstitution des valeurs originales des paramètres de l'état de contrainte et de déformation de la coque, on a utilisé la méthode de réduction numérique des séries de Laplace à l'aide des polynômes décalés de Legendre. Des résultats numériques ont été obtenus pour le chargement axisymétrique considéré et les diagrammes des déformations et des contraintes de la coque ont été tracés pour diverses valeurs du temps  $t$ , voisines de  $t = 0$ . La forme des courbes, obtenue est celle d'une fonction sinusoïdale décroissante. On constate qu'avec l'accroissement du temps  $t$ , les vibrations deviennent presque stationnaires le long de la conduite sous certaines conditions. Les amplitudes au voisinage du temps initial sont de loin plus importantes que celle des vibrations stationnaires généralement considérées dans la résolution des problèmes d'ingénieur. D'où l'intérêt de l'article qui met à la disposition des professionnels, un algorithme de calcul de l'état de contrainte et de déformation d'une coque cylindrique souterraine de type sandwich sous l'action d'une charge axisymétrique tant en phase des vibrations turbulentes que stationnaires.*

## 1 – INTRODUCTION

Les structures de coque au contact d'un milieu élastique modélisent un ensemble de constructions mécaniques très variées, utilisées dans l'industrie des machines-outils, des engins balistiques, dans l'aéronautique civile et spatiale ainsi que dans les constructions civiles. C'est

notamment à ce type de schéma mécanique qu'on ramène les problèmes de dimensionnement des conduites souterraines, les corpus d'engins sous-marins, les blindages des tunnels de métro, des galeries minières, etc. Au cours de leur exploitation, ces ouvrages sont souvent soumis à l'action d'intenses charges dynamiques faisant apparaître un état de contrainte et de déformation complexe qui peut leur être préjudiciable du point de vue de leur résistance dynamique. Les derniers développements de la technique de construction des conduites souterraines devant subir l'action de fortes pressions intérieures, montrent que de plus en plus on tend vers l'utilisation des coques multicouches de type sandwich, obtenues par enroulement.

L'étude détaillée des problèmes de la dynamique, relatifs aux oscillations stationnaires des coques cylindriques de type sandwich, de longueur infinie, remplies ou entourées d'un milieu élastique et soumises à l'action de charges mobiles a été faite dans le résumé[1].

Dans un précédent article[2], un des auteurs avait considéré le cas des oscillations axisymétriques stationnaires d'une coque cylindrique à parois à trois couches, dans un milieu inerte sous l'action de charges mobiles radiales. La plupart des travaux consacrés à l'étude de l'interaction dynamique des coques cylindriques entièrement noyées dans un milieu élastique sous l'action des charges mobiles est faite avec l'hypothèse des vibrations stationnaires, c'est-à-dire lorsqu'on exclut les vibrations turbulentes apparaissant juste au moment de l'application des charges. De ce fait, la question relative, à la détermination du temps de stabilisation des vibrations, reste ouverte. Or dans la pratique des calculs d'ingénieur, relatifs aux conduites souterraines, pour faire une bonne appréciation de l'état de contrainte et de déformation il est nécessaire de considérer le caractère dynamique des chargements. C'est le problème auquel on est confronté par exemple, lors de l'entretien des conduites maîtresses de

fluide, quand on fait circuler des flux de produits traitants dont la vitesse atteint les 20 à 25 m/c [3]. C'est l'une des raisons qui explique l'intérêt des chercheurs, préoccupés de mettre au point des méthodes et des algorithmes de dimensionnement dynamique des coques cylindriques au contact d'un milieu inerte sous l'action de charges mobiles.

Dans ce travail, nous nous intéressons au comportement non stationnaire d'une conduite souterraine soumise au temps  $t=0$  à l'action d'une pression intérieure périphérique se déplaçant le long de son axe. Pour la résolution de ce problème, nous utilisons les transformations intégrales de Fourier suivant la coordonnée axiale et de Laplace suivant le temps, suivies d'une conversion numérique des deux transformations.

## 2 - NOMENCLATURE

$E_1$  module d'élasticité des couches portantes de la paroi de la coque

$\nu_1$  coefficient de Poisson du matériau des couches portantes de la paroi de la coque

$\rho_1$  densité du matériau des couches portantes de la paroi de la coque

$G_s, \rho_s$  module de cisaillement et densité de la fourrure de la paroi de la coque

$h_2$  distance entre les feuillet moyens des deux couches portantes de la paroi de la coque

$R$  rayon du feuillet moyen de paroi de la coque

$U, W$  déformations longitudinale et transversale du feuillet moyen de la coque

$\psi$  angle d'inclinaison de la normale au feuillet moyen de la coque, du point de vue longitudinal

$P(x, t)$  pression intérieure appliquée sur la paroi de la coque

$q_c(x, t)$  réaction du massif de fondation aux oscillations de la coque

$k_0, c_0$  caractéristiques intégrales des contraintes de compression et de cisaillement du massif de fondation

$m_0$  masse linéaire réduite du massif de fondation, supposé mono couche et uniforme sur toute son épaisseur  $H$

$E_0$  module d'élasticité du sol, supposé constant sur toute l'épaisseur du massif de fondation

$\bar{m}_0$  densité du sol, supposée constante sur toute l'épaisseur du massif de fondation

$\nu_0$  coefficient de Poisson des grains solides du sol de fondation

$\omega$  déformation radiale du massif de fondation en contact avec le parement extérieur de la coque

$\psi(r)$  une certaine fonction définie en fonction du mode d'action de la charge appliquée sur la fondation

$C_s$  vitesse de propagation des ondes de cisaillement à travers les diverses couches de la paroi de la conduite

$\xi$  et  $\mathbf{p}$  paramètres des transformations intégrales de Fourier et de Laplace.

### 3 - FORMULATION MATHÉMATIQUE

Les déformations de la conduite sont caractérisées par les équations des coques à trois couches incompressibles [4]:

$$\left( E_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} - m_p \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) U + \left( \frac{E_x v_1}{R} \frac{\partial}{\partial x} \right) W - \left( \frac{D_x}{R} \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{I_p}{R} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \Psi \quad (1)$$

$$\left( \frac{v_1 E_x}{R} \frac{\partial}{\partial x} \right) U + \left( -G_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{R^2} \left( E_x + \frac{D_x}{R^2} \right) + m_p \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) W + \left( G_x \frac{\partial}{\partial x} \right) \Psi = P - q_c$$

$$\left( \frac{D_x}{R} \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{I_p}{R} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) U + G_x \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) W + \left( D_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} - G_x - \frac{I_p}{R} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \Psi = 0$$

$$E_x = \frac{E_1 h_1}{1 - v_1^2}; \quad D_x = \frac{E_1 I}{1 - v_1^2}; \quad G_x = G_s h_2; \quad I = \frac{h_1 h_2^2}{4}; \quad I_p = \rho_1 I + \frac{\rho_s h_2^3}{12};$$

$$m_p = \rho_1 h_1 + \rho_s h_2$$

Caractérisons le massif de fondation par le modèle biparamétrique de VLASSOV – PASTERNAK [5] en tenant compte de l'inertie de la fondation [6].

$$-2C_0 \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + k_0 \omega + m_0 \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = q_c(x, t) \quad (2)$$

$$k_0 = \frac{E_0}{1 - v_0^2} \int_R^{R+H} \psi^2(r) dr; \quad C_0 = \frac{E_0}{4(1 + v_0)} \int_R^{R+H} \psi^2(r) dr$$

$$m_0 = \bar{m}_0 \int_R^{R+H} \psi^2(r) dr$$

Dans le cas où  $m_0$  et  $E_0$  constants, on a retenu [6].

$$\psi(r) = \cos\left(\frac{\pi}{2H}(r - R)\right)$$

Les conditions aux limites du problème sont telles que la couche du massif de fondation en contact avec la surface de la conduite se déforme de la même valeur que cette dernière, c'est-à-dire que pour  $r = R$ , on a :  $W = \omega$  (3)

Les conditions initiales considérées du problème sont telles que :

Au temps  $t = 0$ ,

$$U = \frac{\partial U}{\partial t} = W = \omega = \frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial \omega}{\partial t} = \psi = \frac{\partial \psi}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

#### 4 - RESOLUTION

Transformons les équations (1) et (2) par introduction des quantités relatives (5) suivantes :

$$\{U', W'\} = \frac{1}{h_1} \{U, W\}; \quad C_s^2 = \frac{G_1}{\rho_1}; \quad x' = \frac{x}{R}; \quad \tau = \frac{C_s t}{R} \quad (5)$$

$$h_s = \frac{h_2}{h_1}; \quad ae_0 = \frac{h_1}{R}; \quad ae = \frac{h_2}{R}; \quad \gamma = \frac{G_1}{G_0}; \quad \gamma_1 = \frac{G_1}{G_s}; \quad \rho_1 = \frac{\rho_s}{\rho_1};$$

$$\rho' = \frac{\rho_0}{\rho_1}; \quad H' = \frac{H}{R}; \quad m_0 = \frac{\bar{m}_0}{\rho_1}$$

En appliquant la transformation de Fourier suivant la coordonnée  $x'$  et celle de Laplace suivant  $\tau$  aux équations caractéristiques (1) avec la prise en compte de (2), on obtient dans l'espace des

images un système d'équations algébriques dont la solution se présente comme suit :

$$\{U^{LF}, W^{LF}, \psi^{LF}\} = \frac{\{\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3\}}{\det \|b_{ij}(\xi, p)\|} P^{LF} / G_1 \quad (i, j = 1, 2, 3) \quad (6)$$

En guise d'application pratique, on a envisagé le cas d'un problème dans lequel, au moment  $t = 0$ , la paroi intérieure de la coque subit une pression radiale qui se déplace par suite le long de la conduite avec une vitesse uniforme telle que :

$$P(x, t) = P_0 \delta(x - ct) \quad (7)$$

En introduisant dans (7) les quantités relatives (5) et en appliquant au résultat les transformations de Fourier et de Laplace, on obtient comme transformée de la charge appliquée :

$$P^{LF} = \frac{2P_0}{R(p - i\xi M_s)}, \quad M_s = \frac{C}{C_s} \quad (8)$$

En remplaçant  $P^{LF}$  dans la formule (6) par l'expression ci-dessus, et en convertissant la transformation de Fourier, on aboutit pour la charge axisymétrique ainsi appliquée sur la paroi intérieure de la conduite, à la solution suivante :

$$w \cdot L(x', p) \frac{RG_1}{P_0} = \frac{2}{\pi} \left( p \int_0^\infty \frac{\Delta_2(\xi, p) \cos(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi + M_s \int_0^\infty \frac{\xi \Delta_2(\xi, p) \sin(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi \right)$$



$$\begin{aligned}
 \frac{U \cdot L(x', p) \mathbf{RG}_1}{P_0} &= \frac{2}{\pi} \left( p \int_0^\infty \frac{\Delta_1(\xi, p) \sin(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi - \int_0^\infty \frac{\xi \Delta_1(\xi, p) \cos(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi \right) \quad (9) \\
 \frac{\Psi L(x', p) \mathbf{RG}_1}{P_0} &= \frac{2}{\pi} \left( p \int_0^\infty \frac{\Delta_3(\xi, p) \sin(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi - M_s \int_0^\infty \frac{\xi \Delta_3(\xi, p) \cos(\xi x')}{\beta \det \|b_{ij}(\xi, p)\|} d\xi \right)
 \end{aligned}$$

où  $\beta = p^2 + \xi^2 M_s^2$

Les transformées du moment fléchissant et de l'effort tranchant sont obtenues par les formules :

$$\frac{Q^{LF}(\xi, p)}{G_1 h_1} = -\alpha_0 k^2 i \xi W^{LF} + k^2 \Psi^{LF}; \quad (10)$$

$$\frac{M^{LF}(\xi, p)}{G_1 h_1} = \frac{-\alpha_0 i \xi}{6(1-\nu_1)} \Psi^{LF}$$

Les intégrales dans les formules(9), ont été calculées numériquement par la méthode de Failone [7] pour diverses valeurs du paramètre de la transformation de Laplace. Pour la reconstitution des valeurs originales, on a utilisé la méthode numérique de conversion de la transformation de Laplace à l'aide des polynômes décalés de Legendre [8].

### 5 - RESULTATS ET DISCUSSIONS

La fiabilité des résultats obtenus a été vérifiée par de multiples expériences numériques sur ordinateur qui ont consisté à faire varier le pas de calcul et la borne supérieure dans les formules de la méthode de Failone. Par ailleurs, le nombre de termes dans les polynômes de

Legendre a été déterminé automatiquement à partir de la précision relative de calcul qui a été donnée.

Des applications numériques ont été faites pour les valeurs suivantes des quantités relatives (5) :

$$ae_0 = 0,015; \quad \frac{1}{\gamma} = 60; \quad \gamma_1 = 100; \quad \rho_1 = 0,125;$$

$$v_1 = v_0 = v_s = 0,3;$$

$$H' = 3,0; \quad m_0 = 1; \quad M_s = 0,5$$

Les paramètres  $h_s$  et  $ae$  ont varié au cours des applications numériques.

Pour diverses valeurs du temps  $\tau$  et de l'épaisseur des couches de la paroi de la coque, on a obtenu les variations des déformations, de l'angle d'inclinaison, de l'effort tranchant et du moment fléchissant, en fonction de la coordonnée longitudinale de la conduite.

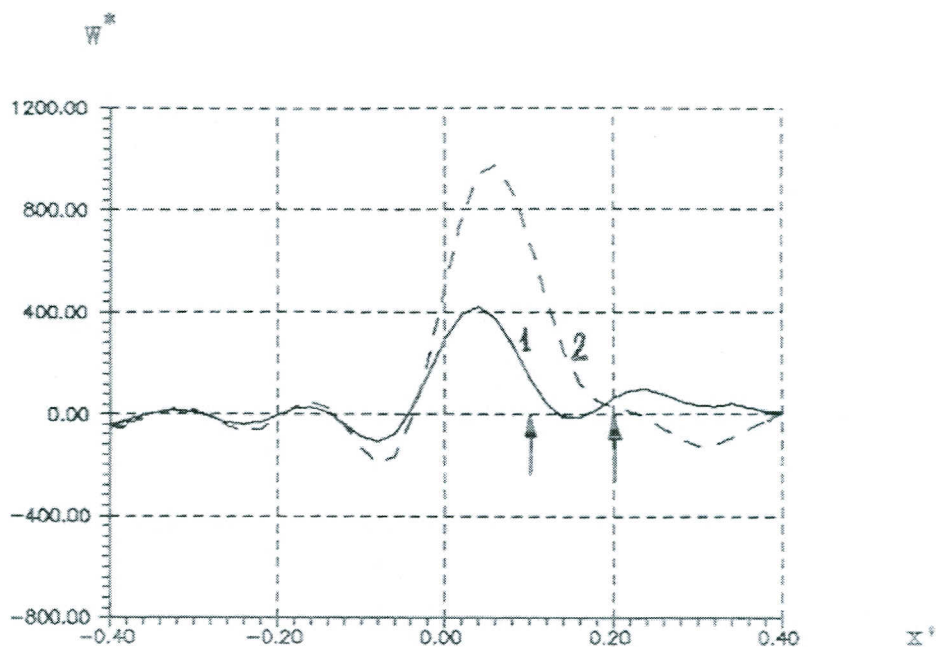
Sur la figure 1, la courbe 1 montre les variations de la déformation transversale  $W^* = W.RG_1/P_0$  quand  $\tau = 1$ , correspondant à la position de la charge mobile sur l'axe des  $x'$ , à la première flèche. Au temps  $\tau = 2$ , la charge mobile arrive à la position de la deuxième flèche sur l'axe des  $x'$ , et les variations de  $W^*$  sont décrites par la courbe 2. Les temps  $\tau$  considérés sont des valeurs très voisines du temps initial d'application de la charge sur la conduite. Pour les courbes 1 et 2 l'épaisseur  $h_s$  de la paroi est égale à 0,10, ( $ae = 0,02$ ).

La figure 2 correspond aux variations de l'effort tranchant  $Q^* = Q/G_1 h_1$  pour les mêmes valeurs du temps  $\tau$  avec  $h_s = 30$  ( $ae = 0,45$ ).

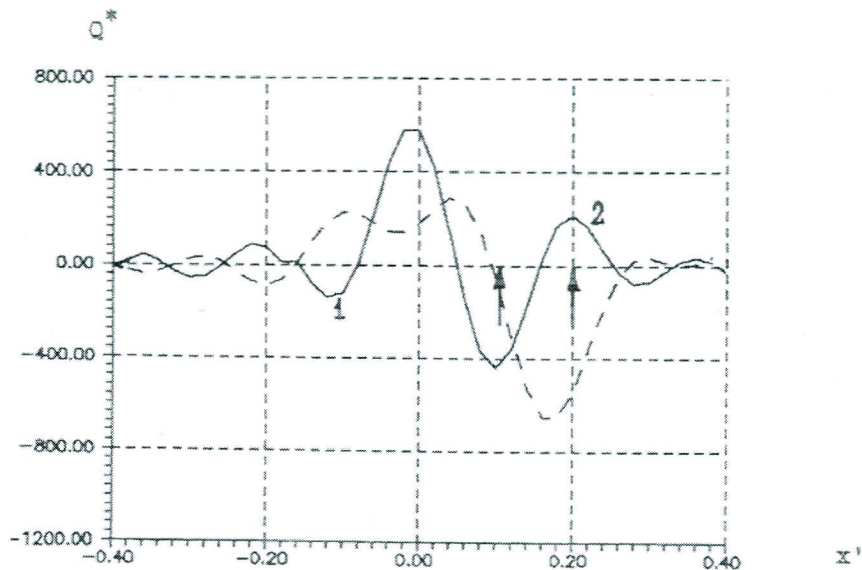
La forme des courbes sur les deux graphiques montre que la déformation transversale et l'effort tranchant varient le long de la conduite selon une fonction sinusoïdale décroissante. De plus, quand  $\tau$  croît, la fonction tend à devenir stationnaire si au point

d'application de la charge mobile, l'effort tranchant devient nul et les variations le long de la conduite souterraine sont en symétrie gauche par rapport au point  $x = ct$ . Les résultats des calculs ont montré comme pour le cas des déformations stationnaires[2], qu'en faisant varier l'épaisseur de la coque sous module de cisaillement constant, il est possible de changer les variations des contraintes et des déformations de la conduite, donc de diminuer de ce fait le coefficient de majoration dynamique.

FIGURE 1 : Variations des déformations transversales  $w^*$  en fonction de  $x^*$  et du temps  $\tau$ . La courbe 1 correspond aux variations de  $w^*$  quand  $\tau = 1$  et au moment où la charge mobile arrive au niveau de la première flèche sur l'axe des  $x^*$ . La courbe 2 correspond à  $\tau = 1$  avec la charge mobile positionnée au niveau de la deuxième flèche sur l'axe des  $x^*$ .



**FIGURE 2 :** Variations des déformations transversales  $Q^*$  en fonction de  $x'$  et du temps  $\tau$ . La courbe 1 correspond aux variations de  $Q^*$  quand  $\tau = 1$  et au moment où la charge mobile arrive au niveau de la première flèche sur l'axe des  $x'$ . La courbe 2 correspond à  $\tau = 2$  avec la charge mobile positionnée au niveau de la deuxième flèche sur l'axe des  $x'$ .



## 6 - CONCLUSION

Grâce au modèle d'une coque cylindrique de type Timoshenko enveloppée dans un milieu inerte, on a étudié le comportement d'une conduite souterraine de longueur infinie soumise à l'action d'une charge axisymétrique mobile, soudainement appliquée à l'intérieur de la paroi de la coque. La méthode de résolution analytico-numérique proposée, est basée sur l'utilisation des développements en série de Fourier des intégrales suivant la coordonnée longitudinale et de

---

Laplace suivant le temps. Les deux développements en série ainsi obtenus ont été simultanément et numériquement calculés suivant un algorithme spécialement conçu. Le présent algorithme permet de faire les calculs de résistance dynamique des conduites souterraines, d'étudier les processus de transition des variations turbulentes et stationnaires des déformations et des contraintes d'une coque et de déterminer les coordonnées et le temps d'apparition des valeurs maximales de ces dernières.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. **GORSHKOV A. G., POZHUEV V.I.** Les problèmes des oscillations stationnaires de la dynamique des plaques et coques au contact des milieux inertes. Les Résumés de la science et de la technique. VINITI. Mécanique des solides déformables. 1989. N° 20. – P. 3 à 83.
2. **POZHUEV V. I.** Les oscillations d'une coque cylindrique à paroi à trois couches au contact d'un milieu élastique sous l'action d'une charge mobile. Résistance des Matériaux et Théories de calcul des structures. Kiev, 1979. N°35. – P. 42 à 47.
3. **HERSTEIN M. S., KAMERSTEIN A. T., PROKOFEEV V. I.** Les problèmes de la dynamique des conduites maîtresses de fluide. Dans le recueil : Calcul des constructions spatiales. Moscou, 1973, N°15, P. 177-185.
4. **HERMANN G., BAKER E.H.** Response of cylindrical sandwich shells to moving load. trans. ASME. Ser. E. J. Appl. Mech. – 1967. – vol. 34. – N°3. – P. 585 – 591.
5. **VLASOV V.Z., LEONTIEV N. N.** Poutres, dalles et coques appuyées sur un massif élastique de fondation. M. 1960.
6. **LVOVSKI V. M.** Contribution à la détermination de la masse réduite et des caractéristiques élastiques des massifs de fondation monocouche et uniforme pouvant avoir des modules d'élasticité constants ou variables. La série NOUVELLES DES ECOLES SUPERIEURES. CONSTRUCTIONS CIVILES ET ARCHITECTURE. 1971. N°3. P. 38 à 46.
7. **KRYLOV V. I., CHULGUINA L. T.** Aide mémoire de calcul numérique des intégrales. M., 1966.

8. **KRYLOV V. I., SKOBLIA N.S.** Les méthodes de calcul approché des transformations de Fourier et de la conversion de la transformation de Laplace. M., 1974.



## **Points de Vente**

**Presses Universitaires de Ouagadougou**

Université de Ouagadougou  
03 BP 7021 Ouagadougou 03  
Tél. (226) 50 31 31 37

&

**Librairie universitaire**

03 BP 7021 Ouagadougou 03  
Tél. (226) 50 30 88 20

**EAN 9782915071528**

**ISBN 2-915071-52-7**