
Titre :	<i>FDLV111 Absorption d'une onde de pression dans une colonne fluide</i>	Date :	<i>09/10/01</i>
Auteur(s) :	G. DEVESA, V. FAUCHER	Clé :	<i>V8.01.111-A</i> Page : <i>1/10</i>
Organisme(s) :	<i>EDF/RNE/AMV</i>		

Manuel de Validation
Fascicule V8.01 : Fluide
Document : V8.01.111

FDLV111 - Absorption d'une onde de pression dans une colonne fluide

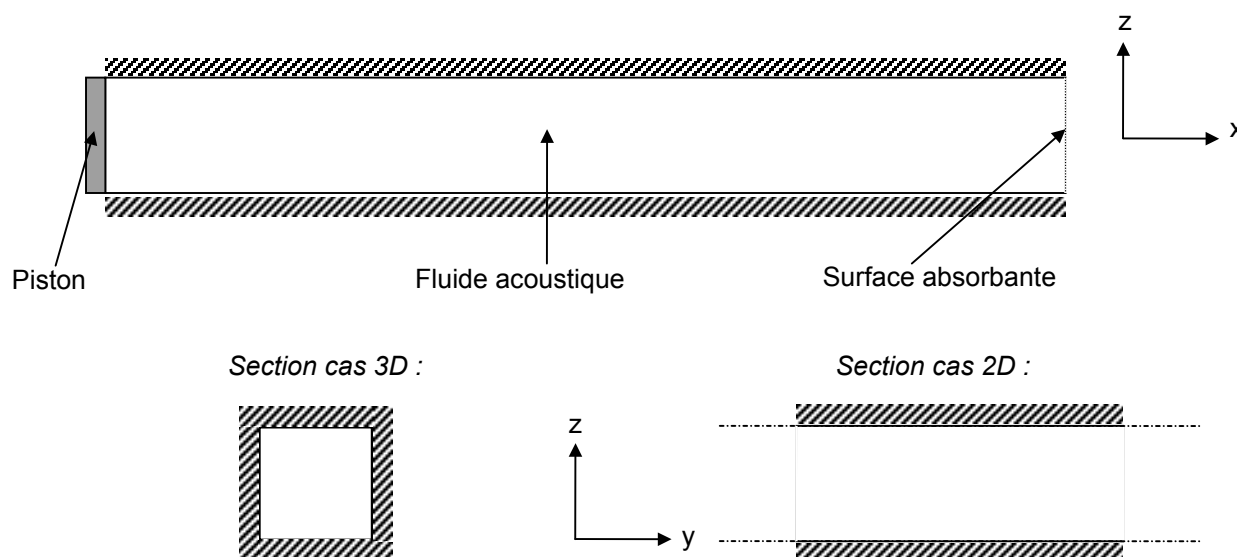
Résumé :

On teste les éléments paraxiaux fluides d'ordre 1 destinés à appliquer des conditions absorbantes à la frontière d'un maillage éléments finis pour simuler l'infini dans des calculs transitoires directs.
On les utilise pour modéliser une colonne fluide infinie, en 3D ou en 2D, dans laquelle on crée une onde de pression à l'aide d'un piston. On s'intéresse à la non réflexion de l'onde à l'extrémité "infinie" de la colonne.
On teste successivement les deux opérateurs transitoires directs du *Code_Aster*, à savoir *DYNA_LINE_TRAN* et *DYNA_NON_LINE*.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Le système considéré dans le cas 3D est celui d'une colonne de fluide à section carrée et d'un piston de même section animé d'un mouvement de corps rigide selon l'axe de la colonne. La surface latérale de la colonne est constituée d'un guide rigide immobile. On place les éléments absorbants sur la face opposée au piston pour simuler le caractère infini de la colonne dans cette direction. Dans le cas 2D, le principe est identique avec une colonne et un piston supposés très larges dont on ne modélise qu'une section verticale (voir schéma).



1.2 Propriétés des matériaux

Piston : béton

Masse volumique : 2400 kg.m^{-3}
Module d'Young : $3,6 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$
Coefficient de Poisson : 0,48

Fluide acoustique : eau

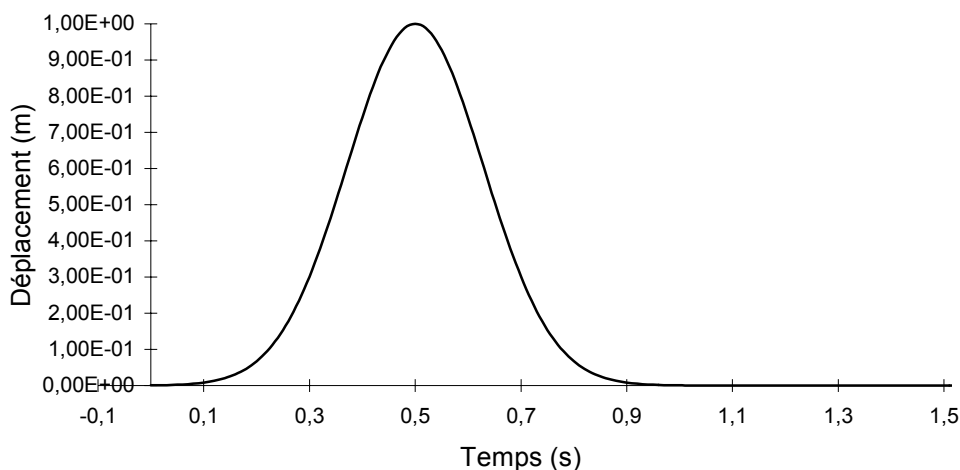
Masse volumique : 1000 kg.m^{-3}
Célérité : 1500 m.s^{-1}

1.3 Conditions aux limites et chargements

On dispose sur la surface latérale de la colonne des éléments fluide-structure dont on bloque les ddl de déplacements à zéro pour reproduire la condition de paroi rigide.

On impose à tous les noeuds de la face du piston en contact avec le fluide un déplacement selon x avec la fonction d'excitation temporelle suivante :

Déplacement du piston selon x



1.4 Conditions initiales

Le déplacement du piston est nul à l'instant initial et le fluide est au repos.

2 Solution de référence

La solution doit montrer l'absorption d'une onde acoustique par la surface absorbante. Le mouvement du piston est une translation uniforme selon l'axe des x . Compte tenu de la symétrie du problème autour de cet axe, on va obtenir un champ de pression identique dans tous les plans $x = Cte$. De plus, la frontière absorbante est orthogonale à cet axe. On étudie donc l'absorption d'ondes de pression planes sous incidence normale. La théorie [bib1] dit qu'avec une frontière paraxiale fluide d'ordre 1, cette absorption est parfaite. C'est ce qu'on doit vérifier avec cette solution de référence.

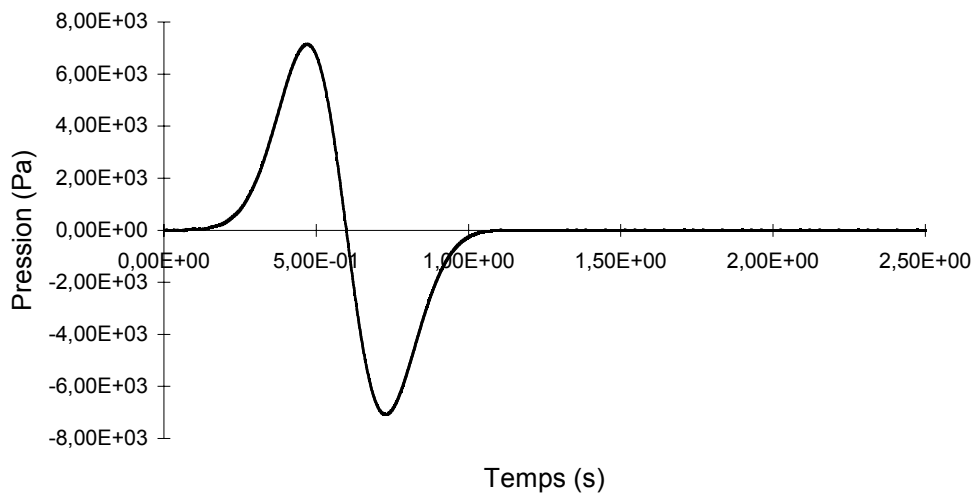
On va donc, en observant l'évolution de la pression en un point donné du maillage, s'attacher à retrouver dans le signal obtenu la durée d'excitation et le retour au repos après le passage de l'onde, caractéristique de son absorption.

2.1 Résultats de référence

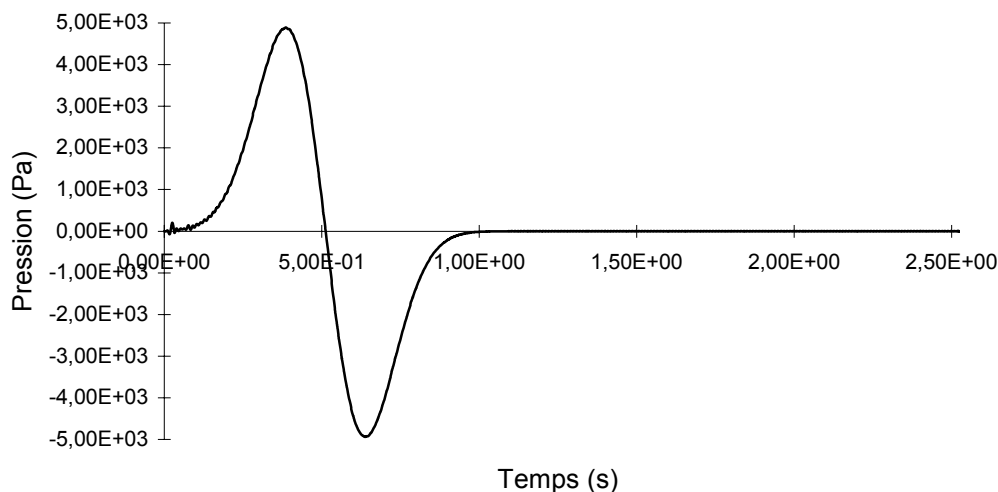
On donne dans ce paragraphe les résultats obtenus avec le *Code_Aster* dans cette configuration. On vérifie qu'ils sont satisfaisants et on les prend comme référence pour le futur.

Ils concernent, pour le cas 3D, l'évolution de pression en un point du fluide situé à 150 m du piston dans la direction x et au centre de la section dans le plan yz . Pour le cas 2D, le point est situé à 40 m du piston selon x et au milieu de la section dans la direction y (en 2D, on prend un maillage plus court et raffiné).

Pression dans le fluide - cas 3D



Pression dans le fluide - cas 2D



Comme prévu, la largeur du signal mesuré dans les deux cas est identique à celle de la fonction d'excitation. Physiquement, on observe bien la compression due à l'avancée du piston, puis la dépression correspondant à son recul pour revenir à sa position initiale. On note également clairement le retour au repos immédiatement après le passage de l'onde et l'absence de signal réfléchi à l'extrémité du maillage.

2.2 Incertitudes

Il s'agit d'un résultat d'étude numérique. On retrouve les prévisions qualitatives. Les valeurs numériques sont liées à la précision du calcul. Seul le retour au repos est clairement donné par l'analyse.

2.3 Références bibliographiques

- [1] B. ENGQUIST, A. MAJDA "Absorbing boundary conditions for the numerical simulation of waves." Mathematics of Computation (1977).

3 Modélisation A : cas 3D

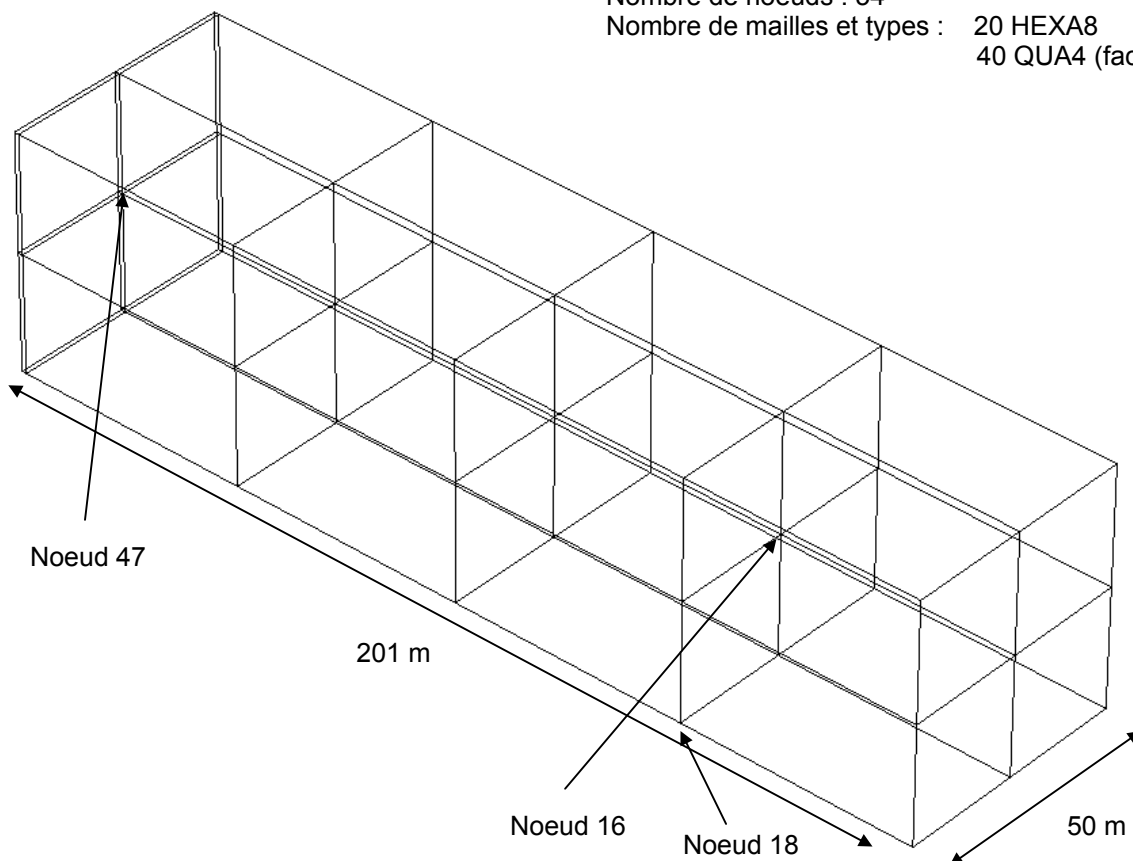
3.1 Caractéristiques de la modélisation

Piston : PHENOMENE : ' MECANIQUE '
MODELISATION : ' 3D '

Fluide : PHENOMENE : ' MECANIQUE '
MODELISATION : ' 3D_FLUIDE '

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 54
Nombre de mailles et types : 20 HEXA8
40 QUA4 (faces d'HEXA8)



3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION	3D_FLUI_ABSO
DYNA_LINE_TRAN			
DYNA_NON_LINE			

3.4 Valeurs testées

On teste les valeurs de la pression aux noeuds 16, 18 et 47 (voir maillage). Pour le noeud 16, on teste les deux maxima (compression et dépression) et le retour au repos. Pour les noeuds 18 et 47, on teste le maximum en compression.

- DYNA_LINE_TRAN :

Noeud	Instant (s)	Calcul avec Code_Aster (Pression en Pa)	Résultats de référence (Pression en Pa)	Ecarts référence - calcul avec Code_Aster (%)
N16	4.71250D-01	7.13737D+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	7.27500D-01	-7.08305D+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	1.27375D+00	0.182	0.	0.182 ABSOLU
N18	4.71250D-01	7.13737D+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
N47	3.72500E-01	7.09321E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION

- DYNA_NON_LINE :

Noeud	Instant (s)	Calcul avec Code_Aster (Pression en Pa)	Résultats de référence (Pression en Pa)	Ecarts référence - calcul avec Code_Aster (%)
N16	4.71000E-01	7.11473E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	7.26000E-01	-7.00022E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	1.20000E+00	37.5	0.	37.5 ABSOLU
N18	4.71000E-01	7.11473E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
N47	3.72000E-01	7.08110E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION

3.5 Paramètres d'exécution

Version : 5.2.16
Machine : SGI ORIGIN 2000 (claster)
Temps CPU : 300 Mémoire : 64 Mo

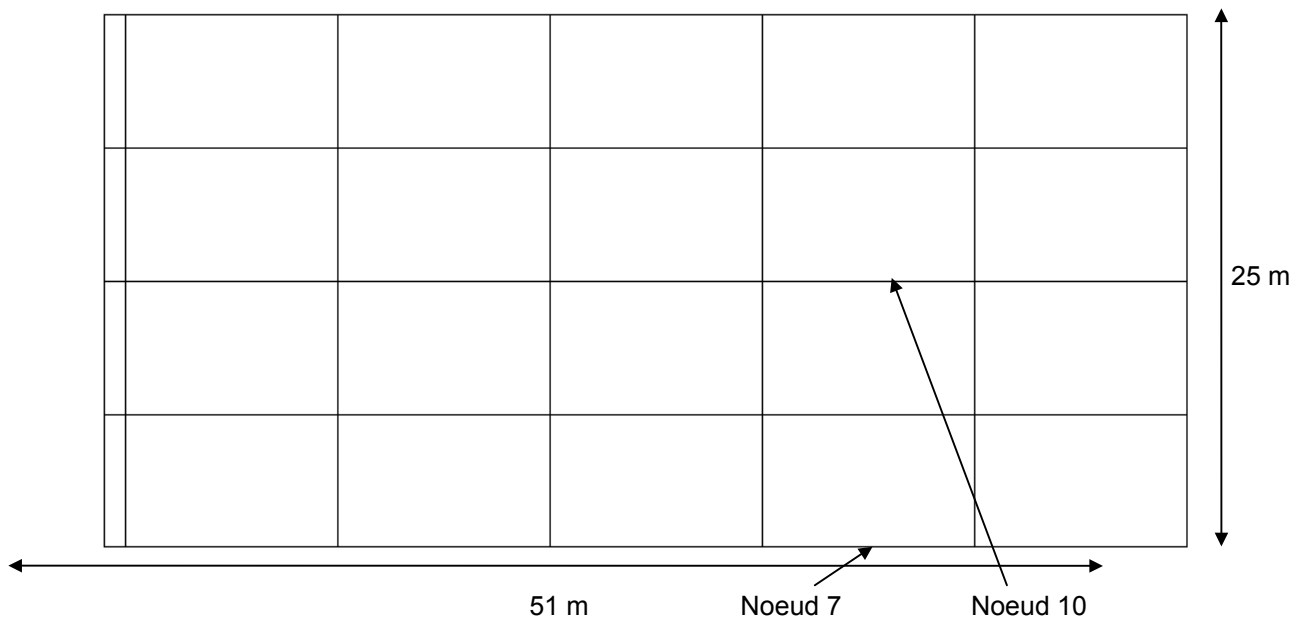
4 Modélisation B : cas 2D

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Piston : PHENOMENE : ' MECANIQUE '
MODELISATION : ' D_PLAN '

Fluide : PHENOMENE : ' MECANIQUE '
MODELISATION : ' 2D_FLUIDE '

4.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de noeuds : 35
Nombre de mailles et types : 24 QUA4
18 SEG2 (faces de QUA4)

4.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	AFFE	MODELISATION	2D FLUI ABSO
DYNA LINE TRAN			
DYNA_NON_LINE			

4.4 Valeurs testées

On teste les valeurs de la pression aux noeuds 7 et 10 (voir maillage). Pour le noeud 10, on teste les deux maxima (compression et dépression) et le retour au repos. Pour le noeud 7, on teste le maximum en compression.

- DYNA_LINE_TRAN :

Noeud	Instant (s)	Calcul avec Code_Aster (Pression en Pa)	Résultats de référence (Pression en Pa)	Ecart référence - calcul avec Code_Aster (%)
N10	3.86000E-01	4.88962E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	6.37000E-01	-4.93961E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	1.15600E+00	0.434	0.	0.434 ABSOLU
N7	3.86000E-01	4.89074E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION

- DYNA_NON_LINE :

Noeud	Instant (s)	Calcul avec Code_Aster (Pression en Pa)	Résultats de référence (Pression en Pa)	Ecart référence - calcul avec Code_Aster (%)
N10	3.84000E-01	4.87451E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	6.44000E-01	-4.88583E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION
	1.09400E+00	3.1	0.	3.1 ABSOLU
N7	3.84000E-01	4.88877E+03	NON_REGRESSION	NON_REGRESSION

4.5 Paramètres d'exécution

Version : 5.2.16
Machine : SGI ORIGIN 2000
Temps CPU : 500

Mémoire : 64 Mo

5 Synthèse des résultats

On retrouve par le calcul avec les deux modélisations qualitativement, les maxima de pression aux bons instants et le retour au repos après le passage de l'onde.

Les résultats obtenus avec les opérateurs `DYNA_LINE_TRAN` et `DYNA_NON_LINE` sont très proches. La différence provient de l'obtention à chaque pas de temps de l'état d'équilibre des efforts du second membre avec l'opérateur `DYNA_NON_LINE`. Cette différence reste toutefois minime car le pas de temps utilisé avec `DYNA_LINE_TRAN` est suffisamment petit.