

**Manuel de Validation**  
**Fascicule V2.02 : Mécanique linéaire**  
**Document V2.02.102**

# **SDLL102 - Portique soumis à des forces électrodynamiques**

---

## **Résumé :**

Ce test est un problème tridimensionnel de calcul dynamique transitoire direct avec des forces réparties d'origine électrodynamique appliquées à un portique (barre sur 3 colonnes isolantes d'un poste de transformation).

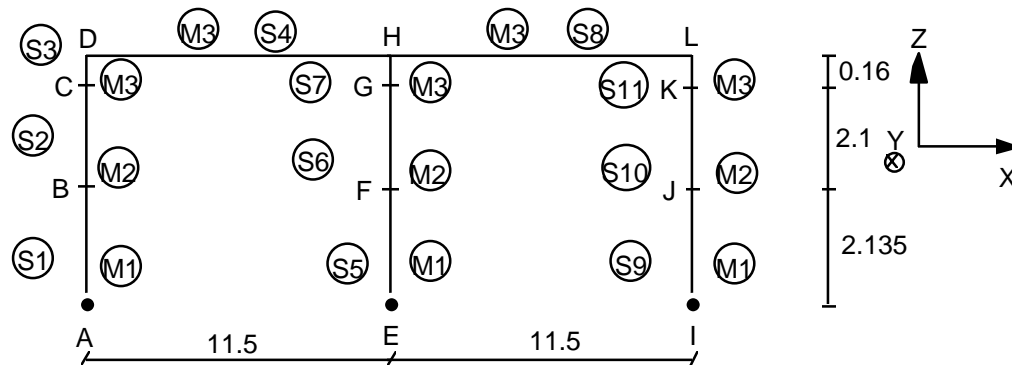
Ce test a été fourni par le Centre d'Etudes du Réseau de Transport (EDF-DEPT). Il a été complété depuis par un benchmark international établi à partir de mesures expérimentales (résultats de plusieurs codes étrangers) : test CIGRE-structure D.

Il permet de comparer des résultats de déplacements par rapport à ceux obtenus par d'autres codes industriels utilisant une méthode éléments finis ou différences finies.

Ce test contient une modélisation avec des éléments de type SEG2.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Sections transversales de poutres :

- charpente support

S1 :	$A = 1.2061 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 2.3681 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;
S5 :	$A = 1.4621 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 2.8709 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;
S9 :	$A = 1.5530 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 3.0493 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

- colonnes isolantes

S2 :	$A = 3.1428 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 4.5070 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;
S6 :	$A = 3.2592 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 4.6738 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;
S10 :	$A = 3.3416 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 4.7927 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

- raccords

S3, S11 :	$A = 3.1944 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 1.15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;
S7 :	$A = 4.2130 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ,	$I_z = 1.15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ ;

- conducteurs

S4, S8 :	circulaire $R = 6.055 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	$e = 6.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
----------	--	-----------------------------------

### 1.2 Propriétés de matériaux

M1 :	$E = 2. \cdot 10^{11} \text{ Pa}$	$\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$	(charpente support)
M2 :	$E = 5. \cdot 10^{10} \text{ Pa}$	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	(colonne isolante)
M3 :	$E = 7. \cdot 10^{10} \text{ Pa}$	$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$	(raccord et conducteur aluminium)

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Points A, E, I : encastrement

Points D, L : non-continuité de  $u_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$

Forces de Laplace sur les conducteurs DH, HL ;

- courant biphasé  $\varphi = \omega = 100$  m
- conducteurs infinis séparés de 1 m

$$I = I_{eff} \sqrt{2} \left( \cos(\omega t + \varphi) - e^{-t/\tau} \cos \varphi \right)$$

$I_{eff}$  intensité efficace du courant

$\tau$  constante de temps

- deux court-circuit avec réenclenchement

t	$0 < t \leq 0.135$	$0.135 < t < 0.580$	$0.580 \leq t \leq 0.885$
$I_{eff}$	15.6 kA	0	15.6 kA
$\tau$	0.066 s	-	0.062 s

### 1.4 Conditions initiales

t = 0, vitesse et accélération nulles.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

- mesures expérimentales,
- méthodes numériques D.F. ou E.F.

### 2.2 Incertitude sur la solution

± 5 à 10% de dispersion des valeurs calculées.

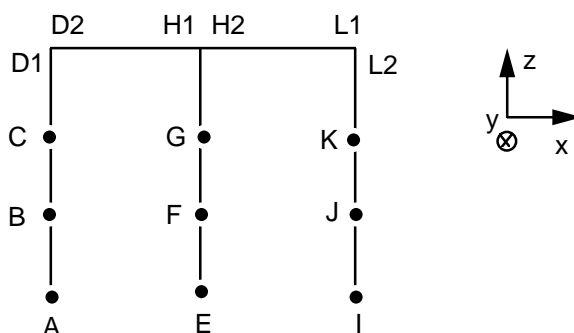
### 2.3 Références bibliographiques

- [1] G. DEVESA : "Calcul des efforts électrodynamiques sur des structures de conducteurs rigides des postes électriques : implantation dans le code de calcul mécanique *Aster* et Validation". Note HM-72/5904

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation POU\_D\_E



Discretisation :

- éléments AB, EF, IJ : 10 mailles : SEG2
- éléments BC, FG, JK : 10 mailles : SEG2
- éléments CD1, GH1, KL1 : 1 maille : SEG2
- éléments D2H1, H2L1 : 30 mailles : SEG2

Evolution dynamique sur 1s discrétisée en pas de temps de  $5 \cdot 10^{-4}$  s avec l'algorithme de NEWMARK ( $\alpha = 0.25$ ,  $\delta = 0.5$ ).

Stockage des résultats tous les 20 pas de temps soit  $10^{-2}$  s.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 126

Nombre de mailles et types : 123 mailles SEG2

### 3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé	Option	Clés
DEFI_FONC_ELEC			[U4.21.06]
AFFE_CHAR_MECA	FORCE_ELEC		[U4.25.01]
DYNA_LINE_TRAN	NEWMARK		[U4.54.01]
CALC_ELEM		EFGE_ELNO_DEPL	[U4.61.02]

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence essai	Références Aster 3.04.02	% différence
t = 0.12 s			
u <sub>y</sub> en C2		60.49 mm	
M <sub>x</sub> en S1	-3140. Nm	-3071. Nm	-2.2
M <sub>x</sub> en S2	-10150. Nm	-9239. Nm	-9.
M <sub>x</sub> en S3	-3130. Nm	-2916. Nm	-6.8
M <sub>z</sub> en C2	1431. Nm	1296. Nm	-9.5
t = 0.70 s			
u <sub>y</sub> en C2		11.891 cm	
M <sub>x</sub> en S1	-6080. Nm	-6327. Nm	+4.
M <sub>x</sub> en S2	-19670. Nm	-18931. Nm	-3.8
M <sub>x</sub> en S3	-6060. Nm	-6015. Nm	-0.8
M <sub>z</sub> en C2	2746. Nm	2647. Nm	-3.6

Maxima obtenus à t = 0.12 s (1er court-circuit) ou t = 0.70 s (2ème court-circuit) ou réenclenchement (conformité essais-calcul).

### 4.2 Remarques

Les résultats obtenus par ASTER sont satisfaisants par rapport aux autres codes. Ils sont presque toujours inférieurs aux mesures (effets des charpentes AB, EF, IJ sur-évalués). Les maxima sont écrêtés du fait du stockage périodique.

#### Contenu du fichier résultats :

Déplacements tous les  $10^{-2}$  s et efforts dans les éléments aux temps t = 0.12 s, t = 0.27 s, t = 0.70 s.

### 4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.04.12

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : UNICOS 8.0  
74.19 secondes

## 5 Synthèse des résultats

---

Les résultats sont acceptables par rapport aux résultats d'essais et situent des valeurs produites par le *Code\_Aster* en bonne place parmi la dizaine de résultats d'autres logiciels.

Les valeurs de référence du fichier de test sont celles de la version 3.04.02 du code (non regression).