SSLP100 - Crosse en sous-structure statique

Résumé :

Ce cas-test valide la sous-structuration statique, consistant en la condensation des matrices de rigidité et des chargements.

On réalise la modélisation plane d'une structure ayant un comportement linéaire.

2 Modélisations :

- A : modèle "ordinaire" plan : c'est la solution de référence.
- B : modèle avec sous-structures.

Intérêt :

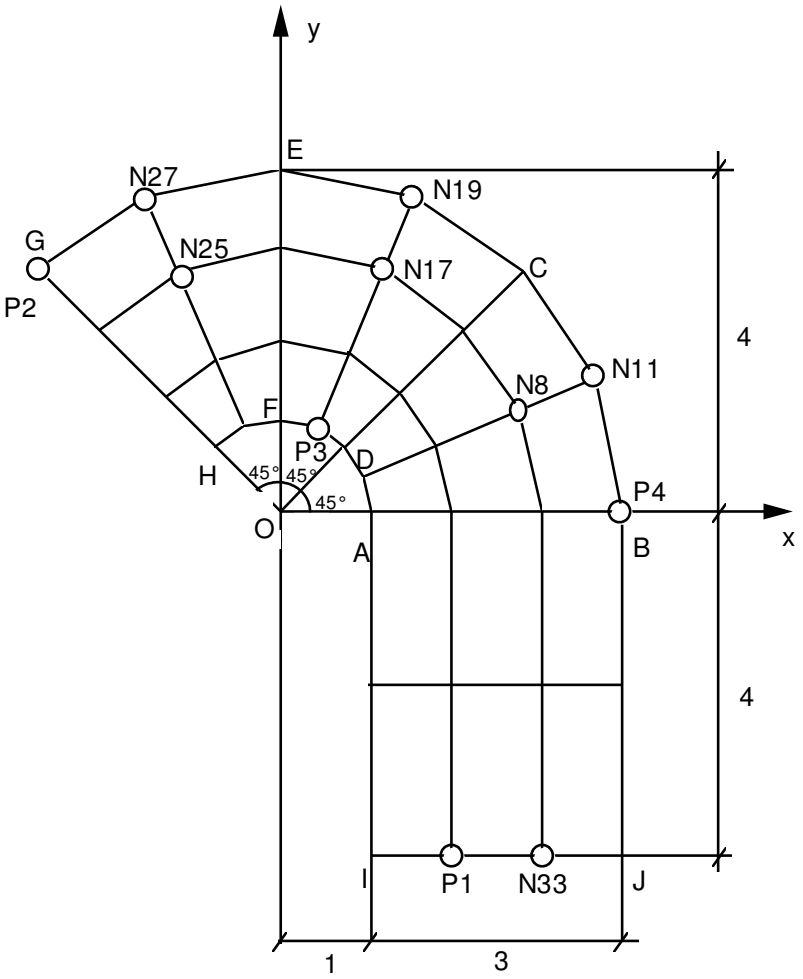
- sous-structuration à deux niveaux,
- rotation des macro-éléments et des chargements (suiveurs ou non),
- calcul des champs à l'intérieur des macro-éléments.

Les résultats de B sont identiques à ceux de A à 10^{-5} près.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés de matériaux

$E=15.\,Pa$

$\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- $[GH]$: $u+v=0$; $N8$, $N17$ et $N25$: $u=v=0$; J : $u=2.0$
- cas de charge 1 : pression répartie sur $ADFH$ $p=10.0$
- cas de charge 2 : $N11$, $N19$, $N27$, $N33$, $P1$: $Fy=-20.0$

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Ce problème n'a pas de solution de référence.

La modélisation A sert de référence pour la modélisation B.

2.2 Résultats de référence

Déplacements u et v aux points $P1$, $P2$, $P3$, $P4$.

2.3 Incertitude sur la solution

La solution de "référence" dépend de la discrétisation spatiale du modèle ; c'est pourquoi le maillage est dessiné en [§1.1].

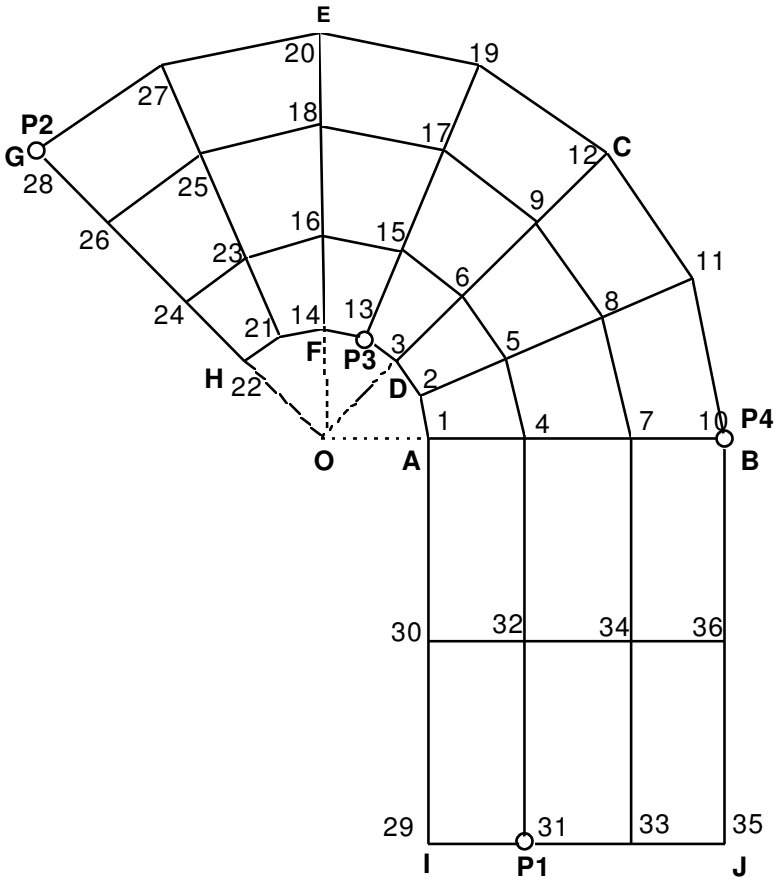
La modélisation B doit respecter ce maillage pour conduire aux mêmes résultats que A.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

24 éléments QUAD4, modélisation : D_PLAN



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 36.

Nombre de mailles et type : 24 QUAD4

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification		Référence	
P1	*u*	1.88327	
P1	*v*	$2.59224\ 10^{-2}$	
P2	*u*	$-8.27372\ 10^{-2}$	cas de charge n° 1
P2	*v*	$8.27372\ 10^{-2}$	
P3	*u*	$2.70375\ 10^{-1}$	
P3	*v*	$5.69552\ 10^{-1}$	
P4	*u*	$5.17703\ 10^{-1}$	
P4	*v*	$5.43387\ 10^{-1}$	
P1	*u*	1.71883	

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

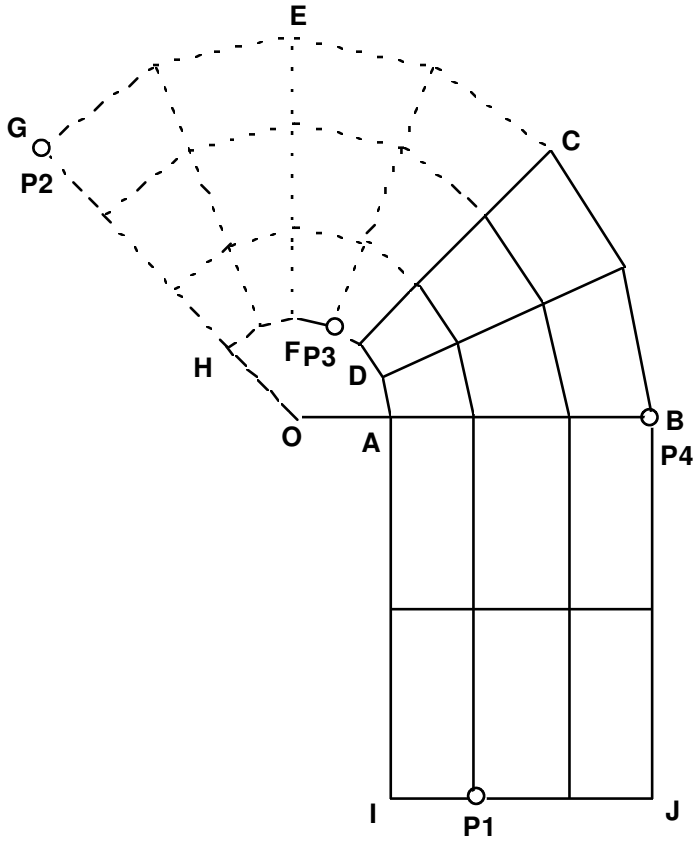
P1	*v*	–6.04367	
P2	*u*	$-4.60196\ 10^{-2}$	cas de
P2	*v*	$4.60196\ 10^{-2}$	charge
P3	*u*	$2.26903\ 10^{-1}$	n° 2
P3	*v*	$-6.14296\ 10^{-1}$	
P4	*u*	$-9.57110\ 10^{-1}$	
P4	*v*	–2.53878	

Ces résultats constituent la référence de la modélisation B.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

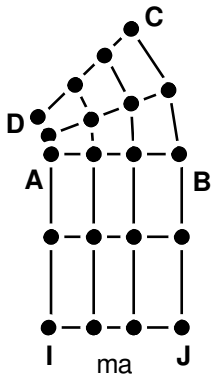
4 Modélisation B

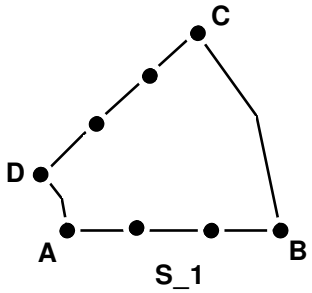
4.1 Caractéristiques de la modélisation



Le maillage initial ma (niveau -2 de la sous-structuration) ne contient que les 12 QUAD4 de $IJBA$ et $ABCD$.

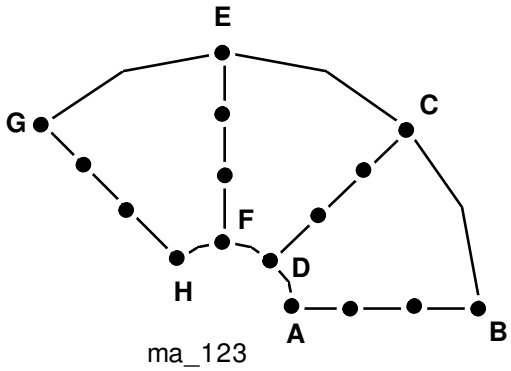
Le macr_elem_stat (S_1) est défini à partir des éléments de $ABCD$. Ce macr_elem_stat est condensé sur les nœuds de AB et CD (niveau -2).



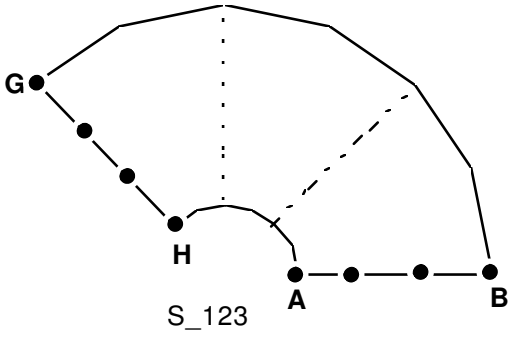


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Le maillage ma_123 de niveau -1 est défini en faisant tourner deux fois S_1 pour représenter la couronne $ABCEGHFDA$.



ma_123



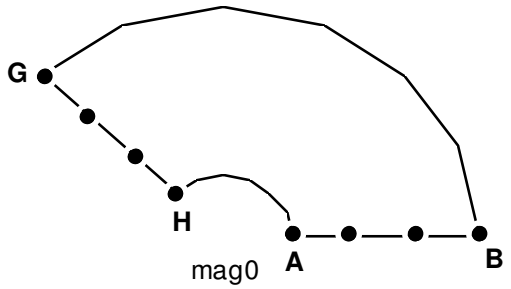
S_123

Le macr_elem_stat S_123 est défini à partir des sous-structures $ABCD$, $DCEF$ et $FEGH$. Ce macr_elem_stat est condensé sur les nœuds de AB et GH.

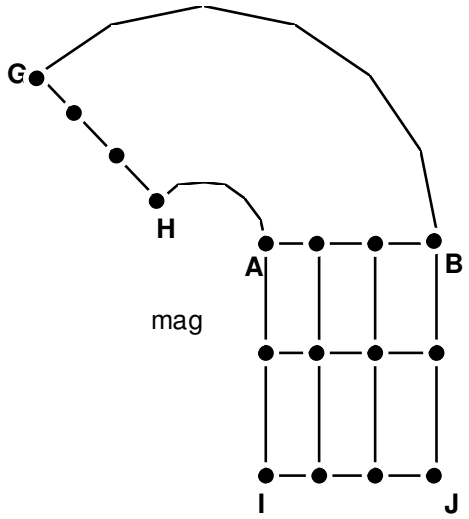
Le maillage $mag0$ est défini par le macr_elem_stat S_123.

Le maillage final mag (niveau 0) est défini par le maillage $mag0$ que l'on assemble (ASSE_MAILLAGE) avec le maillage initial ma pour récupérer les mailles de $IJBA$.

La résolution est alors faite sur ce maillage final, puis on calcule les déplacements à l'intérieur des macr_elem_stat à l'aide de l'opérateur DEPL_INTERNE.



mag0



mag

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20.

Nombre de mailles et types : 12 QUAD4

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence
$P1 \quad u$	1.88327
$P1 \quad v$	$2.59224\ 10^{-2}$
$P2 \quad u$	$-8.27372\ 10^{-2}$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

P2	v	8.27372 10^{-2}
P3	u	2.70375 10^{-1}
P3	v	5.69552 10^{-1}
P4	u	5.17703 10^{-1}
P4	v	5.43387 10^{-1}
P1	u	1.71883
P1	v	–6.04367
P2	u	–4.60196 10^{-2}
P2	v	4.60196 10^{-2}
P3	u	2.26903 10^{-1}
P3	v	–6.14296 10^{-1}
P4	u	–9.57110 10^{-1}
P4	v	–2.53878

5 Synthèse des résultats

La précision des résultats obtenus (erreur $\leq 10^{-5}$) est naturelle car la sous-structuration statique est une méthode "exacte" (en précision numérique infinie).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)