

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.

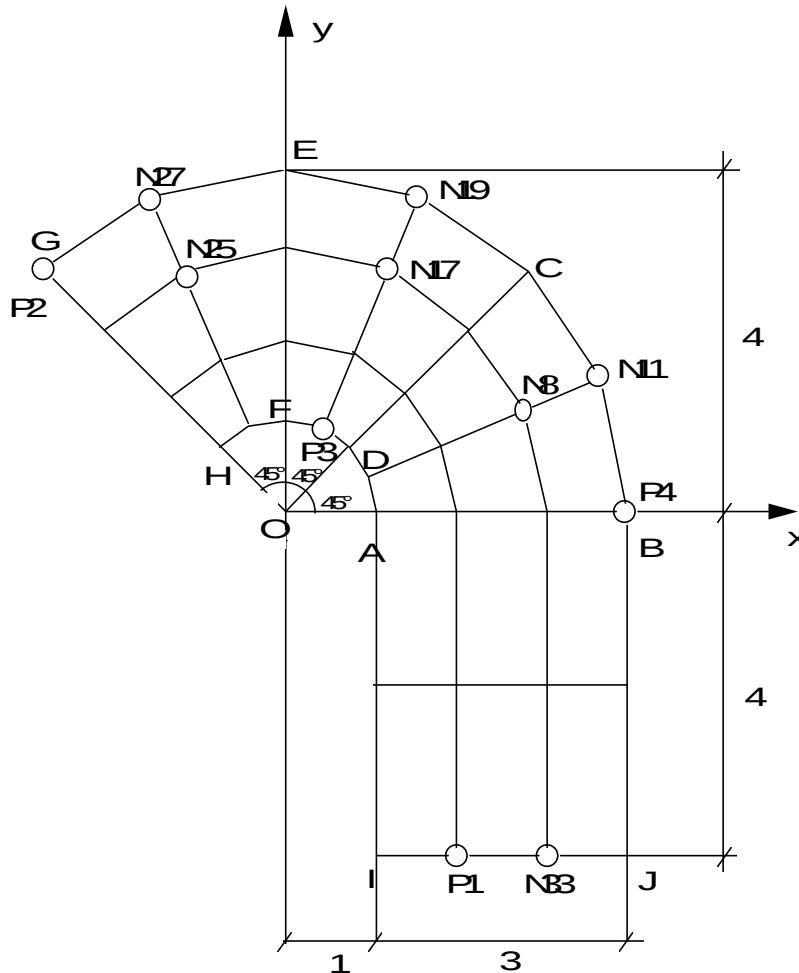
Intérêt :

- 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.

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 : $N11$, $N19$, $N27$, $N33$, $P1$: $F_y = -20.0$

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

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

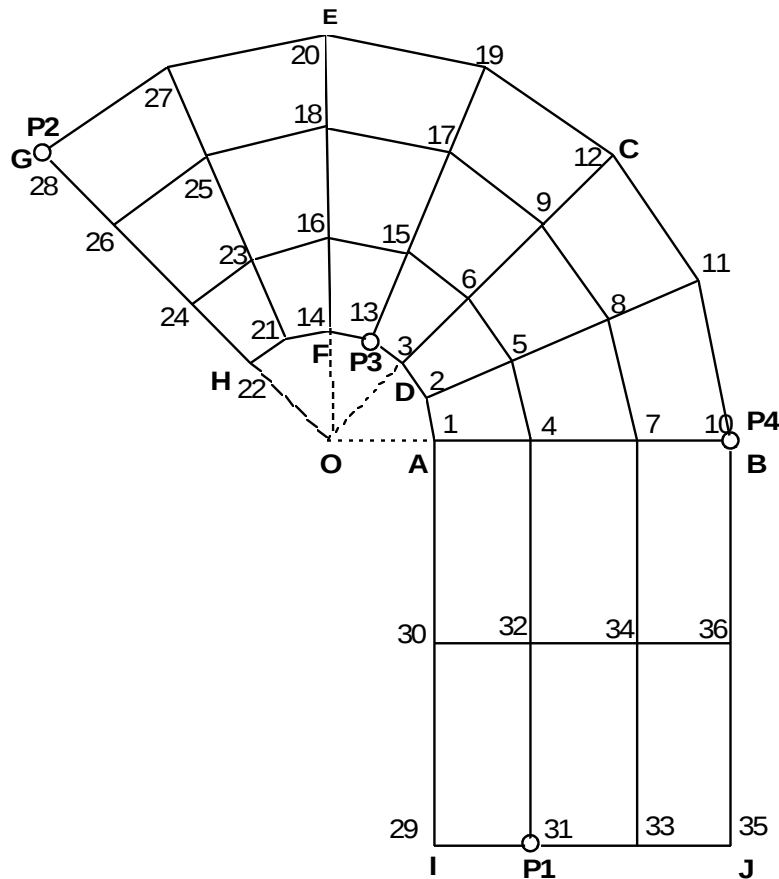
La solution de "référence" dépend de la discrétisation spatiale du modèle ; c'est pourquoi le maillage est dessiné en [§1.1].

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

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
$P1 \quad u$	1.88327
$P1 \quad v$	$2.59224 \cdot 10^{-2}$
$P2 \quad u$	$-8.27372 \cdot 10^{-2}$
$P2 \quad v$	$8.27372 \cdot 10^{-2}$
$P3 \quad u$	$2.70375 \cdot 10^{-1}$
$P3 \quad v$	$5.69552 \cdot 10^{-1}$
$P4 \quad u$	$5.17703 \cdot 10^{-1}$
$P4 \quad v$	$5.43387 \cdot 10^{-1}$
$P1 \quad u$	1.71883

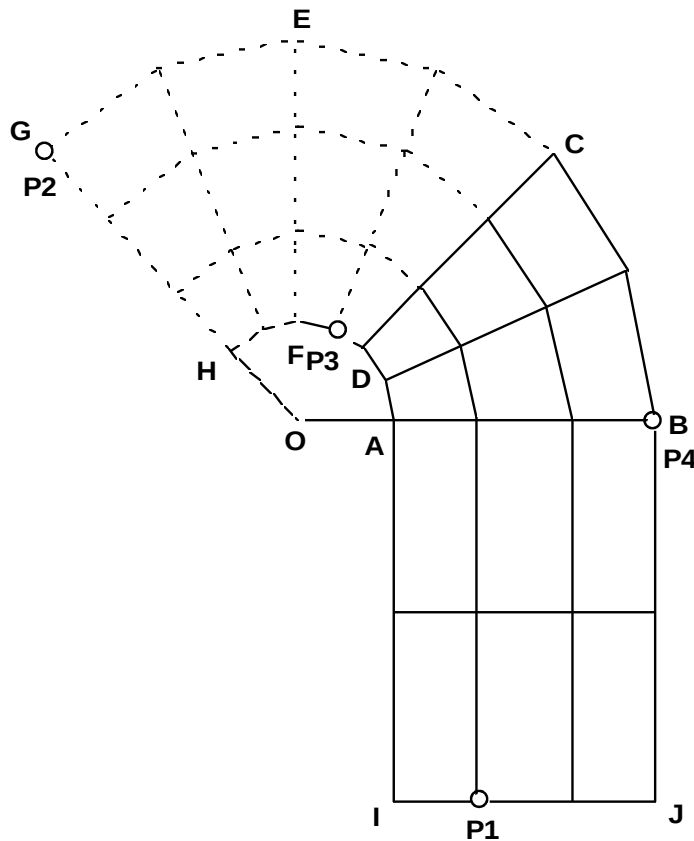
cas de charge n° 1

<i>P1</i>	<i>v</i>	−6.04367	cas de charge n° 2
<i>P2</i>	<i>u</i>	−4.60196 10 ^{−2}	
<i>P2</i>	<i>v</i>	4.60196 10 ^{−2}	
<i>P3</i>	<i>u</i>	2.26903 10 ^{−1}	
<i>P3</i>	<i>v</i>	−6.14296 10 ^{−1}	
<i>P4</i>	<i>u</i>	−9.57110 10 ^{−1}	
<i>P4</i>	<i>v</i>	−2.53878	

Ces résultats constituent la référence de la modélisation B.

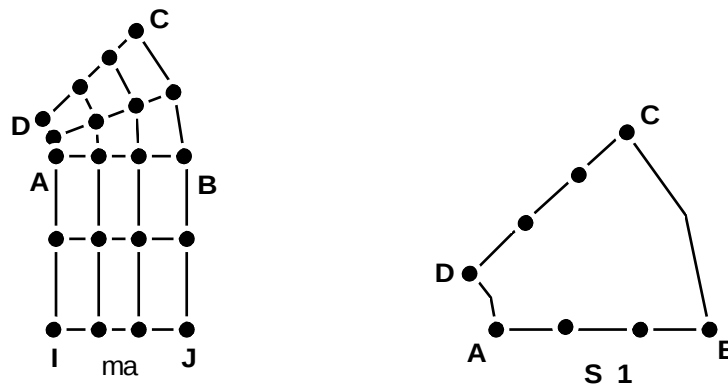
4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

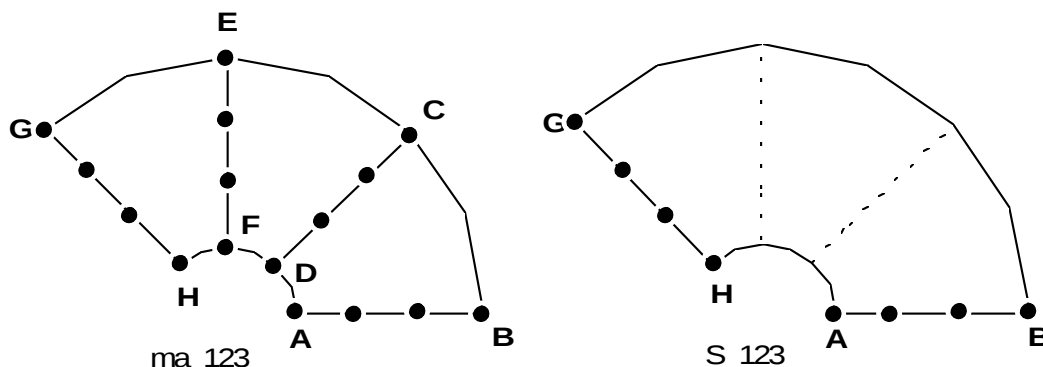


Le maillage initial *ma* (niveau -2 de la sous-structuration) ne contient que les 12 QUAD4 de *IJBA* et *ABCD*.

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).



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

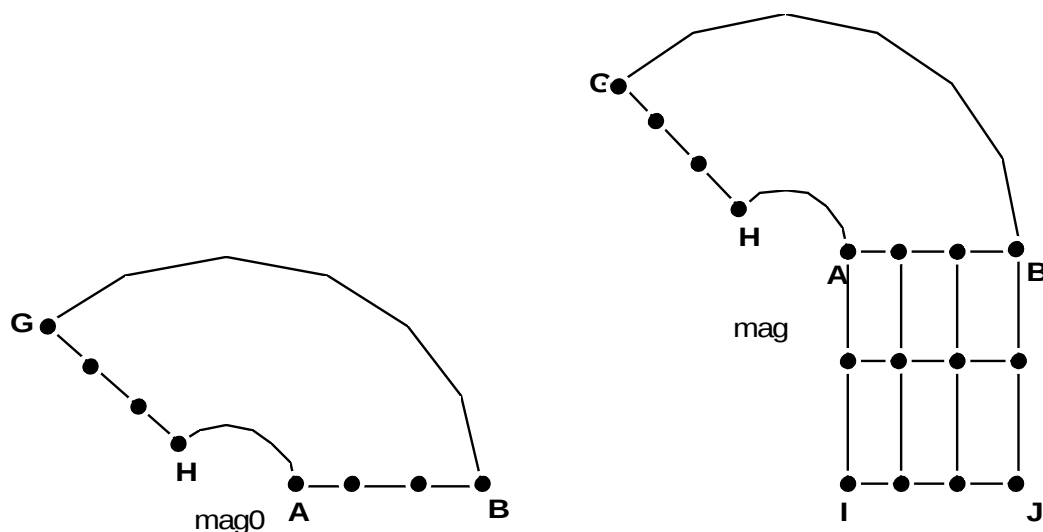


Le `macr_elem_stat` `S_123` est défini à partir des sous-structures `ABCD`, `DCEF` et `FEGH`. Ce `macr_elem_stat` est condensé sur les nœuds de `AB` et `GH`.

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`.



4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20.

Nombre de mailles et types : 12 QUAD4

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence
<i>P1</i> <i>u</i>	1.88327
<i>P1</i> <i>v</i>	2.59224 10 ⁻²
<i>P2</i> <i>u</i>	-8.27372 10 ⁻²
<i>P2</i> <i>v</i>	8.27372 10 ⁻²

<i>P3</i>	<i>u</i>	2.70375 10 ⁻¹
<i>P3</i>	<i>v</i>	5.69552 10 ⁻¹
<i>P4</i>	<i>u</i>	5.17703 10 ⁻¹
<i>P4</i>	<i>v</i>	5.43387 10 ⁻¹
<i>P1</i>	<i>u</i>	1.71883
<i>P1</i>	<i>v</i>	-6.04367
<i>P2</i>	<i>u</i>	-4.60196 10 ⁻²
<i>P2</i>	<i>v</i>	4.60196 10 ⁻²
<i>P3</i>	<i>u</i>	2.26903 10 ⁻¹
<i>P3</i>	<i>v</i>	-6.14296 10 ⁻¹
<i>P4</i>	<i>u</i>	-9.57110 10 ⁻¹
<i>P4</i>	<i>v</i>	-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).