



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# **BTS CONSTRUCTIONS METALLIQUES**

## **E4 : ANALYSE ET CALCULS DE STRUCTURES**

### **U 42 : NOTE DE CALCULS**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient : 3**

**Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5**

#### **Documents autorisés :**

- **Catalogues de profilés**
- **Règlements ou extraits des règlements en vigueur**

Si un candidat libre veut utiliser la norme NF, il doit indiquer les références des articles et les formules utilisées.

#### **Contenu du dossier :**

Sujet, questionnaire

Annexes 1 et 2

Documents réponses DR1 et DR2

Document réponse DR 3

Document réponse DR 4

Pages 1/6 et 2/6

Page 3/6

Page 4/6

Page 5/6

Page 6/6

**Toutes les questions sont indépendantes.**

**Une attention particulière sera portée :**

- **au repérage des questions**
- **aux soins apportés à la rédaction et aux schémas**

**Il est conseillé au candidat de traiter chaque question sur une nouvelle copie.**

#### **Barème indicatif :**

Question 1 : 2,5

Question 2 : 4,5

Question 3 : 2,5

Question 4 : 4,5

Question 5 : 6

## Partie 1 : Etude des actions climatiques

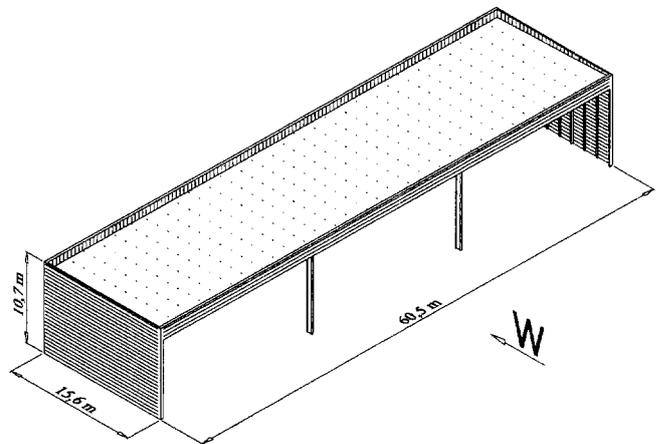
### Question 1 : Actions dues à la neige

- 1.1 -- Déterminer les valeurs des différentes charges de neige en tenant compte des hauteurs d'acrotères indiquées sur le schéma du document DR1 et en considérant une pente moyenne sur la toiture de 3%.
- 1.2 -- Représenter les schémas des différentes répartitions de neige en complétant le document réponse DR1.

### Question 2 : Actions dues au vent

On ne s'intéresse qu'au seul cas de vent représenté sur la perspective, à savoir :

W : vent transversal Sud  
La face au vent est évidemment dominante.



- 2.1 -- Déterminer les valeurs :
  - de la pression de référence  $q_b$
  - du coefficient d'exposition  $c_e(z)$
  - de la pression de pointe  $q_p(z)$
- 2.2 -- Coefficients de pression extérieure  $c_{pe}$  :  
En considérant une hauteur moyenne d'acrotère  $h_p = 0,50$  m, compléter le document réponse DR2 et définir les valeurs des coefficients  $c_{pe}$  pour le cas de vent défini sur la perspective.
- 2.3 -- Coefficient de pression intérieure :  
Déterminer la valeur du coefficient de pression intérieure, joindre un schéma.
- 2.4 -- Coefficients résultants :
  - préciser la zone de couverture la plus exposée ainsi que la valeur du coefficient  $c_{p,net}$
  - préciser la zone de bardage la plus exposée ainsi que la valeur du coefficient  $c_{p,net}$
  - préciser la valeur du coefficient  $c_{p,net}$  à adopter pour l'acrotère en zone la plus chargée de la toiture.

**Question 3 : Descente de charge**

On s'intéresse uniquement à la descente de charge sur la **traverse du ½ portique file 2**

La pente de la toiture est négligée.

Il est rappelé que les pannes (voir descriptif) sont continues, elles introduisent donc un **coefficient de continuité** au niveau des appuis intermédiaires de valeur **1,1**.

Les différentes charges seront exprimées sous forme de charge linéique uniforme.

3.1 -- Charge de neige :

-- déterminer les charges de neige associée à la traverse du ½ portique pour le cas de charge S1 uniquement. (neige sans accumulation)

3.2 -- Charge de vent :

On admettra les valeurs suivantes :  $q_p = 0,60 \text{ kN/m}^2$  ;  $c_{p,net} = +0,5$  ou  $c_{p,net} = -1,3$

-- déterminer les charges de vent associées à la traverse du ½ portique pour les cas  $W^+$  (en appui) et  $W^-$  (en soulèvement)

3.3 -- Charges permanentes :

A partir des données fournies dans le descriptif :

-- évaluer la résultante des charges permanentes associées à la traverse du ½ portique file 2

-- définir la valeur de la charge linéique G

3.4 -- Schéma des chargements élémentaires :

-- résumer sur un schéma les chargements recherchés précédemment

## Partie 2 : Vérifications

### Question 4 :      *Etude d'un potelet de pignon HEA 160*

Le schéma mécanique ainsi que le chargement sont définis sur le document réponse DR3

#### 4.1 -- Etude des sollicitations : ( charges non pondérées )

Compléter le document réponse DR 3 en représentant :

- le potelet en équilibre
- le diagramme d'effort normal  $N$
- le diagramme d'effort tranchant  $V$
- le diagramme de moment de flexion  $M$

Aucune justification n'est demandée, seules les valeurs numériques caractéristiques sont à indiquer.

#### 4.2 -- Vérification E.L.U :

4.2.1 - préciser la combinaison E.L.U à utiliser

4.2.2 - calculer les valeurs de  $N_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$

4.2.3 - calculer les valeurs de  $N_{pl,Rd}$ ,  $V_{pl,Rd}$ ,  $M_{pl,Rd}$  sachant que la section est de classe 1.

4.2.4 - effectuer la vérification E.L.U en négligeant les effets de  $N$  et  $V$ , ainsi que tout phénomène d'instabilité.

#### 4.3 -- Vérification E.L.S :

4.3.1 - préciser le critère E.L.S à exploiter (indiquer les références EC3) ainsi que la combinaison E.L.S associée.

4.3.2 - calculer la valeur de la flèche en travée  $w$

**Question 5 : Etude d'un portique courant****5.1 -- Analyse informatique :**

5.1.1 - à l'aide de l'annexe 1, compléter le schéma n°1 du document réponse DR4 en indiquant :

- la position et le repérage des nœuds
- le repérage des éléments
- les profils
- les liaisons
- la cotation

5.1.2 - à l'aide des annexes 1 et 2, et pour la combinaison G + Sa :

Compléter le schéma n°2 en représentant le chargement ainsi que les actions aux appuis

5.1.3 - à l'aide de l'annexe 2 et pour la combinaison G + Sa :

- compléter le schéma n°3 en représentant le poteau 1-3 en équilibre ainsi que les diagrammes de N, V et M associés.
- compléter le schéma n°4 en représentant le nœud 3 en équilibre

**5.2 -- Vérification du poteau 1-3 : IPE 600 - S 235**

5.2.1 - à l'aide de l'annexe E de l'ENV 1993, calculer la longueur de flambement du poteau 1-3 dans le plan du portique dans un mode à nœuds déplaçables.

Pour tenir compte de la présence des jarrets, on considérera une traverse à inertie constante équivalente  $I_Y = 40\,000\text{ cm}^4$

5.2.2 - pour l'étude du flambement hors du plan du portique, justifier le choix d'une longueur de flambement égale à  $0,7.l_0$ .

5.2.3 - vérification du poteau 1-3 d'après le § 6.3.3 de l'EC 3 et sous les sollicitations ELU (Combinaison : G+Sa)

$$N_{Ed} = 256\text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 336\text{ kN.m}$$

**Données complémentaires :**

Longueurs de flambement :  $L_{cr,y} = 34,5\text{ m}$        $L_{cr,z} = 6,85\text{ m}$

Moment critique de déversement :  $M_{cr} = 956,5\text{ kN.m}$

Coefficients d'interaction :  $k_{yy} = 1,03$        $k_{yz} = 0,59$

# ANNEXE 1 : Données

BTS Constructions Métalliques

Session 2009

RDM 6 – Ossatures :

Données du problème :

- 9 noeuds
- 8 poutres
- 1 matériau (acier S 235)
- 4 sections droites
- 2 liaisons nodales
- 2 cas de charges
- 1 combinaison de cas de charges

Noeuds [m] :

| Noeud | x      | y     |
|-------|--------|-------|
| 1     | 0.000  | 0.000 |
| 3     | 0.000  | 9.758 |
| 5     | 7.500  | 9.458 |
| 7     | 15.000 | 9.158 |
| 9     | 15.000 | 0.000 |

| Noeud | x      | y     |
|-------|--------|-------|
| 2     | 0.000  | 4.879 |
| 4     | 2.000  | 9.678 |
| 6     | 13.000 | 9.238 |
| 8     | 15.000 | 4.579 |

Poutres [m, rad] :

| Poutre | Ori | Ext | Orient |
|--------|-----|-----|--------|
| 1      | 1   | 2   | 0.0    |
| 2      | 2   | 3   | 0.0    |
| 3      | 3   | 4   | 0.0    |
| 4      | 4   | 5   | 0.0    |
| 5      | 5   | 6   | 0.0    |
| 6      | 6   | 7   | 0.0    |
| 7      | 7   | 8   | 0.0    |
| 8      | 8   | 9   | 0.0    |

| Sect | Long  | Type          |
|------|-------|---------------|
| 11   | 4.879 | Rigide-Rigide |
| 11   | 4.879 | Rigide-Rigide |
| 12   | 2.002 | Rigide-Rigide |
| 14   | 5.504 | Rigide-Rigide |
| 14   | 5.504 | Rigide-Rigide |
| 13   | 2.002 | Rigide-Rigide |
| 11   | 4.579 | Rigide-Rigide |
| 11   | 4.579 | Rigide-Rigide |

Sections droites :

- Section droite 11 : IPE 600
- Section droite 13 : Jarret

- Section droite 12 : Jarret
- Section droite 14 : IPE 400

Liaisons nodales :

Noeud 1 : ...

**ANNEXE 2 : Résultats****Résultats combinaison 1 : G + Sa****Actions de liaisons [N, N.m] :**

|         |   |               |               |          |
|---------|---|---------------|---------------|----------|
| Noeud 1 | - | Rx = 34453.9  | Ry = 256355.0 | Mz = 0.0 |
| Noeud 9 | - | Rx = -34453.9 | Ry = 131355.0 | Mz = 0.0 |

**Efforts intérieurs [N, N.m] :**

| Elt | Ori<br>Ext | N = Effort normal |    | Vy = Effort tranchant |     | Mfz = Moment fléchissant |                                 |
|-----|------------|-------------------|----|-----------------------|-----|--------------------------|---------------------------------|
|     |            | No                | Ne | Vyo                   | Vye | Mfzo                     | Mfze<br>Mfzmax (valeur absolue) |
| 1   | 1          | -256355.0         |    | 34453.9               |     | 0.0                      |                                 |
|     | 2          | -256355.0         |    | 34453.9               |     | -168100.5                |                                 |
| 2   | 2          | -256355.0         |    | 34453.9               |     | -168100.5                |                                 |
|     | 3          | -256355.0         |    | 34453.9               |     | -336200.9                | 336200.9                        |
| 3   | 3          | -29176.3          |    | -132627.1             |     | -336200.9                |                                 |
|     | 4          | -30576.3          |    | -97627.1              |     | -105762.7                | 336200.9                        |
| 4   | 4          | -30576.3          |    | -97627.1              |     | -105762.7                |                                 |
|     | 5          | -34426.3          |    | -1377.1               |     | 166716.3                 | 166716.3                        |
| 5   | 5          | -34426.3          |    | -1377.1               |     | 166716.3                 |                                 |
|     | 6          | -38276.3          |    | 94872.9               |     | -90603.0                 | 166716.3                        |
| 6   | 6          | -38276.3          |    | 94872.9               |     | -90603.0                 |                                 |
|     | 7          | -39676.3          |    | 129872.9              |     | -315528.6                | 315528.6                        |
| 7   | 7          | -131355.0         |    | -34453.9              |     | -315528.6                |                                 |
|     | 8          | -131355.0         |    | -34453.9              |     | -157764.3                | 315528.6                        |
| 8   | 8          | -131355.0         |    | -34453.9              |     | -157764.3                |                                 |
|     | 9          | -131355.0         |    | -34453.9              |     | 0.0                      | 157764.3                        |

**C.R.D.P.**  
 75, cours Alsace et Lorraine  
 33075 BORDEAUX CEDEX  
 Tél. : 05 56 01 56 70

**Document réponse : DR 1**

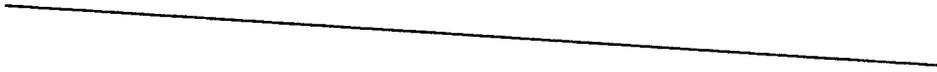
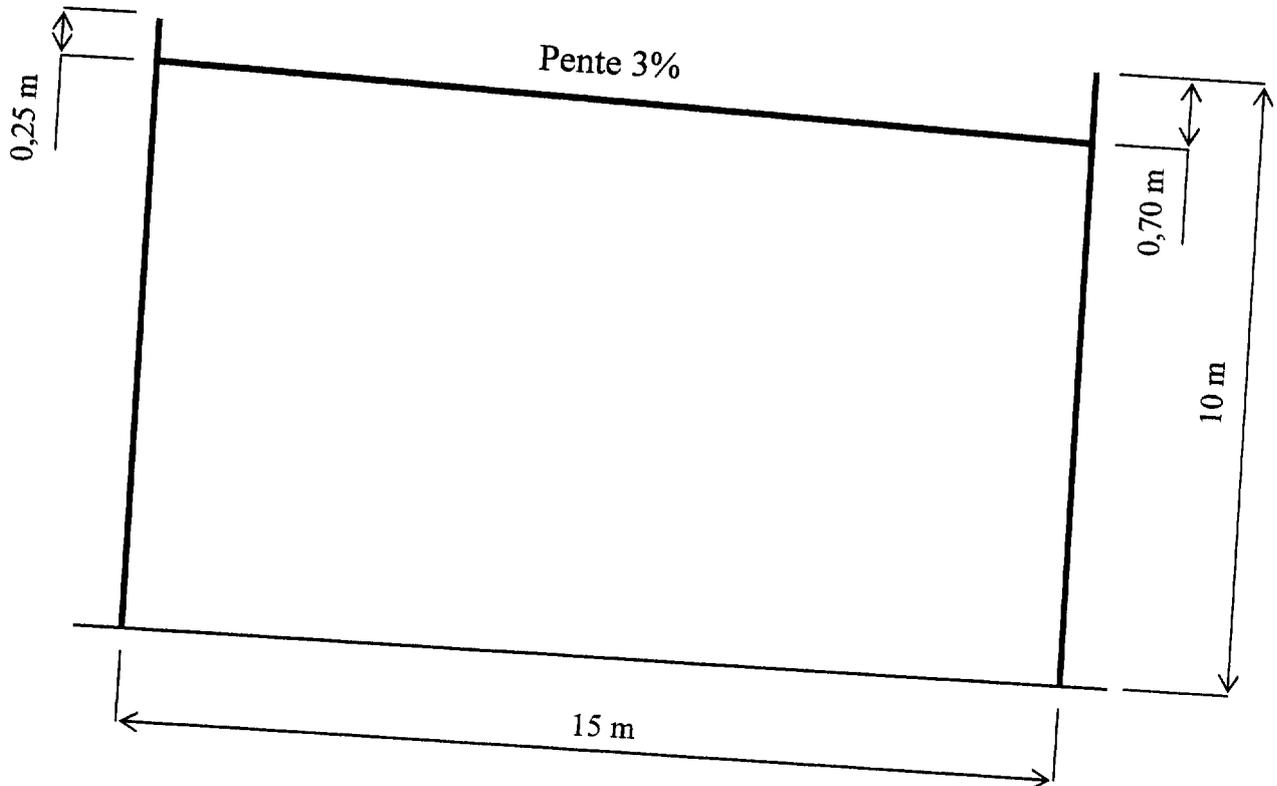
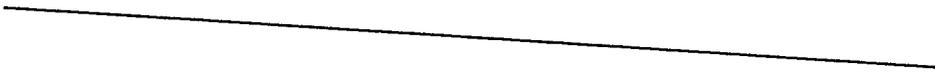
Les longueurs d'accumulation  $l_s$  seront représentées à l'échelle.

**Cas****Schémas des répartitions de neige**

S1



S2

S<sub>A</sub>

**Document réponse : DR 2**

Compléter toutes les indications manquantes ( titres, dimensions, références des § et tableaux,...)  
 En cas d'interpolation graphique, justifier les graphes sur votre copie.

**Détermination des coefficients de pression extérieure C<sub>pe</sub>**

**Direction du vent :**

**Caractéristiques du bâtiment :**

**b =** dimension horizontale perpendiculaire à la direction du vent      **e = min (b ou 2h) =**  
**d =** dimension horizontale parallèle à la direction du vent  
**h =** hauteur du bâtiment      **h/d =**

**Type de toiture :**

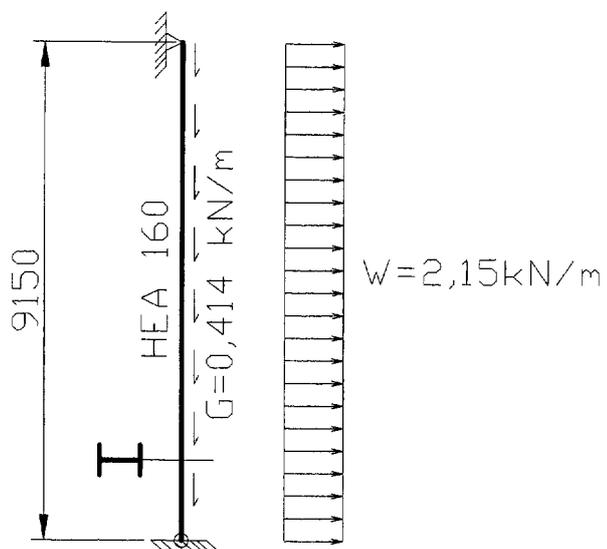
**Angle versant α =**

| Élément                                   | Zone                             | Valeur de C <sub>pe</sub> | Justifications (si nécessaire) |
|---|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Murs verticaux - §7.....<br>Tableau ..... | <b><u>Faces latérales :</u></b>  |                           |                                |
|   | Zone A :                         |                           |                                |
|   | Zone B :                         |                           |                                |
|   | Zone C :                         |                           |                                |
|   | <b><u>Face au vent :</u></b>     |                           | <i>Interpolation :</i>         |
|   | Zone D :                         |                           |                                |
| Toiture - § 7.2.....<br>Tableau 7.....    | <b><u>Face « arrière » :</u></b> |                           | <i>Interpolation :</i>         |
|   | Zone E :                         |                           |                                |
|   | Zone F :                         |                           |                                |
|   | Zone G :                         |                           |                                |
|   | Zone H :                         |                           |                                |
|   | Zone I :                         |                           |                                |
|   | Zone J :                         |                           |                                |

**Document réponse : DR 3**

**Schéma mécanique et chargement :**

**Potelet en équilibre :**



**SOLLICITATIONS**

**Diagramme N**

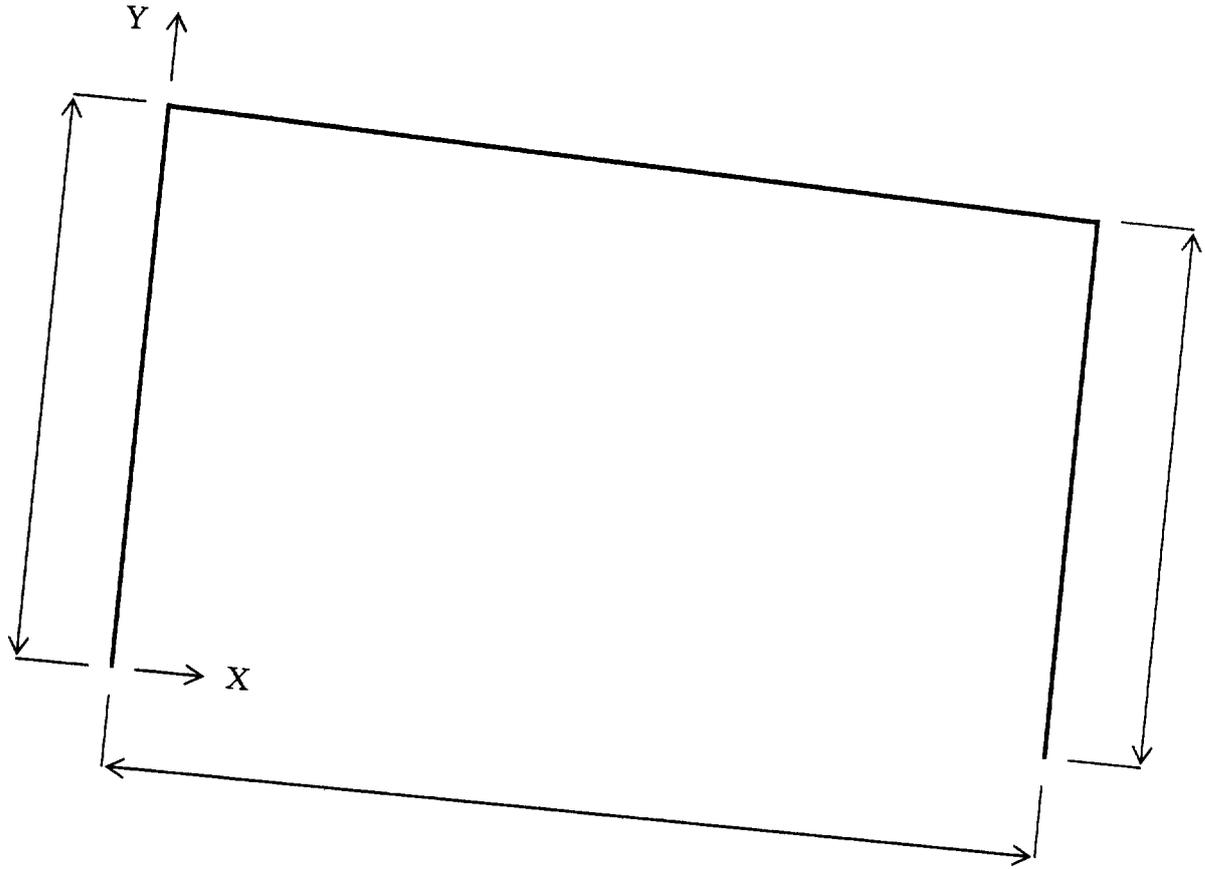
**Diagramme V**

**Diagramme M**



**Document réponse : DR4 :**

**Schéma n°1 : Structure**



**Schéma n°2 : Chargement et actions aux appuis -- Combinaison G + Sa**



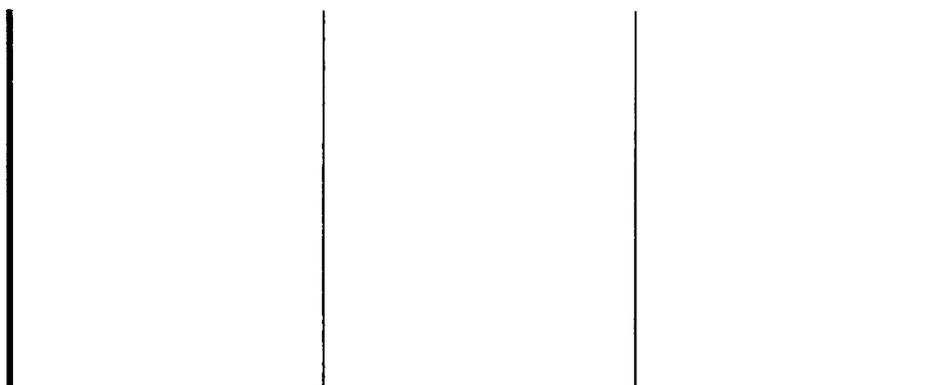
**Schéma n°3 : Poteau 1-3 en équilibre et diagrammes N, V, M**

Poteau 1-3

N

V

M



**Schéma n°4 : Noeud 3 en équilibre**

Respecter la représentation suivante :

- représenter les actions du poteau sur le nœud 3 en rouge
- représenter les actions du jarret sur le nœud 3 en bleu

