

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
SESSION 2018**

E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

U 42 Note de calculs

Durée : 4h – Coefficient : 3

Contenu du dossier (6 pages format A3)

Questionnaire :	pages 2, 3.
Annexe 1 : RDM Ossature entrées des données	page 4.
Annexe 2 : RDM Ossature résultats partiels	page 4.
Documents réponses :	
DR1 à remettre obligatoirement avec sa copie :	page 5.
DR2 à remettre obligatoirement avec sa copie :	page 6.

Barème indicatif

Question 1 :	4 points
Question 2 :	1 point
Question 3 :	5 points
Question 4 :	6 points
Question 5 :	4 points

Matériels autorisés

- Catalogues de profilés.
- Règlements ou extraits des règlements en vigueur.
- Est considéré comme « calculatrice » tout dispositif électronique autonome, dépourvu de toute fonction de communication par voie hertzienne, ayant pour fonction essentielle d'effectuer des calculs mathématiques ou financiers, de réaliser des représentations graphiques, des études statistiques ou tous traitements de données mathématiques par le biais de tableaux ou diagrammes.

Les matériels autorisés sont les suivants :

- les calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique ;
- les calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité « mode examen » répondant aux spécificités suivantes :
 - la neutralisation temporaire de l'accès à la mémoire de la calculatrice ou l'effacement définitif de cette mémoire ;
 - le blocage de toute transmission de données, que ce soit par wifi, Bluetooth ou par tout autre dispositif de communication à distance ;
 - la présence d'un signal lumineux clignotant sur la tranche haute de la calculatrice, attestant du passage au « mode examen » ;
 - la non réversibilité du « mode examen » durant toute la durée de l'épreuve. La sortie du « mode examen » nécessite une connexion physique, par câble, avec un ordinateur ou une calculatrice.

CODE ÉPREUVE : CME4CAL	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2018	SUJET	ÉPREUVE : U42 Note de calculs	Calculatrice autorisée
Durée : 4H00	Coefficient : 3	SUJET N°	Page : 1/6

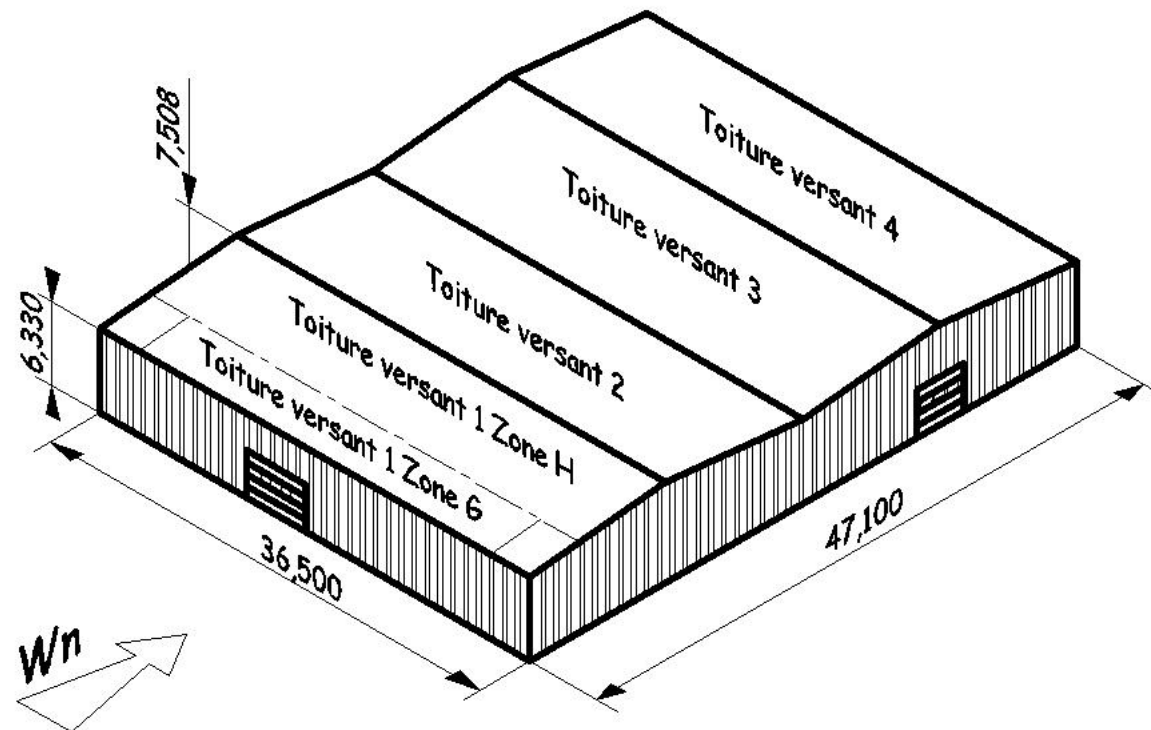
1°) CHARGES CLIMATIQUES

1-1) Neige

Déterminer, en kN/m, la charge due à la neige sur le portique de la file 6 pour les cas de neige S1 et S2. Vous justifierez vos calculs sur copie et complèterez les fig 1 et 2 du document DR1. On ne prendra pas en compte la majoration pour pente faible S^* .

1-2) Vent

En considérant le bâtiment principal isolé et en prenant les côtes extérieures données ci-dessous:



a) Déterminer la valeur de la pression dynamique $q_p(z)$.

b) Pour le vent W_n soufflant sur long pan, déterminer les valeurs des coefficients de pression pour la pression extérieure c_{pe} pour les deux longs pans, pour les zones G et H du versant 1 ainsi que pour les versants 2, 3 et 4 de la toiture (l'angle d'inclinaison de cette toiture étant de $5,71^\circ$ vous arrondirez cet angle à 5°), vous vous limiterez au cas où la toiture est en dépression ($c_{pe} < 0$).

c) Calculer, pour les mêmes parois, la valeur des coefficients de pression nette ($c_{p, net}$) dans le cas d'une surpression intérieure ($c_{pi} = +0,2$), la toiture étant en dépression ($c_{pe} < 0$). Vous représenterez ces valeurs sous formes de vecteurs sur la fig 3 du DR1.

d) En déduire les forces linéiques exprimées en kN/m appliquées par le vent sur le portique file 5. Vous représenterez ces forces sur la fig 4 du DR1.

2°) DESCENTE DE CHARGES SUR LE PORTIQUE

Calculer la charge linéique exprimée en kN/m sur les traverses de portique des files 2 à 5 due aux charges permanentes. Vous ne prendrez pas en compte le poids propre des traverses, poteaux et bardage. Vous représenterez ces forces sur la fig 5 du DR1.

3°) EXPLOITATION DE LISTING (RDM Le Mans)

Vous utiliserez les listings des résultats et d'entrées des données relatifs au portique de la file 6.

Ceux-ci vous sont donnés, partiellement, en annexes 1 et 2.

3.1/ Données

Sur le document DR 2, en fig 6, donner, sur le portique modélisé, le numéro des nœuds à côté de chacun d'eux, des barres en encerclant leur numéro, ainsi que le repère local de celles-ci.

3.2/ Diagrammes

En exploitant les résultats donnés en annexe 2, tracer pour la combinaison envisagée les diagrammes de l'effort normal N (DR2 fig 7), de l'effort tranchant V (DR2 fig 8) et du moment fléchissant M (DR2 fig 9) le long de la partie de structure étudiée (encadrée sur le DR 2).

Vous préciserez les valeurs particulières.

4°) VÉRIFICATION DES POTEAUX

La combinaison retenue pour la vérification des poteaux des files 2 à 5 est:

$1,35.G + 1,5.S_2 + 1,5.\Psi_{0w}.W^*$ (avec W^* , vent sur long pan, toiture en pression et pression intérieure).

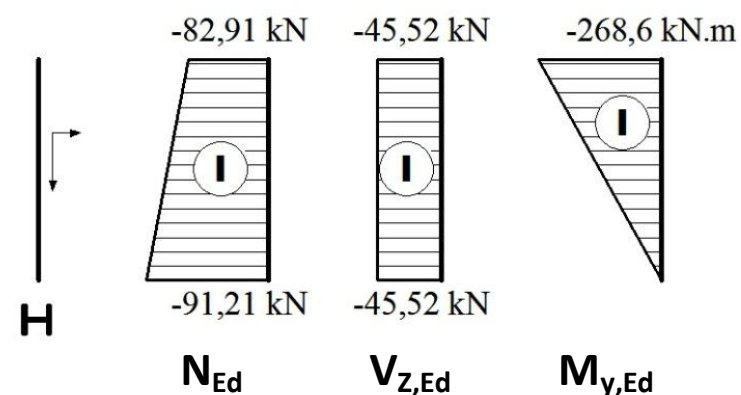
Pour cette combinaison il a été trouvé $\alpha_{cr} = 15,11$. Ceci nous autorise à utiliser une analyse globale élastique sans prise en compte des effets du second ordre.

4-1) Poteau file C

Calculer la longueur de flambement du poteau, pour un flambement dans le plan du portique. Nous émettons l'hypothèse d'un mode d'instabilité **à nœuds fixes**. Il sera tenu compte des rigidités relatives des différentes barres. On négligera la présence des renforts de jarret.

4.2) Poteau file F

Les sollicitations appliquées au poteau sont les suivantes.



- Vérifier la résistance de la section transversale vis-à-vis des sollicitations précisées ci-dessus.
- Déterminer la valeur des paramètres C1, C2 nécessaires au calcul du moment critique de déversement M_{cr} .
- Vérifier le poteau en tenant compte des instabilités.

Nota:

Les axes utilisés sont ici ceux donnés par l'EC3.

Le poteau ne supporte aucune charge transversale.

L'effort normal sera supposé constant le long de la barre.

$M_{cr} = 1712 \text{ kN.m}$

Vous prendrez ici $I_{cry} = I_{crz} = I_0$.

Un calcul informatique a permis d'établir que :

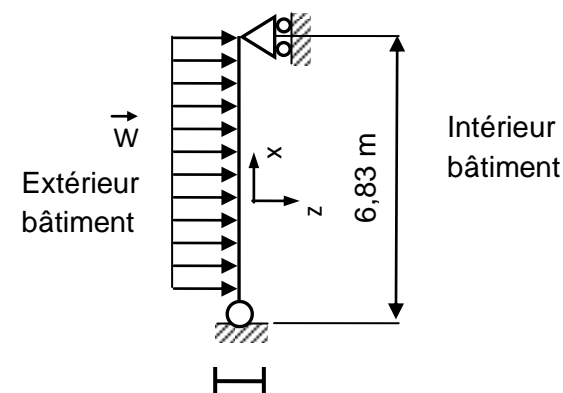
$k_{yy} = 0,968$ $k_{yz} = 0,684$ $k_{zy} = 0,503$ $k_{zz} = 0,798$.

5°) VERIFICATION DES POTELETS

Il a été choisi un IPE 220 pour ces barres.

Le schéma mécanique des potelets est le suivant :

Le vent implique les forces, **non pondérées**, suivantes:



- Pression: $w = + 2,31 \text{ kN/m}$ (dirigée vers l'intérieur du bâtiment),
- Dépression: $w = - 2,31 \text{ kN/m}$ (dirigée vers l'extérieur du bâtiment).

(w charge répartie due au vent portée par l'axe z dans le repère local donné sur le schéma ci-dessus; les axes correspondent à ceux donnés par l'EC3).

5.1/ E.L.S.

Vérifier que la déformation maximale respecte la condition de l'EC 3.

5.2/ E.L.U.

Le bardage maintient l'aile extérieure du potelet sur laquelle les plateaux sont fixés.

L'effet du poids du bardage et du poids propre du profil est négligeable car nous avons :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,25 \text{ et } N_{Ed} \leq \frac{0,5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (N_{Ed} \text{ est l'effort normal dû aux différents poids}).$$

De plus, comme nous avons $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$, le flambement est également négligé.

Dans ces conditions seul l'effet de W est à prendre en compte.

- Vérifier la résistance de la section transversale.
- Pour le vent en dépression, il existe un risque de déversement à prendre en compte pour la vérification de la barre. Expliquer pourquoi, alors que pour un vent en pression, ce risque d'instabilité est absent.
- Vérifier la résistance des potelets pour ce cas de vent en prenant en compte le déversement ($\chi_{LT} = 0,39$).

ANNEXE 1

RDM 6- Ossature

+-----+
| Noeud(s) [m] |

Nœud	x	y	Nœud	x	y
1	0.000	0.000	2	0.000	5.900
3	3.000	6.200	4	11.650	7.065
5	20.300	6.200	6	23.300	5.900
7	23.300	0.000	8	26.300	6.200
9	34.950	7.065	10	43.600	6.200
11	46.600	5.900	12	46.600	3.270
13	46.600	0.000	14	49.100	3.395
15	62.300	4.055	16	62.300	0.000

+-----+
| Poutres(s) [m , rad] |

Poutre	Ori -> Ext	Orient	Sect	Mat	Long	Type
1	1 2	0.0000	14	11	5.900	Rigide - Rigide
2	2 3	0.0000	12	11	3.015	Rigide - Rigide
3	3 4	0.0000	11	11	8.693	Rigide - Rigide
4	4 5	0.0000	11	11	8.693	Rigide - Rigide
5	5 6	0.0000	13	11	3.015	Rigide - Rigide
6	6 7	0.0000	14	11	5.900	Rigide - Rigide
7	6 8	0.0000	12	11	3.015	Rigide - Rigide
8	8 9	0.0000	11	11	8.693	Rigide - Rigide
9	9 10	0.0000	11	11	8.693	Rigide - Rigide
10	10 11	0.0000	13	11	3.015	Rigide - Rigide
11	11 12	0.0000	14	11	2.630	Rigide - Rigide
12	12 13	0.0000	14	11	3.270	Rigide - Rigide
13	12 14	0.0000	12	11	2.503	Rigide - Rigide
14	14 15	0.0000	11	11	13.216	Rigide - Rotule
15	15 16	0.0000	16	14	4.055	Rigide - Rigide

+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |

Nœud 16 : dx = dy = rotz = 0
 Nœud 1 : dx = dy = 0
 Nœud 7 : dx = dy = 0
 Nœud 13 : dx = dy = 0

+-----+
| Combinaison(s) de cas de charges |

+-----+
1 : 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 9

ANNEXE 2

+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 9 |

+-----+

+-----+
| Efforts intérieurs [kN kN.m] |

+-----+
N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant

ELE ori No TYo MfZo dL(m)
 ext Ne TYe MfZe

9	9	-30.4	-8.4	114.4	-1.633E-04
	10	-36.3	58.9	-105.2	
10	10	-36.3	58.9	-105.2	-5.521E-05
	11	-38.4	82.7	-318.3	
11	11	-86.1	-29.9	-318.3	-8.250E-05
	12	-89.8	-29.9	-239.6	
12	12	-191.7	-1.5	-4.8	-2.263E-04
	13	-196.3	-1.5	0.0	
13	12	-33.5	-100.4	-234.7	-4.013E-05
	14	-31.9	-63.5	-31.8	
14	14	-31.9	-63.5	-31.8	-2.187E-04
	15	-27.1	53.7	-0.0	
15	15	-52.3	-29.7	0.0	-5.391E-05
	16	-88.5	-29.7	120.6	

DR 1

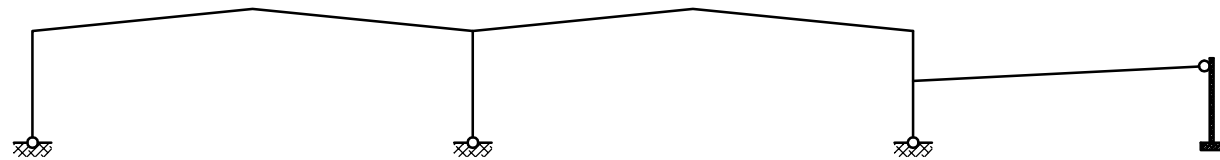


Fig 1

Neige cas S1

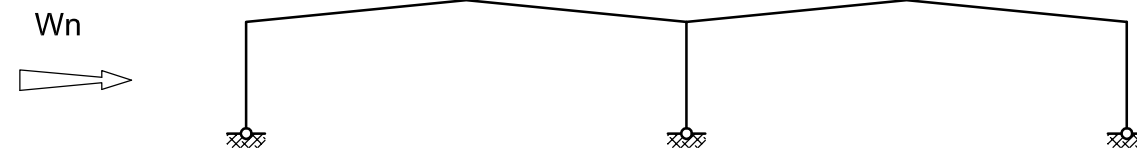


Fig 3

Coefficient $C_{p, net}$

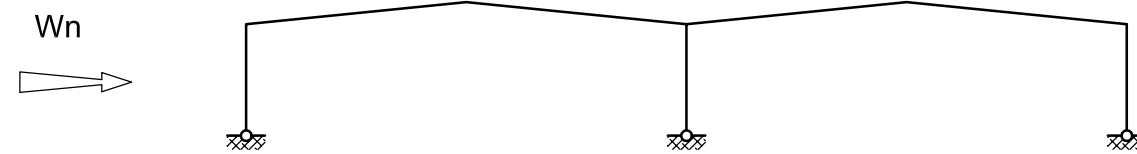


Fig 4

Chargement dû au vent

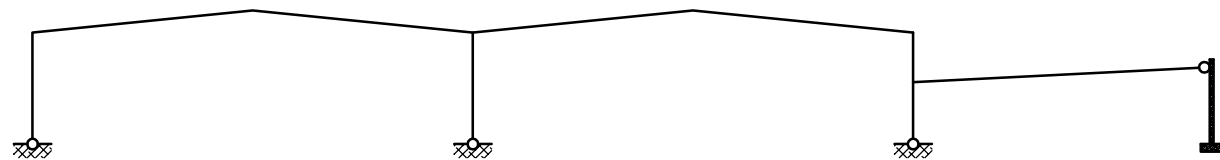


Fig 2

Neige cas S2

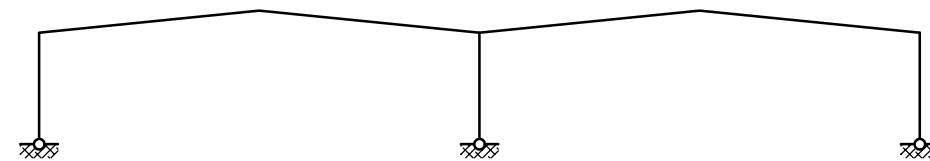


Fig 5

Chargement dû aux chargements permanentes

U 4.2

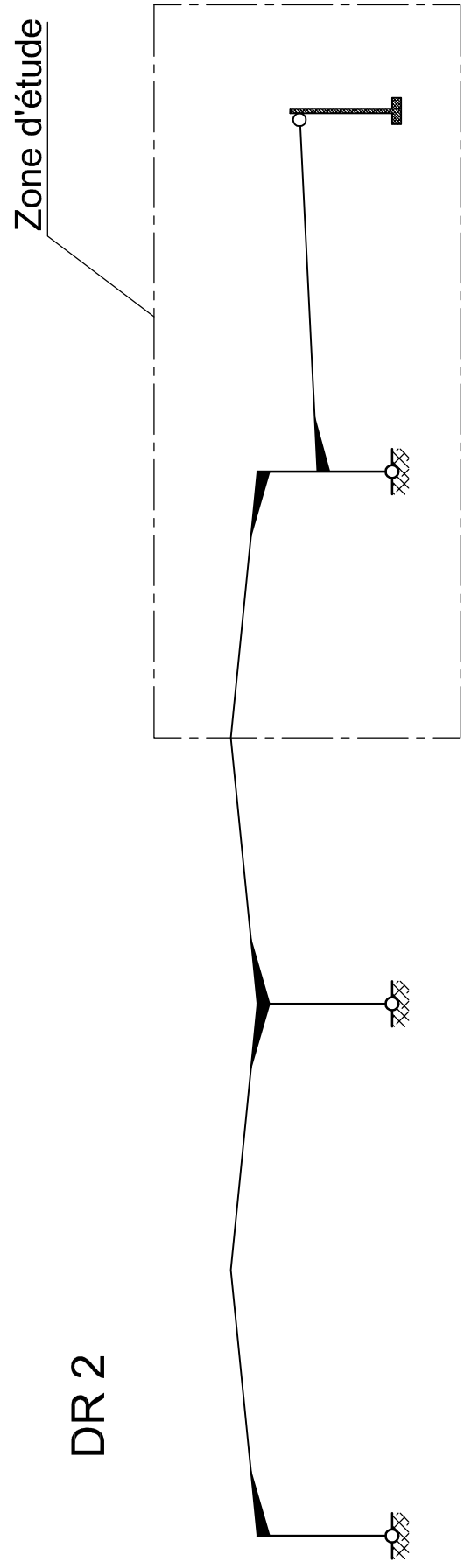
Nom:.....

Prénom:.....

N° candidat:.....

Document réponse

DR 2



(Fig 6)

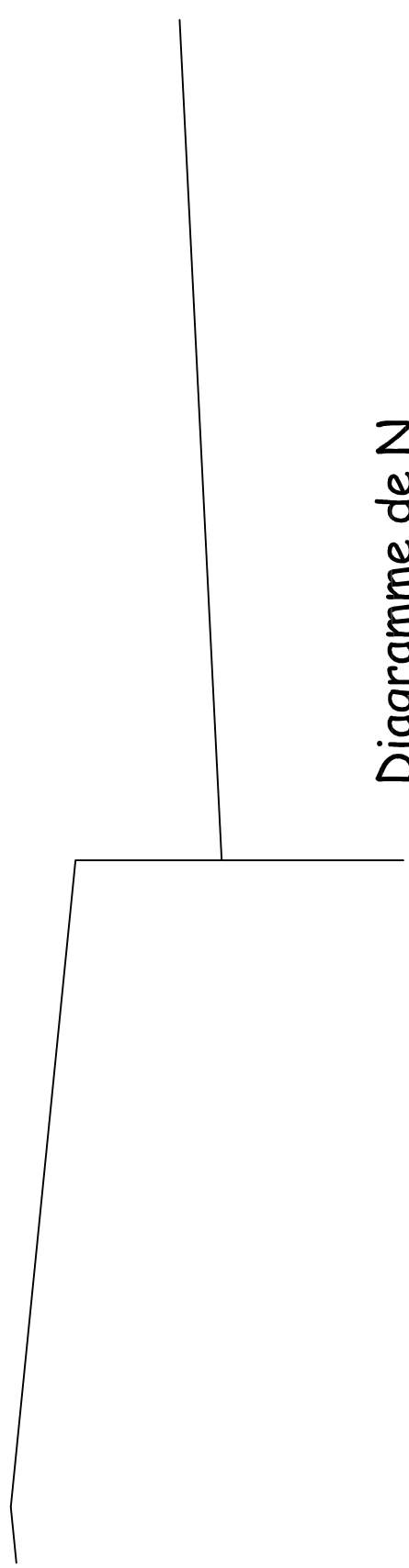


Diagramme de N

(Fig 7)

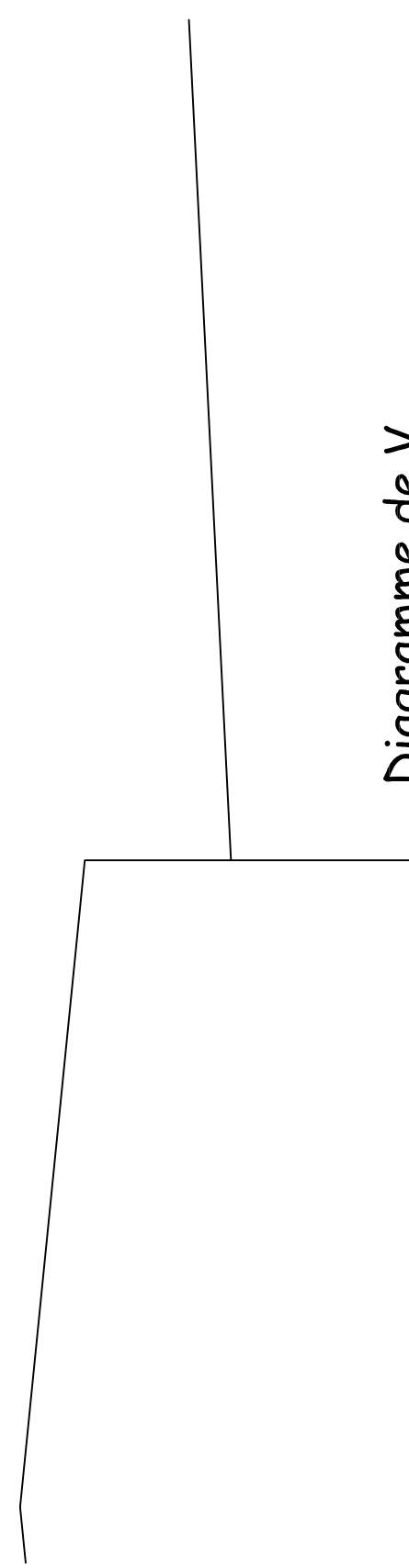


Diagramme de V

(Fig 8)

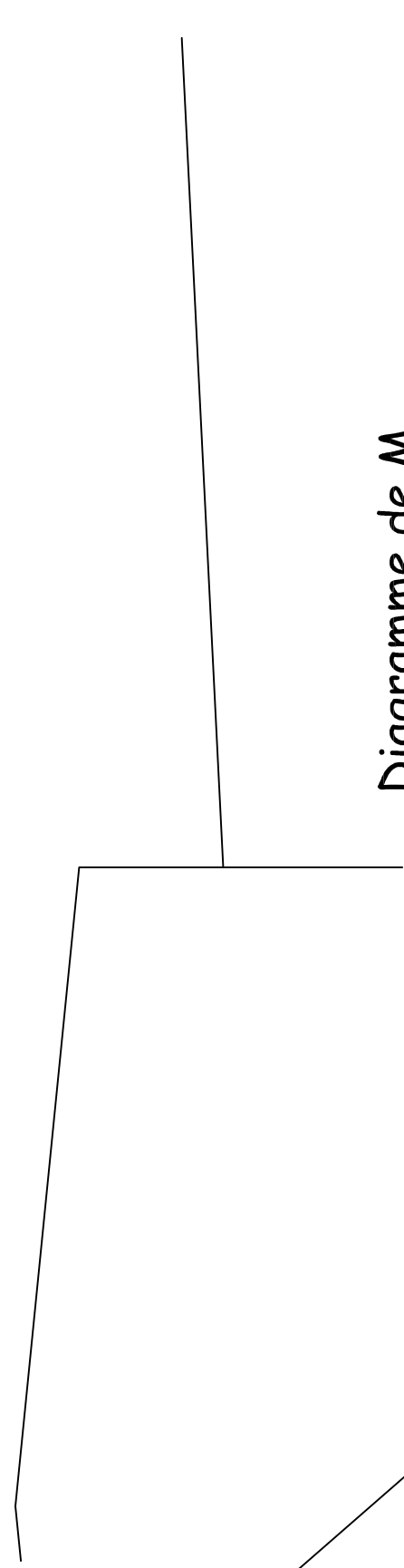


Diagramme de M

(Fig 9)

U 4.2

Nom:.....
Prénom:.....
N° candidat:.....

Document réponse