Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS MN, veuillez visiter :
btsmn.fr/annales-sujets-et-corriges

# BTS Construction navale - U-41 Étude du navire

**Session 2005** • Code sujet : **CNE4EN** • Durée : **Non indiquée**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement


1. **Relevé des caractéristiques géométriques du voilier** (7 questions) — **Page 3**
2. **Détermination des éléments hydrostatiques à la flottaison H3** (12 questions) — **Page 6**
3. **Analyse de la stabilité à l'état intact** (6 questions) — **Page 10**
4. **Détermination de l'angle d'envahissement selon l'ISO 12217-2** (4 questions) — **Page 14**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**


**Sujet officiel (PDF) :** https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E4 - Intégration d'équipements/2005/BTS MN - E4 - Intégration d'équipements - Session 2005 - 1-Sujet.pdf

# 1. Relevé des caractéristiques géométriques du voilier

L'étude porte sur un voilier habitable de 22 pieds, dont la flottaison en charge maximale est H3. À partir du plan des formes, il faut représenter et relever les caractéristiques géométriques demandées dans le tableau de l'annexe 1.

## Caractéristiques géométriques

**Question 1-1. Représenter et relever sur le plan des formes la longueur de la coque LH, puis inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

Sur le plan des formes, mesurer la coque dans le sens longitudinal entre ses extrémités et reporter la cote sous **LH** dans l'annexe 1. La longueur entre perpendiculaires indiquée pour l'étude hydrostatique est **Lpp = 5,800 m** : elle ne remplace pas LH, qui se relève entre les extrémités de coque figurées au plan.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> LH : longueur hors tout de la coque relevée sur le plan ; Lpp = 5,800 m.

**Question 1-2. Représenter et relever sur le plan des formes la largeur hors membres de la coque BH, puis inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

| Grandeur | Relevé à effectuer | À reporter |
|---|---|---|
| BH | Largeur transversale maximale de la coque, hors membres | Annexe 1 |

Relever la cote extérieure maximale de la coque sur le plan des formes. Ne pas inclure les appendices et conserver l'unité utilisée dans le tableau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> BH : largeur maximale hors membres de la coque, relevée sur le plan des formes.

**Question 1-3. Relever sur le plan des formes le creux du navire et inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

1. Repérer sur la coupe la ligne de base et le pont au droit du livet.
2. Mesurer leur distance verticale et reporter cette cote comme creux dans l'annexe 1.

La profondeur de carène de **0,360 m** donnée pour le calcul hydrostatique à H3 désigne la partie immergée jusqu'à cette flottaison. Elle ne correspond pas au creux du navire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Creux : distance verticale entre la ligne de base et le pont au livet, lue sur le plan.

**Question 1-4. Relever sur le plan des formes le bouge et inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

Le **bouge** est la courbure transversale du pont. Sur la coupe transversale du plan, relever la différence de hauteur entre le livet et le pont dans l'axe du navire. Reporter cette flèche dans le tableau de l'annexe 1, selon les repères et l'échelle du plan.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Bouge : flèche du pont entre le livet et l'axe du navire, relevée sur la coupe.

**Question 1-5. Relever sur le plan des formes le tirant d'eau de la version quillard et inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

| Version | Départ de la mesure | Arrivée de la mesure |
|---|---|---|
| Quillard | Flottaison de référence indiquée au plan | Point le plus bas de la quille |

Mesurer verticalement le tirant d'eau de la version quillard sur le plan des formes, puis reporter la cote dans l'annexe 1. Ne pas confondre cette mesure avec la profondeur de carène de la coque seule à H3.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tirant d'eau quillard : distance verticale entre la flottaison de référence et le point bas de la quille.

**Question 1-6. Relever sur le plan des formes l'élancement avant et inscrire sa valeur dans le tableau de l'annexe 1.**

Sur la vue longitudinale, repérer la perpendiculaire avant et l'extrémité avant de la coque. Relever la distance longitudinale entre ces repères pour obtenir l'**élancement avant**, puis l'inscrire dans l'annexe 1. La longueur entre perpendiculaires de **5,800 m** est une cote différente et ne permet pas, à elle seule, de déterminer cet élancement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Élancement avant : distance longitudinale entre la perpendiculaire avant et l'extrémité avant de la coque.

**Question 1-7. Reporter dans le tableau de l'annexe 1 le déplacement calculé à la question 2.**

Reporter en annexe 1 le déplacement obtenu à la question 2-10 pour la carène à la flottaison H3. La relation est $\Delta = 1{,}025\,V$, où $V$ est le volume réel de carène calculé en mètres cubes et 1,025 la densité donnée. Le déplacement s'exprime en tonnes. Ne pas utiliser la masse de 1,30 t de l'annexe 4, qui concerne la condition minimum de navigation.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Déplacement à reporter : $\Delta = 1{,}025\,V$, avec le volume réel de carène calculé à H3.

## 2. Détermination des éléments hydrostatiques à la flottaison H3

La carène est étudiée à la flottaison de référence H3, correspondant à la masse de charge maximale. Il faut appliquer la méthode des trapèzes et la démarche d'un cahier de déplacement, en utilisant les annexes de calcul et en présentant les relations et calculs intermédiaires.

### Calcul hydrostatique

**Question 2-1. Déterminer les équidistances h et λ des sections horizontales et verticales des lignes d'eau et des couples de tracé, sachant que la longueur entre perpendiculaires est de 5,800 m et que la profondeur de carène est de 0,360 m.**

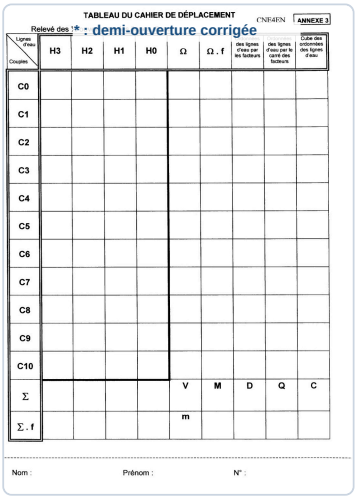
Le tableau de l'annexe 3 repère les couples C0 à C10, soit 10 intervalles longitudinaux. Les lignes d'eau H0 à H3 délimitent 3 intervalles verticaux sur la profondeur de carène. On divise donc chaque dimension fournie par le nombre correspondant d'intervalles pour obtenir les pas constants nécessaires aux intégrations par la méthode des trapèzes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pas longitudinal entre couples : $\lambda = 0{,}580\ \text{m}$. Pas vertical entre lignes d'eau : $h = 0{,}120\ \text{m}$.

**Question 2-2. Corriger les aboutissements des lignes d'eau sans altérer la surface de chaque ligne d'eau. Faire apparaître la méthode de correction sur le calque de l'annexe 2 et repérer les valeurs corrigées par un astérisque dans le tableau de relevé des demi-ouvertures de l'annexe 3.**

Sur le calque, ajuster les aboutissements de chaque ligne d'eau en compensant l'aire ajoutée à une extrémité par une aire retranchée à l'autre. Évaluer ces aires avec les trapèzes et le pas $\lambda$, puis déplacer l'aboutissement jusqu'à obtenir des aires égales. Cette compensation conserve la surface de la ligne d'eau. Dans l'annexe 3, marquer d'un astérisque les demi-ouvertures effectivement corrigées.

**Correction des aboutissements**


TABLEAU DU CAHIER DE DÉPLACEMENT — ANNEXE 3

Relevé des 1/2 * : demi-ouverture corrigée

| Lignes d'eau / Couples | H3 | H2 | H1 | H0 | Ω | Ω . f | des lignes d'eau dues aux facteurs | des lignes d'eau au carré des facteurs | Cube des ordonnées des lignes d'eau |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C0 | | | | | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | |
| C6 | | | | | | | | | |
| C7 | | | | | | | | | |
| C8 | | | | | | | | | |
| C9 | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | |
| Σ | | | | | V | M | D | Q | C |
| Σ . f | | | | | m | | | | |

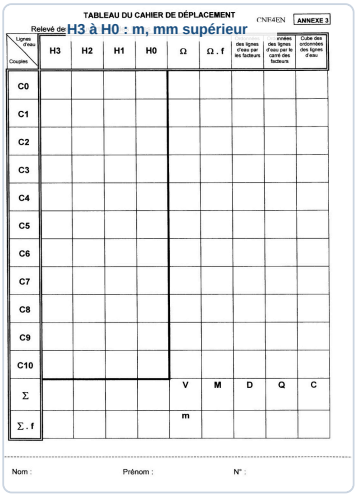
Nom : Prénom : N° :

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Corriger les aboutissements par compensation d'aires égales, sans modifier la surface de chaque ligne d'eau, puis marquer les valeurs ajustées d'un astérisque.

**Question 2-3. Relever les demi-ouvertures sur le vertical, sauf pour les corrections d'aboutissement, arrondir les cotes au millimètre supérieur et reporter les valeurs en mètres à l'échelle 1:1 dans le tableau de l'annexe 3.**

Pour chaque couple C0 à C10, relever sur le vertical la distance entre l'axe du navire et la coque aux niveaux H3, H2, H1 et H0. Reporter les demi-ouvertures en mètres, à l'échelle 1:1, en arrondissant chaque cote au millimètre supérieur. Aux aboutissements corrigés à la question précédente, inscrire l'astérisque demandé. Ces relevés alimentent directement les sommes du cahier de déplacement.

**Relevé des demi-ouvertures**


TABLEAU DU CAHIER DE DÉPLACEMENT — ANNEXE 3

Relevé de H3 à H0 : m, mm supérieur

| Lignes d'eau / Couples | H3 | H2 | H1 | H0 | Ω | Ω . f | des lignes d'eau par les facteurs | ordres des lignes d'eau par le carré des facteurs | Cube des ordonnées des lignes d'eau |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C0 | | | | | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | |
| C6 | | | | | | | | | |
| C7 | | | | | | | | | |
| C8 | | | | | | | | | |
| C9 | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | |
| Σ | | | | | V | M | D | Q | C |
| Σ . f | | | | | m | | | | |

Nom : Prénom : N° :

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Reporter les demi-ouvertures H3 à H0, en mètres et arrondies au millimètre supérieur ; signaler par * les aboutissements corrigés.

**Question 2-4. Déterminer la surface fictive puis la surface réelle de la flottaison H3. Présenter la méthode, les relations utilisées et les calculs intermédiaires sur la copie.**

À H3, noter $y_i$ la demi-ouverture au couple $C_i$, avec les facteurs trapézoïdaux $f_0 = f_{10} = 1/2$ et $f_i = 1$ pour les couples intérieurs. La surface totale tient compte des deux côtés de la coque : $A = 2\lambda \sum f_i y_i$. Calculer d'abord la surface fictive avec les relevés initiaux, puis la surface réelle avec les demi-ouvertures corrigées.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_{H3,f} = 2\lambda \sum f_i y_{i,f}$ ; $A_{H3,r} = 2\lambda \sum f_i y_{i,r}$, avec les relevés initiaux puis corrigés.

**Question 2-5. Déterminer le volume fictif puis le volume réel de la carène sans appendice, limitée à la flottaison H3.**

À chaque couple, intégrer verticalement les demi-ouvertures entre H0 et H3. Pour les niveaux espacés de $h$, l'aire de section complète est $A_i = 2h(\frac{1}{2}y_{i,0} + y_{i,1} + y_{i,2} + \frac{1}{2}y_{i,3})$. Intégrer ensuite ces sections le long des couples avec $\lambda$ et les facteurs trapézoïdaux longitudinaux. Répéter avec les relevés initiaux puis corrigés, sans appendices.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$V_f = \lambda \sum f_i A_{i,f}$ et $V_r = \lambda \sum f_i A_{i,r}$, calculés respectivement avec les demi-ouvertures initiales et corrigées.

---

**Question 2-6. Déterminer la position réelle du centre de carène en tenant compte des remarques sur la méthode de calcul et du référentiel du navire.**

Dans le référentiel demandé $(C0, H0, CL)$, calculer le barycentre à partir des sections corrigées. Pour chaque section, prendre son abscisse $x_i = i\lambda$, son aire $A_i$ et la hauteur de son centre $z_i$. Les sommes pondérées donnent $LCB = \sum f_i A_i x_i / \sum f_i A_i$ et $KB = \sum f_i A_i z_i / \sum f_i A_i$. La symétrie donne $Y_B = 0$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Centre de carène réel : $LCB = \sum f_i A_i x_i / V_r$, $KB = \sum f_i A_i z_i / V_r$, et $Y_B = 0$ par symétrie.

---

**Question 2-7. Déterminer le centre de surface de la flottaison de référence H3 à l'aide de la relation LCF = (D/Σ)λ fournie dans le sujet.**

À H3, calculer la somme pondérée des demi-ouvertures $\Sigma = \sum f_i y_i$ et leur moment longitudinal réduit $D = \sum i f_i y_i$, avec $i = 0$ à 10. Le rapport $D/\Sigma$ donne la position en nombre d'intervalles depuis C0. Le multiplier par le pas longitudinal $\lambda$ fournit le centre de surface de la flottaison, mesuré depuis la perpendiculaire arrière.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Depuis C0, $LCF = (D/\Sigma)\lambda$, avec $D = \sum i f_i y_i$ et $\Sigma = \sum f_i y_i$ pour H3.

---

**Question 2-8. Calculer le rayon métacentrique transversal réel à l'aide de la relation indiquée dans le sujet et des résultats du cahier de déplacement.**

Le rayon métacentrique transversal réel est le moment quadratique transversal de la flottaison divisé par le volume réel. À chaque couple, une demi-ouverture $y_i$ correspond à une largeur complète $2y_i$, dont le moment quadratique transversal vaut $2y_i^3/3$. Intégrer ces contributions longitudinalement avec le pas $\lambda$ et les facteurs trapézoïdaux, puis diviser par $V_r$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$r_T = I_T / V_r$, avec $I_T = (2\lambda/3) \sum f_i y_i^3$ à la flottaison H3.

**Question 2-9. Calculer le rayon métacentrique longitudinal réel à l'aide de la relation indiquée dans le sujet et des résultats du cahier de déplacement.**

Le rayon métacentrique longitudinal réel s'obtient à partir du moment quadratique longitudinal de la flottaison corrigé par rapport à son centre, puis divisé par le volume réel. Compléter les sommes $Q$ et $\Sigma$ du cahier avec les demi-ouvertures de H3 et les facteurs indiqués. Employer ensuite le centre de flottaison déterminé à la question 2-7 et les pas de la question 2-1 dans la relation du sujet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Appliquer la relation fournie : $R = \dfrac{Q - \Sigma L C F^2}{V_r}\,\dfrac{\lambda^2}{h}$, avec les sommes du cahier de déplacement.

**Question 2-10. Calculer le déplacement du navire en prenant une densité de 1,025.**

Le déplacement massique de la carène est le volume réel limité à H3 multiplié par la densité donnée. Utiliser le volume après correction des aboutissements, en mètres cubes, et la densité $1{,}025$. Le résultat est exprimé en tonnes. Il s'agit du déplacement sans appendices, conformément au volume réel défini à la question 2-5.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Déplacement à H3 : $\Delta = 1{,}025\,V_r$ tonnes, où $V_r$ est le volume réel de carène sans appendices.

**Question 2-11. Déterminer le déplacement par centimètre d'immersion à la flottaison en charge.**

Le déplacement par centimètre d'immersion correspond à la masse d'eau déplacée par une variation de tirant d'eau de $0{,}01\ \mathrm{m}$. À la flottaison en charge, la surface de la tranche est la surface réelle de H3. Multiplier cette surface par l'épaisseur de la tranche et par la densité $1{,}025$. Exprimer le résultat en tonnes par centimètre.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$TPC = 1{,}025 \times A_{H3,r} \times 0{,}01$ tonne par centimètre d'immersion.

**Question 2-12. Calculer le coefficient prismatique de la carène.**

Le coefficient prismatique compare le volume réel de carène au volume d'un prisme ayant la longueur entre perpendiculaires et l'aire maximale des sections immergées. Pour chaque couple, obtenir l'aire de section par intégration verticale des demi-ouvertures H0 à H3 avec les facteurs trapézoïdaux, puis doubler pour les deux côtés. Retenir la plus grande section et la longueur donnée de $5{,}800\ \mathrm{m}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$C_P = V_r / (5{,}800\,A_{max})$, où $A_{max}$ est l'aire maximale d'une section immergée entre H0 et H3.

## 3. Analyse de la stabilité à l’état intact

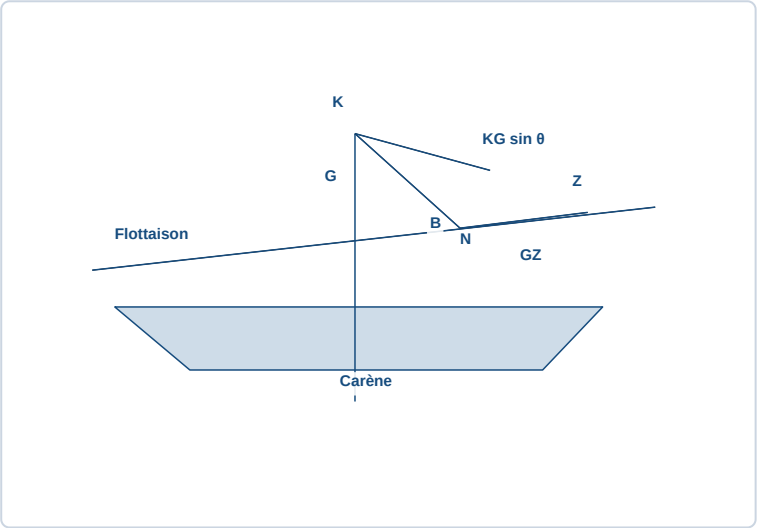
L’étude de stabilité porte sur le voilier en condition minimum de navigation et s’appuie sur les résultats informatiques de l’annexe 4. Il faut interpréter les données, construire la courbe des bras de redressement et en déduire des caractéristiques de stabilité.

### Stabilité

**Question 3-1. À l’aide d’une silhouette verticale du voilier réalisée à main levée, démontrer la relation GZ = KN - KG sin θ.**

À la gîte $\theta$, la verticale de poussée passant par $B$ définit le bras géométrique $KN$. La verticale du poids passant par $G$ est décalée transversalement de $KG\sin\theta$ par rapport à celle passant par $K$. Le bras de redressement est donc le bras géométrique diminué de ce décalage : $GZ = KN - KG\sin\theta$. L’annexe 4 donne $KG = 0{,}150\,\text{m}$.

Silhouette inclinée et bras de redressement



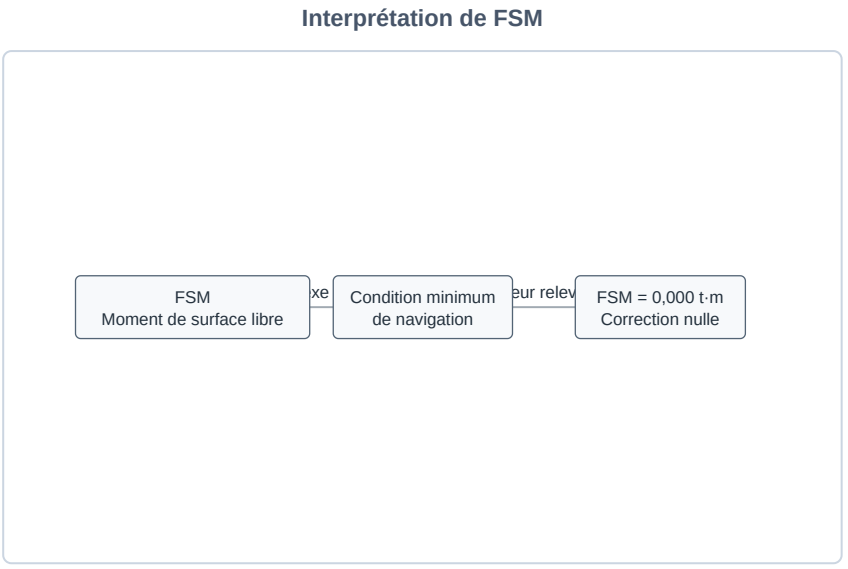

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

$GZ = KN - 0{,}150\sin\theta$, en mètres.

**Question 3-2. Expliquer ce que représente la colonne FSM de l’annexe 4 et justifier la valeur indiquée.**

La colonne FSM indique le moment de surface libre des liquides embarqués, en t·m. Il sert à corriger la hauteur du centre de gravité, car le déplacement du liquide dans un réservoir partiellement rempli réduit la stabilité.

- Correction de KG : $FSM/\Delta = 0{,}000/1{,}30 = 0\,\text{m}$.
- La valeur nulle signifie qu’aucun moment de surface libre n’est pris en compte pour cette condition.




FSM est le moment de surface libre associé à la condition étudiée.

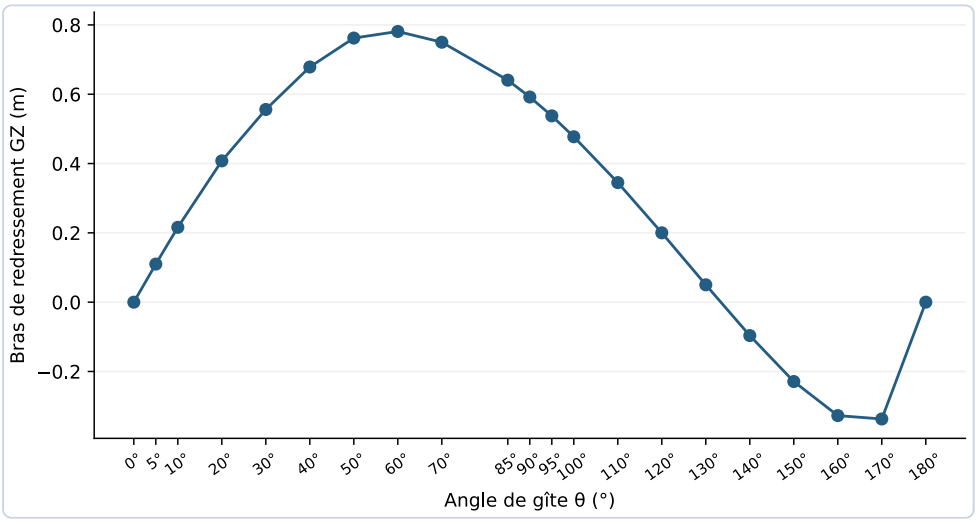
**✓ RÉPONSE À RETENIR**

FSM = 0,000 t·m : correction de KG par surface libre = 0 m.

**Question 3-3. Tracer la courbe des bras de levier de redressement en respectant les échelles imposées : 1 cm pour 10° et 1 cm pour 0,05 m.**

Calculer chaque ordonnée avec $GZ = KN - 0{,}150 \sin\theta$, à partir des valeurs KN de l'annexe 4. Reporter les points et les relier par une courbe régulière, en respectant les deux échelles imposées. La courbe atteint son maximum près de 60°, puis coupe l'axe des angles après 130°.

1. Abscisse : angle de gîte.
2. Ordonnée : bras de redressement en mètres.



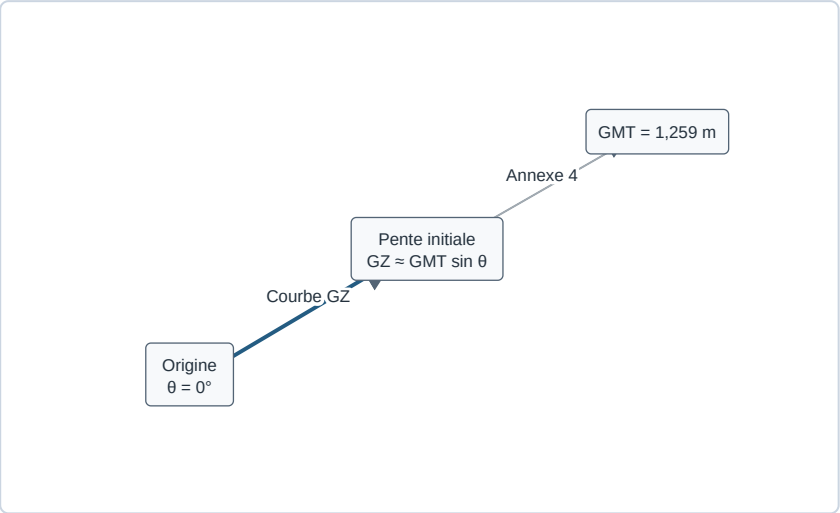

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Maximum de la courbe : $GZ \approx 0{,}781\,\text{m}$ à $60^\circ$.

**Question 3-4. À partir de la courbe des bras de levier de redressement, déterminer la valeur du GMT.**

Au voisinage de l'origine, la courbe vérifie $GZ \approx GMT \sin\theta$. Le GMT est donc associé à la pente initiale de la courbe, et l'annexe 4 donne directement sa valeur. Contrôle à 5° : $GZ = 0{,}123 - 0{,}150 \sin 5^\circ$, soit environ 0,110 m, ce qui conduit à un GMT proche de 1,26 m.

**GMT et pente initiale de GZ**




Le GMT caractérise la pente de la courbe au voisinage de l'origine.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

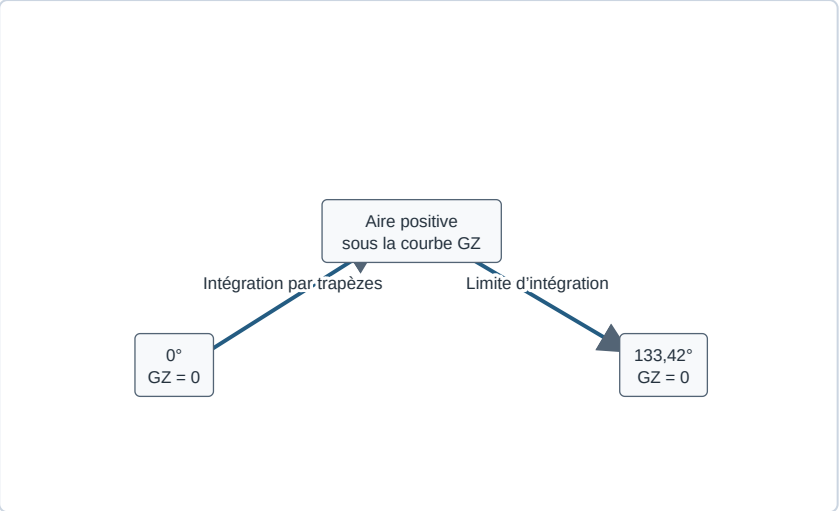
$GMT = 1{,}259\,\text{m}$.

**Question 3-5. Calculer la réserve de stabilité et exprimer le résultat en mètre-radian.**

La réserve de stabilité est l'aire positive sous la courbe jusqu'à l'annulation de GZ. Additionner les trapèzes entre les angles tabulés jusqu'à 130°, puis ajouter le triangle jusqu'au croisement interpolé à environ 133,42°. L'aire obtenue en degré·mètre se convertit en mètre-radian en la multipliant par $\pi/180$.

1. Aire approchée : $64{,}8202\,\text{m}\cdot\text{degré}$.
2. Conversion en radians : $64{,}8202\pi/180$.

**Réserve de stabilité positive**




Aire positive intégrée de 0° à l'angle de disparition de stabilité.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Réserve de stabilité : $\approx 1{,}131\,\mathrm{m\backslash cdotprad}$.

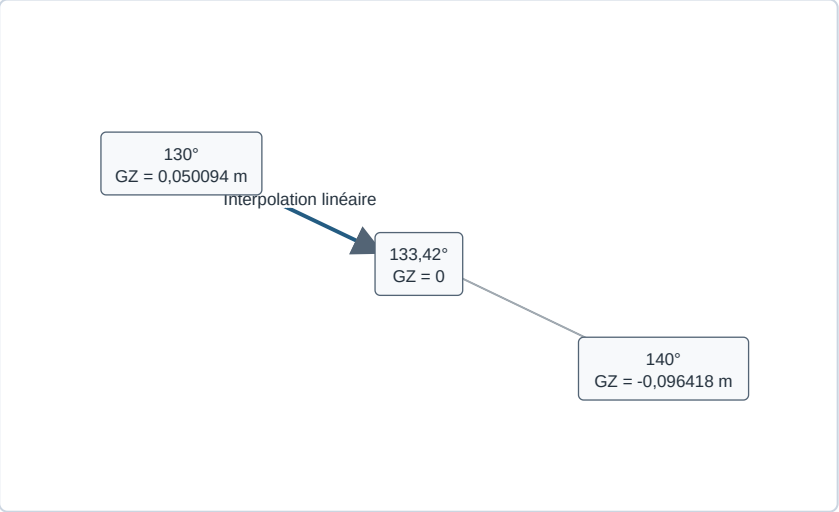
---

### Question 3-6. Déterminer l'angle de disparition de stabilité φv.

L'angle de disparition est le point où GZ s'annule après son maximum. L'annexe 4 donne $GZ = 0{,}050094\,\mathrm{m}$ à 130° et $GZ = -0{,}096418\,\mathrm{m}$ à 140°. Une interpolation linéaire entre ces deux points estime l'angle de croisement de la courbe avec l'axe horizontal.

- Le bras passe de positif à négatif entre 130° et 140°.
- La valeur interpolée est d'environ 133,42°.

**Annulation de GZ par interpolation**




GZ s'annule entre 130° et 140°.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

$\varphi_v \approx 133{,}42^\circ$.

## 4. Détermination de l’angle d’envahissement selon l’ISO 12217-2

Une prise d’air du moteur thermique est définie par ses coordonnées sur le navire. Pour la condition minimum de navigation, il faut relever les dimensions et franc-bords à la flottaison, puis calculer l’angle d’envahissement par la méthode approchée améliorée de l’extrait de la norme ISO 12217-2.

### Prise d’air

**Question 4-1. Reporter en couleur bleue sur le plan des formes de l’annexe 1 les coordonnées de la prise d’air du moteur thermique : xD = 1,65 m, yD' = 0,9 m et zD = 1,09 m.**

Sur le plan des formes, placer la prise d’air dans le repère du navire : abscisse longitudinale depuis l’origine indiquée, décalage transversal depuis l’axe et hauteur depuis la base. Reporter les trois cotes fournies et tracer leurs projections en bleu. Les coordonnées du point sont indépendantes de la condition de chargement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prise d’air : $x_D$ = 1,65 m ; $y'_D$ = 0,90 m ; $z_D$ = 1,09 m.

### Condition minimum de navigation

**Question 4-2. Pour la condition minimum de navigation mMSC, déterminer la longueur et la largeur à la flottaison.**

| Repère | Tirant d’eau |
|---|---|
| AP | 0,318 m |
| MP | 0,318 m |
| FP | 0,318 m |
| Assiette | 0,000 m |

Tracer la flottaison horizontale à 0,318 m. Relever sur le plan sa longueur entre les intersections de la coque et sa largeur maximale au niveau de cette flottaison.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flottaison horizontale à 0,318 m ; $L_{WL}$ et $B_{WL}$ se relèvent sur le plan des formes.

**Question 4-3. Pour la condition minimum de navigation mMSC, déterminer les franc-bords avant, au milieu et arrière.**

À l’avant, au milieu et à l’arrière, mesurer verticalement la distance entre la flottaison à 0,318 m et le pont. Pour chaque station, le franc-bord est donc la cote verticale du pont au-dessus de la base, diminuée du tirant d’eau. La condition a une assiette nulle, les trois tirants d’eau étant identiques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$F_{avant}$ = cote du pont avant − 0,318 m ; $F_{milieu}$ = cote du pont milieu − 0,318 m ; $F_{arrière}$ = cote du pont arrière − 0,318 m.

## Angle d’envahissement

**Question 4-4. Calculer l’angle d’envahissement φD pour la condition minimum de navigation en appliquant la méthode approchée améliorée de l’ISO 12217-2 fournie en annexe 5.**

La hauteur de la prise d’air au-dessus de la flottaison vaut 1,09 − 0,318 = 0,772 m. Le rapport à son éloignement transversal est 0,772/0,90 = 0,858. L’interpolation du tableau ISO entre 0,85 (40,4°) et 0,90 (42,0°) donne environ 40,6°. Or la méthode améliorée exige d’abord un angle supérieur à 50° : sa condition d’application n’est pas satisfaite ici. L’angle estimable est donc celui de la méthode approchée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\varphi_D \approx 40{,}6°$ ; méthode améliorée non applicable, car $\varphi_D < 50°$.

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2005)

**Bilan de l'épreuve :** Cette épreuve U-41 du BTS Construction navale, code CNE4EN, porte sur un voilier habitable de 22 pieds en PRVT. La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués. Elle évalue le relevé des formes, le calcul hydrostatique de la carène à H3, l'analyse de la stabilité à l'état intact et le calcul de l'angle d'envahissement selon l'ISO 12217-2.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La relation GZ = KN - KG sin θ relie le bras de redressement aux données géométriques et à la position du centre de gravité.
- La méthode des trapèzes permet d'estimer les aires des lignes d'eau et des sections à partir des ordonnées relevées.
- Le centre de flottaison se détermine avec la relation LCF = (D/Σ)λ indiquée dans le sujet.
- La méthode approchée améliorée de l'ISO 12217-2 s'applique aux grands angles après vérification que l'angle dépasse 50°.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Relever les demi-ouvertures sur le vertical et arrondir les cotes au millimètre supérieur.
- Montrer sur le calque les corrections d'aboutissement et préserver la surface de chaque ligne d'eau.
- Présenter les méthodes, relations et calculs intermédiaires avec les unités et le référentiel du navire.
- Respecter les échelles du tracé de stabilité et vérifier la condition de validité de la méthode d'envahissement.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment organiser le calcul des éléments hydrostatiques avec la méthode des trapèzes ?**

Relevez les demi-ouvertures aux stations prévues, appliquez les facteurs du cahier de déplacement, puis calculez les aires, les volumes et les positions des centres. Présentez les étapes, les relations utilisées et les unités.

**Q : Comment obtenir les bras de redressement à partir de l'annexe informatique ?**

Pour chaque angle de gîte, utilisez la valeur KN du tableau et le KG de la condition étudiée dans la relation GZ = KN - KG sin θ. Reportez ensuite chaque couple angle-bras sur le graphique aux échelles demandées.

**Q : Le sujet précise-t-il une durée, un coefficient ou un barème ?**

Les pages fournies n'indiquent ni durée, ni coefficient, ni barème de points. Elles précisent toutefois les données de calcul, les annexes à compléter, les échelles du tracé et l'obligation de présenter les méthodes et calculs intermédiaires.

**Q : Quelle précaution faut-il prendre avant d'appliquer la méthode améliorée d'angle d'envahissement ?**

La méthode améliorée est prévue pour les grands angles, de l'ordre de 50° à 100°. Le sujet demande d'abord de vérifier avec la méthode approchée que l'angle est supérieur à 50°, puis d'appliquer les calculs de l'annexe 5.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E4 - Intégration d'équipements/2005/BTS MN - E4 - Intégration d'équipements - Session 2005 - 1-Sujet.pdf
**Ressources BTS Mécatronique Navale :** Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.