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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN CONSTRUCTION NAVALE

ÉPREUVE E6 : ÉPREUVE PROFESSIONNELLE DE SYNTHÈSE

SESSION 2026

Durée : 40 minutes

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN CONSTRUCTION NAVALE	6

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Le dossier technique et les documents-réponses fournis sont mis à disposition. Le candidat peut utiliser son dossier de projet et les supports de présentation préparés pour l'épreuve.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : NAVAL OUEST STRUCTURES, ATELIER DE CONSTRUCTION NAVALE, LORIENT

Dans le cadre de la réalisation d'une vedette de service, Naval Ouest Structures étudie un support métallique de fixation d'un équipement de pont. Le candidat intervient comme technicien en conception et industrialisation. Il doit analyser les exigences, vérifier le dimensionnement simplifié de la pièce, préparer sa fabrication et proposer les mesures de prévention adaptées à l'atelier.

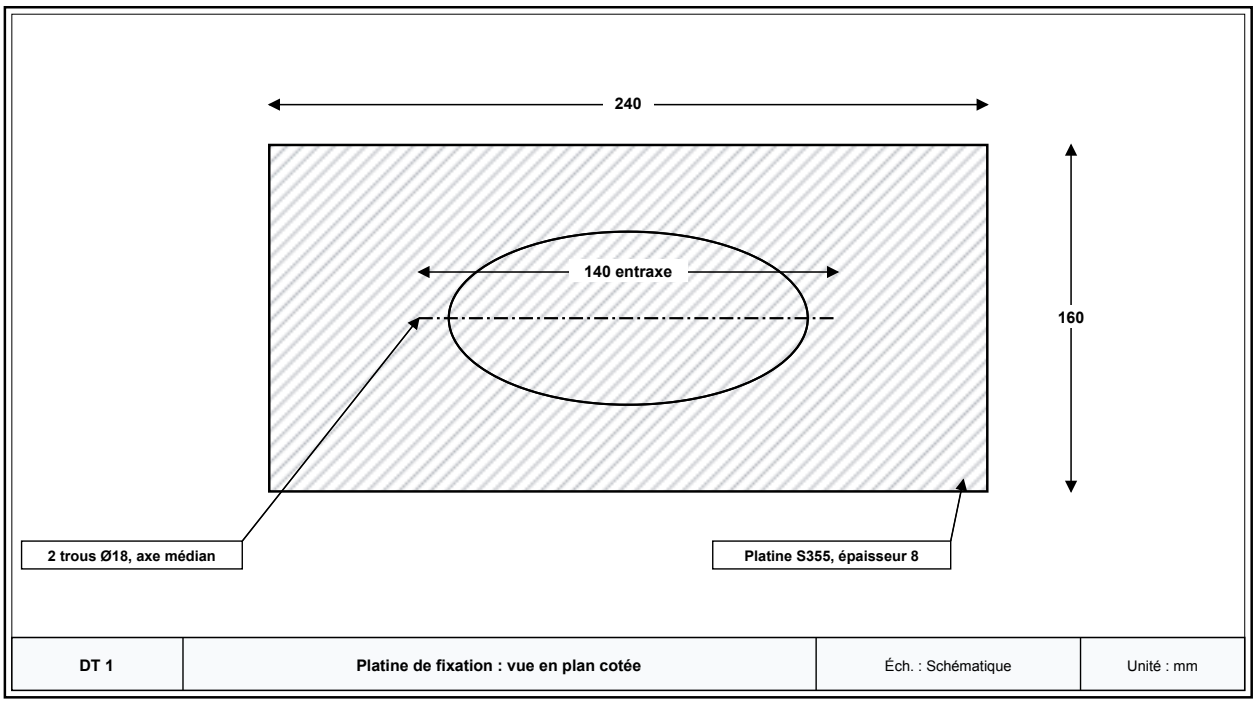
La pièce étudiée est une platine en acier S355 d'épaisseur 8 mm, de dimensions hors tout 240 mm × 160 mm, comportant deux trous de diamètre 18 mm. L'effort de calcul transmis à la platine est de 12 kN. Le dossier donne les hypothèses, caractéristiques matière et paramètres de fabrication à utiliser. Les réponses sont à reporter sur les documents DR 1 et DR 2.

Le barème des quatre parties est de 20 points au total. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités et d'un arrondi cohérent avec les données.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences applicables (5 points)

Analyser le besoin, les contraintes d'intégration et les exigences documentaires

La platine doit transmettre l'effort de l'équipement à sa structure porteuse, rester accessible au montage et être fabriquée conformément aux exigences de définition du dossier. Les exigences propres au projet figurent dans le DT 1 et le DT 2. Pour cette étude, on retient les références normatives indiquées dans le dossier, sans leur substituer d'autres exigences.



Cotes en millimètres. Représentation schématique, les cotes écrites prévalent.

1.1 (1,5 point) Formuler la fonction principale de la platine et citer deux contraintes d'intégration ou de réalisation à prendre en compte pour répondre au cahier des charges.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 2, relever deux références normatives ou exigences de définition applicables à la pièce et préciser, pour chacune, l'aspect de la fabrication ou du contrôle concerné.

1.3 (2 points) Compléter le tableau du DR 1 en indiquant les dimensions principales, le nombre et le diamètre des perçages, leur entraxe et l'épaisseur de la platine. Vérifier que l'entraxe indiqué est cohérent avec la géométrie fournie.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (5 points)

Vérifier la section résistante, établir le débit et évaluer le rendement matière

Utiliser exclusivement les hypothèses et caractéristiques du DT 2. Pour la vérification simplifiée, l'effort de 12 kN est repris par la section nette traversant l'un des trous. La section nette est calculée avec une seule largeur de trou retranchée à la largeur de la platine. La contrainte admissible de projet est donnée dans le dossier.

Les relations utiles sont : contrainte normale moyenne $\sigma = F/A$, section nette $A = (b - d)e$, masse $m = \rho V$, rendement matière net $\eta = (N A_{net})/A_{tôle}$ et coût matière d'une ébauche $C = m_{ébauche} c_m$.

Données utiles au calcul

Grandeur	Valeur
Effort de calcul F	12 kN
Largeur b	160 mm
Diamètre d'un trou d	18 mm
Épaisseur e	8 mm
Masse volumique de l'acier	7 850 kg/m³

Les caractéristiques et paramètres détaillés sont fournis dans le DT 2.

2.1 (2 points) Calculer la section nette A, puis la contrainte normale moyenne σ sous l'effort de calcul. Comparer le résultat à la contrainte admissible de projet du DT 2 et conclure sur cette vérification simplifiée.

2.2 (1,5 point) Calculer le volume et la masse d'une ébauche rectangulaire de 240 mm × 160 mm × 8 mm, avant enlèvement de matière par perçage. Reporter les résultats et les unités dans le DR 1.

2.3 (1 point) Une tôle de 2 000 mm × 1 000 mm permet de débiter 48 ébauches disposées en 4 colonnes et 12 rangées, avec les jeux et marges du DT 2. Calculer le rendement matière net en tenant compte des deux trous par pièce, puis le pourcentage de perte correspondant.

2.4 (0,5 point) Calculer le coût matière d'une ébauche rectangulaire à partir de sa masse et du prix matière indiqué dans le DT 2. Donner le résultat en euros, arrondi au centime.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Définir une gamme de fabrication, un débit et les contrôles associés

La fabrication est réalisée dans un atelier équipé d'une table de découpe plasma, d'une perceuse à colonne et de moyens de manutention adaptés. Les vitesses et paramètres du DT 3 sont des données de préparation propres à ce dossier. La longueur de contour à découper comprend le périmètre extérieur et les deux circonférences des trous.

Les relations utiles sont : longueur de coupe $L = 2(a + b) + 2\pi d$, durée théorique de coupe $t = L / v_c$, et conversion $1\ \text{m} = 1\,000\ \text{mm}$.

Séquence de fabrication à analyser

Opération	Moyen prévu	Contrôle associé
Repérage et préparation du brut	Poste de préparation	.....
Découpage du contour et des trous	Table plasma	.....
Ébavurage et finition des arêtes	Poste d'ébavurage	.....
Contrôle final et identification	Moyens de contrôle adaptés	.....

Ordre de fabrication proposé à compléter et justifier sur le DR 2.

3.1 (1,5 point) Proposer une gamme opératoire cohérente en précisant les opérations nécessaires pour obtenir la platine finie. Justifier l'ordre retenu pour le découpage, l'ébavurage et le contrôle. Reporter les contrôles associés dans le DR 2.

3.2 (1,5 point) Calculer la longueur totale du contour, puis la durée théorique de coupe à la vitesse plasma du DT 3. Donner la durée en minutes et en secondes. La durée calculée ne comprend pas les pierçages, les déplacements ni les temps de manutention.

3.3 (2 points) Compléter la nomenclature et la feuille de débit du DR 2 : désignation, matière, dimensions du brut, quantité par pièce, masse théorique et contrôle dimensionnel à effectuer. Indiquer également le document de traçabilité à renseigner selon le DT 3.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité au poste de fabrication (5 points)

Identifier les risques et proposer des mesures de prévention adaptées

La préparation du travail doit intégrer les risques liés à la manutention d'une tôle, au découpage plasma, aux projections, aux fumées, au bruit et à l'ébavurage. Les principes généraux de prévention du Code du travail s'appliquent. Les mesures particulières de l'atelier et les équipements requis sont précisés dans le DT 3.

Situations de travail et risques à traiter

Situation	Risque principal	Mesure de prévention à proposer
Déplacement d'une tôle	Écrasement ou coupure	.....
Découpage plasma	Rayonnement, projections, fumées	.....
Ébavurage	Projection de particules et coupure	.....

Les risques proposés doivent être reliés à des mesures de prévention concrètes.

4.1 (2,5 points) Pour chacune des trois situations du tableau de la partie 4, identifier un risque et proposer une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée. Compléter le tableau du DR 2.

4.2 (1,5 point) Indiquer les équipements de protection individuelle requis pour le découpage plasma et l'ébavurage, en vous appuyant sur le DT 3. Préciser une vérification à effectuer avant la mise en service du poste plasma.

4.3 (1 point) Proposer une mesure de manutention sûre de l'ébauche et une mesure de gestion des chutes métalliques. Expliquer brièvement leur intérêt pour la sécurité et l'organisation de l'atelier.

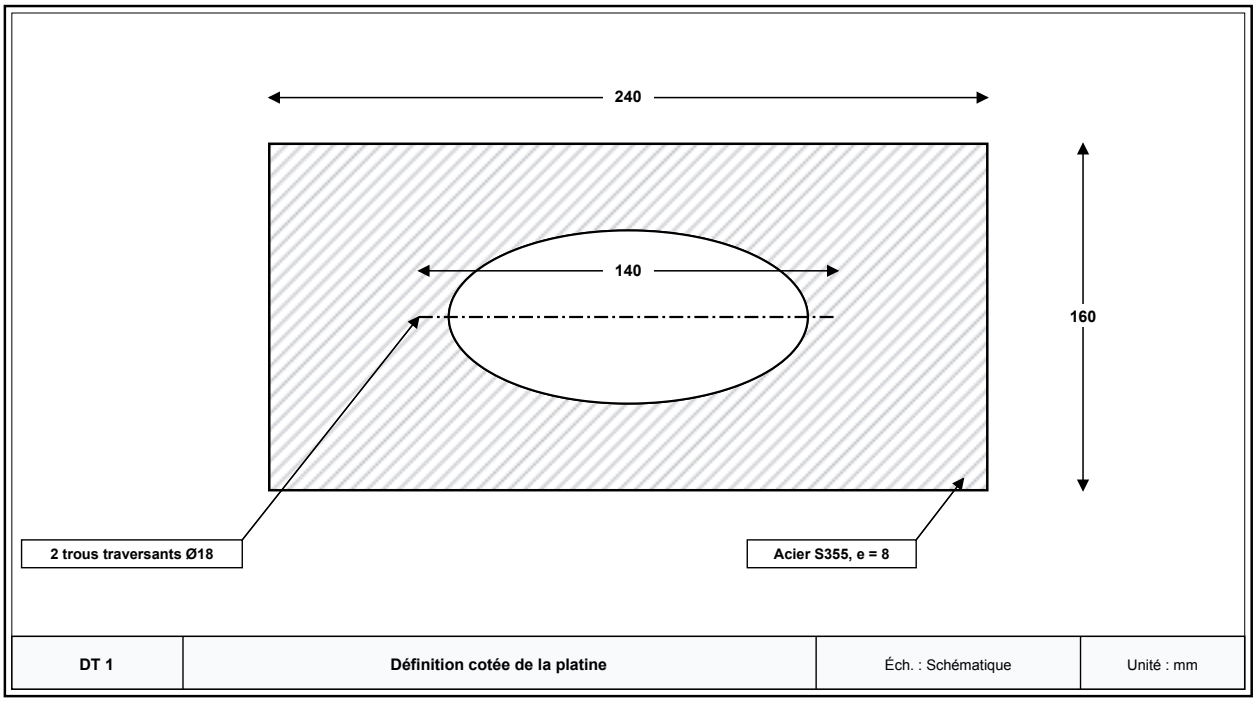
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION GÉOMÉTRIQUE ET EXIGENCES FONCTIONNELLES DE LA PLATINE

Pièce : platine de fixation d'un équipement de pont. Dimensions hors tout : 240 mm × 160 mm. Épaisseur : 8 mm. Deux trous débouchants de diamètre 18 mm, situés sur l'axe médian de la largeur. Entraxe des trous : 140 mm. Les centres sont à 50 mm de chaque extrémité dans le sens de la longueur et à 80 mm des bords dans le sens de la largeur.

Fonction : transmettre l'effort de l'équipement à la structure porteuse et permettre sa fixation. Exigences du projet : arêtes ébavurées, absence de bavure gênant le montage, dimensions contrôlées avant livraison et identification de la matière conservée jusqu'à la fin de la fabrication.



Cotes en millimètres. Les trous sont traversants.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES MATIÈRE, HYPOTHÈSES DE CALCUL ET DONNÉES DE DÉBIT

Les valeurs ci-dessous sont les données à utiliser pour cette étude. La vérification de résistance est une vérification simplifiée en traction, sans prise en compte des concentrations de contraintes, de la fatigue, des assemblages ni des effets de corrosion. Elle ne constitue pas à elle seule une validation complète de la structure navale.

Références documentaires retenues pour le dossier : acier de construction selon EN 10025-2, acier de nuance S355 ; représentation des indications de soudage, si nécessaire au dossier de fabrication, selon ISO 2553 ; principes généraux de prévention selon le Code du travail. Les exigences applicables au produit et au chantier doivent être confirmées par le responsable technique avant fabrication.

Données matière et hypothèses de calcul

Donnée	Valeur	Unité ou remarque
Nuance	S355	EN 10025-2
Limite d'élasticité minimale indicative Re	355	MPa
Contrainte admissible de projet	160	MPa, valeur imposée pour la vérification simplifiée
Masse volumique	7 850	kg/m³
Effort de calcul F	12	kN
Prix matière c_m	2,40	€/kg
Dimensions de la tôle mère	2 000 × 1 000	mm
Plan de nesting	4 colonnes × 12 rangées	48 ébauches par tôle
Longueur de contour par pièce	Périmètre extérieur + deux circonférences	Pas de compensation de kerf dans le calcul théorique

Valeurs imposées pour le calcul de l'épreuve.

Exigences documentaires du projet

Référence	Application au dossier
EN 10025-2	Caractéristiques des produits laminés à chaud en aciers de construction et identification de la nuance
ISO 2553	Symboles graphiques et représentation des assemblages soudés sur les plans, si un assemblage soudé est prévu
Code du travail, principes généraux de prévention	Évaluation et réduction des risques professionnels liés aux opérations de fabrication
Exigences du projet	Respect des dimensions cotées, ébavurage, contrôle final et traçabilité matière

À utiliser pour les réponses relatives aux exigences applicables.

DT 3 : PARAMÈTRES DE FABRICATION, CONTRÔLE ET PRÉVENTION

Paramètre de découpe plasma à utiliser pour le calcul théorique : vitesse de coupe $v_c = 1,2\ \mathrm{m/min}$ pour une tôle d'acier de 8 mm. La valeur ne comprend ni les pierçages, ni les repositionnements, ni les temps auxiliaires. La longueur théorique à couper comprend le contour extérieur de la platine et les deux circonférences des trous de diamètre 18 mm.

Contrôles de fabrication : dimensions hors tout au réglet ou au pied à coulisse adapté ; diamètre des trous au moyen d'un instrument approprié ; entraxe mesuré entre les axes des trous ; contrôle visuel de l'ébavurage et de l'absence de déformation visible. La fiche de suivi de fabrication comporte la référence de la pièce, la nuance, le numéro de lot matière, les résultats de contrôle et l'identification de l'opérateur.

Prévention : manutention mécanisée de la tôle lorsque sa masse ou son encombrement ne permet pas une prise sûre ; maintien de la zone de découpe dégagée ; captage des fumées au plus près de l'émission ; écran adapté au rayonnement de l'arc ; contrôle préalable de l'état des câbles, de la torche, des connexions et du dispositif de captage. Porter les protections prescrites par l'évaluation des risques et les consignes de l'atelier, notamment protection oculaire et faciale adaptée, gants appropriés, vêtements couvrants et protection auditive si nécessaire. Pour l'ébavurage, porter une protection oculaire et veiller à l'immobilisation de la pièce.

Paramètres et vérifications de fabrication

Opération ou contrôle	Donnée ou critère fourni
Découpe plasma	Vitesse théorique 1,2 m/min pour acier de 8 mm
Dimensions hors tout	240 mm × 160 mm
Perçages	2 trous traversants de diamètre 18 mm
Entraxe	140 mm
Contrôle final	Dimensions, trous, entraxe, ébavurage et absence de déformation visible
Traçabilité	Référence pièce, nuance, lot matière, résultats de contrôle et opérateur
Prévention découpe	Captage, écran adapté, contrôle du poste et protections prescrites
Gestion des chutes	Tri dans le contenant identifié pour les déchets métalliques

Données de préparation et contrôles à considérer.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de définition et résultats de calcul — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases marquées « ... ». Indiquer les unités et présenter les étapes de calcul utiles. Ce document est à rendre avec la copie.

Définition géométrique et calculs

Élément à renseigner	Résultat du candidat
Longueur hors tout	.....
Largeur hors tout	.....
Épaisseur	.....
Nombre et diamètre des trous	.....
Entraxe des trous	.....
Section nette A	.....
Contrainte moyenne σ	.....
Conclusion de la vérification par rapport à 160 MPa	.....
Volume d'une ébauche	.....
Masse d'une ébauche	.....
Rendement matière net et pourcentage de perte	.....
Coût matière d'une ébauche	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Nomenclature, gamme opératoire et prévention — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux ci-dessous. Préciser les moyens et contrôles pertinents au regard du dossier technique. Ce document est à rendre avec la copie.

Nomenclature et feuille de débit

Repère	Désignation	Matière	Dimensions du brut	Quantité par pièce	Masse théorique	Contrôle à réaliser
1	Platine de fixation	.....	.....	.....	.....	.....

Gamme opératoire et contrôles

Ordre	Opération	Moyen ou poste	Contrôle associé
1	Préparer et identifier le brut	.....	.....
2	Découper le contour et les trous	.....	.....
3	Ébavurer et finir les arêtes	.....	.....
4	Contrôler et enregistrer les résultats	.....	.....

Analyse des risques et mesures de prévention

Situation	Risque identifié	Mesure de prévention collective ou organisationnelle	Protection individuelle ou vérification
Manutention d'une tôle	.....	.....	.....
Découpage plasma	.....	.....	.....
Ébavurage	.....	.....	.....
Gestion des chutes	.....	.....	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

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.