

Sujet d'épreuves de la 48^e Compétition Nationale des Métiers

MÉTIER N°57 FABRICATION ADDITIVE

Soumis par :

Tiphaine Baur, Expert WorldSkills France

Louis Taffini-Spiteri, Expert adjoint Worldskills France

EXPLICATION DU MODULE 4 : PROTHESE DE HANCHE

DUREE TOTALE DE L'ÉPREUVE	3 heures
---------------------------	----------

DIFFUSION DU SUJET	Découvert le jour de la compétition
--------------------	-------------------------------------

1. MISE EN SITUATION

Dans le cadre du développement de solutions innovantes en orthopédie, un cabinet de R&D médical vous sollicite pour l'optimisation d'une prothèse fémorale. Cette pièce est destinée à être imprimée en métal via fusion sur lit de poudre.

Le procédé Laser Powder Bed Fusion (L-PBF) permet la fabrication de pièces en titane biocompatible, principalement utilisées pour :

- Implants crâniens (plaques, couverture osseuse),
- Prothèses articulaires (hanche, genou, épaule),
- Implants maxillo-faciaux (mandibule, mâchoire),
- Cages spinales, vis de fixation

Ces implants profitent de structures micro-poreuses (lattice), favorisant la croissance osseuse.



Une maquette en résine est attendue pour valider visuellement la conception et l'intégration à une échelle de 1/2.

Votre rôle est d'utiliser les libertés offertes par la fabrication additive métallique pour alléger la pièce tout en respectant ses zones fonctionnelles. Une optimisation topologique vous est demandée.

La qualité de la pièce, les défauts d'impression et la pertinence de la conception seront notamment évalués.

2. DONNEES

Vous disposez pour cela :

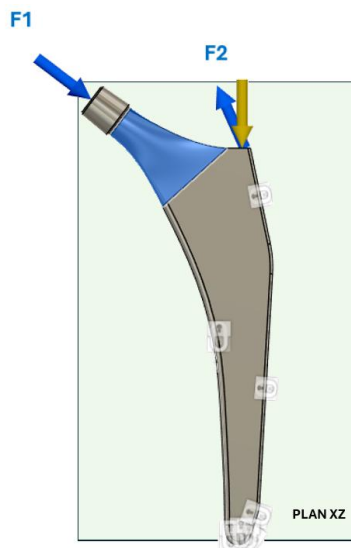
- Du fichier step de la prothèse « **WSF48_FA_PROTHESE.step** », disponible dans le dossier C:\WorldSkills2025\PROTHESE.

Cahier des charges :

Le matériau utilisé pour l'optimisation est l'alliage de titane TA6V qui possède les caractéristiques suivantes (données matériau Fusion) :

- Module de Young : 113.763 GPa
- Coefficient de Poisson : 0.35
- Densité 4.43
- Limite élastique : 882.528 MPa

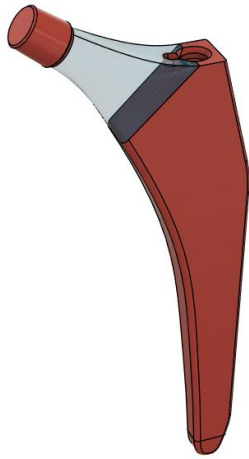
La partie à optimiser est en bleu ci-dessous. Concernant le cas de chargement, se référer au schéma ci-dessous :



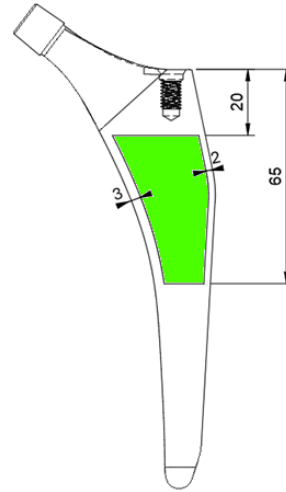
- **Tout le corps bas (corps3) est inséré dans l'os du Fémur**
- La prothèse est soumise à deux efforts :
 - Un effort d'une valeur de 2317 N, normale à la tête cylindro-conique de la prothèse, qui correspond à F1
 - Et un effort de 703 N à 204° par rapport à la surface horizontale de la prothèse qui correspond à F2
- Les effets dus à la gravité ne sont pas négligeables.

La pièce doit respecter les contraintes géométriques suivantes :

- Symétrie de la pièce sur le plan XZ
- Être imprimable avec la technologie Laser Powder Bed Fusion :
 - Pas de géométrie creuse (poches fermées dans la conception)
 - Une épaisseur de paroi mini de 0.5 mm
- Garder de l'accessibilité aux surfaces fonctionnelles pour des reprises éventuelles
- Respecter les surfaces et volumes à ne pas modifier "non design space" en rouge ci-dessous.
- Structure micro-poreuse pour la partie basse dans la zone définie en vert ci-dessous. Sur l'axe Y, le lattice sera visible pour favoriser l'ostéointégration.



“Non Design Space” en rouge pour l'optimisation topologique



Zone pour la structure microporeuse après optimisation topologique

La pièce doit être la plus légère possible tout en respectant ce cahier des charges.

Le prototypage de votre optimisation sera réalisé en impression résine (DLP/SLA).

3. TRAVAIL DEMANDE

3.1. Optimisation de la prothèse

ANALYSER la pièce, ses surfaces fonctionnelles et **DEFINIR** les cas de chargement avec les données du paragraphe précédent.

PROCÉDER A L'OPTIMISATION pour avoir une pièce légère et résistante en utilisant uniquement le logiciel Fusion 360. Les modules d'optimisation et de simulation de Fusion sont imposés.

SAUVEGARDER votre fichier de simulation sous le nom et format :

« **WSF48_FA_Prothese-simulation_CX.f3d** »

... dans le dossier « C:\WorldSkills2025\PROTHESE_CX » (X étant votre numéro de candidat).

RECONCEVOIR le fichier issu de l'optimisation afin qu'il soit adapté à l'impression 3D par technologie L-PBF et qu'il respecte les contraintes géométriques.

INTÉGRER la structure microporeuse favorisant la croissance de l'os dans la zone définie.

SAUVEGARDER vos fichiers sous les noms et formats :

« WSF48_FA_Prothese-optimisee_CX.stl »

« WSF48_FA_Prothese-optimisee_CX.f3d »

... dans le dossier « C:\WorldSkills2025\Prothese_CX » (X étant votre numéro de Candidat).

Le fichier devra contenir une inscription CX sur une face visible (X étant votre numéro de candidat) pour reconnaître les pièces imprimées.

Une seule proposition d'optimisation est attendue.

3.2. Impression de la prothèse (SLA/DLP)

PRÉPARER votre fabrication sur Elegoo SatelLite et **LANCER** la production de votre prototype de prothèse en résine Rapid avec la Saturn en respectant la mise à l'échelle 1/2.

SAUVEGARDER votre fichier sous les noms et formats :

« WSF48_FA_Prothese-optimisee_CX.elesta »

« WSF48_FA_Prothese-optimisee_CX.goo »

...dans le dossier « C:\WorldSkills2025\Prothese_CX » (X étant votre numéro de candidat).

PROCÉDER au lavage des pièces imprimées et à la photo-polymérisation dès que les pièces sont imprimées.

L'impression, le lavage et la post-polymérisation doivent être réalisés dans le temps imparti du module. La pièce doit être remise au plus tard à la fin de ce module.

EFFECTUER la finition de votre prothèse lors du module 5.

La prothèse optimisée devra être post-traitée livrée au jury le samedi matin à la fin du module au plus tard.