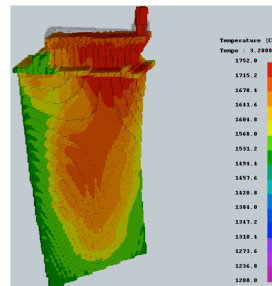
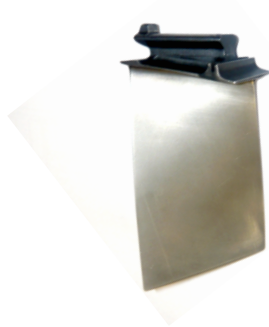




TP 5

Durée : 2h

**CENTRE D'INTÉRÊT :
PROCÉDE DE FONDERIE**



Problématique

Simulation du procédé d'obtention d'une aube de réacteur du mirage 2000

Objectifs de l'activité

Mettre en œuvre un logiciel de simulation de procédé de fonderie

- Analyser et interpréter les résultats obtenus.
 - Appréhender les différents paramètres à renseigner lors de cette mise en œuvre
- Rendre compte du travail réalisé par écrit ou sur fichier numérique.

Moyens pour réaliser l'activité

Logiciel Solidworks et Processworks (module QuicKast)

- Imprimante
- Documents :
- TP (Hypothèses de travail, questionnaire)
- Document Ressource
- Document Réponse

Compétences terminales attendues

NIVEAU D'ACQUISITION

1 2 3

3.1. Procédés de transformation de la matière	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires	1	2	3
Principes de transformation de la matière (ajout, enlèvement, transformation et déformation de la matière). Paramètres liés aux procédés. Limitations, contraintes liées : - aux matériaux ; - aux possibilités des procédés ; - aux coûts ; - à l'environnement.		1 ^{re} /T	3	<i>Enseignement excluant l'utilisation de moyens de production de type professionnel. La formation à l'optimisation des processus et des paramètres de réglage est exclue. Les procédés sont abordés par le biais d'expérimentations sur des systèmes didactiques simples, puis par des activités de simulation numérique, des visites d'ateliers et/ou d'entreprises locales et d'analyses de bases de connaissances numériques. Les activités expérimentales proposées</i>			*

1 : Introduction

Pour réaliser une pièce en moulage en sable, on réalise une empreinte dans un bloc de sable.

Pour réaliser cette empreinte, on utilise un modèle en une ou plusieurs parties. La principale difficulté est de **sortir le modèle de l'empreinte sans détériorer l'empreinte** réalisée dans le sable. Pour permettre la sortie du modèle sans détériorer l'empreinte, on fait passer un ou plusieurs plans de joint au travers de l'empreinte et on réalise des dépouilles sur les faces perpendiculaires au plan de joint **ce qui impose souvent au concepteur des modifications de formes de la pièce étudiée.**

Remarque : Dans le cas du moulage en coquille par gravité, les problèmes sont semblables.

Les qualités dimensionnelles et d'état de surface dépendent de la qualité des outillages utilisés lors de la réalisation du moule et **imposent très souvent des opérations d'usinage.**

Le procédé de moulage en cire perdue permet de palier à ces contraintes.

2 Etude de l'aube de compresseur basse pression du mirage 2000.

Les contraintes de formes, dimensionnelles et d'état de surface de la pale imposent le choix du procédé de moulage en cire perdue.

Travail demandé

A partir du fichier vidéo joint et du document ressource « Procédés de moulage avec modèle perdu »

- ❖ Enumérer les principales étapes de mise en œuvre d'une pièce en moulage en cire perdue.

-

-

-

-

-

-

-
-
-
-
-
- ❖ Indiquer l'épaisseur minimum obtenue par le procédé de moulage en cire perdue.
 -
- ❖ Indiquer les quantités de pièces obtenues par le procédé de moulage en cire perdue.
 -
- ❖ Quelles sont les limites de complexité de forme par le procédé de moulage en cire perdue.
 -
- ❖ Indiquer les tolérances moyennes obtenues par le procédé de moulage en cire perdue.
 -

Simulation du procédé de moulage

Précautions :

- ❖ Trois fichiers pièce sont à votre disposition dans le dossier « simulation aube itec » sur le bureau
- ❖ Créer un dossier pour chaque simulation et dans ce dossier , mémoriser le dossier pièce concerné

A : Simulation sans masselotte

B : Simulation avec masselotte

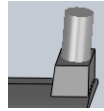
C : Simulation après modification de masselotte

D : conclusion

A : Simulation sans masselotte

Paramètres à renseigner pour une mise en œuvre correcte du logiciel de simulation.

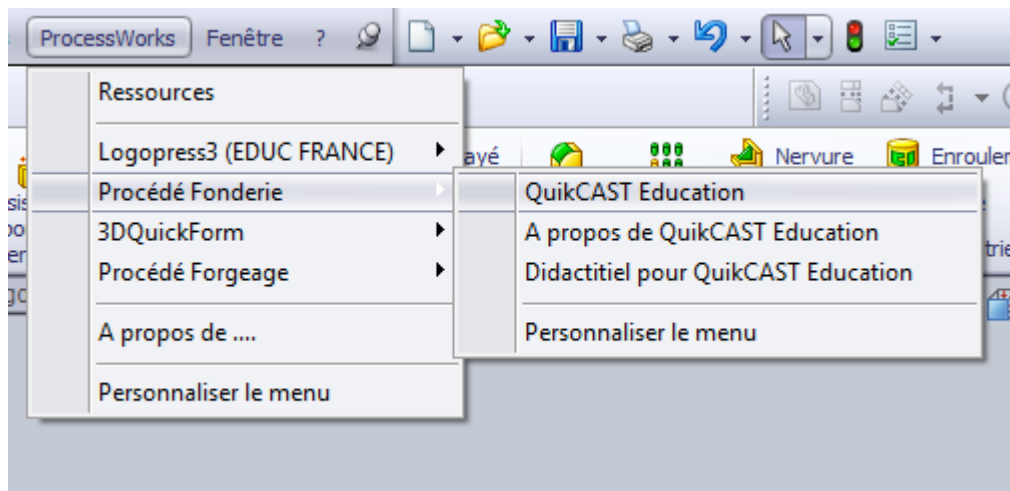
- ❖ Moulage au sable par gravité.
- ❖ Type d'alliage : Fonte/acier fer-acier –bas carbone (par défaut)
- ❖ Sable de moulage : sand-sable-résine
- ❖ Epaisseur du moule : 200mm
- ❖ Volume d'entrée du jet du métal dans l'empreinte : forme cylindrique de \varnothing 6mm de



hauteur 10mm, placé sur la surface de la pièce

- ❖ Temps maximal de simulation 10000 secondes
- ❖ Température d'arrêt de calcul : 1000°
- ❖ Température initiale de coulée : 1750°C
- ❖ Valeur de la pression à l'entrée du moule 2000Pa.
- ❖ Température initiale du moule 20°C
- ❖ Taille de la grille : moyenne
- ❖ Perméabilité du moule : 120
- ❖ Définition de la gravité : Axe z, constante de gravité : 9.81.
- ❖

Ouvrir le module de fonderie « Quikcast »



Mémoriser les paramètres constituant le moule et la pièce

Remarque : Cliquer sur  pour passer au menu suivant.

Sélectionner :

- ❖ le type de procédé de fonderie
- ❖ le type de métal coulé
- ❖ le type de sable constituant le moule
- ❖ les dimensions du moule

Mémoriser les paramètres de coulée

- ❖ Définir le débit de coulée.

En moulage en sable cette caractéristique est définie par les dimensions d'un cylindre que l'on positionne judicieusement. Définir sa position en cliquant sur la surface voulue.

Choisir la précision de la définition de la simulation

Ce choix conditionne fortement le temps de calcul nécessaire pour obtenir les résultats de simulation.

Définir des conditions initiales de calcul

- ❖ -Définir la température initiale du métal (température du métal en fusion)
 - ❖ -Définir la valeur de la pression (Pa : unité de pression le Pascal) appliquée sur le volume d'entrée
 - ❖ -Définir la perméabilité du moule sable
- Pour que les gaz s'évacuent de l'empreinte au moment de la coulée le sable doit être perméable.
- ❖ -Définir la température initiale du moule (température ambiante).

Définir la direction et la valeur de la gravité.

La pièce dessinée est définie dans un repère XYZ, la coulée se fera donc suivant un de ces axes dans le même sens ou dans le sens opposé. La valeur de la pesanteur (constante de gravité) est 9.81 sera positive ou négative suivant que l'on est dans le même sens ou dans le sens opposé de l'axe considéré.

Sélectionner les options de calcul

Sélectionner le paramètre « remplissage et solidification »

On pourra visualiser :

- ❖ Les températures en cours de remplissage et tout au long de la solidification.
- ❖ Les pressions.
- ❖ Les défauts : porosités et retassures.
- ❖ L'évolution de la solidification.

Sélectionner le temps maximal

Le choix de cette valeur limite le temps de la simulation, il doit être choisi largement supérieur au temps de coulée et de solidification.

Sélectionner la température d'arrêt du calcul.

On limite le cycle de simulation à une température choisie .En dessous de cette température la simulation n'apporte rien.

Paramètres calcul et exécution du solveur

Ce menu permet de définir les options de calcul et de lancer l'exécution de la simulation. Il est possible de réaliser un calcul de solidification seule (détection des points chauds, dimensionnement des masselottes) ou un calcul complet de remplissage suivi d'une solidification. Les critères d'arrêt du calcul peuvent aussi être définis à partir d'un temps maximal (par exemple le temps d'ouverture du moule) ou d'une température maximale dans l'alliage (par exemple une température légèrement inférieure au Solidus). Le calcul s'arrêtera lorsque le premier critère sera atteint.

-Choisir un temps de solidification et une température maximum de solidification.

Sélection des options du calcul

Remplissage et/ou Solidification

Remplissage et Solidification

Solidification

Temps maximal (s)

10000



Température d'arrêt du calcul (°C)



900

Résultats Remplissage et/ou Solidification

Lancer le calcul

Remarques :

- ❖ Le bouton  permet de fermer l'application QuikCAST™ Education en sauvegardant toutes les données définies.
- ❖ Le bouton  permet de fermer l'application sans sauvegarde des données.

- ❖ Il est possible de naviguer dans les différents menus en utilisant les flèches   afin de modifier les données définies et de relancer un nouveau calcul. A noter cependant que tous les résultats précédant seront alors perdus.

Lancer le calcul

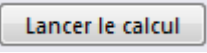
Pour compléter vos réponses il est conseillé de faire des impressions d'écran des différentes simulations et de les joindre les documents imprimés au document réponse

Déroulement du calcul.

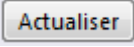
L'action « Lancer le Calcul » permet de démarrer la simulation du procédé de fonderie ainsi défini. La simulation se déroule en trois étapes distinctes:

- ❖ Discrétisation de la géométrie, génération du maillage et des données de calcul,
- ❖ Calcul de remplissage (sauf en solidification seule),
- ❖ Calcul de solidification.

-Activer le calcul



-Visualiser les différents résultats.

Une barre de progression indique l'avancement du calcul. Il est cependant possible de visualiser les résultats du calcul en cours en utilisant le bouton Actualiser.  L'application bascule alors en mode de post-traitement et affiche un contour de température. Le maillage utilisé pour le calcul apparaît en transparence.

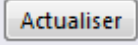
Remarque : les temps calcul peuvent varier de quelques minutes à quelques heures suivant la complexité du modèle et le niveau de raffinement du maillage. Il est possible de quitter l'application pendant le déroulement du calcul sans l'interrompre.

Types de résultats.

- ❖ **Température** : les résultats en température sont disponibles pendant les calculs de remplissage et de solidification.
- ❖ **Pression** : les résultats en pression sont disponibles uniquement pendant le calcul de remplissage.
- ❖ **Porosité et Retassures** : les résultats de porosité et de retassures sont disponibles uniquement pendant le calcul de solidification (échelle de 0 à 100%).
- ❖ **Fraction liquide** : les résultats de fraction liquide sont disponibles uniquement pendant le calcul de solidification (échelle de 0 à 1). Ils permettent en particulier d'identifier les derniers points de solidification.

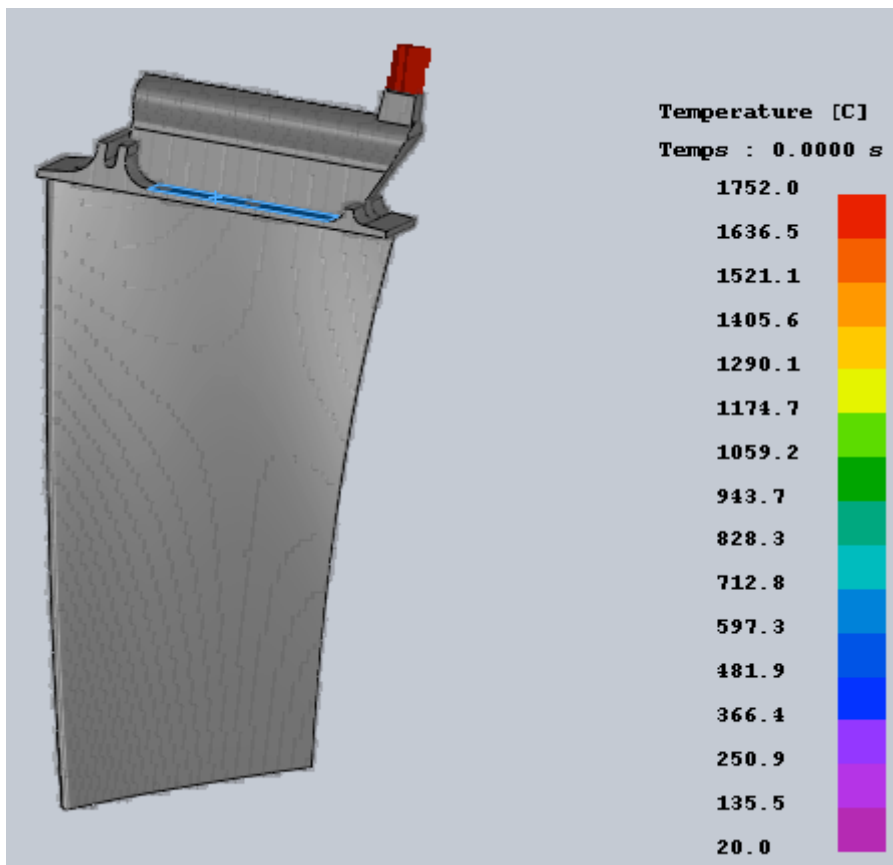
Visualisation des résultats

En cours de remplissage, l'application permet de visualiser l'évolution de la surface libre du métal. L'archivage des résultats de calcul se fait en fonction du pourcentage de remplissage (pour le calcul de remplissage) et en fonction du pourcentage de solidification (pour le calcul de solidification).


Le bouton Actualiser  permet de remettre à jour l'état d'avancement du calcul et d'afficher les derniers résultats disponibles.

Utiliser les boutons d'animation  pour animer les résultats, stopper ou progresser pas à pas dans la simulation

Activer le fichier « pale –simulation fonderie » dans le dossier « sans masselotte »



1 : Visualiser les résultats en simulation « température »

En manipulant la touche »prochain état « ,

1.1 : Déterminer la durée de remplissage.

-

1.2: Déterminer quelles sont les dernières parties du moule qui sont refroidies.

-

-

2: Visualiser les résultats en simulation «porosité retassure»

-2.1 : Déterminer au bout de combien de temps on peut visualiser les retassures.

-

2.2 : A quelle étape de la coulée correspond approximativement cette visualisation ?

-

2.3 : Indiquer les endroits de l’empreinte ou apparaissent ces défauts.

-


-

-

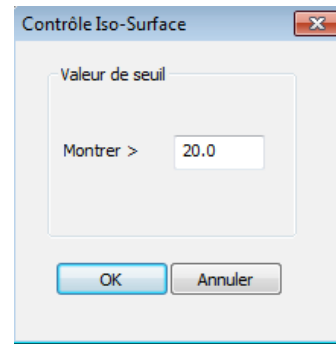
Le logiciel indique tous les défauts potentiels, dans la pratique on ne tiendra compte que des défauts potentiels sur une échelle de 20 à 100%.

Activer un seuil de valeur de 20%.

Mode de représentation en iso-surface
Le mode de représentation iso-surface est

activé par le bouton . Le mode de représentation iso-surface permet de visualiser uniquement les régions où le contour est supérieur à une valeur seuil définie par l'utilisateur. Par exemple pour la visualisation des poches liquides en définissant une valeur seuil au Solidus pour la température ou à une faible fraction liquide. Cette option est activée par défaut pour la visualisation des porosités et permet, par défaut, de

visualiser les porosités et retassures supérieures à 1%.



Valeur seuil pour la représentation en iso-surface

3 : Visualiser les résultats en simulation «Fraction liquide» Les parties de la pièce en phase liquide s'affiche en pourcentage.

Cette photo représente l'état de la matière aux différents endroits de l'empreinte à un instant « T ».

3.1 : Déterminer les endroits où le métal se solidifie en dernier

-
-

3.2 : Comment faites-vous pour déterminer cette température. Avec cette analyse peut-on préjuger de l'emplacement des retassures. Pourquoi ?

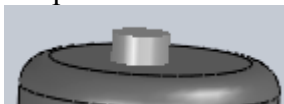
-
-

B : Simulation avec masselotte

Activer le fichier « aube –simulation fonderie » dans le dossier « avec masselotte »

Reprendre les mêmes paramètres mis à part :

- ❖ Volume d'entrée du jet du métal dans l'empreinte : forme cylindrique de Ø 20mm de hauteur 10mm, placé sur la surface supérieure de la masselotte



1 : Visualiser les résultats en simulation « température »

En manipulant la touche »prochain état« ,

1.2 : Déterminer la durée de remplissage.

-

1.2: Déterminer quelles sont les dernières parties du moule qui sont refroidies.

-

-

2: Visualiser les résultats en simulation «porosité retassure»

-

-

2.1 : Déterminer au bout de combien de temps on peut visualiser les retassures.

-

2.2 : A quelle étape de la coulée correspond approximativement cette visualisation ?

-

2.3 : Indiquer les endroits de l’empreinte ou apparaissent ces défauts.

-

-

C : Simulation après modification de masselotte

Pour diminuer le volume de métal coulé, modifier les masselottes et procéder à une nouvelle simulation

1 : Visualiser les résultats en simulation « température »

En manipulant la touche »prochain état « ,

1.3 : Déterminer la durée de remplissage.

-

1.2: Déterminer quelles sont les dernières parties du moule qui sont refroidies.

-

-

2: Visualiser les résultats en simulation «porosité retassure»

-

-

2.1 : Déterminer au bout de combien de temps on peut visualiser les retassures.

-

2.2 : A quelle étape de la coulée correspond approximativement cette visualisation ?

-

2.3 : Indiquer les endroits de l’empreinte ou apparaissent ces défauts.

-

-

D : Conclusion