

BTS CPRP A

Conception des Processus de Réalisation de Produit

Option A / Fabrication Unitaire

Lycée M. Berthelot à QUESTEMBERT

(proche de Vannes)



Ce document est une présentation du clip vidéo sur un "**projet industriel en BTS CPRP A**" mené avec une classe de 2^{ème} année de BTS.

Le **clip vidéo peut être consulté** sous **YouTube** par la désignation:

- "**BTS CPRP**" ou par le lien suivant: [youtube.com/watch?v=ll5tTntpJtM](https://www.youtube.com/watch?v=ll5tTntpJtM)

- ou par le **QRCode** ci-contre.



*Sous YouTube voici l'icône d'accès au clip
que vous découvrirez* →



**Objectif: Conception & Réalisation de
3 moules d'injection plastique
pour produire les personnages du jeu d'échec**

*Avec la participation des élèves de 2^{ème} année
Sous la responsabilité des professeurs du BTS CPRP A :
Professeur de Construction Mécanique : **François Vernet**
Professeurs des Méthodes et Fabrication : **François Henry - Christian Vilboux***

Introduction:

le jeu d'échec nous provient de la plus lointaine antiquité et a été joué en occident dès le moyen âge. Aujourd'hui, pratiqué partout dans le monde, le jeu d'échec jouit d'un prestige et d'une aura particulière qui du "**jeu des rois**" l'a fait devenir le "**roi des jeux**".



A une époque où tout bouge si vite, il est intéressant de se pencher sur un produit intemporel qui est généralement apprécié de tous, que l'on sache jouer ou pas.

Objectifs:

Dans une démarche de promotion des filières industrielles du lycée M. Berthelot, favorable à l'information pour l'orientation, nous nous efforçons de sensibiliser le grand public sur les métiers de mise en forme des matériaux industriels, lors des portes ouvertes, des salons de l'étudiant, ou des visites des établissements scolaires par la présentation d'une production d'un jeu d'échec en plastique injecté.

Intention pédagogique générale:

Sur le plan pédagogique **en BTS CPRP A**, le jeu d'échec présente un intérêt particulier de par les nombreux **matériaux et procédés de formage** que nous présentons dans la filière. Au delà du bois, de l'os ou de l'ivoire ou encore la pierre, matériaux dans lesquels ont été réalisés les premiers jeux d'origine, nous trouvons des jeux obtenus en fonderie métallique (moulage en coquille, moulage en cire perdue par exemple), en verre ciselé ou en céramique, mais aussi pour le plus grand public en matière plastique injectée. Aujourd'hui pour produire en série tout espèce de produit industriel, il faut des outils ou des moules comme présenté dans cette application sur le jeu d'échec en matière plastique.

Remarque: Nous pouvons constater que dans cette dernière matière "plastique", les jeux proposés sur le marché sont en général de médiocre qualité. La définition des formes respecte peu les formes réglementaires et les géométries sont très approximatives.

Par conséquent, notre intention en 2^{ème} année de BTS CPRP A est donc de proposer un jeu standard au plus proche de la norme et d'une qualité de finition produit aussi bonne que possible.

Ouverture culturelle à l'attention d'un jeune publique:

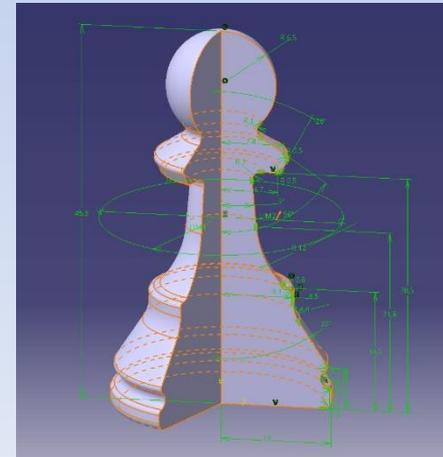
Proposer des **jeux d'échec aux établissements scolaires** (primaires, collèges et lycées du secteur) ou aux associations du secteur pour développer des ateliers de jeux d'échec (activité saine et structurante de 7 à 107 ans).

Tout commence par une
modélisation CAO 3D
des six personnages
(sous Catia V5)
Possible sous tout autre modèleur 3D

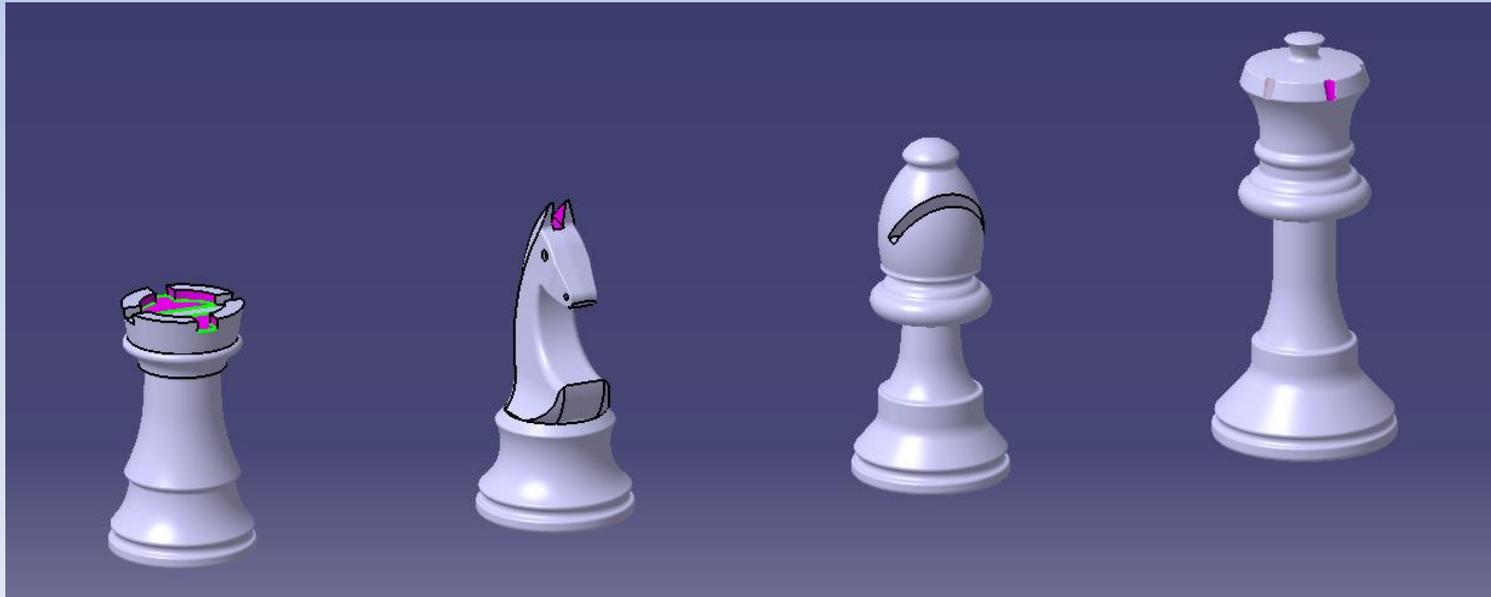


Comme illustré pour le **Pion**, c'est principalement
par la fonction "**Révolution**" d'un profil appelé "**Esquisse**" que sont
obtenus les géométries des personnages.

Pour des formes comme le cavalier ce sera un travail plus complexe
nécessitant des applications "**surfaceutiques**" spécifiques
(abordées au cours de la formation BTS).



- Pour que chaque personnage démoule favorablement, il faut modifier certaines géométries d'origines:
- Le **Pion** et le **Roi** démoulent naturellement (*pas de souci*),
 - Pour favoriser le démoulage du **Fou**, nous avons souhaité modifier les formes du heaume,
 - Pour la **Tour**, la **Reine** et le **Cavalier**, les formes ne démoulent pas:
comme illustré à la page suivante, *ces géométries restent "emprisonnées dans l'empreinte moulante"*.



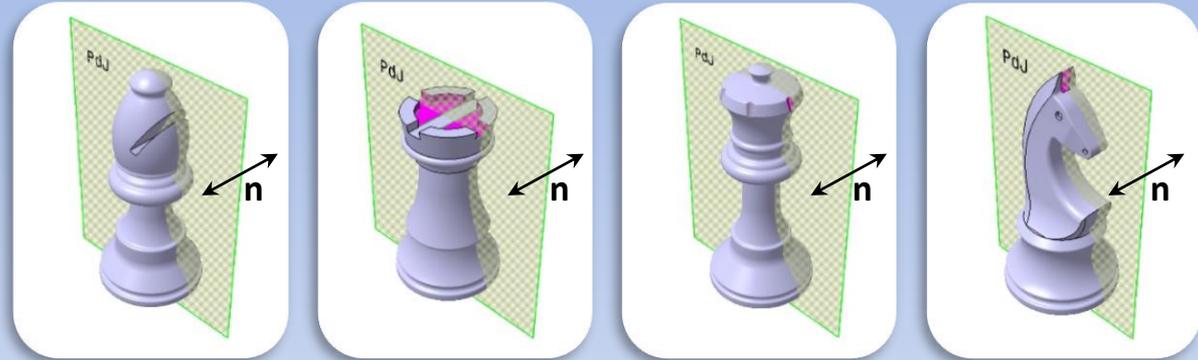
Phase : "Adaptabilité" des formes au procédé de moulage

Formes d'origine non démoulables par rapport au plan de joint

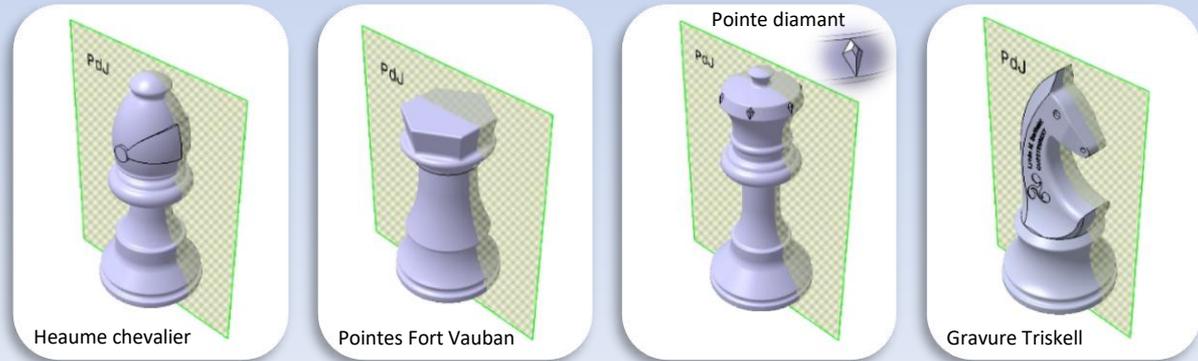
L'étude de "**moulabilité**" consiste tout d'abord à vérifier les "**conditions de démoulage**":

Sur les formes d'origine les **zones roses** sont "**indémoulables**" par rapport à la **direction de démoulage "n"** (*perpendiculaire au Plan de Joint ou PdJ*).

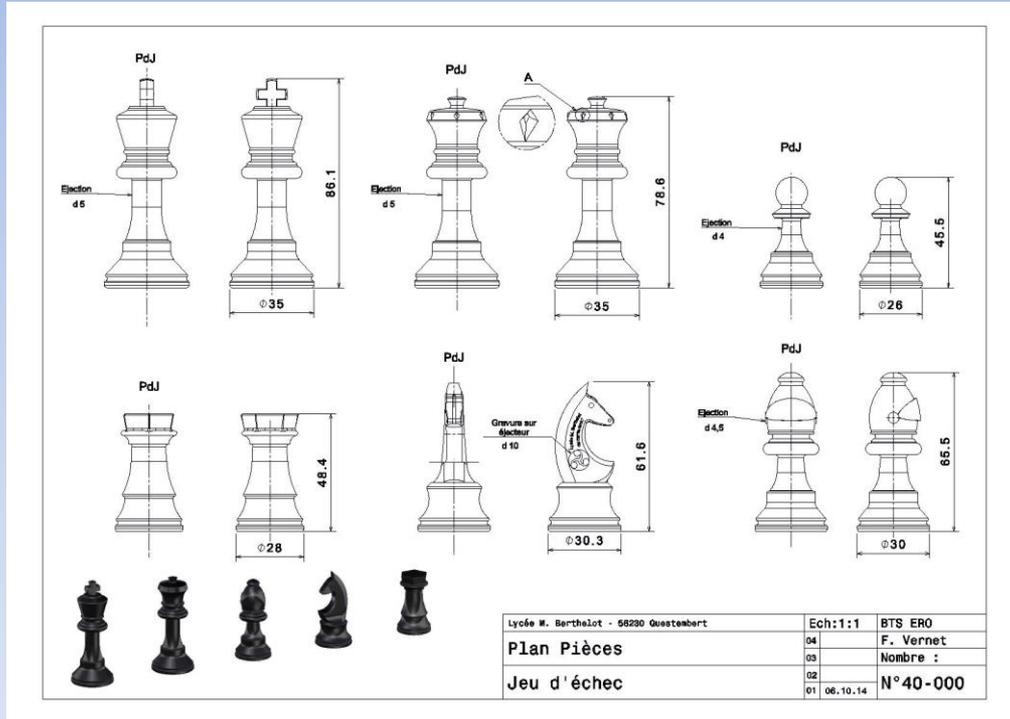
Les formes définitives satisfont les conditions de démoulage.



Formes définitives démoulables par rapport au plan de joint



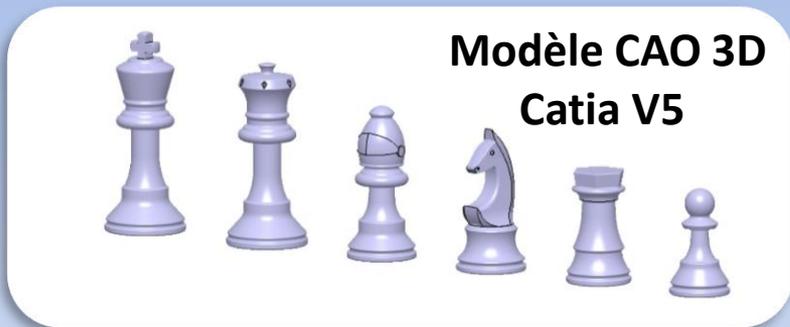
Plan pièces du jeu d'échec aux cotes d'encombrement



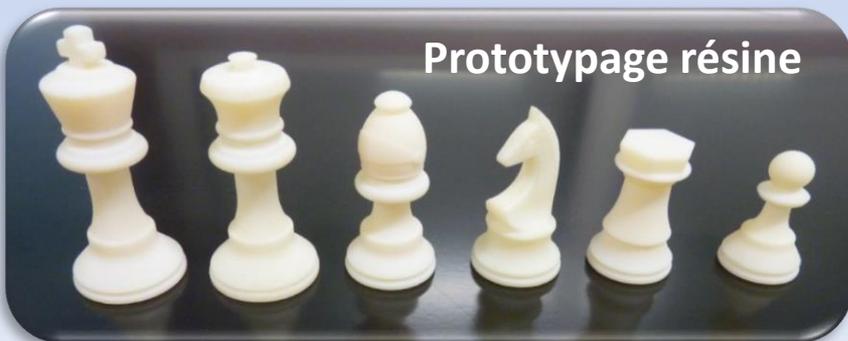
"Triskell" symbole breton
 "Gravure" origine lycée

Le plan pièces permettra de valider le respect des dimensions des personnages du jeu d'échec conforme au grand format.

Validation des formes modélisées
Esthétisme / Ergonomie



du virtuel au réel

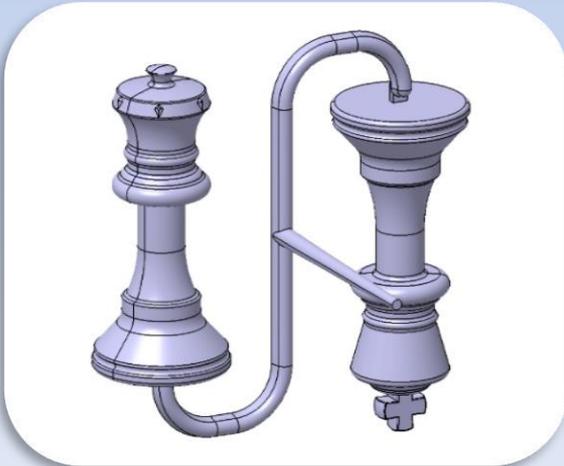


Cette phase peut être validée en **projet collaboratif**
en partenariat avec la **filière prototypiste** du lycée.

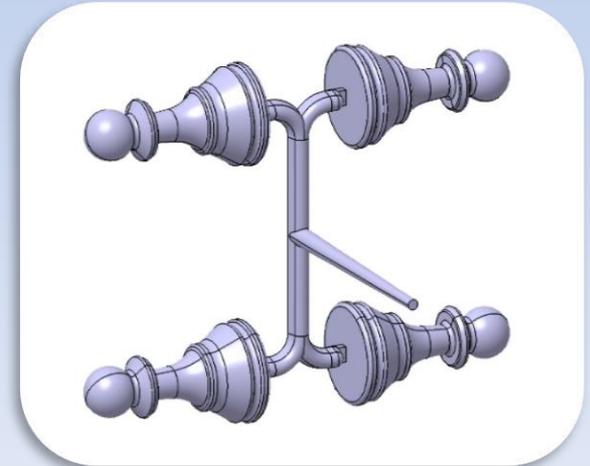
La phase de **conception process** vise à définir les critères répondant aux meilleures conditions de moulage, tout en optimisant les coûts d'outillage et de production :

- 1- Définir le **nombre d'empreintes** par moule,
- 2- **Equilibrer les empreintes** en regroupant les personnages de mêmes dimensions,
- 3- **Dimensionner les canaux d'alimentation**.

*Définition de trois moulées
(trois grappes)*



*Cette phase peut être validée
en **projet collaboratif** en partenariat
avec le **BTS Europlastics** du lycée.*

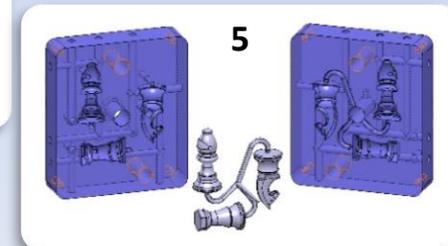
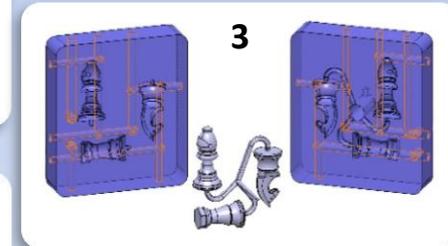
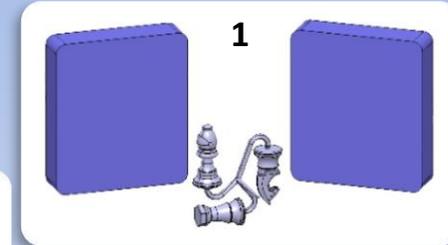
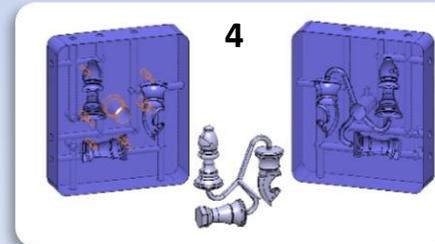
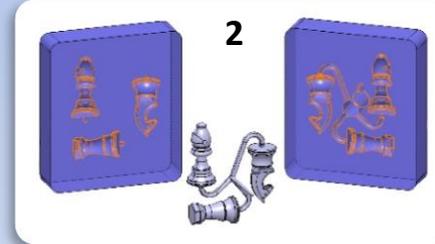
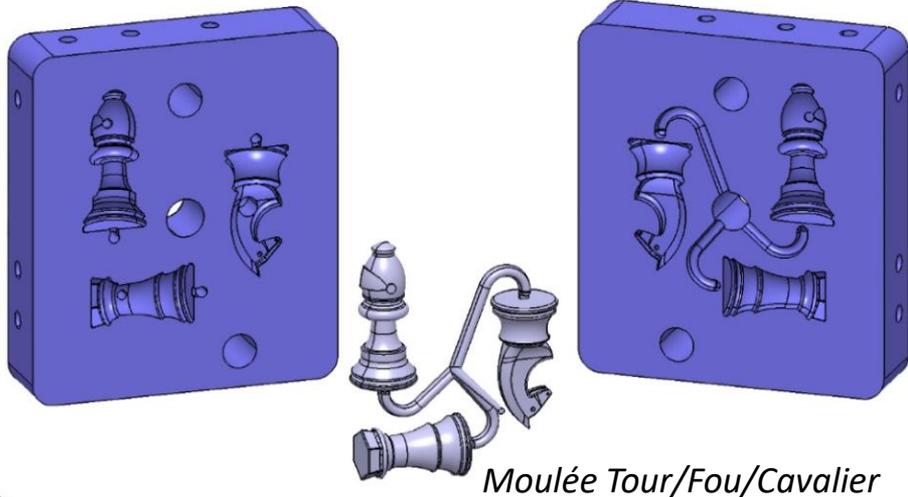


Phase: Conception des 3 moules d'injection plastique

A partir du modèle "grappe", pour chaque moule on définit les empreintes répondant aux fonctions:

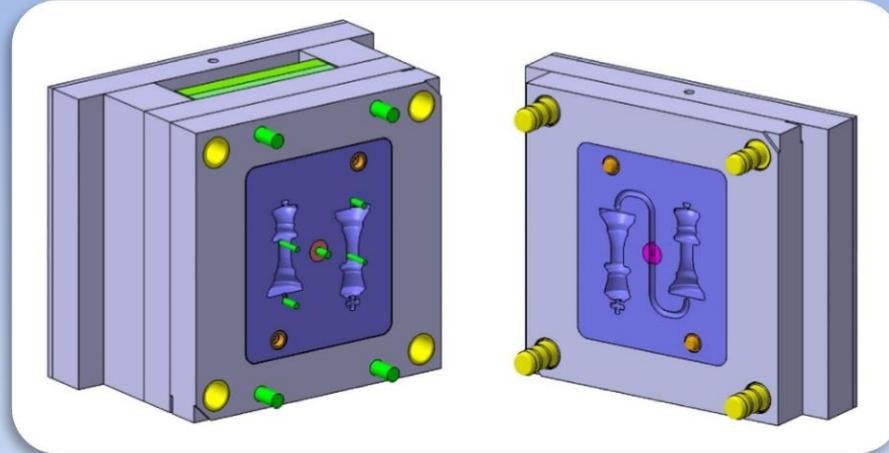
- 1- **Fonction pavés empreintes** (dimensions),
- 2- **Fonction Injection / moulée,**
- 3- **Fonction Régulation thermique,**
- 4- **Fonction Ejection,**
- 5- **Fonction Recentrage / Assemblage.**

*Illustration sur le moule
Tour/Fou/Cavalier*



Phase: Conception des 3 moules d'injection plastique

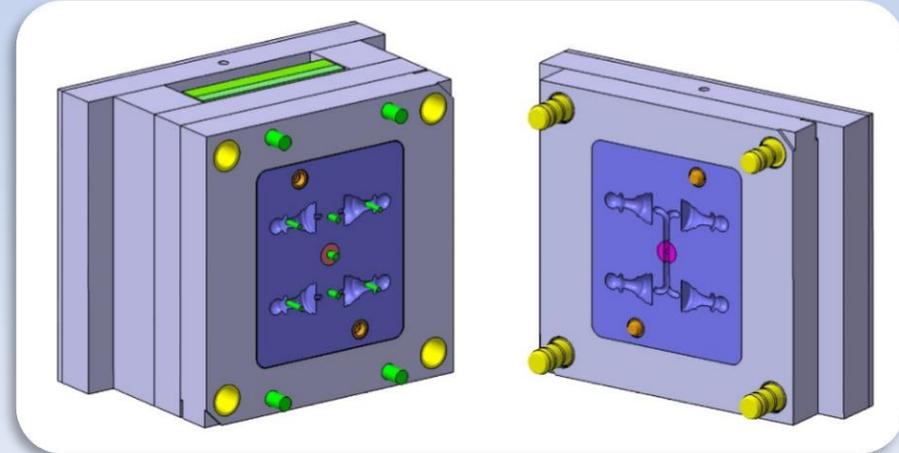
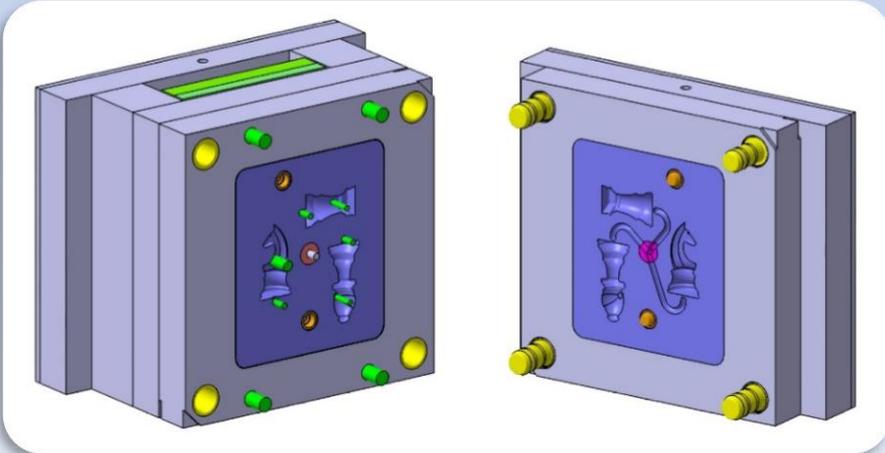
Trois moules sont conçus pour répondre au besoin de production sur la base de carcasses standards.



Moule Roi/Reine

Moule Tour/Fou/Cavalier

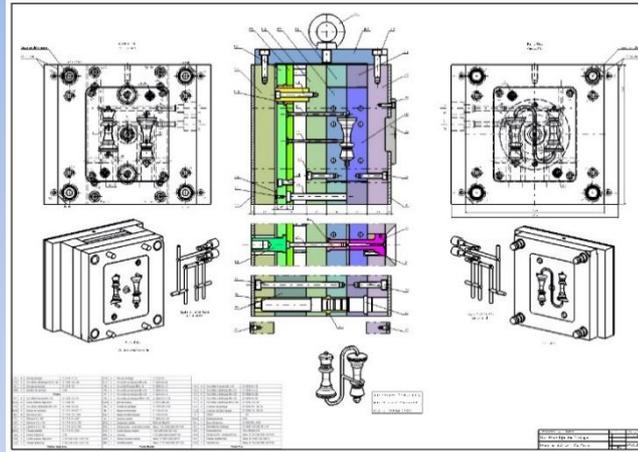
Moule 4 Pions



En fonction de
 la matière plastique injectée:

Températures d'injection:
 autour de **230°C**

Pressions d'injection:
 autour de **300 bar**
(300 fois la pression atmosphérique)

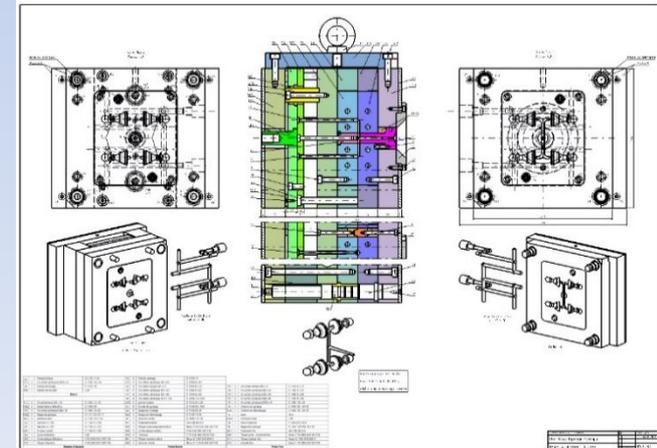
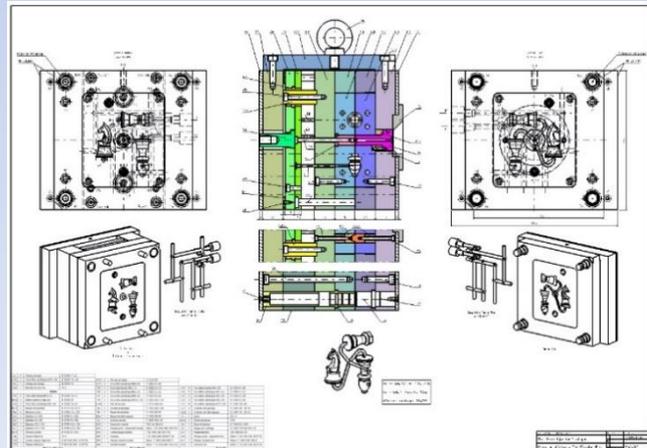


Nomenclature moule Roi/Reine:
 Un peu plus de **110 pièces** composent
 chaque moule.

*Cette étape permet le lancement des
 Devis suivis des commandes matières.*

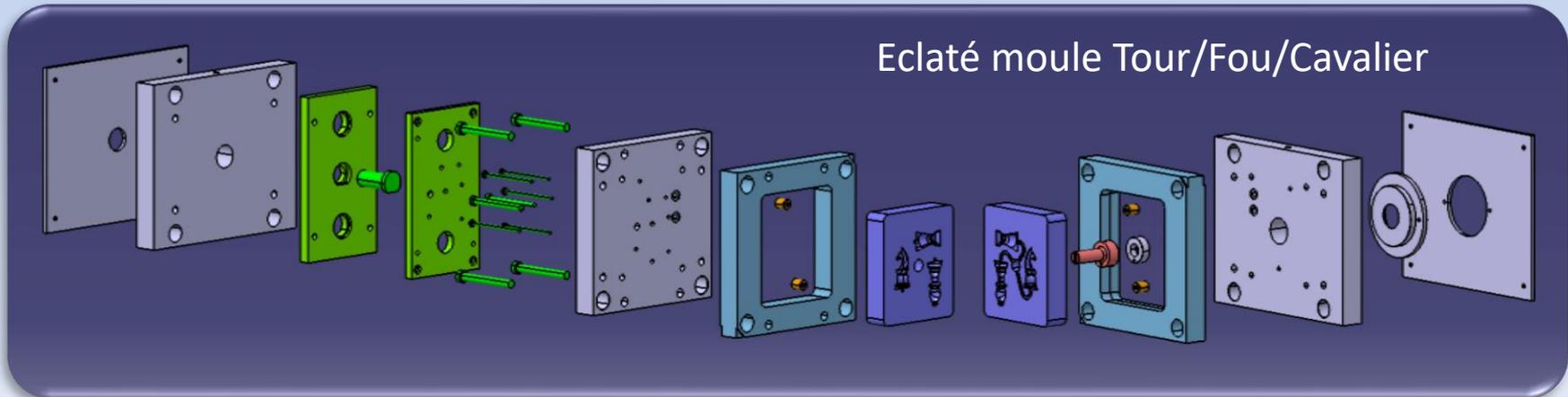
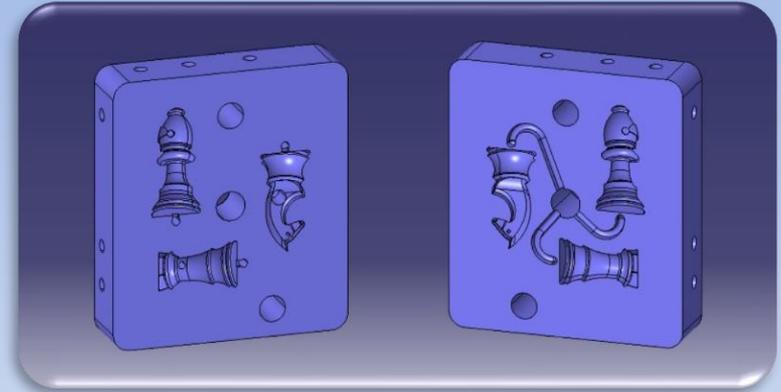
Moule Roi		Moule Reine		Moule Petit	
U1	Alu moule base	F 310 111 20	D1	Pla de montage	F 130 114
V13	Vis à tête cylindrique M10 x 10	E 200 101 10	V13	Vis à tête cylindrique M10 x 10	E 200 101 10
AN	Arbre de montage	L 250 110	V5	Vis à tête cylindrique M10 x 12	L 220 111 12
DA1	Arbre de montage	L 250 110	V6	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
Classe					
DA1	Arbre de montage	L 250 110	V7	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA2	Arbre de montage	L 250 110	V8	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA3	Arbre de montage	L 250 110	V9	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA4	Arbre de montage	L 250 110	V10	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA5	Arbre de montage	L 250 110	V11	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA6	Arbre de montage	L 250 110	V12	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA7	Arbre de montage	L 250 110	V13	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA8	Arbre de montage	L 250 110	V14	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA9	Arbre de montage	L 250 110	V15	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA10	Arbre de montage	L 250 110	V16	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA11	Arbre de montage	L 250 110	V17	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA12	Arbre de montage	L 250 110	V18	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA13	Arbre de montage	L 250 110	V19	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA14	Arbre de montage	L 250 110	V20	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA15	Arbre de montage	L 250 110	V21	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA16	Arbre de montage	L 250 110	V22	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA17	Arbre de montage	L 250 110	V23	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA18	Arbre de montage	L 250 110	V24	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA19	Arbre de montage	L 250 110	V25	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA20	Arbre de montage	L 250 110	V26	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA21	Arbre de montage	L 250 110	V27	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA22	Arbre de montage	L 250 110	V28	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA23	Arbre de montage	L 250 110	V29	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA24	Arbre de montage	L 250 110	V30	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA25	Arbre de montage	L 250 110	V31	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA26	Arbre de montage	L 250 110	V32	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA27	Arbre de montage	L 250 110	V33	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA28	Arbre de montage	L 250 110	V34	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA29	Arbre de montage	L 250 110	V35	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA30	Arbre de montage	L 250 110	V36	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA31	Arbre de montage	L 250 110	V37	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA32	Arbre de montage	L 250 110	V38	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA33	Arbre de montage	L 250 110	V39	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA34	Arbre de montage	L 250 110	V40	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA35	Arbre de montage	L 250 110	V41	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA36	Arbre de montage	L 250 110	V42	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA37	Arbre de montage	L 250 110	V43	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA38	Arbre de montage	L 250 110	V44	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA39	Arbre de montage	L 250 110	V45	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA40	Arbre de montage	L 250 110	V46	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA41	Arbre de montage	L 250 110	V47	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA42	Arbre de montage	L 250 110	V48	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA43	Arbre de montage	L 250 110	V49	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA44	Arbre de montage	L 250 110	V50	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA45	Arbre de montage	L 250 110	V51	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA46	Arbre de montage	L 250 110	V52	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA47	Arbre de montage	L 250 110	V53	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA48	Arbre de montage	L 250 110	V54	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA49	Arbre de montage	L 250 110	V55	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA50	Arbre de montage	L 250 110	V56	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA51	Arbre de montage	L 250 110	V57	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA52	Arbre de montage	L 250 110	V58	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA53	Arbre de montage	L 250 110	V59	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA54	Arbre de montage	L 250 110	V60	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA55	Arbre de montage	L 250 110	V61	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA56	Arbre de montage	L 250 110	V62	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA57	Arbre de montage	L 250 110	V63	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA58	Arbre de montage	L 250 110	V64	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA59	Arbre de montage	L 250 110	V65	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA60	Arbre de montage	L 250 110	V66	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA61	Arbre de montage	L 250 110	V67	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA62	Arbre de montage	L 250 110	V68	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA63	Arbre de montage	L 250 110	V69	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA64	Arbre de montage	L 250 110	V70	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA65	Arbre de montage	L 250 110	V71	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA66	Arbre de montage	L 250 110	V72	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA67	Arbre de montage	L 250 110	V73	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA68	Arbre de montage	L 250 110	V74	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA69	Arbre de montage	L 250 110	V75	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA70	Arbre de montage	L 250 110	V76	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA71	Arbre de montage	L 250 110	V77	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA72	Arbre de montage	L 250 110	V78	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA73	Arbre de montage	L 250 110	V79	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA74	Arbre de montage	L 250 110	V80	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA75	Arbre de montage	L 250 110	V81	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA76	Arbre de montage	L 250 110	V82	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA77	Arbre de montage	L 250 110	V83	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA78	Arbre de montage	L 250 110	V84	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA79	Arbre de montage	L 250 110	V85	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA80	Arbre de montage	L 250 110	V86	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA81	Arbre de montage	L 250 110	V87	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA82	Arbre de montage	L 250 110	V88	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA83	Arbre de montage	L 250 110	V89	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA84	Arbre de montage	L 250 110	V90	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA85	Arbre de montage	L 250 110	V91	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA86	Arbre de montage	L 250 110	V92	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA87	Arbre de montage	L 250 110	V93	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA88	Arbre de montage	L 250 110	V94	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA89	Arbre de montage	L 250 110	V95	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA90	Arbre de montage	L 250 110	V96	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA91	Arbre de montage	L 250 110	V97	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA92	Arbre de montage	L 250 110	V98	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA93	Arbre de montage	L 250 110	V99	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10
DA94	Arbre de montage	L 250 110	V100	Vis à tête cylindrique M10 x 10	L 200 110 10

Pour supporter ces
 caractéristiques d'injection,
 chaque moule est conçu sur la
 base d'une carcasse standard
 en acier et représente une
masse de 180 kg.



Pour chaque moule 4 à 6 élèves sont amenés à participer à la réalisation d'un moule comme illustré pour le moule Tour/Fou/Cavalier (moule T/F/C).

Si nous éliminons toutes les pièces standards (vis d'assemblage, colonnes et bagues de guidage, bouchons et raccords de régulation...), les élèves ont à réaliser une vingtaine de pièces par moule.



Pour chaque pièce à réaliser, il faut rédiger **Nomenclatures de Phases** et **Contrats de phases** pour préparer chaque étape de fabrication, faire l'inventaire des outils de coupe nécessaires (outils de fraisage et de tournage), définir vitesses et avances de coupe, sans oublier de compléter le planning prévisionnel d'occupation des machines outil de l'atelier de mécanique.

Brut empreinte

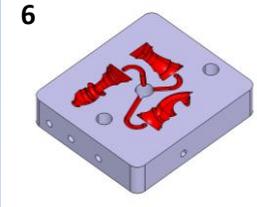
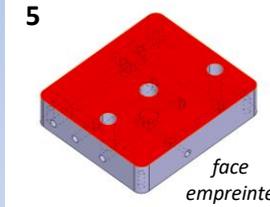
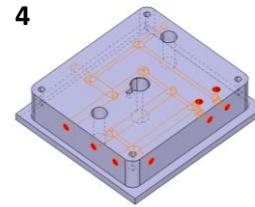
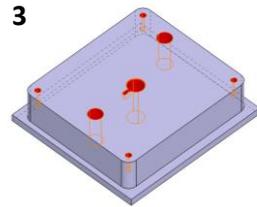
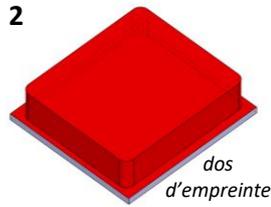
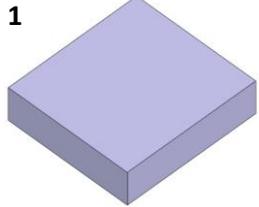
Surfaçage

Perçage/Lamage

Perçage régulation

Surfaçage PdJ

Ebauche empreintes

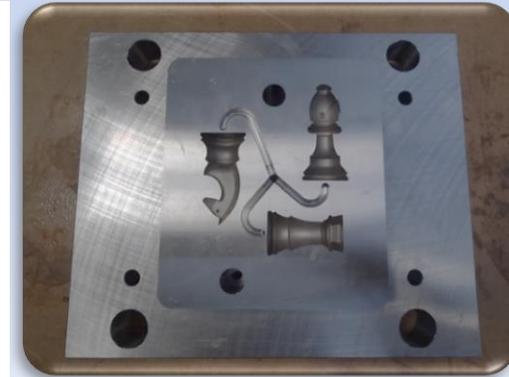
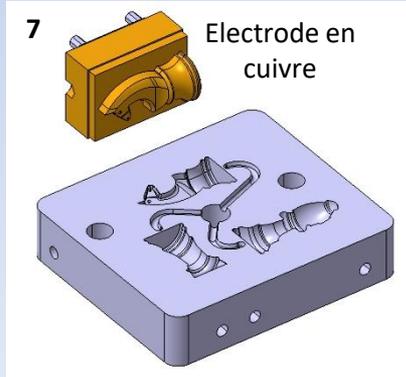
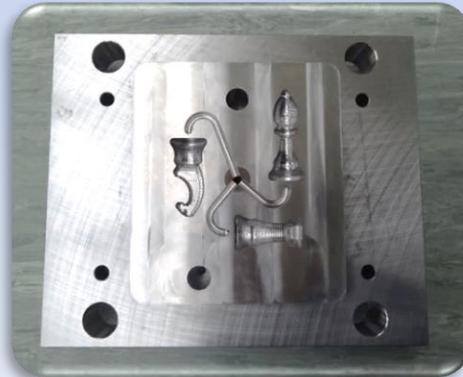
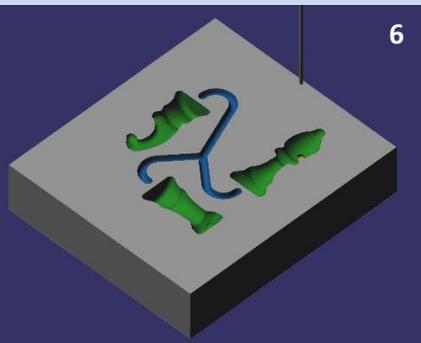


Programme FAO

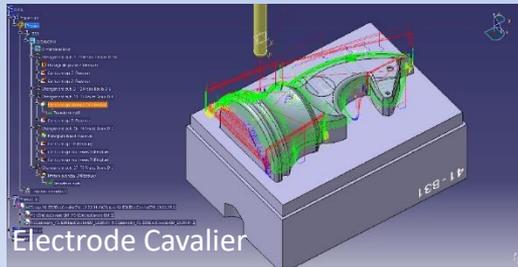
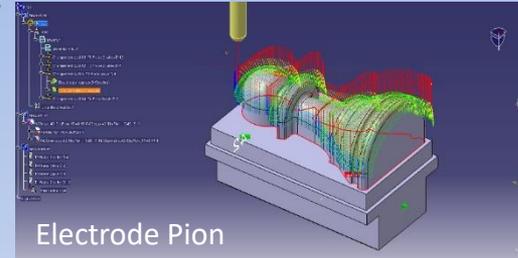
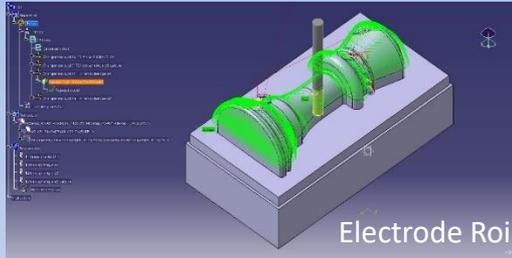
Ebauche des formes empreintes

Erosion enfonçage

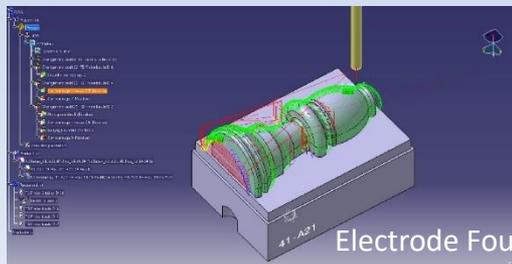
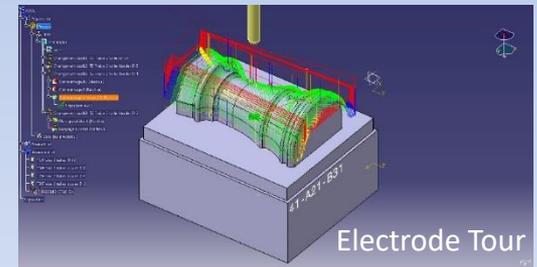
Finition des formes empreintes



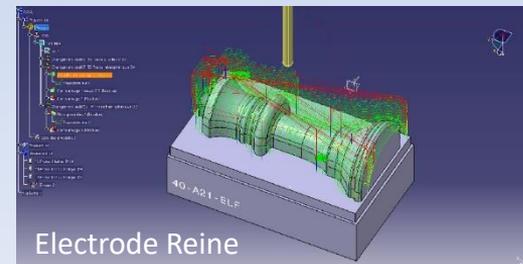
Programmes d'usinage des électrodes de finition des formes empreintes pour la phase d'érosion enfonçage



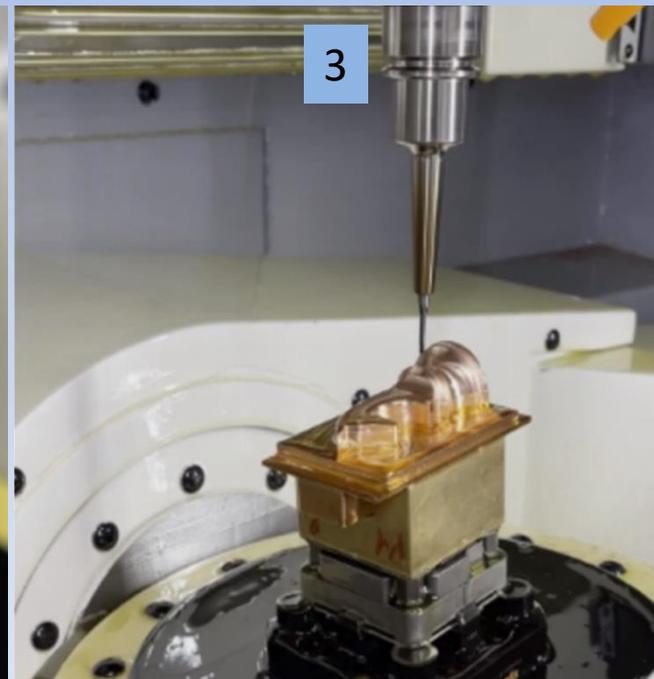
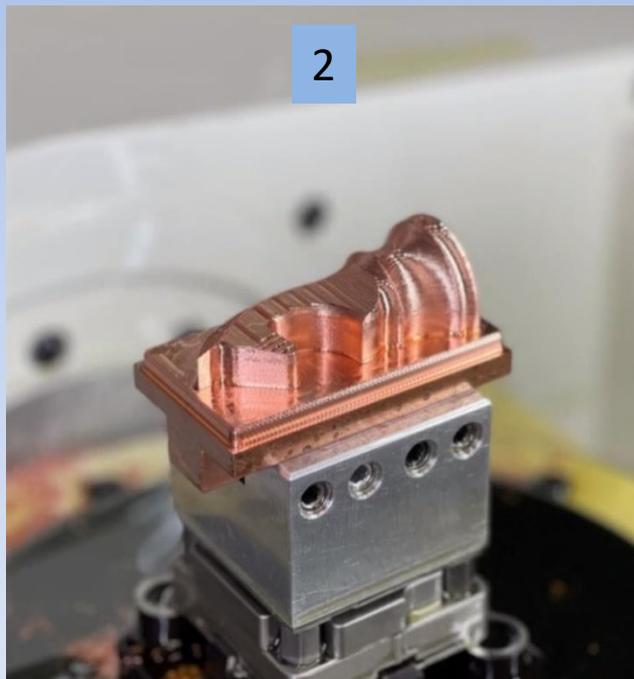
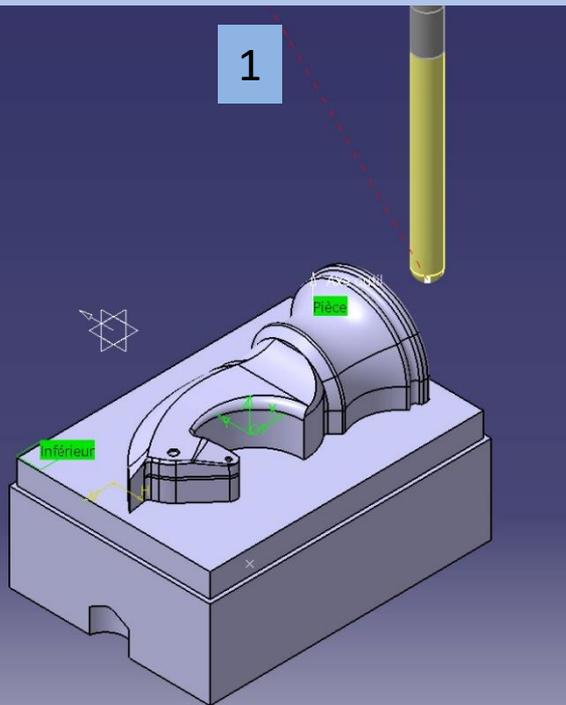
FAO
Fabrication Assistée par Ordinateur
Comme illustré pour le cavalier, un jeu d'électrodes sera réalisé pour finaliser les formes empreintes des 6 personnages.



**Matériau électrode
Cuivre**



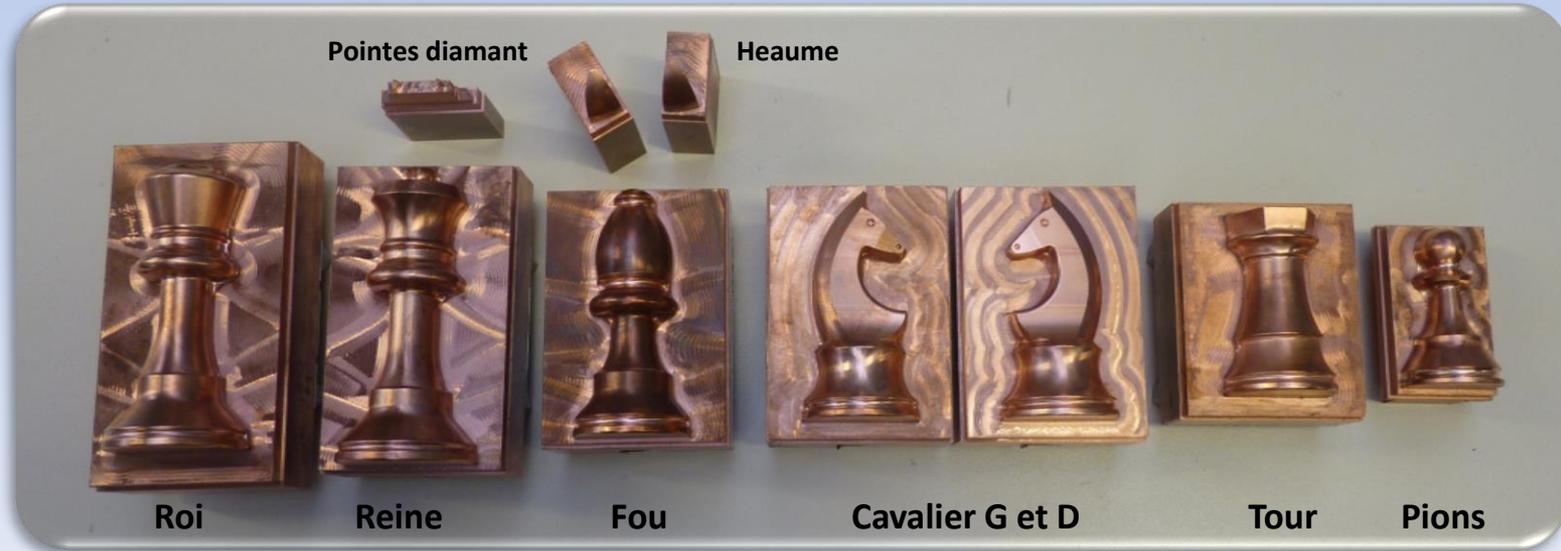
La séquence vidéo présente simultanément la fabrication de l'électrode du cavalier côté empreinte fixe:
Cette séquence démarre avec une **simulation FAO (1)** d'usinage de l'électrode, suivie de **l'usinage d'ébauche (2)** de l'électrode sur CN (Centre d'usinage Numérique) **en 3 axes** puis de **l'usinage de finition (3)** sur CN **en 5 axes**.



Jeu des électrodes: Au lycée, nous réalisons nos électrodes en cuivre. Celles-ci pourraient être usinées en graphite, matériaux moins onéreux, mais qui présente deux inconvénients: matière cassante et salissante.

Pour atteindre tous les détails de forme, il faut parfois morceler (décomposer) les géométries, c'est le cas:

- de la croix du Roi (*voir page suivante*),
- des pointes diamants de la Reine,
- du heaume du Fou,
- du triskell sur le Cavalier (*voir pages suivantes*). Pour le cavalier 2 géométries "miroir" sont utiles pour les empreintes fixe et mobile.



Après ébauche des formes empreintes en usinage, l'électrode de finition va donner sa forme définitive à l'empreinte par **"électroérosion enfonçage"** :

- dans un bain diélectrique, l'électrode s'approche de l'empreinte sans jamais la toucher,
- par une différence de potentiel très élevée entre l'électrode et l'empreinte, sur une très faible distance quelques μm , des arcs électriques (*température atteinte environ 20000°C*) vont arracher d'infimes particules d'acier à l'empreinte,
- progressivement la forme empreinte est réalisée avec une rugosité maîtrisée et uniforme pour chaque empreinte.

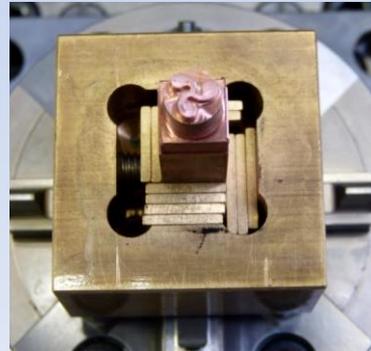
Définition CAO 3D

Résultat de forme après érosion



**Empreinte Mobile
Formes Cavalier**

Electrode Triskell



Exemples d'électrodes usinées avant érosion



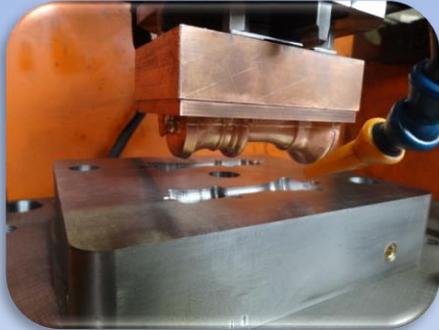
**Empreinte Fixe
Tour/Fou/Cavalier**



**Electrodes dites
charbonnées après érosion**



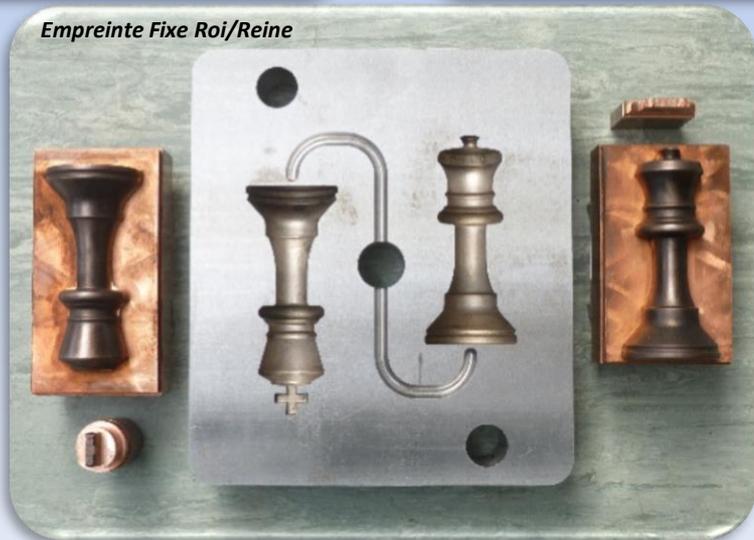
*Contexte d'érosion enfonçage de
la Reine*



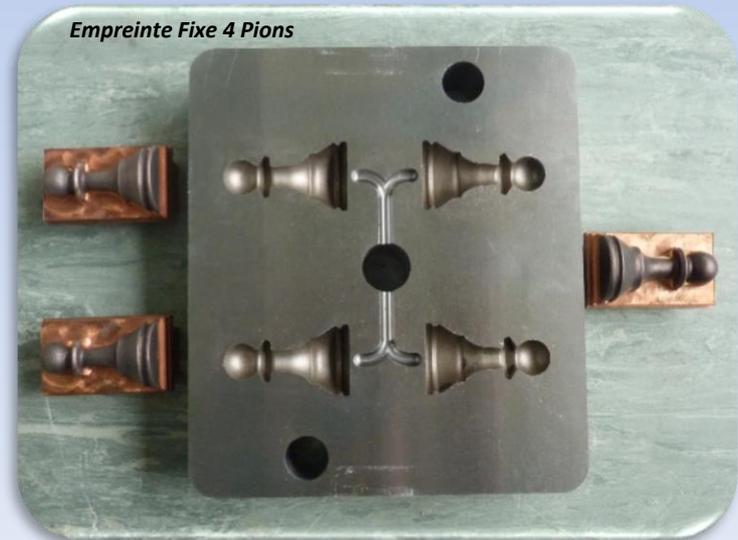
*Erosion enfonçage de la croix du Roi
en 2 plongées à 90°*



Empreinte Fixe Roi/Reine



Empreinte Fixe 4 Pions



Pour les 8 formes empreintes des 4 pions par empreinte à réaliser, 3 électrodes ont été fabriquées:

- 2 pour l'ébauche de chaque empreinte,
- et 1 pour la finition.



Perçage d'un circuit
de régulation



Fraisage sur CN 3 axes d'une plaque porte empreinte



Rectification du Plan de joint / empreinte mobile

Exemples de machines outils dans le contexte de réalisation

Fraisage sur UGV 5 axes des empreintes et des électrodes

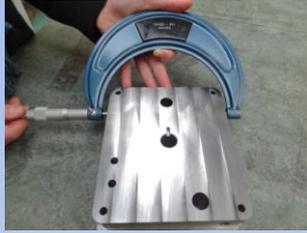


de l'UGV à l'érosion



Electroérosion par enfonçage des formes empreintes





Ebavurage – Contrôle – Ajustage – Rectification – Taraudage – Polissage



Assemblage – Etanchéité au Plan de Joint – Mise au point – Test d'étanchéité régulation





*Phase d'essais validée
en partenariat avec la **filière
plasturgie** du lycée.*

*Suivi des phases de production en
filières Bac Pro et BTS Europlastics
du lycée.*

Projet Industriel - 2^{ème} année BTS Conception & Réalisation de 3 moules

*Achèvement des travaux et
lancement de production en
filière plasturgie l'année suivante*





Conception CAO 3D



Fraisage CN



Ajustage



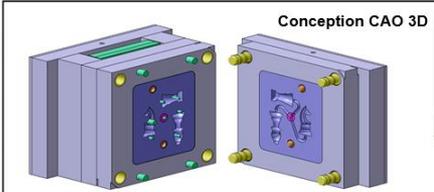
Fraisage UGV 5 axes



Perçage



Programmation FAO



Conception CAO 3D



Moule Injection Plastique

Moule Tour-Fou-Cavalier



Moulée Tour-Fou-Cavalier

Empreinte Tour-Cavalier-Fou



Modèle CAO Empreinte gravée

Electrode Triskel



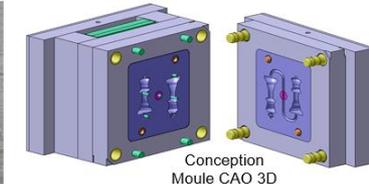
Modèle Jeu d'échecs CAO 3D



Prototype impression 3D



Electrodes en cuivre

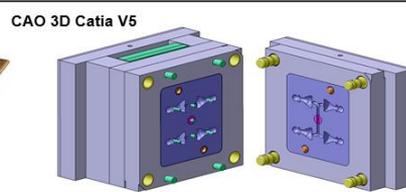


Conception Moule CAO 3D



Moule Injection Plastique

Moule Roi-Reine



CAO 3D Catia V5



Moule Injection Plastique

Moule 4 pions



Moulée 4 pions

Empreinte 4 Pions + jeux d'électrodes

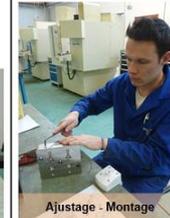


Formes empreintes érodées

Moulée Roi-Reine



Conception CAO 3D



Ajustage - Montage



Erosion enfonçage



Ajustage

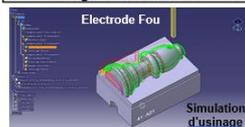


Montage



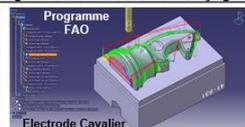
Programmation FAO

Fraisage conventionnel - Usinage 5 axes - Erosion enfonçage - Rectification - Ajustage-Polissage - Erosion fil - Usinage UGV - Tournage conventionnel



Electrode Fou

Simulation d'usinage

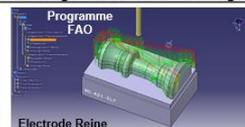


Programme FAO

Electrode Cavalier

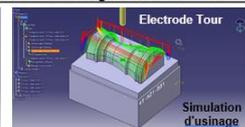


Contrôle Ajustage



Programme FAO

Electrode Reine



Electrode Tour

Simulation d'usinage

Bilan de Projet

BTS 2 CPRP A