

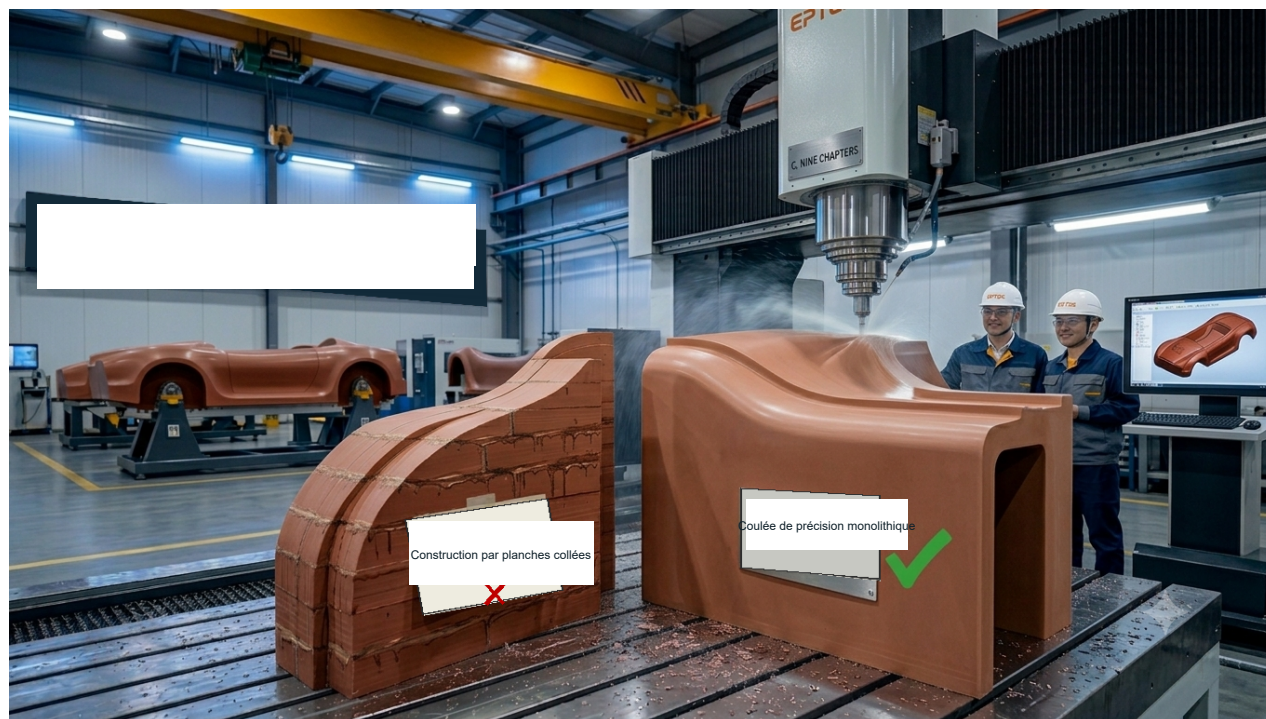
## Fabrication de précision EPTEK | Coulée de précision et outillages pour composites

### AU-DELÀ DES PLAQUES COLLÉES

#### EPTEK OUTILLAGES DE PRÉCISION COULÉS

Des plaques collées à la coulée monolithique au plus près du contour

Modèles automobiles • Outillages aéronautiques • Montages de précision



Moins de joints, plus de certitude.

Systèmes d'outillage non métalliques EPTEK : matériaux de coulée, pâte de modelage et mousse rigide.

Construction par plaques collées

Coulée de précision monolithique

Usinage CNC cinq axes d'une ébauche d'outillage monolithique coulée, sans joints de plaques collées et avec une surface lisse et continue.

Pour le style automobile, la validation des modèles et les outillages aéronautiques de précision, la qualité de l'ébauche détermine la reproduction continue des surfaces complexes et le transfert fiable des dimensions de conception. Elle influe également directement sur l'efficacité des opérations ultérieures de collage, de réparation et d'usinage.

Pour les grandes pièces, les cavités profondes et les géométries complexes, les plaques d'outillage classiques doivent être découpées en plusieurs sections, collées et durcies avant l'usinage de l'ensemble. Les joints, les couches de colle et les finitions répétées allongent le procédé et introduisent des incertitudes sur l'homogénéité de surface, l'étanchéité au vide et la stabilité dimensionnelle à long terme.

Pour dépasser les limites de la construction par plaques collées, EPTEK a développé les outillages de précision coulés. À partir des données 3D fournies par le client, EPTEK conçoit une cavité de coulée dédiée au plus près du contour et produit une ébauche monolithique proche de la forme finale. Les modèles et outillages complexes passent ainsi de l'assemblage de plaques à une coulée intégrée.

« Moins de joints. Plus de maîtrise de la fabrication. » C'est le principe des outillages de précision coulés d'EPTEK.

### 01 · QUATRE LIMITES DES PLAQUES D'OUTILLAGE COLLÉES

Les plaques d'outillage classiques sont généralement fournies en panneaux rectangulaires standard. La fabrication de grandes pièces, de cavités profondes ou d'outillages à formes libres complexes exige calepinage, découpe, préusinage, application de colle, assemblage, serrage, durcissement et finition des joints. Les plaques standard restent pratiques pour

les petites pièces régulières ; leurs limites inhérentes deviennent toutefois plus marquées lorsque la taille, la complexité des surfaces et les exigences de vide augmentent.

- Les joints visibles sont difficiles à éliminer

Les couches de colle et les plaques diffèrent par leur couleur, leur dureté, leur coefficient de dilatation thermique et leur comportement au ponçage. Même après rebouchage, ponçage et peinture, les joints peuvent réapparaître sur les finitions brillantes, les surfaces de classe A ou après des variations thermiques prolongées, compromettant l'homogénéité de surface des modèles de style, modèles maîtres et outillages haut de gamme.

- L'étanchéité au vide peut être compromise

Les zones de joints, les bords de colle et les collages localement incomplets peuvent créer des canaux cachés ou des microvides. Dans les moules de formage sous vide, les modèles maîtres de drapage composite et les montages de détournement sous vide, ces défauts peuvent devenir des chemins de fuite, diminuer le niveau de vide ou rendre son maintien instable.

- Les joints de collage peuvent limiter la durée de vie

Les joints de collage constituent des discontinuités dans la structure globale. Les manipulations répétées, l'usinage, les charges de vide, les charges mécaniques et les cycles thermiques peuvent entraîner des décollements locaux, des fissures ou des désaffleurements aux joints, augmentant le risque de réparation et de recalibrage.

- L'efficacité de fabrication est plus faible

L'assemblage classique de plaques exige découpe, application de colle, positionnement, serrage, durcissement, réparation des joints et nouvelle définition des références d'usinage, puis l'enlèvement d'une quantité importante de matière dans une ébauche rectangulaire. La coulée monolithique au plus près du contour place la surépaisseur d'usinage nécessaire autour de la géométrie finale, réduisant l'excédent de matière et le travail d'ébauche.

|                                  |                                                                                                                                    |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONSTRUCTION PAR PLAQUES COLLÉES | Calepiner et découper → préusiner → coller et serrer → durcir → réparer les joints → redéfinir les références → ébaucher largement |
| COULÉE AU PLUS PRÈS DU CONTOUR   | Données 3D → cavité dédiée → coulée monolithique → usinage de finition ciblé                                                       |

Les plaques standard restent pertinentes pour les petites pièces régulières. Leurs inconvénients sont particulièrement marqués pour les grands outillages, les cavités profondes, les surfaces complexes, les applications sous vide et les projets à fortes exigences d'aspect.

## 02 · COULÉE AU PLUS PRÈS DU CONTOUR : UNE NOUVELLE VOIE DE FABRICATION DES ÉBAUCHES

Les outillages de précision coulés d'EPTEK suivent la voie internationalement reconnue de la coulée au plus près du contour : une ébauche tridimensionnelle proche de la forme finale est coulée autour de la géométrie du produit. Par rapport aux plaques empilées et collées, le procédé réduit l'enlèvement de matière, le temps d'usinage CNC, l'usure des outils et les déchets de copeaux, tout en offrant une surface continue sans joints de plaques.

Ce procédé ne change pas seulement la forme du matériau ; il réorganise toute la fabrication de l'ébauche. Des données 3D et de la conception de la cavité à la coulée monolithique et à l'usinage de précision, la matière est placée autour du contour final du produit. L'ébauche conserve seulement la surépaisseur nécessaire et peut passer directement à la finition CNC ou cinq axes, supprimant la découpe des plaques, le collage, le durcissement de la colle et la réparation des joints.

| ÉTAPE DU PROCÉDÉ                        | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01 Données et conception de l'outillage | Concevoir un outillage de coulée dédié à partir des données 3D du client, en définissant les surépaisseurs d'usinage, les positions des inserts, les circuits de vide et les autres détails du procédé. |

| ÉTAPE DU PROCÉDÉ               | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 02 Usinage de la cavité        | Usiner par CNC la cavité de coulée en mousse pour reproduire précisément la géométrie du produit, tout en maîtrisant la consommation de matière et en approchant le contour final.                                                 |
| 03 Coulée et durcissement      | Couler du polyuréthane liquide (PUCAST®) ou de l'époxy (EPCAST®), puis le durcir pour obtenir une structure monolithique. Les pièces de forte épaisseur peuvent utiliser des cycles de durcissement et de post-cuisson par étapes. |
| 04 Usinage de finition minimal | Démouler une ébauche monolithique présentant une surépaisseur d'usinage limitée. Une finition légère produit la pièce finale ; pour les projets adaptés, le temps d'usinage peut être réduit de plus de 50%.                       |

EPTEK choisit le système polyuréthane PUCAST® ou époxy EPCAST® selon la taille de la pièce, la température d'utilisation, la dureté de surface, la tenue en compression, le poids et les exigences d'usinage. Les pièces épaisses, de haute précision ou destinées à des températures élevées peuvent suivre des cycles de durcissement et de post-cuisson par étapes afin de réduire les contraintes internes et de stabiliser les propriétés finales.

### 03 · OUTILLAGE DE PRÉCISION COULÉ ET PLAQUES COLLÉES

L'intérêt de l'outillage de précision coulé ne se limite pas à remplacer une plaque standard. Il rapproche nettement l'ébauche initiale de la géométrie finale.

| CRITÈRE                  | PLAQUES D'OUTILLAGE COLLÉES                                                                                                                  | EPTEK OUTILLAGES DE PRÉCISION COULÉS                                                                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stabilité dimensionnelle | Plusieurs interfaces de collage peuvent se déformer différemment avec les changements de température.                                        | Une structure monolithique continue, une formulation maîtrisée et la post-cuisson favorisent un comportement dimensionnel uniforme.                              |
| Étanchéité au vide       | Les joints de collage et les vides peuvent créer des chemins de fuite, rendant difficile le maintien des performances de vide.               | Moins d'interfaces de plaques réduisent les chemins de fuite potentiels.                                                                                         |
| Efficacité d'usinage     | La découpe des plaques, le collage, le durcissement, la réparation des joints et l'ébauche importante créent une longue chaîne d'opérations. | La surépaisseur proche de la forme finale raccourcit les trajectoires d'ébauche et réduit l'usure des outils.                                                    |
| Durée de vie             | Les joints de collage sont des zones relativement faibles qui peuvent se décoller ou se fissurer sous les charges thermiques et mécaniques.  | L'élimination des joints de collage des plaques permet d'optimiser la durée de vie par le système de matériau, la masse volumique et la conception structurelle. |
| Coût total               | Économique pour les petites pièces régulières, mais les coûts d'assemblage et d'ébauche augmentent fortement sur les grands outillages.      | Une cavité dédiée nécessite un investissement initial, mais le délai global et le coût sont mieux maîtrisables pour les grands outillages complexes.             |

La réduction de poids, l'efficacité d'usinage et le délai propres au projet dépendent de la taille de la pièce, de la masse volumique du matériau, de la conception structurelle, des surépaisseurs d'usinage et des critères d'acceptation. Les plaques standard peuvent rester plus économiques pour les petites pièces régulières ou très urgentes ; la coulée monolithique au plus près du contour est généralement plus efficace pour les grandes pièces, les surfaces complexes,

l'étanchéité au vide et les finitions de haute qualité.

#### 04 · STYLE AUTOMOBILE, MODÈLES ET OUTILLAGES

Les applications automobiles représentent environ 50% des projets d'outillages de précision coulés d'EPTEK. La technologie accompagne le processus depuis la validation précoce du style et la confirmation des données d'ingénierie jusqu'aux modèles intérieurs et extérieurs, modèles fonctionnels, montages de contrôle et moules de petites séries.



Modèle de style automobile : une ébauche monolithique coulée permet la reproduction sans joints des surfaces de classe A.

- Modèles de style et modèles maîtres

Adapté aux modèles extérieurs de véhicules complets et aux modèles de style de sections de carrosserie, pare-chocs, ailes, façades avant et arrière, spoilers, passages de roue, optiques, calandres et composants aérodynamiques. Pour les grandes surfaces, les cavités profondes ou les structures irrégulières, l'ébauche monolithique réduit le risque de joints de plaques visibles sous la peinture brillante et facilite le transfert de la maquette en pâte à modeler vers la CAO, la revue des surfaces de classe A et la validation finale du design.

- Modèles de contrôle des données et de cubing

Les données d'un véhicule ou d'un sous-ensemble peuvent servir à fabriquer des modèles de contrôle des données, des modèles d'ajustement et des modèles de validation d'assemblage pour vérifier les jeux, les affleurements, les raccords et la compatibilité d'assemblage. Une stabilité dimensionnelle élevée, une bonne tenue des arêtes et une finition fine sont essentielles pour le matériau.

- Modèles et outillages intérieurs et extérieurs

Les applications comprennent les tableaux de bord, panneaux de porte, consoles centrales, montants, pavillons, composants de sièges, garnitures de coffre, optiques et panneaux de carrosserie de véhicules à énergies nouvelles. Le matériau peut également être utilisé pour les moules de thermoformage sous vide, moules RIM basse pression, moules de mousse, outillages de garnitures souples et moules composites de petites séries.

- Montages de contrôle, montages d'assemblage et supports de pièces

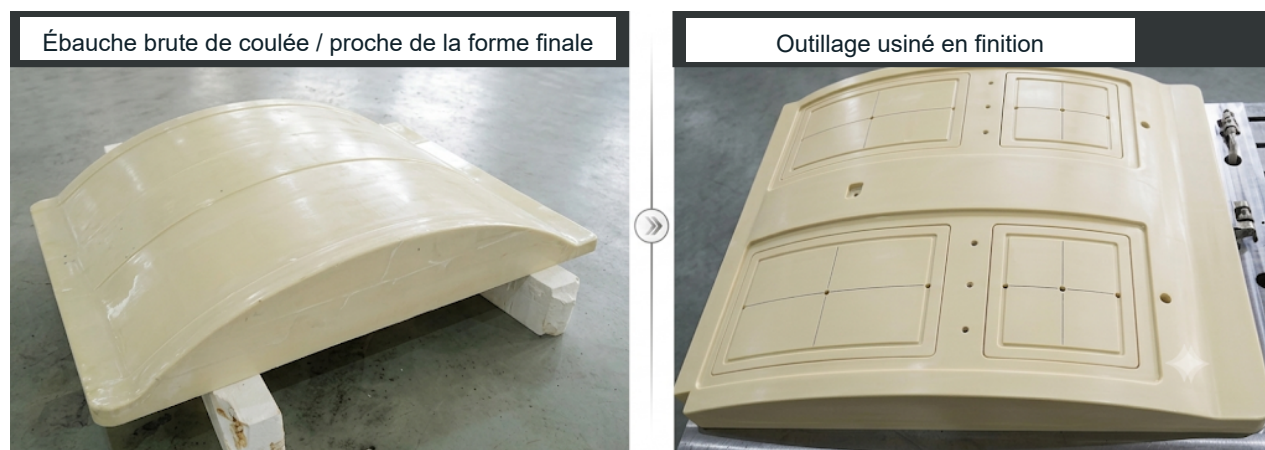
Adapté aux montages de contrôle de contour, montages de positionnement, supports d'assemblage, bases de mesure et outillages de présentation pour les panneaux de carrosserie, les garnitures intérieures et extérieures et les composants structurels. L'ébauche peut être coulée au plus près du contour de support requis, puis usinée avec des trous de référence, pions de positionnement, blocs de contrôle et inserts métalliques, conciliant précision, poids et facilité de

manutention.

## 05 · APPLICATIONS D'OUTILLAGE AÉRONAUTIQUE

Les pièces composites et en tôle aéronautiques sont souvent grandes, à parois minces, peu rigides, avec des courbures complexes et des exigences de précision élevées. Des outillages dédiés sont nécessaires pour le drapage et le formage, le détournage et le perçage, le contrôle et l'assemblage. Les applications aéronautiques représentent actuellement environ 50% des projets d'outillages de précision coulés d'EPTEK.

Grands outillages : comparaison des étapes de fabrication



Grands outillages : comparaison des étapes de fabrication

Ébauche brute de coulée / proche de la forme finale

Outillage usiné en finition

Grande ébauche d'outillage avant et après usinage : l'ébauche coulée proche de la forme finale minimise l'enlèvement de matière tout en conservant la surépaisseur de surface nécessaire.

- Modèles maîtres pour outillages composites

Un modèle maître est la référence de haute précision utilisée pour fabriquer un moule composite de production. EPTEK peut couler une ébauche monolithique directement à partir des données de la pièce composite ou de l'outillage final. L'usinage cinq axes produit une surface continue, suivie d'une étanchéification, d'un revêtement, d'un gelcoat ou d'un traitement de démoulage. Les applications types comprennent les modèles maîtres de peaux d'ailes, panneaux de fuselage, portes, carénages, extrémités d'ailes, longerons et nervures en fibres de carbone.

- Pour les modèles maîtres composites à basse ou moyenne température, choisir un système polyuréthane ou époxy selon le matériau de drapage, la température de durcissement, le nombre de cycles thermiques et les exigences de précision.

- Pour les modèles maîtres de moules en préimprégnés, vérifier la température de fléchissement sous charge, le coefficient de dilatation thermique, le cycle de post-cuisson et la compatibilité avec le système de gelcoat.

- Montages de maintien et de détournage sous vide

Après durcissement, les pièces composites sont couramment positionnées sur des montages de maintien et de détournage sous vide épousant leur surface. EPTEK coule le corps du montage en une seule ébauche, puis l'usinage CNC crée la surface correspondante, les rainures de vide, les canaux d'air, les gorges d'étanchéité et les références de positionnement. Contrairement aux montages en plaques collées, l'ébauche monolithique ne présente aucun joint de plaque traversant la surface de travail, réduisant le risque que les joints deviennent des chemins de fuite.

- Pièces types : peaux d'ailes, panneaux de fuselage, portes et carénages en fibres de carbone, panneaux sandwich à nid d'abeilles et composants intérieurs composites.

- Après usinage, réaliser l'étanchéification de surface, vérifier la continuité des joints d'étanchéité, tester les zones de vide et effectuer un essai de maintien du vide sur le montage complet.

## 05 · APPLICATIONS D'OUTILLAGE AÉRONAUTIQUE - SUITE

- Ébauches d'outillage pour l'étirage-formage et le formage des tôles

Les revêtements en aluminium et les composants en tôles minces d'avions exigent des moules aux surfaces précises, présentant une résistance suffisante à la compression et une bonne résistance à l'usure lors de l'étirage à basse température, de l'étirage-formage, du travail manuel et du formage correctif. Pour les programmes de développement, les petites séries et les surfaces complexes, les outillages en résine peuvent être rapidement usinés sur cinq axes et sont plus faciles à manipuler et à modifier que les ébauches métalliques.

- Outillages de contrôle et montages d'assemblage

Le contrôle et l'assemblage des composants aéronautiques exigent un transfert fiable des références, un positionnement par le contour et un serrage répétable. Les outillages de précision coulés d'EPTEK conviennent aux calibres de contour, gabarits de surface, montages de positionnement d'assemblage, bases de gabarits de perçage et montages de collage. Une ébauche monolithique coulée crée des contours de support complexes avec un poids relativement faible et peut intégrer pions de positionnement, bagues, inserts filetés, sièges de billes et cibles de mesure.

Pour les projets aéronautiques, le choix du matériau et les cycles de durcissement doivent être validés selon la température d'utilisation, le nombre de cycles thermiques, la précision dimensionnelle, la compatibilité du revêtement ou du gelcoat, les exigences de vide et le plan de contrôle final.

## 06 · GAMME DE PRODUITS EPTEK

EPTEK propose une gamme complète de matériaux et d'équipements pour le style automobile, les moules aéronautiques et les outillages de précision : pâtes à modeler de style, âmes légères et plaques d'outillage, outillages de précision coulés, pâtes d'outillage, matériaux de noyaux hydrosolubles et systèmes d'usinage cinq axes.

| FAMILLE DE PRODUITS                                    | PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET APPLICATIONS                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PUCAST® Outillages de précision coulés en polyuréthane | Durcissement rapide, excellente aptitude à l'usinage, faible production de poussière et choix varié de masses volumiques. Adapté aux modèles de style automobile, montages de contrôle et d'assemblage, montages de détournage sous vide et modèles maîtres composites à basse température. |
| EPCAST® Outillages de précision coulés en époxy        | Excellente stabilité dimensionnelle, bonne tenue à température élevée et faible dilatation thermique. Adapté aux modèles maîtres composites à température plus élevée, modèles maîtres de moules en préimprégnés et montages de contrôle de précision.                                      |
| PUBOARD® / EPBOARD® Plaques d'outillage                | Plaques d'outillage en polyuréthane et en époxy haute température pour petits modèles, outillage rapide, montages de contrôle et modèles maîtres de moules en préimprégnés.                                                                                                                 |
| PUFOAM® / LBOARD® Matériaux d'âme légers               | Mousse rigide de polyuréthane à cellules fines pour grands modèles maîtres, modèles maîtres légers, modèles de référence d'outillages composites et support interne de structures conformes au contour.                                                                                     |
| EPMOLD® Pâtes d'outillage                              | Pour les couches de surface de grands modèles maîtres, le lissage de surfaces complexes, les modifications locales et la production d'outillages par application manuelle ou mécanique.                                                                                                     |
| EPMOLD® Résines et préimprégnés d'outillage            | Systèmes hautes performances pour les outillages composites aéronautiques, notamment les moules d'infusion sous vide, moules en préimprégnés et outillages composites à haute température.                                                                                                  |

| FAMILLE DE PRODUITS               | PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET APPLICATIONS                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| iClay Pâte à modeler de style     | Pour le développement du style automobile et la validation du design. Retravaillable et facile à finir pour la réalisation de modèles à surfaces de classe A.                           |
| Matériaux de noyaux hydrosolubles | Pour former des structures composites creuses complexes. Après durcissement, le noyau peut être éliminé à l'eau, dépassant les limites de démoulage des outillages de noyau classiques. |

## DEMANDES DE PROJETS

Ébauches d'outillage coulées sans joints, modèles, moules et montages sur mesure

Envoyez-nous vos données 3D. EPTEK peut fournir la solution complète, de l'ébauche coulée de précision à la pièce finie usinée sur cinq axes.