

GUIDE GRATUIT

Guide pratique du prototypage rapide

De l'idée au prototype
en 5 étapes

Le guide méthodologique pour ingénieurs et chefs de projet
qui veulent passer du fichier CAO à la pièce physique sans
perdre de temps ni de budget.



Sommaire

Introduction : pourquoi le prototypage rapide change la donne	3
Étape 1 - Définir le cahier des charges de votre prototype	4
Étape 2 - Choisir la bonne technologie de fabrication	5
Étape 3 - Optimiser votre fichier 3D pour la fabrication	6
Étape 4 - Valider les tolérances et les finitions	7
Étape 5 - Passer de la pré-série à la production	8
Checklist récapitulative	9
À propos de BMECATECH	10

À qui s'adresse ce guide ?

- **Ingénieurs bureau d'études** qui conçoivent des pièces et doivent choisir le bon procédé.
- **Chefs de projet R&D** qui pilotent le développement d'un produit.
- **Responsables production PME** qui cherchent à valider une nouvelle pièce.
- **Porteurs de projet et startups hardware** qui passent de l'idée à la première pièce.

Pourquoi le prototypage rapide change la donne

Il y a quinze ans, obtenir un prototype mécanique prenait quatre à huit semaines et coûtait plusieurs milliers d'euros. Le choix se limitait souvent à l'usinage CNC ou à une maquette artisanale. Les itérations étaient rares, car chaque nouvelle version représentait un investissement conséquent.

Aujourd'hui, la donne a changé. L'impression 3D industrielle, les machines CNC plus accessibles, les résines de coulée nouvelle génération et les micro-injecteurs permettent de produire un prototype fonctionnel en quelques jours, pour une fraction du coût d'il y a dix ans.

Mais cette accessibilité a créé un nouveau problème : **trop de choix**. FDM, SLA, SLS, MJF, usinage 3 ou 5 axes, coulée sous vide, injection rapide, découpe laser... Face à cette offre, beaucoup de porteurs de projet perdent du temps et de l'argent en choisissant la mauvaise technologie, en fournissant des fichiers inadaptés, ou en négligeant des étapes critiques.

Ce guide a été conçu pour vous éviter ces écueils.

Ce que vous trouverez dans ce guide

Cinq étapes concrètes, dans l'ordre chronologique d'un projet de prototypage. Pas de théorie généraliste, mais des recommandations issues de 17 ans d'expérience en conception et fabrication mécanique. Des tableaux comparatifs pour faire les bons choix. Des checklists pour ne rien oublier. Et les erreurs que nous voyons revenir chaque semaine chez nos clients, pour que vous puissiez les éviter.

À propos de l'auteur

Ce guide a été rédigé par l'équipe BMECATECH, bureau d'études mécanique et prestataire de prototypage rapide basé à Montpellier. 17 ans d'expérience, plus de 500 projets réalisés, 7 technologies de fabrication maîtrisées.

ÉTAPE 1

Définir le cahier des charges de votre prototype

C'est l'étape que tout le monde veut accélérer. Et c'est précisément celle qui, quand elle est bâclée, génère le plus de retards et de surcoûts en aval.

Trois types de prototypes, trois niveaux d'exigence

Type	Objectif	Exigence matériau	Exigence finition	Budget
Prototype d'aspect	Montrer, convaincre	Faible (résine, PLA)	Élevée (peinture, vernis)	Modéré
Prototype fonctionnel	Tester, assembler	Élevée (matériau proche série)	Variable	Modéré à élevé
Pré-série	Tester en conditions réelles	Élevée (matériau série)	Élevée (qualité série)	Élevé

Les 8 questions du cahier des charges prototype

Répondez à ces huit questions et vous aurez 90 % de l'information nécessaire pour obtenir un devis précis et une pièce conforme.

- Quelle est la fonction de ce prototype ?** Validation de concept, test d'assemblage, présentation client, certification ?
- Le matériau définitif est-il requis ?** Un ABS moulé et un ABS-like en résine SLA n'ont pas les mêmes propriétés.
- Quelles sont les cotes critiques ?** Identifiez les interfaces d'assemblage et les ajustements serrés.
- Quel environnement d'utilisation ?** Température, humidité, UV, contraintes mécaniques.
- Combien de pièces ?** La réponse oriente directement le choix technologique.
- Quelle finition ?** Les finitions représentent 30 à 50 % du coût total.
- Quel délai ?** Un prototype en 48 h ne se fabrique pas comme un prototype en 3 semaines.
- Quel budget ?** Même une fourchette large permet au prestataire de vous orienter.

Erreur classique n°1

Demander "un prototype" sans préciser s'il doit être fonctionnel ou esthétique. Un prototype d'aspect en résine SLA coûte deux à trois fois moins cher qu'un prototype usiné en aluminium 7075. Mais il ne tiendra pas un test de chute.

ÉTAPE 2

Choisir la bonne technologie de fabrication

Six familles de technologies, des dizaines de variantes, des acronymes partout. Voici un cadre de décision simple.

Tableau comparatif des technologies de prototypage

Critère	FDM	SLA	SLS/MJF	Usinage CNC	Coulée sous vide	Injection
Précision	+/- 0.2 mm	+/- 0.05 mm	+/- 0.1 mm	+/- 0.02 mm	+/- 0.15 mm	+/- 0.05 mm
Quantité idéale	1-5	1-10	1-50	1-20	5-200	100+
Délai	2-5 j	3-5 j	5-10 j	5-15 j	3-4 sem.	4-8 sem.
Coût unitaire	Très faible	Faible	Modéré	Modéré-élevé	Modéré	Faible*
Invest. initial	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	400-1 200 EUR**	5 000-80 000 EUR
État de surface	Visible	Excellent	Granuleux	Excellent	Bon à excellent	Excellent
Résistance méca.	Faible	Moyenne	Bonne	Excellente	Bonne	Excellente

* Après amortissement du moule ** Moule silicone à refaire toutes les 25 pièces environ

Arbre de décision simplifié

1. Votre pièce doit-elle être en métal ?

Oui → Usinage CNC. Non → Question suivante.

2. Combien de pièces identiques ?

1-5 → Impression 3D. 5-200 → Coulée sous vide. 200+ → Injection.

3. Quelle précision requise ?

+/- 0.2 mm → FDM/SLS. +/- 0.05 mm → CNC ou SLA. +/- 0.02 mm → CNC.

4. Quel délai critique ?

< 5 jours → Impression 3D. 5-15 jours → CNC ou coulée. > 4 semaines → Injection possible.

Erreur classique n°2

Choisir la technologie la moins chère plutôt que la plus adaptée. Un prototype en PLA à 30 euros qui casse au premier test ne fait pas économiser d'argent. Il fait perdre du temps et de la crédibilité.

ÉTAPE 3

Optimiser votre fichier 3D pour la fabrication

Un fichier CAO bien préparé fait la différence entre un prototype livré en 5 jours et un aller-retour de corrections qui en prend 15.

Les formats de fichiers à fournir

Format	Extension	Usage	Quand le fournir
STEP	.stp / .step	Format neutre universel	Toujours
STL	.stl	Impression 3D	Pour l'impression 3D
3MF	.3mf	Impression 3D (évolution du STL)	Si disponible
DXF/DWG	.dxf / .dwg	Découpe laser, pliage	Pièces 2D (tôlerie)
Plan coté PDF	.pdf	Spécifications fonctionnelles	Tolérances serrées

Les 7 points de vérification DFM

1. Épaisseurs de paroi minimales

Procédé	Épaisseur minimale
FDM	1.0 mm (0.8 mm en poussant)
SLA	0.5 mm
SLS / MJF	0.7 mm
Usinage CNC	0.5 mm (selon matériau)
Coulée sous vide	0.75 mm
Injection plastique	1.0 - 1.5 mm

2. Rayons de raccordement - Min. 0.5 mm en usinage, 0.3 mm en injection.

3. Contre-dépouilles - Identifiez les zones inaccessibles à l'outil ou qui imposent des tiroirs dans le moule. En coulée sous vide, le moule silicone souple accepte des contre-dépouilles raisonnables, ce qui simplifie la conception.

4. Trous et filetages - Précisez diamètres, profondeurs et normes (M3, M4, M5...).

5. Textes et marquages - Profondeur min. 0.3 mm, largeur de trait min. 0.5 mm.

6. Orientation de fabrication - Signalez les faces critiques (surface fonctionnelle, visible).

7. Vérification du STL - Maillage étanche, pas de faces inversées. Utilisez Meshmixer ou Netfabb.

Anticiper la fabrication série dès le prototypage

Si votre pièce est destinée à l'injection plastique, intégrez les contraintes de fabrication série dès la conception du prototype : dépouilles, épaisseurs minimales et maximales, volumes de passage des cales montantes, croisements de fer. Passer d'une pièce prototype à une pièce injectée est chronophage si la géométrie n'a pas été pensée pour l'industrialisation. Mieux vaut prototyper directement dans la géométrie prévue pour la série.

Erreur classique n°3

Envoyer un fichier STL avec des erreurs de maillage. Le prestataire doit réparer, ce qui retarde le projet et peut introduire des approximations géométriques.

ÉTAPE 4

Valider les tolérances et les finitions

Un prototype réussi n'est pas seulement une pièce qui a la bonne forme. C'est une pièce qui s'assemble, qui fonctionne et qui a l'aspect attendu.

Tolérances : ce qu'il faut spécifier

Règle d'or : ne tolérez que ce qui a une raison fonctionnelle d'être toléré.

Niveau	Plage	Usage	Impact coût
Générale	+/- 0.2 mm	Surfaces non fonctionnelles	Aucun surcoût
Moyenne	+/- 0.1 mm	Interfaces d'assemblage	Modéré
Serrée	+/- 0.05 mm	Ajustements, portées roulement	Significatif
Très serrée	+/- 0.02 mm	Guidages de précision, optique	Élevé

Finitions : les options courantes

Finition	Compatible avec	Objectif	Impact délai	Impact coût
Sablage	Tous procédés	Uniformiser, aspect mat	+ 1 jour	Faible
Ponçage / polissage	Usinage, SLA, PU	Surface lisse, brillante	+ 1-2 jours	Modéré
Peinture	Tous procédés	Couleur, protection	+ 2-5 jours	Modéré à élevé
Anodisation	Aluminium usiné	Protection, couleur	+ 3-5 jours	Modéré
Chromage / nickelage	Métaux usinés	Aspect, anti-corrosion	+ 5-10 jours	Élevé
Marquage laser	Métaux, certains plastiques	Logo, traçabilité	+ 1 jour	Faible
Inserts filetés	Impression 3D, PU, injection	Assemblage mécanique	+ 1 jour	Faible

Conseil terrain

Si votre prototype est destiné à un client ou un investisseur, prévoyez systématiquement une finition (minimum sablage + peinture). L'impact sur la perception de qualité est disproportionné par rapport au coût.

Erreur classique n°4

Sous-estimer le coût et le délai des finitions. Peinture, ponçage et traitements de surface représentent souvent 30 à 50 % du coût total d'un prototype d'aspect.

ÉTAPE 5

Passer de la pré-série à la production

Votre prototype est validé. L'assemblage fonctionne, le design est approuvé. La question suivante : comment passer à l'échelle ?

Trois phases pour réduire le risque

Phase 1 - Prototypes de validation (1 à 5 pièces)

Impression 3D ou usinage CNC. Objectif : valider forme, assemblage, dimensions. Budget : 100 à 2 000 EUR.

Phase 2 - Pré-série (5 à 200 pièces)

Coulée sous vide (moule silicone + répliques PU, moule à refaire toutes les 25 pièces environ) ou SLS/MJF. Objectif : tests terrain, premiers clients, salon. Budget : 800 à 5 000 EUR.

Phase 3 - Production série (100+ pièces)

Injection plastique (moule acier ou aluminium). Objectif : production récurrente, coût pièce optimisé. Moule : 5 000 à 80 000 EUR. Pièces : 0,50 à 15 EUR.

Approche séquentielle vs directe : comparatif chiffré

Exemple sur un boîtier plastique :

Approche	Investissement	Risque	Délai total
Directement en injection	15 000 EUR + 2 000 EUR modifs	Élevé	10-14 sem.
Séquentielle (3D + PU + injection)	500 + 2 500 + 12 000 EUR	Faible	14-18 sem.

Le léger surcoût de la phase prototypage est compensé par l'économie sur les modifications du moule. Le moule final est bon du premier coup.

Conseil terrain

Cette approche séquentielle est celle que nous recommandons et pratiquons chez BMECATECH. Nous pilotons l'ensemble du processus, de l'impression du premier prototype à la mise en production du moule, avec un seul interlocuteur.

Et l'intégration mécatronique ?

Si votre produit intègre de l'électronique, des capteurs ou des actionneurs, la question se pose dès le prototypage : qui approvisionne les composants ? Le client ou le prototypiste ? Faut-il fournir un cahier des charges de montage, un protocole de test ? Ces sujets méritent une réflexion dédiée. Nous préparons un guide complémentaire sur l'intégration mécatronique. En attendant, n'hésitez pas à nous consulter.

Checklist récapitulative

Imprimez cette page et cochez les étapes au fur et à mesure de votre projet.

Étape 1 - Cahier des charges

- Type de prototype défini (aspect, fonctionnel, pré-série)
- Fonction et objectif du prototype clairement décrits
- Matériau cible identifié (ou matériau approchant accepté)
- Cotes critiques et tolérances fonctionnelles listées
- Environnement d'utilisation documenté (T, humidité, chimie, mécanique)
- Quantité définie
- Budget et délai communiqués

Étape 2 - Choix technologique

- Technologie(s) de fabrication identifiée(s)
- Adéquation matériau / procédé vérifiée
- Adéquation précision requise / précision du procédé confirmée
- Délai compatible avec la technologie choisie

Étape 3 - Fichiers 3D

- Fichier STEP exporté et vérifié
- Fichier STL exporté et contrôlé (maillage étanche)
- Plan coté PDF préparé (si tolérances serrées)
- Épaisseurs de paroi conformes aux minimums du procédé
- Rayons de raccordement ajoutés sur les angles vifs internes
- Contre-dépouilles identifiées et documentées
- Orientation de fabrication préférentielle signalée
- Contraintes de fabrication série intégrées (dépouilles, épaisseurs)

Étape 4 - Tolérances et finitions

- Cotes fonctionnelles tolérancées (et seulement celles-là)
- Finitions requises spécifiées dans le cahier des charges
- Impact des finitions sur le délai et le coût intégré au planning

Étape 5 - Validation et passage en série

- Prototype V1 reçu et inspecté (dimensions, surface, fonctionnalité)
- Retours documentés (photos, annotations, mesures)
- Conception finalisée avant lancement du moule injection
- Matériau de série défini et testé en pré-série
- Intégration mécatronique anticipée si applicable



Bmecatech

À propos de BMECATECH

Bureau d'études mécanique et prestataire de prototypage rapide basé à Montpellier. 17 ans d'expérience en conception et fabrication mécanique.

- ✓ Impression 3D : FDM, SLA haute résolution, SLS, MJF
- ✓ Usinage CNC : 3 et 5 axes, métaux et plastiques techniques
- ✓ Coulée sous vide : moules silicone, répliques polyuréthane
- ✓ Injection plastique : moules prototypes et série
- ✓ Découpe laser et jet d'eau
- ✓ Finitions : sablage, peinture, anodisation, marquage laser

17

ans d'expérience

48h

délai devis

7

technologies

Vous avez un projet de prototype ?

Envoyez-nous vos fichiers 3D. Devis détaillé sous 24 heures.

[Demander un devis gratuit](#)