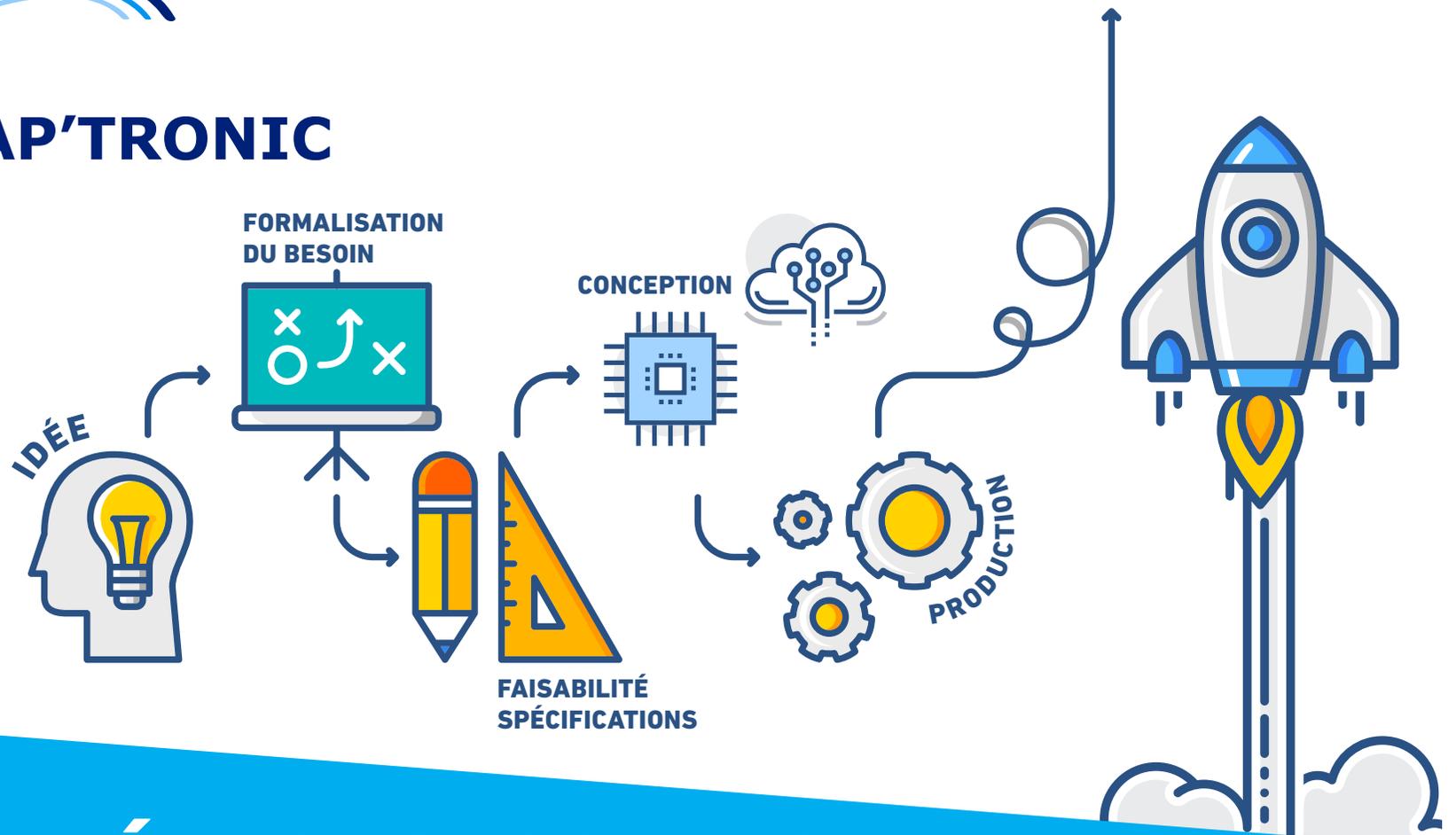


CAP'TRONIC



QUELLE MÉTHODOLOGIE POUR RÉUSSIR VOTRE PROJET ÉLECTRONIQUE ?

IoT, SYSTÈMES INTELLIGENTS :
SÉCURISEZ VOTRE DÉVELOPPEMENT EN **5 ÉTAPES CLÉS** !

CAP'TRONIC EN QUELQUES LIGNES

Fondée par le CEA et Bpifrance, et financée par le ministère de l'Economie et des Finances, l'association JESSICA France est chargée de la mise en œuvre du **programme CAP'TRONIC**. Celui-ci a pour objectif d'**aider les PME françaises, quel que soit leur secteur d'activité, à améliorer leur compétitivité** grâce à l'intégration de solutions électroniques et de logiciel embarqué dans leurs produits.

Spécialistes en électronique et en logiciel embarqué, les 24 ingénieurs CAP'TRONIC sont présents sur l'ensemble de la France, **au plus proche des entreprises** et des défis qu'elles doivent relever au quotidien. Ils mettent en place, en toute neutralité, les expertises adaptées au projet, à l'entreprise et au marché, afin de parvenir rapidement à **une solution réaliste en termes de technologie mise en œuvre, de délai et de coût**.

Les interventions prennent la forme de séminaires techniques et marché, de formations et de conseils. L'aide de CAP'TRONIC peut prendre ensuite la forme d'expertises cofinancées par le programme (choix technologiques, mise au point du cahier des charges...) et d'accompagnement du projet.

CAP'TRONIC mobilise de nombreux experts venant de centres de compétences publics et privés en électronique et en logiciel embarqué. Ces centres sont des laboratoires universitaires, des écoles d'ingénieurs, des sociétés d'études électroniques du secteur privé.

Chaque année, CAP'TRONIC aide plus de 3 500 PME, tous secteurs confondus, à conquérir de nouvelles parts de marché en faisant de l'électronique et du logiciel **le levier concurrentiel indispensable à leur croissance**.

www.captronic.fr

Document rédigé
par les équipes de CAP'TRONIC

Imprimé en mars 2017

Crédits photos : © Velco / Natéo Santé / Groupeer / Dualo / Fibercryst / 2C Consult / System Plus Consulting / Fotolia / Shutterstock

Conception graphique Violaine Cleyet-Marrel

Tous droits réservés. Reproduction interdite sans autorisation préalable
(contact : guide@captronic.fr)

CONTEXTE & ENJEUX

L'impétueuse nécessité d'arriver rapidement sur le marché s'impose à chaque acteur, qu'il agisse sur des marchés matures ou en croissance, sur des segments B2B ou de grande consommation. Partout, les équipes projets visent un Time-to-Market ambitieux, souvent autant poursuivi par la stratégie d'entreprise que demandé par les clients.

Que la prime au premier entrant sur un marché reste, au choix, une réalité ou un mythe tenace (on vous laisse juge de cela), force est de constater que la volonté de "sortir du bois" le plus rapidement possible est communément partagée, de la startup du numérique au grand groupe visant un second souffle industriel en passant par la PME en recherche de diversification.

Cette frénésie permanente remet souvent en cause les méthodologies de projet communément adoptées. Les équipes viennent à considérer des manières d'agir plus agiles, à confier et paralléliser des parties du développement à des structures extérieures.

Néanmoins, concrétiser ses objectifs de Time-to-Market, c'est aussi prendre en considération quelques étapes clés de formalisation de son besoin, de ses contraintes fonctionnelles et techniques, et cela bien en amont du développement. En effet, plus les problèmes sont découverts tard dans la vie du projet (ou pire, au cours du cycle de vie du produit), plus les impacts financiers seront importants pour y remédier.

Il n'est pas inutile de rappeler par ailleurs que ces étapes de formulation fonctionnelle et technique du produit visé ne sauraient venir qu'en aval d'une définition sérieuse du besoin, des usages et des services attendus.

Nous essayerons d'étayer à travers ce guide pratique et synthétique, une méthodologie d'optimisation de son Time-to-Market à travers la mise en lumière d'écueils techniques et les jalons importants d'un projet technologique réussi.





OÙ EN ÊTES-VOUS DANS VOTRE PROJET ?

Évitez les erreurs ou les problèmes souvent rencontrés par nos ingénieurs :

- Je prototypé avant de faire un Cahier Des Charges.
- Je "choisis" un Bureau d'Études avec une seule offre sur le bureau.
- J'ai du mal à m'y retrouver dans les différentes offres d'étude des Bureaux d'Études (10 k€, 30 k€ ou 75 k€ : pourquoi autant d'écart ?).
- Je choisis le prestataire le moins-disant pour l'étude, sans engagement de sa part sur le coût de fabrication.
- J'ai passé commande pour 3 prototypes mais on ne m'a pas proposé de dossier de conception, ni de fabrication.
- On a choisi pour moi une solution technologique obsolète.
- J'ai imposé à mon Bureau d'Études une technologie inadaptée dont on m'a vanté les mérites ou que mon concurrent utilise.
- Je fabrique un produit qui correspond au savoir faire du Bureau d'Études, pas au besoin de mes clients.
- J'ai oublié de prendre en compte les coûts de certification.
- A la fin du développement, je suis propriétaire de quoi ? Puis-je faire évoluer le produit ? Avec Qui ? Que se passe-t-il si mon sous-traitant fait faillite ?
- Mon Bureau d'Études ne veut plus intervenir sur le produit suite à de nombreuses évolutions du Cahier des Charges.
- Ayant dépassé les délais d'étude de 6 mois, je lance la commercialisation 3 mois après le salon annuel de la profession.

COMMENT ÉVITER CES ÉCUEILS ?

Sur la base de notre expérience, nous vous proposons la méthode suivante, rapide et efficace, pour réussir votre projet en 5 étapes :

Avant de vous lancer dans le développement, veillez à :

1

BIEN **DÉFINIR** VOTRE BESOIN

2

ETUDIER LA **FAISABILITÉ** TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE VOTRE PROJET POUR ASSURER SON SUCCÈS

3

PRÉPARER UNE **CONSULTATION** SOLIDE DES BUREAUX D'ÉTUDES EXTÉRIEURS

4

FAIRE ATTENTION AU **DÉVELOPPEMENT** ET À LA VALIDATION DU PRODUIT

5

SURVEILLER LA **PRODUCTION** ET ASSURER LA **COMMERCIALISATION**

L'ÉLABORATION DU PREMIER CAHIER DES CHARGES

Avant de vous lancer dans les études techniques, il est important de prendre quelques heures pour élaborer un descriptif de votre besoin : il s'agit de rédiger une 1^{ère} version du cahier des charges fonctionnel du produit à concevoir. Ce document sera éventuellement complété pendant la phase de faisabilité et vous servira de référence pendant la consultation et le développement.

Plus une erreur ou un oubli sera détecté tardivement plus la reprise nécessaire de la conception (et/ou des prototypes) vous coûtera cher. Cette phase de rédaction du cahier des charges est donc indispensable et vous fera gagner beaucoup de temps dans la conduite de votre projet. Elle nécessite de prendre en compte les éléments suivants :

- le contexte stratégique du produit et du porteur de projet (objectifs recherchés, marché visé, réglementation et normes...);
- l'environnement à contrôler/piloter, les acteurs et les fonctions à assurer.

A ce stade, **il faut décrire le besoin** (quelles sont les fonctions apportées par le produit) et non les solutions techniques permettant de répondre à ce besoin : **Il faut répondre au POURQUOI, et non au COMMENT !** Il est conseillé d'affiner le besoin avec vos clients, vos commerciaux, vos techniciens SAV...

Un conseil : avant de vous lancer dans l'identification et la caractérisation des fonctions, commencez par scénariser toutes les expériences avec le produit pour chacun des profils d'utilisateurs identifiés. Les fonctions à assurer apparaîtront naturellement.



Groupeer conçoit des solutions innovantes qui facilitent et sécurisent les déplacements et les activités en groupe, notamment en présence d'enfants (colonies de vacances, sorties scolaires, transports groupés...). Compter, alerter, communiquer... Notre gamme de produits électroniques innovants et made in France offre toutes les fonctionnalités pour révolutionner l'expériences des activités et sorties en groupe !

www.groupeer.fr



Au démarrage, nous souhaitons apporter une solution pour ne pas passer son temps à compter et re-compter ses élèves et valider facilement qu'un groupe de personnes est bien au complet. Rien n'existait sur le marché pour répondre à ce genre de problématiques de groupe... Groupeer était né ! Après la réalisation d'un état de l'art, nous avons identifié une technologie peu diffusée mais existante et qui s'est révélée très pertinente pour notre cas d'usage après quelques ajustements dans son procédé d'utilisation. Cela a donné lieu à un dépôt de brevet.

Le développement et surtout l'industrialisation de notre premier produit ayant rencontré des difficultés (design-to-cost non respecté, fabrication difficile), nous avons fait le choix de concevoir et d'industrialiser d'abord un deuxième produit, plus simple et bien « sisé » fonctionnellement pour certains marchés. Cela nous a conduit à être

plus inventif et à aller à la rencontre de nouveaux segments de marchés que ceux que nous avons identifiés au démarrage du projet. Aujourd'hui, nous nous sommes repenchés sur la conception et l'industrialisation du premier produit et nous avons donc une gamme complète pouvant répondre au cas d'usage avec différents niveaux de fonctionnalités.

L'industrialisation constitue une étape difficile. C'est le moment où le Bureau d'Études fait un transfert de compétences à l'EMS (Electronic Manufacturer Supplier). Notre préconisation serait de choisir l'industriel en même temps que le BE, afin d'éviter la douche froide de l'industrialisation et de valider très en amont l'impact sur la BOM des choix techniques effectués au cours du développement.



LE CONTENU DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (CDCF)

Nous vous proposons le canevas suivant, pour la rédaction de votre cahier des charges :

1. Présentation générale du projet

- **Présentation succincte du produit** : quelques lignes permettant de comprendre à quoi va servir le futur produit ;
- **Le contexte du projet** : quels sont les objectifs recherchés par l'entreprise ? Est-ce que ce produit s'inscrit dans une gamme plus large ? Comment se positionne-t-il par rapport à la concurrence...
- **Le marché visé** : A qui ce produit rend-t-il service (utilisateur final) ? L'utilisateur final est-il l'acheteur ? Quels sont les prescripteurs ? Par quels réseaux le produit sera-t-il commercialisé et distribué ?

2. Descriptif du besoin

- **Analysez l'environnement** que le système doit contrôler; quels sont les différents organes/actionneurs que le système doit piloter; décrire les caractéristiques souhaitées : alimentation, mode de pilotage, plages d'évolution, performances...
- **Précisez quels sont les acteurs** ayant une interaction avec le système; utilisateurs principaux, installateurs, techniciens de maintenance...
- **Indiquez avec quels autres équipements** le système devra interagir
- **Listez les fonctions** à assurer pour lesquelles il faudra :
 - Prendre en compte les différentes phases d'utilisation du produit : configuration/paramétrage en usine, installation/mise en service, utilisation principale, désinstallation/rangement, entretien/SAV, destruction/recyclage
 - Classer ces fonctions en "fonctions principales" et en "fonctions secondaires" et leur associer un coût (étude de la valeur).
 - Pour chaque fonction, définir des critères d'évaluation de la performance (critère, niveau, flexibilité).

Par exemple, pour une fonction "réguler la température ambiante", un des critères d'évaluation est la température et la précision, soit : Niveau : entre 10 et 25°C; Flexibilité : +/- 0,5 °C (précision sur la température régulée)

Attention : Il faut décrire la fonction attendue et non comment elle va être réalisée !

3. Contraintes techniques

- **Contraintes liées à l'environnement** : encombrement maximum, fixations, distances entre le produit et les différents actionneurs et équipements, plage de T° de fonctionnement et de stockage, classe de protection IPXX relative au niveau d'étanchéité souhaité ...
- **Contraintes normatives** : nous vous recommandons de lister les normes et réglementations s'appliquant à votre produit ainsi que leurs niveaux d'exigences. Il ne faut pas négliger cette partie, car l'impact sur les choix techniques et le processus de développement peut être très important. Ne pas hésiter à faire appel à des experts pour vous aider dans cette tâche du checkup normes et réglementations proposé par certaines CCI, diagnostic sécurité, conseils portant sur la Compatibilité Électromagnétique (CEM), marquage CE, recyclage de l'électronique,...

Les domaines d'application suivants nécessitent la plus grande attention vis-à-vis des normes et directives : machines outils, dispositifs médicaux, véhicules terrestres, aéronautique.

4. Contraintes économiques/marketing

- **Les quantités envisagées**
- **Le coût de revient objectif**
- **Options éventuelles**
- **Évolutions envisagées** : peut-être pensez-vous déjà à certaines évolutions ? dans ce cas, mieux vaut les décrire succinctement afin d'en tenir compte lors de la conception. Cela pourra éviter des blocages !

2

LA FAISABILITÉ TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE VOTRE PROJET



Avant de vous lancer dans des développements coûteux, il est primordial de commencer par rechercher et analyser les solutions possibles, en estimer les coûts, les délais de mise en œuvre et les risques.

Ainsi la faisabilité doit vous permettre d'analyser les facteurs de réussite et les risques de votre projet.

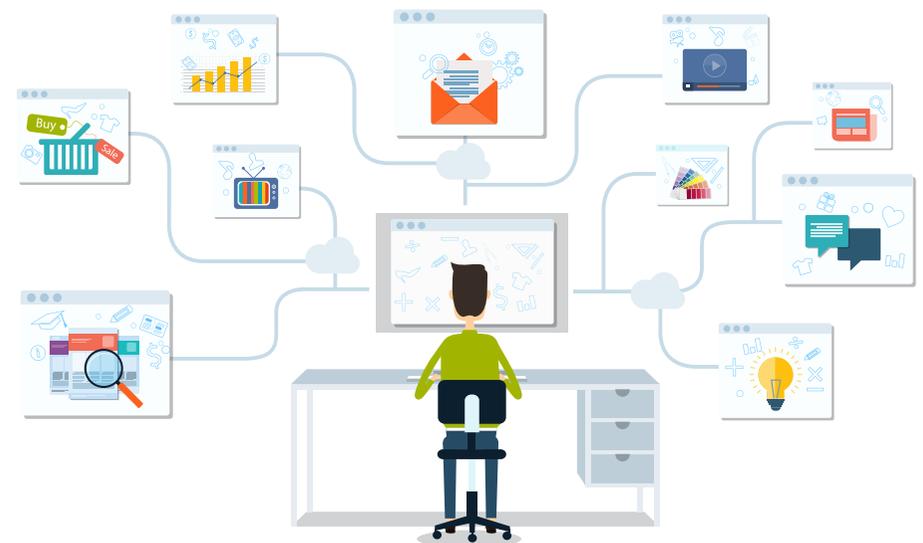
RÉALISER UN ÉTAT DE L'ART

Cette recherche d'information doit intervenir le plus tôt possible en amont du projet. Il faut, pour chacune des différentes fonctions souhaitées, étudier les différentes technologies existantes et identifier les points critiques.

La recherche d'information doit aussi intégrer la notion de coût : inutile de perdre du temps avec des solutions bas de gamme ou trop sophistiquées.

Il faut s'en préoccuper très tôt dans le projet et ne pas remettre à l'issue d'un développement précipité (voire à trop bas coût) le questionnement sur le coût de revient du produit.

Cette démarche ne doit pas rester ponctuelle. Surveillez quelques points d'intérêts, et notamment vos concurrents. Installez, si possible, une veille technologique permanente.



RECHERCHER DES SOLUTIONS POUVANT RÉPONDRE À VOTRE BESOIN

La première règle consiste à **rechercher des solutions techniques matérielles et/ou logicielles (hardware et/ou software) en ne réinventant pas l'existant**. Développer des solutions spécifiques coûte cher, et n'a d'intérêt que s'il n'existe pas d'alternative sur le marché ou si les contraintes de coût ou les volumes de fabrication sont importants. Il ne faut pas hésiter à rechercher des produits ou équipements similaires sur le marché (pas uniquement sur le marché visé), et les analyser.

Aussi pour les petites et moyennes séries, il faut privilégier, pour une fonction donnée, l'utilisation d'un produit standard du commerce, de briques technologiques déjà "sur étagère".

Il est possible de mixer une grosse partie de fonctions "standard", avec un minimum de fonctions développées spécifiquement. (Exemple: un automate de commerce, couplé à une carte d'acquisition sur mesure).

Pour identifier les solutions, suivant votre niveau de compétence, ce travail peut être réalisé, tout ou partie, en interne, mais il ne faut pas hésiter à faire appel à des compétences externes : consultants, bureau d'études privé, mais aussi laboratoires publics, écoles d'ingénieurs.

Votre choix sera toujours un compromis entre une solution sur "étagère" et un développement spécifique, au regard des coûts de fabrication, des risques technologiques et de l'amortissement des coûts d'étude.



VALIDER LA FAISABILITÉ

Il est la plupart du temps nécessaire de valider un concept avant de passer à une phase de développement :

1. Par la simulation :

Il existe des méthodes, notamment informatiques pour réaliser tout ou partie du produit, de façon virtuelle. On peut ainsi en tester la performance, les limites, en vérifier le bon usage (ergonomie).

2. Par le maquetage des fonctions critiques :

La maquette permet de vérifier les capacités de la technologie envisagée. Par exemple, on vérifiera par le maquetage si on tient le niveau de performance requis (précision, fiabilité, vitesse de traitement).

3. Par la réalisation d'un démonstrateur :

Le démonstrateur permet de valider les fonctions principales du produit. Les technologies utilisées ne sont pas nécessairement celles du produit final.

L'avantage des maquettes et des démonstrateurs est de pouvoir disposer rapidement d'un objet concret que l'on peut présenter à ses équipes en interne (staff dirigeant, commerciaux), à quelques clients tests, etc. afin d'obtenir des réactions pour affiner le produit.

La maquette et le démonstrateur sont cependant loin du produit fini. Il y a encore des développements et des investissements à effectuer avant d'obtenir un prototype de présérie industrielle.

4. En consultant un Bureau d'Études :

Les Bureaux d'Études vous proposeront souvent cette validation de la faisabilité avec un maquetage/démonstrateur, avant d'entamer un développement.

Après cette phase de faisabilité, vous devriez pouvoir envisager des choix stratégiques comme la recherche de financement avec l'entrée de nouveaux partenaires, une levée de fond ou alors l'abandon du projet.

Attention, la conduite de ce type de projet n'est pas un processus linéaire. Des itérations sont souvent nécessaires. Si cette faisabilité fait apparaître trop de menaces, plutôt que d'abandonner, vous serez peut-être amenés à reprendre toutes les phases précédentes en limitant vos ambitions.

Exemple :

- Coût de revient plus élevé pour un segment de marché plus solvable
- Coût d'étude minoré en supprimant des fonctionnalités secondaires.

Si cette étape est positive, elle permettra de conclure par la rédaction d'un Cahier Des Charges Techniques (CDCT) ou au minimum par une description des contraintes opératoires. Le CDCT viendra compléter le Cahier Des Charges Fonctionnel qui aura éventuellement été mis à jour.



2

LA FAISABILITÉ TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE VOTRE PROJET

Jules
HOTRIQUE

Dualo développe une nouvelle génération d'instruments de musique mobiles, numériques et connectés. Conçus pour le live et l'apprentissage, les instruments Dualo permettent de composer des morceaux complets en temps réel et s'apprend avec des tutoriels sur Youtube. Dualo est une startup francilienne de 8 passionnés, qui conçoivent les produits, les font fabriquer en France et les distribuent en toute indépendance.

www.dualo.org

Dualo est initialement une véritable démarche d'inventeur. J'ai conceptualisé très en amont le cahier des charges avec des prototypes fonctionnels de cet instrument de musique que j'ai "éprouvé" en concert. Ces premiers prototypes ont été mis dans les mains de plus d'un millier de personnes qui ont apporté beaucoup de retours et permis de figer la définition du produit.

L'équipe de Recherche et Développement, que nous avons choisi d'internaliser, a eu

pour mission de l'industrialiser. Grâce à leur savoir-faire en matière d'électronique embarquée, de mécanique et d'informatique, et beaucoup d'audace pour une petite équipe de 4 ingénieurs, ils ont peu à peu levé tous les verrous technologiques identifiés.

Une de nos forces a été de pouvoir fonctionner dans une démarche très itérative concernant les tests de conformité au CDC fonctionnel. Grâce à la mise à jour à distance des produits chaque fonctionnalité implémentée pouvait être testée très rapidement par des clients-testeurs, ce qui

nous permet d'avoir un instrument qui répond parfaitement aux attentes de nos utilisateurs.

Parmi les étapes inévitables, la phase de test de conformité réglementaire et d'obtention du marquage peut s'avérer plus longue que prévue. Je conseillerai volontiers à des startups désireuses de lancer des produits intégrant de l'électronique de bien prendre en compte ce jalon dans le financement et le Time-to-Market du projet.



Vous souhaitez confier le développement à un Bureau d'Études extérieur : **Consultez plusieurs Bureaux d'Études !**

Cela vous semble évident, mais encore faut-il avoir pris certaines précautions pour que les réponses des Bureaux d'Études consultés répondent à votre besoin et que vous puissiez comparer et analyser celles-ci. Par ailleurs, comme dans toute relation contractuelle, il est important d'être précis sur les engagements de chacun, voici quelques conseils pour initier une relation de confiance avec un partenaire clé de votre projet :

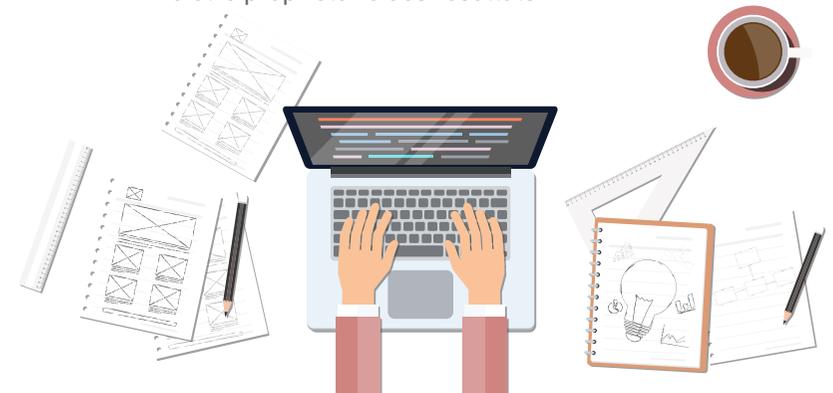
- Consultez 3 à 4 Bureaux d'Études en les ciblant** par rapport aux compétences spécifiques nécessaires pour mener à bien le projet. Ces compétences visées auront été identifiées lors de la phase de faisabilité.
- Fournissez à chaque Bureau d'Études le même niveau d'information** : après avoir fait signer un accord de confidentialité, transmettez leur un dossier de consultation complet en définissant bien la prestation attendue.
- C'est à vous de définir la prestation que vous attendez d'eux.** Vous devez répondre aux questions suivantes : Quel est le périmètre de l'étude (hardware et/ou software) ? Est-ce que le Bureau d'Études ne s'occupe que de la partie électronique ou prend-t-il également en charge le design industriel, la conception mécanique ? Qui se charge de l'intégration mécanique / électronique ?
- Exigez l'implication du Bureau d'Études dans la certification** : Les normes et réglementations à respecter ont été précisées dans votre cahier des charges. Il est de la responsabilité du Bureau d'Études de développer un produit conforme à ces exigences. Il est donc préférable de laisser au Bureau d'Études la responsabilité d'apporter la preuve de cette conformité (certificats de conformité, rapports d'essais...). En cas de non-conformité, votre Bureau d'Études est le mieux placé pour apporter les modifications nécessaires. Dans sa proposition financière, le Bureau d'Études peut vous proposer un FORFAIT afin de couvrir ces frais externes (prévoir 5 à 10 k€ minimum).

- Impliquez le Bureau d'Études dans la fabrication de la présérie.** Certains "bugs" peuvent ne pas être détectés sur les prototypes et apparaître lors de la présérie (par exemple, tolérance de composants, problèmes d'industrialisation...). Si le Bureau d'Études est impliqué dans cette fabrication, il pourra réagir rapidement pour corriger le problème.
- Soyez attentif à la propriété des résultats.** Avec la fourniture de tous les livrables (voir étape 4), elle vous permettra de reprendre votre indépendance par rapport au prestataire retenu, pour faire évoluer le produit, pour confier la fabrication à un autre prestataire ou mettre en place une seconde source...

C'est très important en cas de litige ou en cas de disparition de votre prestataire; vous pourrez continuer à livrer vos clients ! Bien sûr, cela a un coût : il faut avoir payé l'étude !

A vous de juger du niveau de risque entre ces 2 extrêmes et l'indépendance que vous souhaitez avoir :

- Je ne paie pas l'étude, c'est à mon sous-traitant de l'amortir sur la livraison des produits : dans ce cas, il est difficile d'exiger d'être propriétaire des résultats !
- Je paie intégralement l'étude alors je dois donc exiger d'être propriétaire des résultats !



Il n'y a pas de miracle : à solution équivalente, si votre étude est à bas prix, voire gratuite, le coût de fabrication du produit sera plus élevé (le Bureau d'Études doit, en effet, amortir son effort d'étude). Dans un tel cadre, il est logique que le Bureau d'Études ne vous fournisse pas tous les livrables nécessaires pour aller faire fabriquer ailleurs moins cher ! A l'inverse, un prix d'étude élevé peut vous permettre un coût de fabrication du produit plus bas. Notez que si vous n'êtes pas sûr de vos volumes de vente, le Bureau d'Études consulté est en moins bonne position que vous, pour faire son calcul d'amortissement.

- Si vous souhaitez être propriétaire des résultats, séparez étude et « fabrication série »** du point de vue contractuel même si, au final, c'est le même prestataire qui se charge du développement puis de la « fabrication série ». C'est le meilleur moyen pour s'assurer de la fourniture de tous les livrables de conception/industrialisation (voir chapitre 4). Soyez clair sur ce point dès le début de la consultation : Précisez que vous interrogerez aussi d'autres sous-traitants de fabrication le moment venu. C'est une méthode fiable pour obtenir des Bureaux d'Études interrogés, d'une part un coût d'étude réaliste, et d'autre part une bonne approche du coût de fabrication. De même, vérifiez le type d'engagement (engagement de résultats ou engagement de moyens).
- Demandez que l'offre soit détaillée :** n'acceptez pas de devis ne faisant apparaître que le coût global de la prestation. Pour éviter cela, imposez un canevas de présentation de l'offre et demandez à chiffrer chacune des étapes du développement (voir chapitre 4).
- Signez un contrat d'étude** avec en annexe le document de consultation.

Julien
DIDIERJEAN

“

Nous étions initialement focalisés sur les composants laser, le cœur de notre innovation. Nous avons déjà fait de nombreux projets d'amplificateurs qui nous donnaient une bonne vision du marché, mais aucun de ces systèmes n'intégrait une électronique embarquée.

Lorsque nous avons franchi le pas pour réaliser des systèmes laser complets, nous n'avions aucune compétence en interne en électronique embarquée. La première version de nos cartes a d'ailleurs été complètement modifiée pour la rendre plus performante, compacte et modulaire.

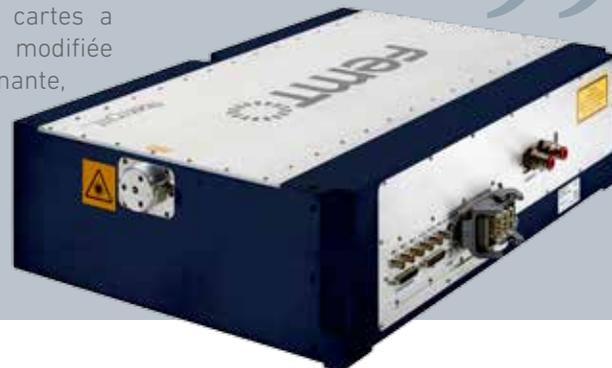
Nous avons fait appel à CAP'TRONIC qui a su nous mettre en relation avec les bons partenaires et nous aider à échanger avec eux.

La société Fiberocryst a été créée à Lyon pour développer les applications des fibres en monocristal. L'entreprise s'est focalisée sur les applications laser. Dans ce domaine, son innovation technologique brevetée lui permet de proposer des lasers à impulsions ultracourtes moins chers et plus performants que les produits actuellement sur le marché. Aujourd'hui Fiberocryst propose à ses clients une gamme complète de solutions, depuis le composant « module de gain laser » jusqu'au laser industriel femtoseconde.

www.fiberocryst.com

En général, je pense qu'il faut prendre conseil auprès de structures comme CAP'TRONIC car elles apportent un regard pertinent et non-intéressé sur les objectifs, les compétences nécessaires, le budget et le planning.

Nous avons aujourd'hui un Bureau d'Études électronique qui peut à la fois développer en interne les solutions dont nous avons besoin et suivre le travail de nos prestataires.



fiberocryst

3

LA CONSULTATION DE BUREAUX
D'ÉTUDES EXTÉRIEURS

LE DOSSIER DE CONSULTATION

Ce document doit parfaitement décrire le produit que vous souhaitez développer, la prestation que vous attendez du Bureau d'Études et les conditions de réalisations de cette prestation.

Ce dossier comprend donc les éléments suivants :

1. **Le cahier des charges (voir chapitre 1)**
2. **La définition de la prestation**
 - a. **Prestation attendue et travail à effectuer;**
 - b. **Liste des livrables attendus (Voir chapitre 4);**
 - c. **Le planning de développement envisagé;**
 - d. **Les clauses de propriété;**
 - e. **Le canevas de la réponse attendue.**

LA CONSULTATION

Nous vous proposons de suivre la démarche suivante : Prendre contact pour vérifier l'intérêt du prestataire, signer un accord de confidentialité, envoyer le dossier de consultation, pré sélectionner puis rencontrer ces prestataires, choisir, et enfin contractualiser.

NB : Le contrat se doit d'être précis sur l'objet de la prestation, les délais, les prix d'étude et de série, les livrables qui seront fournis correspondants au dossier de conception et de fabrication...

LE CAS DU CONTRAT D'ÉTUDE (ACCORD ÉCRIT) :

Vous devez vérifier que ce contrat comporte des réponses aux questions suivantes (liste non exhaustive) :

- Quel est l'objet de la prestation ?
- Quelles sont les tâches confiées au prestataire ?
- Qui prend en charge les tests de certification du produit ?
- Quelles sont les obligations des deux parties ?
- Quels sont les livrables ?
- Quelle est la liberté d'exploitation des résultats (propriété) ?
- Quels sont les délais ? Que se passe-t-il en cas de dépassement ?
- Quel est l'échéancier de paiement ?
- Quelles garanties sur l'étude (engagement de résultats) ?
- Quelle garantie sur les prix en série ?
- Quelle garantie sur les appareils et leur qualité/ fiabilité ?
- Quelle garantie de bonne fin des prestations (couverture par assurance, caution...) ?



COMMENT SÉLECTIONNER UN PRESTATAIRE :

Voici quelques critères pour évaluer les réponses des Bureaux d'Études.

- **Etude/Industrialisation du produit :**
Expérience générale, expériences spécifiques à l'étude; Qualité/pérennité de la solution proposée; Méthodologie utilisée - Gestion de projets; Prise en charge du design, de la mécanique; Maîtrise des normes et essais nécessaires à la certification du produit; Maîtrise des délais en fonction de la charge; Qualité des dossiers fournis; Coût d'étude.
- **Engagement / Propriété :**
Type d'engagement (moyens ou résultats); Propriété de l'étude - Indépendance vis-à-vis du prestataire.
- **Situation de l'entreprise :**
Santé financière; Notoriété; Certification.
- **Proximité géographique :**
Pour faciliter les interactions et réduire les temps de déplacement.
- Mais il faut également prendre en compte des critères plus subjectifs : L'aptitude à s'adapter à vos besoins; La qualité du contact avec ce futur partenaire; L'implication, l'intérêt ressenti par rapport à votre projet.



Romain SAVOURE

Velco, le partenaire connecté à la pratique du vélo, développe et commercialise Wink Bar une solution 100% française. Ce guidon connecté à votre smartphone vous accompagne dans vos déplacements et assure votre sécurité et celle de votre vélo. Ses trois fonctionnalités majeures sont : le guidage itinéraire, la géolocalisation du vélo en cas de vol et l'éclairage via des phares intégrés. Grâce à Wink Bar, Velco développe des services pour les cyclistes, mais aussi pour tous les acteurs de l'environnement du vélo : assurances, villes, forces de l'ordre et entreprises privées.

www.velco.bike

“ Confronter nos premières maquettes à des utilisateurs potentiels très en amont à travers plusieurs tables-rondes nous a permis de challenger la valeur perçue et ainsi réorienter les spécifications fonctionnelles de notre produit. Aux contacts des vélocistes et du segment visé, un prix objectif a été défini. L'objectif du Bureau d'Études que nous avons choisi, et auprès duquel nous avons présenté notre maquette, a été de repartir d'une BOM blanche et de bâtir les spécifications techniques sur la partie électronique en étroite collaboration avec nous qui avons conservé toute la partie software en interne.

Nous nous sommes appuyés sur le réseau pour le choix de notre Bureau d'Études. En règle générale, pour une jeune startup, il nous est apparu important de savoir bien s'entourer

(notamment par CAP'TRONIC) et s'ouvrir un maximum vers l'extérieur tout au long du projet. Nous aurions pu choisir un Bureau d'Études au sein d'un industriel/EMS, il y en a d'excellents et tout est intégré pour une bonne interaction entre les deux entités et un meilleur time-to-market. Nous avons plutôt fait le choix de l'indépendance en choisissant un Bureau d'Études « pure-player ». Cela assure une vraie maîtrise des résultats et laisse le temps et les coudées franches pour trouver LE bon industriel par la suite. Nous avons choisi de produire en France : la difficulté de réussir l'industrialisation d'un premier produit du premier coup en tenant compte du facteur risque, qualité/délai, nous amène naturellement à choisir plutôt des compétences locales.

”

LA CONSULTATION DE BUREAUX
D'ÉTUDES EXTÉRIEURS

4

LE DÉVELOPPEMENT ET SA VALIDATION



Le Bureau d'Études va commencer son travail, en respectant le cahier des charges (les exigences) et les modalités de la prestation convenue. En complément du Bureau d'Études, plusieurs entités peuvent intervenir lors de cette phase de conception : un designer industriel, un Bureau d'Études mécanique extérieur, un plasturgiste, le service industrialisation du sous-traitant de fabrication électronique, des laboratoires d'essais...

Il faut synchroniser tous ces savoir-faire technologiques internes et externes : Il est conseillé de n'avoir qu'un seul interlocuteur, un seul chef d'orchestre, un seul responsable technique : souvent le Bureau d'Études électronique. Toutefois, le demandeur doit rester au centre du processus. Il est donc important de s'assurer que l'on sera capable de travailler "de concert" et en totale confiance avec son prestataire.

Les contacts vont être fréquents. Il faut prévoir de la disponibilité (et des déplacements) pour bien suivre le projet.

La démarche proposée est la suivante :

DÉMARCHE DE SUIVI DU DÉVELOPPEMENT

Spécifications techniques

Elles sont rédigées par le Bureau d'Études, qui débute par une spécification de l'architecture du système. Il rédige ensuite une spécification plus détaillée. Les procédures de recettes peuvent aussi être précisées à ce stade.

La spécification technique vous est souvent présentée par le Bureau d'Études, pour une recette intermédiaire. Si vous pouvez constater l'avancement des travaux (recette), il ne vous est pas recommandé de "valider" cette spécification. En effet, seul le Cahier des Charges (CDC) fait foi dans votre relation contractuelle avec le Bureau d'Études. Vous ne disposez pas toujours des compétences pour juger de l'adéquation de la solution technique décrite par le Bureau d'Études à votre besoin.

C'est aussi l'occasion, de pouvoir préciser finement les procédures de recettes les plus adaptées aux solutions adoptées pour le produit. Vous devez vous assurer que ces procédures correspondent à vos exigences fonctionnelles et donc à l'utilisation de votre produit.

Conception générale et détaillée.

Le système est séparé en sous-systèmes matériels et logiciels. Puis le Bureau d'Études choisit les composants électroniques, Une fois les différentes fonctions définies, la répartition des tâches logicielles est effectuée de manière détaillée.

Réalisation

Des outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) sont utilisés pour le matériel/logiciel afin de saisir des blocs fonctionnels, des schémas, puis simuler leurs fonctionnements. Les circuits-imprimés/PCB* sont conçus, puis commandés à un fabricant. A réception, l'assemblage des composants est effectué. De même pour le logiciel, les différentes fonctions définies sont implémentées et testées.

Industrialisation

Votre Bureau d'Études conçoit pour ensuite fabriquer en volume et sans défaut. Cette démarche d'industrialisation s'étale donc de la spécification technique jusqu'à la réalisation des préséries. Elle permet de fixer les processus de fabrication, de contrôle, les modes opératoires, les postes de travail les plus économiques.

L'industrialisation, c'est la maîtrise des procédés et des procédures nécessaires à la fabrication et au suivi de la qualité des produits.

Réussir l'industrialisation, cela passe par une bonne connaissance des contraintes techniques de tous les acteurs de la « supply chain » électronique ; le concepteur de carte (CAO), le fabricant de circuit imprimé (PCB) et l'assembleur sont d'égale importance.

Tests unitaires

Cette phase consiste à effectuer les différents tests permettant de valider les réalisations du Bureau d'Études, par partie (sous-systèmes), et conformément à la conception détaillée. Ex: test de l'interface Bluetooth, de la dalle tactile, de la compression d'image...

Tests d'intégration et opérationnels (fonctionnels)

Cette phase a pour but de valider les fonctionnalités du produit, en réunissant chaque sous-système, jusqu'au niveau du système complet. Elle est réalisée sur la base des essais décrits dans les procédures de recette rédigées en amont.

Certification

Le Bureau d'Études est fortement impliqué dans cette phase : votre Cahier des Charges ayant défini les réglementations et normes que vous devez respecter, le Bureau d'Études vous apportera tous les éléments attestant de ces conformités. A ce jour, en France, il y a peu de Bureaux d'Études qui sont équipés des moyens d'essais permettant de garantir cette conformité au delà de simples pré-qualifications. Il sera nécessaire pour lui de s'orienter vers un laboratoire extérieur. Il est alors souhaitable qu'un représentant de votre société soit présent au côté du Bureau d'Études, lors de la présentation et des tests sur le produit dans ce laboratoire.

En tant que fabricant vous devez réaliser ou faire réaliser des contrôles et essais qui assurent la conformité de votre produit aux exigences essentielles définies dans la ou les directives qui vous concernent (en général la CEM et la basse tension).

Le marquage "CE" doit ensuite être apposé avant qu'un produit ne soit mis sur le marché européen. Il matérialise cette conformité du produit aux exigences communautaires incombant au fabricant.

Recette

Bien sûr, une recette finale doit être réalisée. Vous verrez certainement la nécessité de faire des essais auprès de clients "choisis". D'où l'importance d'avoir établi préalablement un protocole de recette, qui précise :

- vos tâches,
- celles du Bureau d'Études,
- la liste des livrables attendus,
- l'ensemble des essais à réaliser, leur ordre et le planning,
- les seuils d'acceptation du produit.

Ces différentes recettes, déclenchent souvent, des facturations intermédiaires de votre Bureau d'Études.

Thierry
RICCI

NatéoSanté est une entreprise française présente depuis 7 ans sur le marché de la qualité de l'air intérieur. Elle commercialise **EOLIS Air Manager, un système de filtration intelligent qui allie une qualité de filtration haut de gamme à un logiciel de monitoring**. Connecté, Made in France et éco-conçu EOLIS Air Manager répond en tous points aux nouvelles attentes des particuliers et professionnels qui se trouvent parfois dépourvus face à une pollution extrême.

www.nateosantepro.com

“Aux prémices de l'aventure nous améliorions et optimisions des purificateurs d'air fabriqués en Asie. Aujourd'hui, NatéoSanté est **concepteur de A à Z de purificateurs d'air qui font référence sur le marché**. Concevoir et faire fabriquer en Pays de la Loire plus de 68% des composants d'EOLIS n'a pas été simple. D'autant que nous souhaitons que la technique s'intègre dans le design et l'ergonomie que nous avons voulu prendre en compte très en amont. Réaliser un produit éco-conçu, centré autour des usages et de l'utilisateur s'est avéré être **notre meilleur différenciateur**.

Produire en France c'est bien, en local c'est encore mieux !

Localiser la production en France a été dès le début un des objectifs poursuivis. Pour des raisons d'image bien entendu (notamment à l'export), mais aussi pour des raisons pratiques tout au long des étapes du développement et de l'industrialisation.

Le confort apporté par la proximité des acteurs impliqués est un vrai plus pour atteindre ses objectifs de Time-to-Market (pouvoir mettre tout le monde autour d'une table en mode projet lorsqu'on rencontre des difficultés, avoir la légitimité pour mobiliser le soutien des pouvoirs publics locaux...).

”

CONTENU D'UN DOSSIER DE CONCEPTION ET DE FABRICATION

Après la livraison des prototypes* (ou de la présérie* industrielle) et avant la recette finale, le Bureau d'Études doit vous remettre le dossier de conception (ou de fabrication pour la présérie). Ils vont vous permettre de prendre possession du produit réalisé en toute autonomie.

Vous disposerez alors de bonnes garanties pour faire fabriquer votre produit à l'identique,

Si vous avez payé l'intégralité de l'étude et si vous vous êtes réservé les droits de propriété industrielle et intellectuelle, vous devez pouvoir entrer en possession de tous les items de ce dossier de conception et de fabrication. Vous pourrez alors faire effectuer toute modification sur le produit, sous réserve de disposer des outils identiques (ou compatibles) avec ceux qui ont été utilisés initialement (faire attention aussi à l'obsolescence des environnements de développement logiciel).

Ces dossiers de conception et de fabrication comprennent usuellement (liste non exhaustive) :



1. Documents de spécifications fonctionnelles et techniques

La spécification technique établie par le Bureau d'Études, qui fait réponse à la spécification fonctionnelle (Cahier Des Charges Fonctionnel) sollicitée par la PME.

2. Schémas de principe, schémas électriques

En versions papier et informatique. Les outils utilisés pour établir ces schémas doivent être précisés.

3. Nomenclatures

Qui comprennent notamment les références des fournisseurs, fabricants et distributeurs (et des secondes sources).

4. Dossier de fabrication des circuits-imprimés

Le dossier comprend les données d'implantation et de routage (CAD, films, original papier), les données de perçage (CAD, plan de perçage papier, bande de perçage), les tests requis chez le fabricant (impédance).

En version papier et informatique (dont les "GERBER"). Les outils de développement utilisés pour la CAO du PCB doivent être précisés.

La référence du fabricant doit être donnée (si elle n'est pas indiquée dans la nomenclature).

La question de la propriété de l'outillage de production doit également être abordée.

5. Dossier logiciel (pour microcontrôleur, DSP, FPGA, ...)

Il comprend tous les éléments des sous-ensembles logiciels nécessaires au développement, à l'utilisation, à la maintenance et à la mise en œuvre de l'applicatif.

- Description des algorithmes ;
- Sources (spécifiques) commentées ;
- Librairies (sources ou compilées) ;
- Fichiers de programmation des composants programmables : Les fichiers de conception (schématique et/ou langage de haut-niveau), de test (pour simulation fonctionnelle, temporelle et in-situ) et de programmation des circuits spécifiques (PAL, PLD, CPLD, FPGA, ASIC).

Pour tous ces points, les environnements de développement utilisés et leurs paramètres doivent être décrits. Les restrictions et contraintes d'utilisations doivent être indiquées (notamment vis-à-vis du logiciel libre: Licence GPL/LGPL...).

Pour être certain de bien disposer des dernières versions des sources du logiciel, il est conseillé de mettre en recette le produit en utilisant les fichiers sources fournis dans le dossier qui vous est remis, et non pas à partir de versions préinstallées sur les prototypes.

6. Schéma des éléments mécaniques

Y compris leur dossier de fabrication spécifique.

7. Rapports d'essais

Ils concernent la vérification des fonctionnalités, mais aussi le respect des contraintes réglementaires, ex: Directives CEM et BT, normes spécifiques.

8. Description des procédures et des outils de fabrication et de test

Décrire précisément les outillages spéciaux et procédures associées.

9. Ainsi que tout autre document et toutes les informations nécessaires vous permettant de faire fabriquer vos produits en toute liberté.

Si le produit est stabilisé (la fabrication en série est déjà lancée et il n'y a pas de problème de fabrication connu), seuls les éléments à partir du point 3) vous sont nécessaires pour faire fabriquer. Seuls les fichiers de programmation décrit en point 5) seront utilisés pour la fabrication. Vous disposez alors de bonnes garanties pour faire fabriquer votre produit à l'identique, mais aucune modification ne pourra intervenir sur le produit (l'obsolescence de composants est un problème qui peut rapidement se poser).

* **Circuit-imprimé /PCB (Printed Circuit Board en anglais)**

Le circuit-imprimé est le support (une plaque) qui permet de relier électriquement les composants électroniques. Il est réalisé sur mesure par un fabricant spécialisé.

* **Prototype**

C'est l'un des premiers exemplaires du produit sous sa forme industrielle (ou très proche de sa forme définitive). Il permet d'effectuer des tests complets et bien plus réalistes qu'avec un simple démonstrateur. Il est représentatif des choix technologiques finaux.

* **Prototype de présérie (industrielle)**

Il s'agit du produit strictement identique au produit de série. Il permet, entre autres, la validation des moyens de production et de test.



AVEC QUI FABRIQUER ET COMMENT ?

Rares sont les PME qui disposent d'un outil de fabrication de produits électroniques en interne. Un bon nombre de Bureaux d'Études en électronique n'en disposent pas eux-mêmes, au-delà de la fabrication de prototypes ou de petites séries.

La production est donc souvent confiée à des sous-traitants de fabrication (souvent appelés EMS, Electronic Manufacturer Supplier), et cela d'autant plus que les volumes de fabrication sont importants. La France ne manque pas de sous-traitants fiables et très compétitifs. Certains sont certainement proches de votre entreprise.

Un sous-traitant de fabrication peut vous fournir un large panel de services. A vous de définir avec lui, comment vous souhaitez travailler: La fabrication de la carte seule, ou de plus l'intégration des différents sous-ensembles, les tests, l'emballage, l'expédition (éventuellement directement chez vos clients), la maintenance...

Vous pouvez souhaiter conserver une part de test en interne et gérer vos envois. Nous vous conseillons cependant de laisser le fabricant faire un minimum de tests fonctionnels qui permettront de filtrer des défauts évidents liés à la fabrication (donc à corriger sous sa responsabilité). Il est important de vérifier si vous pouvez conserver l'usage de ces outils si vous changez de prestataire.

Des logiciels d'autotest incorporés à votre matériel peuvent aussi limiter le coût du développement des outils de test pour la fabrication. Tout ceci doit être défini avec votre Bureau d'Études dès la phase de spécification.

Vous pouvez consulter de tels sous-traitants sur la base du dossier d'industrialisation qui vous aura été remis à l'issue de la phase de développement. Ceci vous permettra au moins d'obtenir des offres

pour vérifier le coût de fabrication de votre produit.

Cependant votre Bureau d'Études a la capacité de gérer pour vous les fabrications, et nous vous recommandons plutôt de choisir cette solution, au moins pendant les premiers pas de votre produit sur le marché. Il vous faudra payer une marge pour cette prestation, mais elle est justifiée. Ceci correspond à un travail réel.

PRÉSÉRIE ET PRODUCTION À PLUS GRANDE ÉCHELLE

Votre Bureau d'Études doit être impliqué lors de la présérie ; il pourra corriger des problèmes non perçus pendant la phase de développement.

Le lancement industriel ne consiste pas uniquement à augmenter la cadence de production sur la chaîne de fabrication utilisée pour la présérie.

Pour atteindre le rythme de croisière, il faudra maîtriser l'ordonnancement, la gestion des flux, des approvisionnements et de toutes les opérations de fabrication, ainsi que les conditions de stockage, la logistique...

Votre sous-traitant de fabrication domine tout cela, mais il faudra lui fournir des prévisions fiables pour les cadencements des livraisons.

NB: Si vous avez des volumes très importants, vous n'avez pas forcément l'obligation d'éloigner vos fabrications à l'autre bout du monde. Pour exemple, un grand nombre de cartes électroniques pour des constructeurs automobiles (européens) sont toujours fabriquées en France, avec un niveau de qualité supérieur et un coût inférieur à ce qui est pratiqué en Asie.

PAROLE D'EXPERT



Claude CHOSE
2C-Consult

claudio.chose@orange.fr

CAP'TRONIC m'a permis de vivre une expérience avec une start-up qui avait sollicité auprès d'eux, un support pour l'industrialisation et la production de leur produit. Pour la plupart de ces jeunes entreprises, leur premier souci est de développer leurs produits sans réellement prendre en compte tous les paramètres d'industrialisation et de production en pensant que cela aura peu d'impact sur le coût de revient. Dans la situation actuelle du marché, il est très important pour les entreprises de respecter le "Time-to-market" et un coût de revient optimisé, pour que le prix de vente soit acceptable pour les clients. Il a fallu surmonter de nombreux a priori pour réaliser le développement et la production dans l'hexagone.

En effet, beaucoup de startups considèrent que produire en Asie permettrait d'obtenir des meilleurs coûts de production.

C'est VRAI dans l'absolu peut-être, mais très souvent FAUX, car beaucoup de coûts et de risques non prévus ne sont pas pris en compte dans la comparaison de coûts globaux entre l'Asie et la France.

Les leviers d'optimisation sont apparus évidents dès que l'on décida de travailler main dans la main avec un EMS ayant une offre satisfaisante.

De formation technique, Claude Chose commence sa carrière dans un bureau de conception mécanique, ce qui lui a permis de comprendre, aujourd'hui, les contraintes de ses clients.

Une longue pratique des audits dans les usines d'un groupe international grand public, puis dans la téléphonie, ont donné à Claude Chose une expérience lui permettant d'apporter un réel support à des startups ou des groupes de taille internationale.

2C-Consult, permet aux entreprises de réaliser, produire ou acheter des produits de grandes ou petites séries au juste coût. L'expérience acquise par Claude Chose sur ces aspects permet de maîtriser l'évolution de l'ensemble des coûts industriels.

Voici mes principales recommandations :

- Impliquer l'EMS dès le début de la conception, ce qui nous a permis d'adapter le produit à l'outil industriel de l'EMS en réduisant les itérations.
- Utiliser les moyens de la supply-chain du fournisseur pour réduire le coût des matières et les délais d'approvisionnement.
- Réduire les frais de gestion, avec les visites de l'EMS, partager les roadmaps et les boucles d'interaction, ...

Voilà pourquoi produire en France devient un avantage qui permet de :

- Réduire les coûts de production,
- Améliorer la qualité du produit et réduire les coûts de non-qualité très souvent largement sous-estimés,
- Enfin réduire les autres coûts que sont : frais financiers, incoterms, réconciliations etc.....

En conclusion, suivant les quantités de votre produit, la localisation de votre marché, et l'écart des coûts entre l'Asie et la France, il sera très souvent pertinent de rester en France.

**LA PRODUCTION EN VUE
DE LA COMMERCIALISATION**

QUELQUES POINTS CRITIQUES À TRAITER

Qui constitue (et finance) les stocks (composants, sous-ensembles, produit finis) et où seront-ils détenus ?

- **Stock de composants** : tous les composants, ou seulement les composants critiques ?

En effet, les disponibilités des composants électroniques sont parfois critiques. Certains passent sous allocation avec des périodes de plusieurs semaines. Il est parfois nécessaire de constituer des stocks de sécurité. Pour ce qui est des composants spécifiques (par exemple PCB, microcontrôleurs préprogrammés), ils ne peuvent être utilisés que pour vos fabrications. Donc inutilisables si vous cessez votre production. Vos fournisseurs vous demanderont obligatoirement d'assumer leur coût par avance.

- **Stock de sous-ensembles** : il peut être intéressant de stocker certains éléments dont l'assemblage peut impliquer des lots de fabrications plus importants afin de minorer les coûts. Ou bien parce qu'ils sont approvisionnés auprès de fournisseurs extérieurs.

- **Stock de produits finis** : A vous de décider, combien il vous est nécessaire de stocker de produit finis, chez votre fournisseur ou dans vos locaux.

Quelles garanties pour vos produits ?

Et suivant quelles modalités ?

Un échange standard, un dépannage du niveau carte ou jusqu'au niveau composant ?

Le Cahier des Charges a fixé une durée de vie du produit, mais que se passe-t-il en cas de défaut ?

Qui gère l'obsolescence des composants (le Bureau d'Études ou l'EMS) ?

Quelle "non-qualité" êtes-vous prêt à supporter de la part de votre fournisseur ?

De l'ordre du % (marché grand public) ?

De la dizaine de ppm - Partie Par Million - (marché de l'automobile) ?

Encore moins (aéronautique, militaire) ?

Qui assure la maintenance, le SAV ?

Pendant longtemps chasse-gardée du donneur d'ordre, ces prestations peuvent être sous-traitées. Votre fabricant propose peut-être cette prestation. Cela vaut le coup d'être discuté.

NB: Pour faciliter la maintenance il est important de bien gérer les versions de produit (hard et soft), dont l'étiquetage pour le hard.

PAROLE D'EXPERT



Michel ALLAIN
System Plus Consulting

Michel Allain dirige la société System Plus Consulting, spécialisée dans l'analyse technologique et économique des composants et systèmes électroniques. Ses rapports de « reverse costing » sont basés sur les informations obtenues dans son laboratoire et sur les simulations de coût réalisées avec des outils logiciels développés en interne. Ce savoir-faire unique en Europe intéresse les responsables produits de nombreux groupes, de l'automobile aux télécoms, mais aussi des start-up.

Il est toujours difficile d'évaluer quel va être le coût de fabrication d'un nouveau produit électronique, et ce d'autant plus si l'on n'est pas membre de cette industrie.

Pourtant le coût va déterminer le prix de vente, parce que le ratio est prévisible et donc le volume de marché et la viabilité du projet.

Bien sûr, il n'est pas facile de faire une estimation avant la conception, sans avoir une nomenclature sur laquelle s'appuyer mais il y a des solutions.

Il existe généralement des produits concurrents ou assez proches que l'on peut analyser pour en extraire le coût de revient, et donc le prix de vente en quantité. Par analogie, le coût du nouveau produit peut être estimé sans attendre la fin de la conception.

Cela permet également d'avoir un cadre de discussion avec les prestataires qui seront consultés pour la conception et la fabrication des prototypes et premières séries.

Obtenir un engagement de prix de série est important. Il n'est dans l'intérêt de personne de découvrir en fin de développement que le coût de revient est trop élevé pour le marché visé et qu'il faut l'abandonner ou reprendre le projet pour l'affecter à un autre marché capable d'absorber le nouveau prix.

Dés lors que le lancement du produit est réussi et que des commandes de quantités importantes sont en négociation, la question de la délocalisation de la production peut se poser. A partir de quelle quantité est-ce intéressant et quel est le gain potentiel ?

C'est une problématique que nos clients nous soumettent fréquemment et nos outils permettent de simuler diverses options, en Europe de l'Est ou en Asie par exemple. Mais le coût d'assemblage, qui pèse entre 10 et 25% du coût total, n'est qu'un des paramètres.

La mise en place d'un contrôle qualité, une flexibilité moindre sur les volumes/lots et délais de livraison, la logistique spécifique, les frais financiers, et les risques de contrefaçons sont autant de postes de coûts qui effacent le gain potentiel d'une délocalisation pour les volumes d'affaires inférieurs à 1M€.

CONCLUSION

La conception d'un produit utilisant de l'électronique et du logiciel embarqué est un processus long et complexe qui dépend du niveau de connaissance de chaque entreprise.

Le recours à des partenaires extérieurs, Bureaux d'Études en conception et fabrication de cartes électroniques est très souvent nécessaire et la connaissance de leurs contraintes de travail est importante afin que la relation de confiance puisse s'établir pour une réussite globale du projet.

Les ingénieurs CAP'TRONIC sont à votre écoute et ont la capacité et l'expérience pour vous offrir un accompagnement adapté à votre structure et à vos problématiques. Chacune des 5 étapes décrites dans ce guide comprend son lot de difficultés qu'il ne faut pas sous-estimer.

CAP'TRONIC est fortement impliqué dans le soutien à l'innovation des entreprises ce qui nous permet de vous faire bénéficier de notre **très bonne connaissance des dispositifs régionaux et nationaux d'aide et de financement des PME**. Nous pouvons ainsi faciliter l'orientation et les mises en relation pour **mobiliser les ressources les plus appropriées à votre projet** : Prestation Technologique Réseau (PTR), Pré diagnostic INPI, Check-Up Normes & Réglementations, Crédit Impôt Recherche (CIR), bourses CIFRE, Aides régionales... et bien sûr les aides proposées par bpifrance, un de nos membres fondateurs.

Dans le cadre de la mission d'accompagnement de l'innovation, CAP'TRONIC vous propose également d'acquérir des compétences en participant aux formations pratiques proposées tout le long de l'année : des ateliers sur le logiciel embarqué et des sessions sur des thèmes d'actualité en l'électronique (Langage C, C++, LINUX embarqué / YOCTO, traitement d'images avec OpenCV, Compatibilité électromagnétique, Routage de cartes, Industrialisation des produits, Radiofréquence, Cybersécurité, IoT avec LoRa, ...)

Chaque année, plus de 1000 PME nous font confiance et adhèrent au programme CAP'TRONIC.

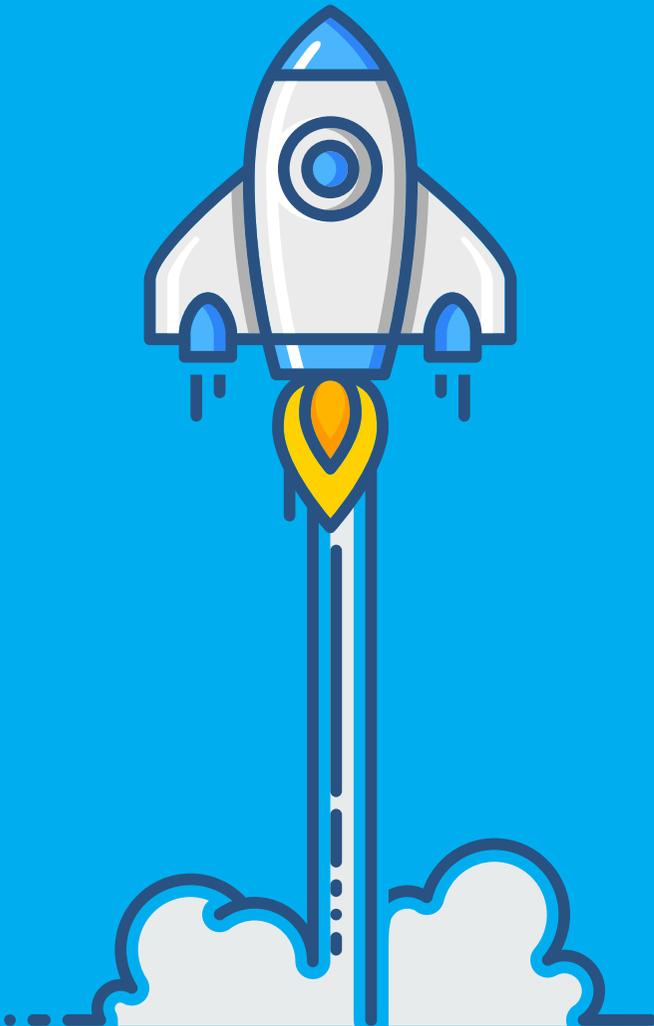
Ce guide a été réalisé sur la base de l'expérience des ingénieurs CAP'TRONIC.

Afin de l'enrichir, n'hésitez pas à nous envoyer vos suggestions à : guide@captronic.fr

En complément, retrouvez, sur la page de téléchargement du guide, le lexique des termes techniques habituellement utilisés dans le cadre d'un projet électronique (www.captronic.fr).

Contactez l'ingénieur CAP'TRONIC de votre région :

www.captronic.fr





Le programme CAP'TRONIC, soutenu par



est mis en oeuvre par l'association
JESSICA France, association fondée par



Ateliers, Séminaires, Formations et contacts des ingénieurs du programme sur

www.captronic.fr