

Systeme embarqué industriel ou objet connecté

De l'idée initiale à la production en série

Christophe BLAESS

<https://www.blaess.fr/christophe>
christophe.blaess@logilin.fr
twitter: @chrisblaess



Paris Embedded Meetup – Septembre 2018

Cette présentation est disponible sous licence

Creative Commons 4.0



(Attribution – Partage dans les mêmes conditions)

Vous êtes libres de copier et partager ce document en mentionnant son origine. Si vous l'intégrez dans un contenu plus vaste, ce dernier devra être distribué avec les mêmes droits.

Introduction

Que l'on développe un système embarqué industriel ou un objet connecté grand public, on passe en général par certaines étapes qu'il est bon de connaître.

Phase 0 – Genèse du projet

Phase 1 – Maturation

Phase 2 – Mini-série

Phase 3 – Première production

Phase 4 – Grande série

Introduction

On considère ici le développement d'un produit combinant :

Électronique : processeur, mais aussi capteurs, afficheurs, actionneurs, moteurs...

Logiciel : code métier embarqué, OS, code spécifique sur serveur distant (cloud)...

Packaging : objet, coffret, carénage...

Éco-système : web, base d'utilisateurs, communication...

Phase 0 – Genèse du projet

Brainstorming

Objectifs

Cette phase permet de vérifier plusieurs choses.

- L'idée est techniquement réaliste : puissance de calcul, consommation, moyens de communication, encombrement...
- Ce n'est pas une "fausse bonne idée".
- Le produit n'existe pas encore ou la concurrence est possible.
- Il y a un public potentiel adapté au prix envisagé.

Phase 0 – Genèse du projet

Brainstorming

Électronique

Si le système dépend de systèmes électroniques spécifiques (capteurs, etc.), il faut vérifier leur faisabilité.

- Étude théorique : calcul des composants, de la consommation, de l'autonomie, etc.
- Expérimentation sur *breadboard*.
- Réalisation rapide : *wrapping*, cartes pastillées, etc.

On ne s'occupe pas particulièrement de la partie "processeur" pour le moment.

Phase 0 – Genèse du projet

Brainstorming

Logiciel

Vérifier la faisabilité du logiciel à embarquer et distant.

- Complexité des algorithmes.
- Débit des communications nécessaires.
- Volume de données à enregistrer.

Programmer sur PC, pas encore de code embarqué.

Phase 0 – Genèse du projet

Brainstorming

Packaging et communication

Construire une maquette non-fonctionnelle (papier, bois, carton, etc.) pour fixer les idées.

Utiliser la maquette pour dialoguer et obtenir des retours d'utilisateurs futurs éventuels.

Commerce et management

Étude de marché, prospection.

Équipe réduite et bénévole, projets étudiants.

Fonds propres (investissements très limités).

Phase 1 – Maturation

Preuve de concept

Objectifs

Disposer d'un prototype fonctionnel sans souci de finalisation.

Démontrer la validité technique (salons, brevets, etc.)

Mettre en place une équipe et des méthodes de travail.

Phase 1 – Maturation

Preuve de concept

Électronique

Choisir l'architecture de support du code (x86, Arm, micro-contrôleur...)

Travailler avec des modules sur étagère (alimentations, capteurs...) et des *Single Board Computers* (Raspberry Pi, Beaglebone, Arduino...)

Réalisation unique, câblage volant entre les modules.

Essayer éventuellement plusieurs processeurs ou plusieurs architectures différentes.

Phase 1 – Maturation

Preuve de concept

Logiciel

Code embarqué : prototypage rapide, scripts (Python, shell, JS...), bibliothèques existantes. Début de l'optimisation du cœur du code métier si besoin.

Utiliser une distribution (par exemple Raspbian), ne pas s'occuper encore de mise à jour ou de robustesse du système.

Code distant : location de serveurs, développement de l'infrastructure en *cloud*.

L'important est de montrer le fonctionnement des algorithmes, mais il ne faut pas trop négliger l'aspect « IHM » (ergonomie, esthétique, etc.)

Phase 1 – Maturation

Preuve de concept

Logiciel

Commencer à mettre en place de bonnes pratiques de codage et de communication entre développeurs :

- Système de gestion de versions (*git, svn, hg...*)
- Système de documentation interne (*wiki, IRC, groupe messenger...*)
- Mise en œuvre d'un *bug tracker*.
- Méthode de développement (*Scrum, XP...*), intégration continue, etc.

Phase 1 – Maturation

Preuve de concept

Packaging et communication

Premières versions du packaging du système en impression 3D ou CNC (labo d'entreprise, *fablab*, etc.)

Préparer les éléments de communication (charte graphique, nom de projet, descriptifs, logo, etc.).

Réserver les noms de domaines.

Commerce et management

Dépôt d'une enveloppe Soleau.

Associés travaillant à mi-temps sur le projet, stagiaires.

Phase 2 – Mini-série

Beta-testers

Objectifs

Produire quelques dizaines de systèmes pour obtenir des retours d'une base d'utilisateurs.

Prendre date, communiquer sur le projet.

Fiabiliser l'électronique et le code.

Phase 2 – Mini-série

Beta-testers

Électronique

Utiliser un *System-On-Module* et développer une carte porteuse avec toute l'électronique externe (alimentations, entrées-sorties, connecteurs, etc.)

Choisir le module en fonction de plusieurs critères :

- Puissance CPU disponible.
- Mémoire (RAM et flash) intégrée.
- Entrées-sorties et bus de communication disponibles (i²c, SPI, UART, etc.) : attention au multiplexage !
- Coût, disponibilité, pérennité.

Phase 2 – Mini-série

Beta-testers

Logiciel

Développer une version complète du système (certaines fonctionnalités optionnelles peuvent rester en attente).

Insister sur la robustesse du code et de l'OS.

Sécuriser le système de *boot* et de mise à jour

Utiliser un *build system* comme Buildroot ou Yocto pour produire une image sur mesure plutôt qu'une distribution.

Vérifier le bon fonctionnement des premiers déploiements (remontée de *logs*).

Phase 2 – Mini-série

Beta-testers

Packaging et communication

Design final (ergonomie, esthétique) et production en impression 3D ou CNC industrielle.

Site web, documentation détaillée pour utilisateur et mainteneur.

Réalisation d'une vidéo, communication sur réseaux sociaux.

Commerce et management

Création d'une structure (EURL, SARL, SAS...).

Sous-traitance des points techniques complexes.

Campagne de *crowd funding*, recherche d'investisseurs.

Dépôt de brevet, participation à des salons.

Phase 3 – Première production

Early adopters

Objectifs

Vendre une première version du produit en quelques centaines d'exemplaires.

Équilibrer les investissements initiaux.

Premier niveau d'industrialisation de la production.

Phase 3 – Première production

Early adopters

Électronique

Corriger les défauts observés avec la mini-série : stabilité des alimentations, filtrage des signaux, gamme de composants, etc.

Réduire les coûts.

Certification, marquage CE.

Développer un banc de test pour le contrôle de qualité à la production.

Phase 3 – Première production

Early adopters

Logiciel

Développer les fonctionnalités manquantes dans la première série.

Corriger les bugs signalés lors de la phase précédente.

Optimiser le code pour réduire le coût du *hardware*.

S'assurer que le produit ne soit pas *brickable* (système de *boot*, et mise à jour).

Phase 3 – Première production

Early adopters

Packaging et communication

Fabrication d'un moule.

Production en nombre : emballage, protection pendant le transport, simplicité de montage et maintenance, etc.

Communication large (web, presse...), communauté d'utilisateurs.

Commerce et management

Embauches.

Recherche de partenariats et de distributeurs.

Phase 4 – Grande série

Diffusion large

Objectifs

Rentabilité financière et succès commercial.

Amélioration technique de la production et de la maintenance.

Réussite humaine interne (entreprise) et externe (utilisateurs).

Phase 4 – Grande série

Diffusion large

Électronique

Développer une nouvelle carte avec intégration directe d'un *System-On-Chip* au lieu de modules sur mezzanines.

Automatiser la production et les tests de qualité.

Logiciel

Ajouter de nouvelles fonctionnalités optionnelles.

Améliorer l'IHM selon les retours des phases précédentes.

Phase 4 – Grande série

Diffusion large

Packaging et communication

Améliorer le design (ergonomie) pour une nouvelle version.

Proposer une gamme de produits aux fonctionnalités réduites ou étendues.

Commerce et management

Création d'antennes commerciales réparties.

Développement international.

Surveiller l'émergence des concurrents.

Questions ?

