

Plan de qualite

▼ Domaine	Management
☰ pole(s)	General

Ce document décrit les processus et les critères de qualité qui seront appliqués pour le développement de **Harvest Hub**.

1. Introduction

Contexte et Enjeux

Harvest Hub vise à révolutionner la gestion des jardins en proposant une solution connectée permettant :

- La collecte de données environnementales (humidité, température, luminosité, etc.) via des sondes.
- La transmission des informations par Bluetooth Low Energy (ou par cable) vers un hub central.
- La visualisation en temps réel d'un jardin via une application mobile, offrant ainsi la possibilité de surveiller l'état des plantes et de déclencher différentes operations.

La qualité du système est primordiale pour assurer la fiabilité des mesures, la stabilité de la communication et la pertinence des actions automatisées.

Références Normatives et Cadre de Référence

Pour garantir la qualité globale du projet **Harvest Hub**, nous nous appuyons sur un ensemble de normes et de référentiels reconnus qui structurent nos processus de développement, de communication et de gestion des données. Ces références couvrent à la fois les aspects techniques, de sécurité et de management de la qualité :

A. Normes de Développement Logiciel

- **Bonnes Pratiques et Standards de Codage:** L'objectif est d'assurer un code fiable, lisible et maintenable. Pour cela, nous utilisons des langages très typé (typescript, dart) afin de faciliter la collaboration avec des personnes qui n'ont pas la même expérience de développement.

Typage strict des interfaces et des types de données.**Modularité** des composants pour faciliter la maintenance.**Documentation inline** avec JSDoc pour une meilleure lisibilité du code."

- **Typage strict** des interfaces et des types de données.
- **Modularité** des composants pour faciliter la maintenance.
- **Documentation inline** avec JSDoc pour une meilleure lisibilité du code."
- **Revue de Code et Tests Unitaires/Intégration:** Des revues de code hebdomadaire permettront de détecter et corriger les anomalies dès les premières phases de développement. Les tests unitaires, complétés par des tests d'intégration et d'acceptation, assureront que chaque composant fonctionne comme attendu avant et après l'intégration dans le système global.
- **Outils d'Analyse Statique et Automatisation:** L'utilisation d'outils d'analyse statique (tels que ESLint ou Dependabot) et de pipelines CI/CD garantira une surveillance continue de la qualité du code et facilitera la détection de potentielles erreurs.

B. Organisation GitHub et Gestion du Code Source

- **Stratégie de Branching:** Le dépôt GitHub de **Harvest Hub** sera organisé autour d'une stratégie de branching rigoureuse :
 - **Branches Principales :**
 - *Main/Master* : La branche stable contenant la dernière version de production validée.
 - *Develop* : La branche de développement où sont intégrées les fonctionnalités en cours de test.
 - **Branches de Fonctionnalités (Feature branches) :** Créées à partir de la branche *Develop*, elles permettent de développer et tester de nouvelles fonctionnalités de manière isolée.

- **Branches de Correction (Hotfix/bugfix)** : Pour corriger rapidement les erreurs identifiées en production.
- **Règles de Merge et de Pull Request**, Chaque fusion dans les branches principales nécessite une Pull Request (PR) avec des revues de code obligatoires et le respect des critères de qualité (tests unitaires passants, analyse statique du code, etc.). Des règles de validation (branch protection rules) sont mises en place pour éviter toute modification non autorisée.
- **Conventions des Tags pour les Pull Requests sur GitHub** : Pour normaliser les contributions sur GitHub, chaque pull request (PR) doit inclure un tag (ex. [feature] Ajout du suivi des tâches), catégorisant le changement. Plusieurs tags sont autorisés si pertinent, facilitant la revue, la recherche et l'automatisation des processus comme les notes de version, tout en assurant une communication claire et une organisation efficace au sein de l'équipe.
- **Documentation et Historique**: L'historique des commits doit être clair et descriptif, facilitant la traçabilité des changements et la compréhension de l'évolution du projet.

C. Standards Bluetooth Low Energy (BLE)

- **Conformité aux Spécifications du Bluetooth SIG**: Le cœur de la solution repose sur une communication stable et économe en énergie entre les sondes, le hub et l'application mobile. Le respect des protocoles définis par le Bluetooth Special Interest Group (SIG) est essentiel pour assurer l'interopérabilité et la fiabilité des échanges.
- **Optimisation de la Consommation Énergétique et de la Sécurité**: La mise en œuvre des communications BLE inclura une gestion fine de la consommation d'énergie et des mécanismes de sécurisation des données échangées, afin de limiter les interférences et garantir une connexion pérenne, même en environnement complexe.
- **Tests de Conformité et Interopérabilité**: Des essais réguliers en laboratoire et sur le terrain seront effectués pour valider la compatibilité avec divers dispositifs et scénarios d'utilisation, garantissant ainsi une performance constante en conditions réelles.

D. Normes de Sécurité et de Gestion des Données

- **Protection des Données en Transit et au Repos:** Pour sécuriser les échanges entre les différents composants, des protocoles de cryptage robustes (par exemple, TLS/SSL pour la communication et AES pour le stockage des données) seront implémentés.
- **Politiques de Gestion des Accès et Audits de Sécurité:** La mise en place de contrôles d'accès stricts et l'utilisation d'outils de surveillance (pare-feu, systèmes de détection d'intrusion) permettront de limiter les risques de failles de sécurité. Des audits réguliers et des tests de vulnérabilité (pentests) assureront une réactivité en cas de détection de problèmes.
 - **Conformité aux Réglementations:** La gestion des données sera conforme aux réglementations en vigueur, telles que le RGPD pour les utilisateurs européens, garantissant ainsi la sécurité et l'intégrité des informations collectées.

E. Inspiration ISO 9001 / ISO 10005

- **ISO 9001 – Système de Management de la Qualité:** Cette norme fournit un cadre structuré pour la gestion globale de la qualité, en insistant sur la satisfaction des besoins des utilisateurs et l'amélioration continue des processus. Elle guide la mise en place d'un système de suivi et de contrôle permettant de mesurer la performance et d'identifier les axes d'amélioration.
- **ISO 10005 – Lignes Directrices pour la Planification de la Qualité:** Elle complète l'ISO 9001 en offrant des conseils pratiques pour définir les critères de qualité et planifier les audits internes, la documentation des processus et la gestion des non-conformités.
- **Approche Itérative et Axée sur la Rétroaction:** L'inspiration de ces normes nous permet d'instaurer une culture de l'amélioration continue, où chaque phase du projet est évaluée et optimisée grâce aux retours d'expérience, assurant ainsi une progression constante vers l'excellence opérationnelle.

F. Gestion de Tickets et Management CPM

- **Gestion des Tickets:** Le suivi des anomalies, demandes de fonctionnalités et tâches de maintenance sera assuré via **GitHub Issues**, intégré à notre

organisation GitHub pour une traçabilité complète avec les commits et les Pull Requests.

- **Modèle de Management CPM (Critical Path Method):** Dans le cadre de la gestion de projet, nous avons opté pour le modèle CPM afin de :
 - Identifier les tâches critiques qui déterminent la durée du projet.
 - Optimiser la planification des ressources et le suivi des délais.
 - Assurer une transparence maximale dans la gestion des priorités, avec une révision régulière des chemins critiques pour adapter les actions correctives si nécessaire.
 - **Intégration dans l'Organisation:** Le système de gestion de tickets est intégré à l'organisation GitHub, permettant de relier directement les commits et les Pull Requests aux tickets correspondants. Cela assure une traçabilité complète entre le développement, le suivi des anomalies et l'évolution des fonctionnalités.
-

2. Objectifs du Plan de Qualité

Objectifs Généraux

- **Fiabilité** : Assurer que les sondes, le hub et l'application fonctionnent de manière cohérente et fiable.
- **Conformité** : Garantir le respect des exigences fonctionnelles et techniques définies.
- **Expérience Utilisateur** : Offrir une interface intuitive et des alertes précises pour la gestion du jardin.
- **Amélioration Continue** : Mettre en place un processus de retour d'expérience et de mise à jour régulière.

Périmètre

- **Matériel** : Sondes et hub connectés par BLE.
- **Logiciel** : Application mobile et interface de gestion.

- **Processus** : Communication entre composants, contrôle des données et déclenchement des actions d'irrigation.
-

3. Organisation et Responsabilités

Rôles et Responsabilités

- **Chef de Projet / Responsable Qualité**
Rôle : Superviser l'ensemble du projet et veiller au respect du plan qualité.
- **Développeurs**
Rôle : Concevoir et implémenter l'application mobile et l'intégration des composants logiciels.
- **Ingénieur Matériel**
Rôle : Assurer la qualité et la fiabilité des sondes et du hub.
- **Testeurs**
Rôle : Effectuer les tests fonctionnels, d'intégration et sur le terrain.
- **Responsable Communication**
Rôle : Organiser les réunions de suivi et diffuser les rapports qualité aux parties prenantes.

Réunions et Audits

- **Réunions Hebdomadaires** : Suivi de l'avancement et point sur les actions qualité.
 - **Audits Internes** : Revues de code, tests sur le terrain et validation des prototypes.
-

4. Normes, Méthodes et Critères de Qualité

Normes et Standards

- **Bluetooth Low Energy (BLE)** : Conformité aux protocoles standards pour garantir la stabilité de la connexion.

- **Bonnes Pratiques de Développement** : Utilisation de frameworks reconnus, documentation et revues de code.
- **Normes de Sécurité** : Protection des données échangées et sécurisation de l'application mobile.

Critères de Qualité

- **Précision des Mesures** : Tolérance d'erreur des sondes inférieure à 5%.
- **Fiabilité de la Communication** : Disponibilité de la connexion entre sondes, hub et application supérieure à 95%.
- **Réactivité de l'Application** : Temps de réponse inférieur à 2 secondes pour l'actualisation de la carte virtuelle.
- **Performance de l'Irrigation Automatisée** : Déclenchement fiable et précis en fonction des données collectées.

Pour suivre ces objectifs, nous surveillerons les KPI suivants :

- **Taux de couverture des tests unitaires** : supérieur à 90%.
- **Nombre de bugs critiques résolus** : moins de 5 par mois, avec un temps de résolution inférieur à 48h.
- **Satisfaction utilisateur** : score moyen supérieur à 4/5 via des enquêtes trimestrielles.
- **Temps moyen de réponse de l'application** : inférieur à 1,5 seconde pour 95% des requêtes.

Méthodes et Outils

- **Revue de Code et Tests Unitaires** : Pour assurer la qualité du développement logiciel.
- **Tests de Terrain** : Vérification du fonctionnement des sondes et du hub dans des conditions réelles.
- **Tableaux de Bord** : Suivi des indicateurs clés (KPI) tels que la précision, la disponibilité et la réactivité.

- **Outils de Gestion de Projet** : Pour documenter et suivre les anomalies et actions correctives.

IoT Best Practices

1. Conception Matérielle (Hardware Design)

a. Choisir les bons capteurs et MCU :

adaptés aux besoins (basse consommation, traitement local, etc.).

b. Consommation énergétique minimale :

veille, deep sleep, énergie solaire, etc.

c. Modularité :

pour permettre des mises à jour matérielles futures.

d. Protection contre l'environnement :

boîtiers étanches, résistance aux températures extrêmes.

2. Architecture Logicielle

a. Code modulaire et maintenable :

séparer la logique métier, les pilotes matériels, et la communication.

b. Utilisation d'OS temps réel (RTOS) :

si l'application est complexe ou critique.

c. Éviter les blocages (blocking code) :

privilégier l'asynchrone ou l'état-machine.

d. Surveillance de l'état du système :

watchdog, log interne, auto-diagnostics.

3. Connectivité & Communication

a. Gestion de la perte de réseau :

reconnexion automatique, file d'attente locale, retransmission.

b. Compression & filtrage de données :

limiter la bande passante.

c. Sélection de réseau intelligent :

Wi-Fi, LoRa, LTE-M, NB-IoT selon le cas d'usage.

4. Sécurité

a. Chiffrement des communications :

TLS, DTLS.

b. Authentification forte :

certificats, tokens, clés asymétriques.

c. Stockage sécurisé des secrets :

mémoire sécurisée, partition protégée.

d. Mises à jour sécurisées OTA :

avec vérification d'intégrité et signature.

e. Réduction de la surface d'attaque :

désactiver services inutiles, pas de ports ouverts.

5. Collecte et Traitement de Données

a. Filtrage à la source :

ne transmettre que les données utiles.

b. Bufferisation locale :

en cas de perte de connexion.

c. Timestamping précis :

pour la corrélation des données.

d. Interopérabilité :

formats standards (JSON, CBOR, Protocol Buffers...).

6. Maintenance & Scalabilité

a. Mise à jour OTA (Over-The-Air) :

fiable et testée.

b. Journalisation (logs) :

locale et distante.

c. Monitoring à distance :

état, batterie, connectivité, capteurs.

d. Tests automatisés :

firmware, stress test, test d'intégration.

7. Expérience Utilisateur & Déploiement

a. Facilité d'installation :

app mobile ou processus d'appairage simple.

b. Retour utilisateur clair :

LED, écran, buzzer, etc.

c. Mode debug/log facile à activer :

pour la maintenance terrain.

d. **Documentation claire :**

pour les développeurs et installateurs.

8. **Tests & Validation**

a. **Tests de robustesse réseau :**

pertes de signal, interférences.

b. **Tests de durée de vie batterie :**

en conditions réalistes.

c. **Tests de mise à jour OTA :**

y compris gestion d'erreurs.

5. Plan de Contrôle Qualité

Processus de Vérification et Validation

- **Avant le Déploiement :**
 - Revue des spécifications et validation de la conception.
 - Exécution de tests unitaires et d'intégration pour les composants logiciels.
- **Pendant le Déploiement :**
 - Réalisation de tests fonctionnels et de terrain pour les sondes et le hub.
 - Vérification de la connectivité BLE et de la synchronisation avec l'application mobile.
- **Après le Déploiement :**
 - Audits qualité réguliers.
 - Collecte et analyse des retours utilisateurs.

Planification des Contrôles

- **Calendrier des Tests** : Définir des jalons pour les tests de prototype, d'intégration et de validation en conditions réelles.
 - **Documentation** : Archive des rapports de tests, check-lists et audits pour assurer la traçabilité et faciliter les actions correctives.
-

6. Gestion des Risques Qualité

Identification des Risques

- **Défaillance des Sondes** : Mesures erronées ou pannes.
- **Interférences dans la Communication BLE** : Risque de perte de connexion.
- **Bugs Logiciels** : Erreurs dans l'application mobile pouvant affecter la visualisation et le déclenchement de l'irrigation.
- **Sécurité des Données** : Risque de faille compromettant la confidentialité des informations.

Actions Préventives et Correctives

- **Préventives** :
 - Sélection rigoureuse des composants matériels.
 - Réalisation de tests approfondis en environnement réel.
 - Mise en place de protocoles de sécurité pour le transfert des données.
- **Correctives** :
 - Mises à jour logicielles rapides en cas de détection de bugs.
 - Maintenance et remplacement des sondes défectueuses.
 - Renforcement des mécanismes de redondance pour la communication BLE.

Suivi et Mise à Jour

- **Révision Périodique** : Évaluation des risques à chaque phase clé du projet.

- **Rapports d'Anomalies** : Documentation systématique et analyse des incidents pour ajuster les processus qualité.
-

7. Processus d'Onboarding des Collaborateurs

Afin d'assurer une intégration fluide, rapide et efficace des nouveaux collaborateurs, HarvestHub met en place un processus d'onboarding personnalisé et progressif selon les différents pôles de compétences :

- **Accueil & Culture d'entreprise** (Jour 1-2) : Présentation de l'histoire, des valeurs, de la vision, des objectifs à court et long terme.
- **Documentation & Outils** (Semaine 1) : Accès via Notion à l'ensemble des ressources (normes techniques, processus, outils internes, guides de déploiement, protocoles BLE, Git, CI/CD, ERP, etc.).
- **Mentorat et Intégration équipe** (Semaine 1-3) : Attribution d'un référent interne pour accompagner le collaborateur dans ses premiers projets, favoriser la cohésion et accélérer l'autonomie.
- **Formations Techniques ciblées par pôle** (Semaine 2 à 6) :
 - *IoT / Hardware* : Prise en main des composants internes, normes électriques, cycle de test, outils de simulation (Altium, oscilloscopes, bancs de test).
 - *Backend* : Environnement de développement, architecture des API, gestion des bases de données, CI/CD, sécurité.
 - *Frontend / Mobile* : Stack technique (React Native), guidelines UX/UI, accès aux maquettes, cycle de déploiement.
 - *Logistique / Production* : Suivi des flux ERP, outils de traçabilité, gestion des fournisseurs et contrôle qualité.
- **Entretiens de Suivi & Feedback** (J+7, J+30, J+90) : Points de contrôle pour ajuster l'accompagnement, valider les compétences acquises, et détecter les besoins éventuels en formation supplémentaire.

Ce processus permet d'assurer une montée en compétences rapide, une bonne cohésion d'équipe, et une intégration harmonieuse, en maintenant un haut niveau d'exigence et de satisfaction au sein des équipes.

8. Évolution de HarvestHub

HarvestHub ambitionne de devenir une référence dans le domaine du jardin connecté, en s'appuyant sur une stratégie évolutive structurée en plusieurs étapes progressives. Cette croissance s'accompagne d'une attention particulière portée à la gestion des équipes, au recrutement, à la structuration interne, à la maîtrise de la production et à l'agilité organisationnelle, garantissant une adaptabilité à chaque phase de développement.

A. Lancement : Fondation et Structuration Initiale

HarvestHub concentre ses premiers efforts sur le lancement de son produit principal : un système de jardin connecté combinant capteurs environnementaux, application mobile et arrosage automatique. Cette solution cible les particuliers urbains et les collectivités locales gérant des jardins partagés.

Le recrutement initial porte sur des profils techniques polyvalents (hardware, software, électronique) pour poser les bases technologiques et structurelles du projet. Une première cellule de production interne est mise en place pour prototyper et assembler les premiers lots de test. Ces prototypes sont produits en petites séries dans un atelier dédié en France, permettant un contrôle strict et une itération rapide sur les conceptions.

B. Pipeline de Production Futur

Pour soutenir son ambition de durabilité et de maîtrise de la qualité, HarvestHub déploie une pipeline de production structurée et écoresponsable :

- **Conception modulaire** : Les composants (PCB, sondes, coques) sont conçus pour être facilement interchangeables, facilitant la maintenance et les mises à jour.
- **Fabrication des PCB** : Sous-traitance à un fabricant européen certifié, assurant fiabilité et conformité aux normes environnementales.
- **Sondes recyclables** : Fabriquées à partir de moules en plastique recyclé/recyclable, fournis par une entreprise française.
- **Assemblage centralisé** : Réalisé dans un centre français pour assurer un contrôle qualité rigoureux.

- **Tests automatisés** : Intégration d'une chaîne de tests automatisés (software + hardware) avant expédition.
- **Traçabilité** : Systèmes RFID ou QR pour chaque module, permettant un suivi depuis la fabrication jusqu'au SAV.

Cette pipeline vise à allier qualité, réactivité, adaptabilité et faible empreinte carbone, tout en constituant un avantage concurrentiel clé.

C. Déploiement Local (2 à 3 ans) : Croissance Organique, Recrutement Ciblé et Montée en Capacité

Sur les deux à trois premières années, l'objectif est d'étendre la présence localement par des événements, des partenariats (mairies, écoles, associations) et une plateforme communautaire permettant aux utilisateurs d'échanger conseils et expériences.

Le recrutement s'élargit avec des experts en développement logiciel, en matériel connecté, en gestion de données, et en production industrielle. Une équipe dédiée à l'industrialisation est formée pour structurer les chaînes de montage, optimiser les flux logistiques, et travailler avec les fournisseurs de composants.

La production passe à un rythme semi-industriel avec des volumes mensuels précisés, pilotés par des indicateurs de performance. Les systèmes ERP légers sont introduits pour suivre la production, les stocks et les commandes clients. Les premières automatisations (tests unitaires, conditionnement) sont également mises en place.

D. Innovation (6 à 7 ans) : Diversification, IA, et Production à Moyenne échelle

Au moyen terme, HarvestHub diversifie son offre avec des capteurs avancés (détection de maladies, analyse du sol) et l'intégration de l'intelligence artificielle pour fournir des recommandations personnalisées. Une offre d'abonnement enrichit l'expérience utilisateur.

Le recrutement devient international, avec des pôles spécialisés (R&D, support client, marketing, production) et l'adoption massive du télétravail. L'équipe production s'étoffe de profils industriels (qualité, maintenance, automatisation) et

de responsables logistiques. Des chefs de projet supply chain sont recrutés pour coordonner les flux entre sous-traitants, entrepôts et clients finaux.

La production passe à l'échelle moyenne avec l'automatisation partielle de certaines lignes, le recours à des sous-traitants certifiés, et un contrôle rigoureux de la qualité à chaque étape (de la réception des composants à l'assemblage final).

F. Expansion Internationale (10 ans et plus)

HarvestHub aspire à devenir une référence européenne du jardin connecté.

L'expansion passe par un réseau de distribution mixte, des partenariats stratégiques avec des institutions de recherche, et une adaptation aux réglementations locales.

Le recrutement est intensifié dans les domaines de la gestion de production à grande échelle, du déploiement commercial, et du support technique multilingue. Un pôle d'ingénierie industrielle européen est créé pour superviser l'ensemble de la production, optimiser la supply chain, et garantir l'agilité logistique inter-sites.

Des audits internes, une gouvernance d'entreprise solide, et la formation continue assurent la qualité malgré la dispersion géographique des équipes et des sites de production.

G. Gestion des Équipes et Pôles Distants en Grandissant

Tout au long de son évolution, HarvestHub adapte la gestion de ses équipes à sa croissance. Des **pôles spécialisés** émergent pour chaque domaine clé, avec une organisation flexible et décentralisée. La **collaboration à distance** est privilégiée, soutenue par des outils modernes et des réunions régulières, permettant de recruter des experts partout en Europe. Le **réfèrent technique** joue un rôle central dans la coordination, la formation et la diffusion des bonnes pratiques, tandis que des audits garantissent l'adhésion aux normes internes.

En résumé, HarvestHub conjugue innovation, écoresponsabilité et agilité organisationnelle pour répondre aux besoins de ses utilisateurs tout en construisant une équipe forte et adaptable.

9. Conclusion et Amélioration Continue

Synthèse

Le plan de qualité **Harvest Hub** est conçu pour garantir que chaque composant du système, du matériel aux logiciels, fonctionne de manière optimale. Il offre une vision claire des processus de vérification, de la gestion des risques et des actions correctives, afin d'assurer une expérience utilisateur fiable et efficace.

Plan d'Amélioration Continue

- **Évaluation Régulière** : Analyse périodique des performances et des retours pour identifier les points à améliorer.
- **Processus Itératif** : Mise à jour continue des procédures qualité en fonction des audits et des tests.
- **Capitalisation des Leçons Apprises** : Documentation des incidents et des actions correctives pour optimiser les futurs développements.

Ce plan servira de guide pour l'ensemble des équipes impliquées dans le développement de **Harvest Hub** et contribuera à la réussite de notre solution de jardin connecté.