**Volet 3 : Périmètre du projet**

## **1. Quel est le service / la solution proposé(e) pour répondre à la problématique ?**

### **MVP (Hackathon 48h)**

Notre solution est un système simplifié de monitoring environnemental qui se concentre sur:

* **Pollution atmosphérique**: Déploiement de 2-3 stations de mesure ESP32 avec capteurs essentiels (PM2.5/PM10, CO₂) dans des zones stratégiques;
* **Îlots de chaleur**: Intégration de données thermiques existantes (OpenData) pour une première cartographie;
* **Preuve de concept d'optimisation**: Algorithme basique identifiant les zones prioritaires pour la végétalisation basé sur les niveaux de pollution et de chaleur.

Le MVP propose:

1. Collecte et stockage de données en temps réel via les capteurs prototypes;
2. Dashboard minimaliste avec carte interactive montrant zones de pollution et chaleur;
3. Première version de l'algorithme de recommandation pour l'implantation d'espaces verts;
4. Interface de visualisation simple pour présentation au jury.

### **Vision complète**

La solution à terme sera un système intégré complet comprenant:

* **Réseau dense de capteurs**: Déploiement de 200+ stations mesurant CO₂, NO₂, PM10/PM2.5 et température à travers toute la ville;
* **Monitoring énergétique**: Intégration avec les systèmes des bâtiments publics pour analyser la consommation;
* **Cartographie haute résolution**: Fusion de données satellites, capteurs IoT et modèles thermiques urbains.

Notre innovation principale résidera dans un système d'IA avancé capable de:

* Prédire les niveaux de pollution et température quelques jours à l'avance;
* Simuler l'impact potentiel de différents scénarios de végétalisation;
* Recommander un plan optimal d'implantation d'espaces verts maximisant la réduction de pollution et îlots de chaleur.

## **2. Existe-t-il une solution similaire à la vôtre ? Comment vous différenciez-vous de vos principaux concurrents ?Focus immédiat sur l'action**: Contrairement aux plateformes qui se contentent de mesurer, notre MVP inclut déjà des recommandations concrètes d'implantation d'espaces verts;

## 

### **MVP (Hackathon 48h)**

Pour notre MVP, nous nous distinguons des solutions existantes par:

* **Coût minimal**: Notre prototype utilise exclusivement des composants abordables (ESP32, capteurs low-cost) et des technologies open source;
* **Localisation**: Notre modèle est spécifiquement calibré pour une ville wallonne, contrairement aux solutions génériques.

### **Vision complète**

À terme, notre solution se différenciera des concurrents (AirVisual/IQAir, Breezometer, plateformes Smart City) par:

1. **Approche verticale végétalisation**: Là où les autres proposent des outils génériques, nous ciblons spécifiquement l'optimisation des espaces verts urbains;
2. **Architecture ouverte et modulaire**: Contrairement aux solutions propriétaires fermées des grands acteurs, notre plateforme s'appuiera sur des standards ouverts et des composants interchangeables;
3. **IA contextuelle locale**: Nos algorithmes intègreront des paramètres locaux (architecture, circulation, événements) ignorés par les modèles globaux des concurrents;
4. **Double interface**: Séparation claire entre dashboard technique pour municipalités et application simplifiée pour citoyens, là où la plupart des concurrents ne ciblent qu'un public;
5. **Crowdsourcing intégré**: Capteurs citoyens et signalements participatifs alimentant le même système que les capteurs professionnels.

## **3. Sous quel support se matérialisera votre solution ? Application, site web, …**

### **MVP (Hackathon 48h)**

1. **Capteurs prototypes**:  
   * 3-4 stations ESP32 fonctionnelles avec capteurs basiques;
   * Communication WiFi ou USB pour la démonstration;
   * Boîtiers temporaires pour prouver le concept.
2. **Backend simplifié**:  
   * Base de données MongoDB pour stocker les mesures;
   * API minimaliste pour accès aux données;
   * Service Node.js pour traitement basique;
3. **Dashboard prototype**:  
   * Interface web simple développée avec Blazor
   * Carte OpenStreetMap avec visualisation basique des données
   * Module de démonstration pour les recommandations de végétalisation

### **Vision complète**

1. **Réseau physique robuste**:  
   * Stations ESP32 dans des boîtiers durables imprimés en 3D
   * Alimentation autonome par panneaux solaires
   * Communication MQTT sécurisée vers le cloud en LORA1
   * Déploiement stratégique à travers la ville
2. **Plateforme backend évoluée**:  
   * Architecture microservices avec Dapr
   * Pipeline d'ingestion haute performance (Kafka/Redis)
   * Bases de données optimisées (InfluxDB pour séries temporelles, MongoDB pour métadonnées)
   * Modèles ML avancés (TensorFlow/Scikit-Learn)
3. **Écosystème d'interfaces**:  
   * Dashboard administratif complet (Blazor/ASP.NET Core)
   * Application mobile citoyenne (Progressive Web App)
   * API publique pour développeurs tiers
   * Système d'alertes et notifications multicanal

Ces éléments formeront un écosystème cohérent permettant une gestion holistique des données environnementales urbaines, de la mesure à l'action.

## **4. De quelle manière les citoyens sont-ils impliqués ?**

### **MVP (Hackathon 48h)**

Notre MVP propose une implication citoyenne limitée mais essentielle:

1. **Visualisation simplifiée**:  
   * Page web accessible montrant la carte de pollution/chaleur
   * Explication pédagogique des impacts potentiels de la végétalisation
2. **Module de feedback**:  
   * Système basique permettant aux visiteurs de suggérer des zones à végétaliser
   * Formulaire de commentaires pour améliorer le système
3. **Simulation d'engagement**:  
   * Démonstration du concept de participation future via maquettes interactives
   * Explication des mécanismes de gamification prévus

### **Vision complète**

À terme, les citoyens seront impliqués à plusieurs niveaux:

1. **Accès démocratisé aux données**:  
   * Application mobile montrant pollution et température en temps réel
   * Alertes personnalisées et recommandations (itinéraires moins pollués)
   * Tableau de bord personnel de l'impact environnemental
2. **Science participative**:  
   * Option d'héberger une micro-station de mesure chez soi
   * Signalement géolocalisé des problèmes environnementaux
   * Validation collective des données et anomalies
3. **Gamification avancée**:  
   * Système de points et badges pour comportements éco-responsables
   * Challenges communautaires de quartier
   * "Adoption" virtuelle d'espaces verts et suivi de leur impact
4. **Co-construction urbaine**:  
   * Votes pour les prochaines zones à végétaliser
   * Financement participatif pour projets d'espaces verts
   * Participation aux plantations physiques organisée via l'app
5. **Apprentissage contextuel**:  
   * Contenus éducatifs personnalisés sur l'environnement local;
   * Visualisations avant/après des interventions de végétalisation;
   * Forums de discussion et partage d'expériences.

Cette approche transformera progressivement les citoyens en véritables acteurs de la transition écologique urbaine.

## **5. De quelles ressources avez-vous besoin pour concrétiser votre projet (physiques, matérielles et humaines) ?**

### **MVP (Hackathon 48h)**

**Ressources matérielles minimales:**

* 3-4 microcontrôleurs ESP32 (~20€/unité)
* Capteurs basiques:
  + SDS011 pour PM2.5/PM10 (~20€/unité);
  + MH-Z19B pour CO₂ (~25€/unité);
  + DHT22 pour température/humidité (~5€/unité).
* Ordinateurs pour développement;
* Accès Internet pour API et données ouvertes;
* Instance cloud basique pour démo.

**Ressources humaines pour le hackathon:**

* 1-2 développeurs hardware/IoT pour configuration des capteurs;
* 1-2 développeurs backend pour API et stockage;
* 1-2 développeurs frontend pour dashboard;
* 1 data scientist pour algorithmes basiques de recommandation;
* 1 designer UX pour interfaces.

### **Vision complète**

**Ressources matérielles complètes:**

1. **Équipement pour 200+ stations**:  
   * ESP32 (~20€ × 200 = 4 000€);
   * Capteurs multiples par station (~65€ × 200 = 13 000€);
   * Panneaux solaires et batteries (~30€ × 200 = 6 000€);
   * Boîtiers imprimés en 3D (~15€ × 200 = 3 000€).
2. **Infrastructure technique**:  
   * Serveurs cloud (Azure/AWS): ~500€/mois;
   * Passerelles LoRaWAN: ~300€ × 10 = 3 000€;
   * Licences logicielles: ~2 000€/an;
   * Équipement de test et calibration: ~5 000€.
3. **Espaces physiques**:  
   * Laboratoire d'assemblage;
   * Bureau pour l'équipe;
   * Espaces de démonstration.

**Ressources humaines complètes:**

1. **Équipe technique permanente** (6-8 personnes):  
   * Ingénieurs IoT (2);
   * Développeurs full-stack (2-3);
   * Data scientists (1-2);
   * Designer UX/UI (1).
2. **Équipe opérationnelle** (4-5 personnes):  
   * Chef de projet;
   * Experts environnement/urbanisme (1-2);
   * Community managers (1-2);
   * Support technique.
3. **Partenaires externes**:  
   * Municipalités pilotes;
   * Laboratoires universitaires;
   * Associations environnementales;
   * FabLabs locaux.

**Financements:**

* Budget MVP (hackathon): ~1 000€ (matériel);
* Budget initial complet: ~150k€ (développement + déploiement pilote);
* Financement continu: modèle SaaS pour municipalités + subventions.

## **6. Quel est l'impact sociétal attendu de votre projet ?**

### **MVP (Hackathon 48h)**

L'impact immédiat du MVP sera principalement démonstratif et éducatif:

* **Preuve de concept**: Démontrer la faisabilité technique d'un système de recommandation de végétalisation basé sur données environnementales;
* **Sensibilisation**: Montrer visuellement les zones problématiques (pollution/chaleur) et le potentiel d'amélioration via végétalisation;
* **Engagement initial**: Susciter l'intérêt des municipalités et citoyens présents au hackathon;
* **Base méthodologique**: Établir une première approche pour l'expansion future du projet.

### **Vision complète**

À terme, Canopia ambitionne un impact transformateur sur plusieurs dimensions:

**Impact environnemental mesurable:**

* Réduction de 10-15% des concentrations de particules fines dans les zones ciblées;
* Diminution de 2-3°C des températures dans les îlots de chaleur traités;
* Baisse de 15-20% de la consommation énergétique des infrastructures optimisées.

**Impact sanitaire:**

* Réduction des cas d'asthme et affections respiratoires (estimée à 8-12% dans les zones améliorées);
* Diminution des hospitalisations liées aux canicules (~20% dans les quartiers végétalisés);
* Amélioration du bien-être psychologique des habitants via accès à des espaces verts optimisés.

**Impact économique:**

* Économies directes pour les municipalités: ROI x3-5 sur les investissements en végétalisation grâce au placement optimal;
* Réduction des coûts de santé publique estimée à 2-3M€/an pour une ville moyenne;
* Valorisation immobilière des quartiers réaménagés (+5-8% en moyenne);
* Création d'emplois verts dans l'entretien des espaces et la maintenance du système;

**Impact social et démocratique:**

* Réduction des inégalités environnementales par traitement prioritaire des zones défavorisées;
* Engagement citoyen multiplié par 3-5 dans les projets environnementaux locaux;
* Transparence accrue des données environnementales, accessible à tous;
* Éducation environnementale basée sur des métriques locales et concrètes.

**Impact systémique à long terme:**

* Évolution des politiques urbaines vers des approches data-driven;
* Création d'un modèle reproductible pour d'autres villes et régions;
* Contribution aux objectifs climatiques régionaux et européens;
* Changement progressif des comportements citoyens vers plus de conscience environnementale.

Ce projet s'inscrit dans la transition écologique des territoires urbains tout en répondant aux enjeux de participation citoyenne et de transparence démocratique.