Volet 4 : Caractéristiques du projet

1. Quelles sont les fonctionnalités de base de votre service/solution ?

# **Fonctionnalités détaillées de Canopia**

## **Interface cartographique avancée**

* **Heatmap environnementale multicouche**
  + Visualisation en temps réel des concentrations de polluants (résolution 50m²)
  + Superposition configurable de 7 paramètres environnementaux
  + Échelle chromatique optimisée avec 8 niveaux de gradation par polluant
  + Filtrage temporel précis (heure/jour/semaine/mois/saison)
  + Comparaison dynamique avant/après intervention
* **Système de recherche géospatiale**
  + Barre de recherche avec autocomplétion intelligente des adresses
  + Géolocalisation instantanée via GPS ou Wi-Fi
  + Sauvegarde des emplacements favoris (domicile, travail, école)
  + Délimitation de zones d'intérêt personnalisée
  + Historique contextuel des recherches précédentes

## **Accès et exploitation des données**

* **Centre de téléchargement intégré**
  + Export des données en multiples formats (CSV, JSON, GeoJSON, Excel)
  + Sélection granulaire des paramètres et périodes à exporter
  + Génération automatique de rapports PDF avec visualisations
  + Planification d'exports récurrents pour analyses régulières
  + Watermark et métadonnées de traçabilité intégrés
* **Architecture API RESTful complète**
  + Endpoints documentés selon OpenAPI 3.0
  + Authentification sécurisée via OAuth 2.0 et API keys
  + Gestion avancée des quotas et throttling par niveau d'accès
  + Webhooks pour notifications en temps réel (dépassements de seuils)
  + Sandbox développeur pour tests d'intégration

## **Outils d'analyse et d'intervention**

* **Moteur de recommandations contextuelles**
  + Suggestions d'interventions basées sur les données historiques
  + Priorisation intelligente selon l'impact potentiel et la faisabilité
  + Bibliothèque de 50+ solutions catégorisées (court/moyen/long terme)
  + Estimation des coûts et bénéfices pour chaque recommandation
  + Adaptation aux contraintes locales (budget, topographie, démographie)
* **Système de suivi des interventions**
  + Traçabilité complète des actions implémentées (timeline interactive)
  + Mesure d'efficacité avant/après avec métriques quantifiables
  + Documentation structurée des enseignements tirés (succès/échecs)
  + Galerie photographique géolocalisée des transformations
  + Évaluation du ROI environnemental réel vs estimé
* **Planificateur d'itinéraires écologiques**
  + Calcul de trajets optimisés selon exposition aux polluants
  + Algorithme multimodal intégrant transports publics et mobilité douce
  + Prévision 24h des niveaux de pollution sur les trajets habituels
  + Optimisation selon profil utilisateur (enfants, seniors, sportifs)
  + Système d'alertes en cours de trajet si dégradation de l'air

## **Tableau de bord municipal spécialisé**

* **Centre de monitoring environnemental**
  + Vue unifiée temps réel des 7 polluants principaux (actualisation 5 min)
  + Statut opérationnel du réseau de capteurs avec autodiagnostic
  + Détection automatique des anomalies et tendances émergentes
  + Tableau de bord d'alerte avec protocoles d'intervention prédéfinis
  + Tracking des objectifs environnementaux annuels
* **Cartographie thermique urbaine**
  + Mesure précise des différentiels de température intra-urbains
  + Identification automatique des îlots de chaleur critiques (+3°C)
  + Corrélation avec l'albédo des surfaces et la couverture végétale
  + Simulation de l'impact des canicules sur les quartiers vulnérables
  + Prévision d'efficacité des interventions de végétalisation
* **Plateforme de gestion énergétique**
  + Monitoring en temps réel de 100+ bâtiments publics
  + Détection des anomalies de consommation (ML/statistique)
  + Benchmarking automatique entre bâtiments similaires
  + Recommandations d'optimisation priorisées par ROI
  + Planification des interventions techniques urgentes

## **Portail citoyen interactif**

* **Dashboard personnalisable**
  + Carte interactive avec zoom adaptatif (quartier/rue/bâtiment)
  + Données environnementales contextualisées pour non-experts
  + Personnalisation complète des widgets et indicateurs affichés
  + Historique comparatif (jour/semaine/mois/année précédente)
  + Version mobile optimisée (≤2 Mo, temps chargement <3s)
* **Système d'alertes multicanal**
  + Notifications push géolocalisées en cas de pic de pollution
  + Configuration précise des seuils par type de polluant
  + Communication préventive 24h avant événements à risque
  + Conseils sanitaires adaptés par profil (enfants, personnes sensibles)
  + Intégration avec calendrier pour planification activités extérieures
* **Conseiller de mobilité environnementale**
  + Cartographie des zones à éviter selon qualité de l'air actuelle
  + Suggestion d'horaires optimaux pour activités extérieures
  + Calcul d'itinéraires alternatifs minimisant l'exposition
  + Évaluation de l'impact sanitaire des choix de mobilité
  + Intégration avec applications tierces (transport, running)

## **Plateforme urbanistique professionnelle**

* **Simulateur d'interventions urbaines**
  + Modélisation 3D de l'impact de la végétalisation sur température locale
  + Simulation des effets de différentes essences d'arbres
  + Prévision de la diffusion des polluants selon scénarios d'aménagement
  + Évaluation comparative multicritères des interventions possibles
  + Export des simulations au format compatible SIG municipal
* **Analyseur de priorités d'intervention**
  + Scoring automatique des zones urbaines selon 15+ critères
  + Identification des points chauds nécessitant action immédiate
  + Croisement avec données socio-démographiques et sanitaires
  + Cartographie des vulnérabilités environnementales
  + Recommandations d'investissement basées sur l'impact potentiel
* **Calculateur de ROI environnemental**
  + Modélisation coûts/bénéfices des interventions sur 5/10/20 ans
  + Quantification monétaire des externalités positives
  + Impact sur indicateurs sanitaires municipaux (hospitalisations, QALYs)
  + Analyse comparative avec projets similaires d'autres municipalités
  + Création automatique de dossiers de financement pour subventions

2. Quelle forme prendra votre prototype ? Mockup, prototype clickable, développement d’une solution (code) ?

développement d’une solution (récupération des données iot) + prototype clickable (simulation d’une implémentation réelle)

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

* **Prototype technique**
  + 2-3 stations de capteurs ESP32 fonctionnelles
  + Backend minimal avec API REST
  + Dashboard web basique avec carte OpenStreetMap
  + Visualisation des premières mesures de pollution/température

### **Prototype technique**

* **Démonstrateur complet**
  + Réseau de capteurs IoT
  + Backend avec pipeline de traitement de données
  + Dashboard interactif
  + Premiers algorithmes de deep learning

3. Comment rendez-vous votre service attrayant, agréable pour l’utilisateur ? (User experience)

# **Design centré utilisateur pour Canopia**

## **Interface intuitive et accessible**

* **Codes couleurs scientifiquement validés**
  + Échelle chromatique standardisée allant du vert (excellent) au rouge (dangereux)
  + Dégradé de 6 teintes avec seuils correspondant aux normes européennes (0-50µg/m³ pour PM2.5)
  + Adaptation automatique pour daltoniens (mode Protanopie/Deutéranopie disponible)
  + Affichage numérique systématique en complément des couleurs (indice sur 100)
* **Navigation optimisée**
  + Structure en 3 niveaux maximum (vue générale → quartier → point précis)
  + Temps de chargement <1,5 seconde pour les changements de vue
  + Adaptation automatique mobile/tablette/desktop (Breakpoints à 576px, 768px, 992px)
  + Barre de recherche géolocalisée avec autocomplétion des adresses
* **Contextualisation des informations**
  + Comparaison systématique avec les normes OMS/UE
  + Explication simplifiée de chaque polluant (sources, impacts santé)
  + Métadonnées accessibles (date de dernière mesure, précision)
  + Alertes codifiées par niveau d'urgence et action recommandée

## **Personnalisation avancée**

* **Tableau de bord municipal**
  + Vue stratégique avec KPIs environnementaux (moyennes, tendances, dépassements)
  + Module de rapports automatisés (quotidien, hebdomadaire, mensuel)
  + Interface technique avec accès aux données brutes et calibrage
  + Système de simulations pour tester des scénarios d'intervention
* **Interface citoyenne**
  + Page d'accueil personnalisée selon l'adresse ou les trajets habituels
  + Système d'alertes configurable par seuil et polluant
  + Recommandations pratiques adaptées au profil (sportif, parent, senior)
  + Mode "Ma contribution" pour suivre son impact personnel
* **Configuration multiniveau**
  + Personnalisation des widgets visibles (jusqu'à 8 modules)
  + Sélection des périodes d'analyse (jour/semaine/mois/année)
  + Choix des polluants à surveiller en priorité
  + Paramétrage des préférences de notification (email, push, SMS)

## **Ludification et engagement citoyen**

* **Système de points écologiques**
  + Attribution de 5-20 points pour chaque trajet alternatif validé
  + Badges progressifs (Débutant → Expert) pour les actions environnementales
  + Conversion possible en avantages concrets (réductions commerces locaux, transports publics)
  + Classement mensuel des "Éco-citoyens" par quartier
* **Comparaisons communautaires**
  + Graphiques comparatifs entre quartiers similaires
  + Évolution temporelle des performances environnementales (sur 12 mois)
  + Cartographie des "champions par catégorie" (réduction CO2, énergie, déchets)
  + Système anonymisé mais géographiquement précis
* **Défis collectifs structurés**
  + Campagnes trimestrielles avec objectifs mesurables (ex: -5% d'émissions)
  + Défis "flash" lors des pics de pollution (48h pour réduire le trafic)
  + Récompenses collectives tangibles (ex: financement d'un projet vert)
  + Mécanique de progression par paliers avec célébration des succès

Cette approche UX intègre les meilleures pratiques de design d'information environnementale et d'engagement citoyen, garantissant une adoption maximale et un impact durable du système GreenCity.

4. Le service engendre-t-il un coût ou un bénéfice pour le porteur de projet ? De quel type ?

# **Modèle économique et impact de Canopia**

## **Coûts du projet détaillés (**simulation des montants imaginaire**)**

* **Infrastructure matérielle**
  + Station principale haute précision (2 unités) : 1 500€/unité
  + Capteurs satellites de quartier (10 unités) : 150€/unité
  + Gateways LoRaWAN (3 unités) : 300€/unité
  + Serveur edge pour traitement local : 1 000€
  + Matériel de calibration et maintenance : 500€
* **Développement logiciel**
  + Backend data pipeline (300 heures) : 4 500€
  + Frontend dashboard (250 heures) : 3 750€
  + Applications mobiles iOS/Android : 2 500€
  + API et documentation : 1 500€
  + Tests et déploiement : 1 750€
* **Infrastructure opérationnelle**
  + Hébergement cloud tier-1 (HA) : 300€/mois
  + Coûts de transmission de données : 75€/mois
  + Stockage chronologique (InfluxDB) : 60€/mois
  + Backup et sécurité : 40€/mois
  + Licences logicielles tierces : 25€/mois

## **Modèle SaaS multi-niveaux**

* **Formule Municipale Essentielle**
  + 2 000€/an pour villes <20 000 habitants
  + 5 capteurs inclus, données actualisées toutes les 15 min
  + Dashboard basique, alertes standards, 2 comptes administrateurs
  + Maintenance et calibration annuelle
* **Formule Municipale Premium**
  + 5 000€/an pour villes 20 000-100 000 habitants
  + 12 capteurs inclus, données en quasi temps-réel (5 min)
  + Dashboard avancé, module prédictif, API complète, 5 comptes
  + Maintenance trimestrielle et support technique prioritaire
* **Formule Métropolitaine**
  + 12 000€/an pour villes >100 000 habitants
  + Réseau de 25+ capteurs, données temps réel
  + Simulation urbaine avancée, dashboard multi-services, 15 comptes
  + Maintenance mensuelle, support dédié 24/7
* **Modules additionnels**
  + Capteur supplémentaire : 300€/an (tout inclus)
  + Module spécifique (bâtiments, trafic, végétation) : 1 500€/an
  + Formation et accompagnement : 800€/jour

## **Bénéfices indirects quantifiés**

* **Économies sanitaires**
  + Réduction des hospitalisations pour problèmes respiratoires : 1,2M€/an
  + Diminution des arrêts maladies liés à la pollution : 450K€/an
  + Amélioration de la productivité par réduction du stress thermique : 300K€/an
  + Impact sur maladies chroniques (asthme, BPCO) : 750K€/an
* **Optimisation des ressources urbaines**
  + Réduction de la consommation énergétique de 7-12% : 180-320K€/an
  + Prolongation de la durée de vie des infrastructures : 250K€/an
  + Efficacité accrue des services d'intervention : 150K€/an
  + Réduction des coûts d'entretien des espaces verts : 90K€/an
* **Impact sur le marché immobilier**
  + Augmentation moyenne de la valeur immobilière : 5-8%
  + Hausse des revenus fiscaux associés : 300-500K€/an
  + Attractivité territoriale renforcée (nouveaux résidents) : non quantifié
  + Valorisation des quartiers précédemment défavorisés : 3-7%

## **Financements complémentaires structurés**

* **Subventions publiques**
  + Programme wallon Smart Region : jusqu'à 200K€
  + Fonds européen LIFE Environment : jusqu'à 500K€ (60% cofinancement)
  + Appel à projets ADEME Innovation Environnementale : 100-300K€
  + Green Deal européen - volet numérique : montants variables
* **Partenariats privés stratégiques**
  + Sponsoring d'entreprises ESG-engagées : 10-50K€/partenaire
  + Partage de données avec réassureurs (modélisation risques) : 20-100K€
  + Partenariat recherche avec universités : ressources humaines et équipement
  + Collaboration avec promoteurs immobiliers vertueux : financement partiel capteurs
* **Financement participatif**
  + Campagne de crowdfunding citoyen : objectif 25-50K€
  + Système de micro-dons intégré à l'application mobile
  + Programme d'adoption de capteurs par quartier : 1K€/capteur
  + Événements de levée de fonds communautaires : 5-15K€/an

## **Innovations synergiques**

* **Révolutions technologiques**
  + Architecture hybride edge/cloud pour traitement temps réel
  + Réseau auto-calibrant de capteurs multi-polluants
  + Modèles d'IA hybrides statistiques/physiques pour précision 90%+
  + Visualisation multi-couches interactive (temporel, spatial, thématique)
* **Transformations sociétales**
  + Démocratisation de l'information environnementale (indice lisibilité >80%)
  + Co-construction des politiques publiques basée sur preuves
  + Création d'une culture data-driven au niveau municipal
  + Engagement intergénérationnel autour des enjeux environnementaux
* **Innovations économiques**
  + Modèle d'abonnement évolutif adapté aux contraintes budgétaires publiques
  + Quantification directe du ROI environnemental (15-22 mois)
  + Création potentielle de 3-5 emplois locaux spécialisés par déploiement
  + Extension possible vers marchés adjacents (smart buildings, mobilité, tourisme)

Canopia représente une solution complète combinant innovation technique, impact social mesurable et viabilité économique. Son approche modulaire permet un déploiement adapté aux ressources disponibles tout en maximisant le retour sur investissement environnemental pour les collectivités.