



Aperçu des services et des laboratoires vivants

17 septembre 2025

Résumé exécutif

CENG offre une gamme de services spécialisés de test et de validation conçus pour accélérer la commercialisation des technologies numériques avancées développées par les jeunes entreprises et entreprises en expansion canadiennes. Ces services soutiennent l'innovation dans des domaines tels que les communications 5G, les systèmes autonomes, l'Internet des objets (IoT), la robotique et les applications basées sur le cloud.

Chaque service est offert selon un modèle à niveaux structuré—allant de tests autogérés à un soutien complet—et est adapté pour répondre aux besoins des entreprises à différents stades de développement de produit.

Les services comprennent :

- Test avancé des communications
- Test des véhicules autonomes
- Test des capteurs compatibles IdO (IoT)
- Test de l'interactivité humain-robot
- Test fonctionnel des équipements robotiques
- Test des systèmes aériens sans pilote (UAS)
- Étalonnage de performance

Ces services sont rendus possibles grâce au réseau national de **laboratoires vivants** de CENG, qui offrent des environnements sécurisés et de calibre commercial, équipés d'infrastructures de pointe et d'un soutien expert. Les laboratoires vivants servent de plateformes réelles pour les tests, la validation et le perfectionnement, garantissant que les solutions numériques sont prêtes pour le marché, évolutives et conformes aux normes industrielles.

Table of Contents

1	Introduction	3
2	Service avancé de test des communications	3
2.1	<i>Vue d'ensemble</i>	3
2.2	<i>Service de test de véhicules autonomes</i>	10
2.3	<i>Service de test de capteurs IdO (IoT)</i>	14
2.4	<i>Service de test d'interactivité entre humain et robot</i>	17
2.5	<i>Service de test fonctionnel des équipements robotiques</i>	20
2.6	<i>Le Service de test de systèmes aériens sans pilote</i>	24
2.7	<i>Service d'évaluation comparative de performance</i>	29
3	Description des Laboratoires Vivants	32
3.1	<i>Laboratoire Vivant de Robotique Connectée.....</i>	32
3.2	<i>Laboratoire vivant d'agriculture Intelligente.....</i>	33
3.3	<i>Laboratoire vivant de performance avancée 5G</i>	35
3.4	<i>laboratoire vivant de mobilité intelligente et d'agriculture intelligente</i>	35

1 INTRODUCTION

La mission de CENG est de donner les moyens aux innovateurs canadiens en leur fournissant un accès à des services à fort impact qui accélèrent le développement de produits et l'adoption sur le marché. Grâce à son réseau de laboratoires vivants, CENG offre une gamme de services techniques permettant aux jeunes entreprises et aux entreprises en expansion de valider leurs technologies dans des environnements réalistes et sectoriels.

Les services présentés dans ce guide sont conçus pour soutenir les entreprises travaillant, mais non limitées, dans les secteurs de la mobilité intelligente, de l'agriculture, de la fabrication, des communications et de la robotique. Chaque service est soutenu par des conseils d'experts, une infrastructure avancée et des options de déploiement flexibles, permettant aux innovateurs de tester la performance, la fiabilité, l'évolutivité et la conformité, sans avoir à construire leurs propres installations.

Les laboratoires vivants agissent comme catalyseurs de ces services, offrant l'infrastructure physique et numérique nécessaire pour simuler des conditions réelles. En tirant parti de ces environnements, les entreprises peuvent réduire les risques de développement, raccourcir le temps de mise sur le marché et renforcer leur position concurrentielle au Canada et à l'international.

2 SERVICE AVANCÉ DE TEST DES COMMUNICATIONS

2.1 VUE D'ENSEMBLE

Le Service avancé de test des communications aide les PME canadiennes à accélérer l'innovation en leur offrant l'accès à des bancs d'essai 5G flexibles et à diverses bandes de spectre — y compris commerciales, à une licence locale non concurrentielle (LLNC) et expérimentales — couvrant les basses, moyennes et hautes fréquences (ondes millimétriques, mmWave). Ce service soutient les essais et la validation des technologies compatibles 5G dans des environnements réels et simulés, à travers plusieurs laboratoires vivants (**Living Labs**) tels que:

- Le laboratoire vivant d'agriculture intelligente (**Smart Farming Living Lab**),
- Le laboratoire vivant de robotique connectée (**Connected Robotics Living Lab**),
- Et le laboratoire vivant de performance avancée 5G (**5G Advanced Performance Living Lab**), avec le soutien de Rogers Communications et Ericsson.

Les secteurs ciblés incluent la mobilité autonome, la fabrication intelligente, l'agriculture de précision, les médias immersifs et l'IdO (IoT) critique.

2.1.1 Niveaux de service et portée

2.1.1.1 NIVEAU DE SERVICE DE BASE: TESTS AUTOGÉRÉS

- Utilisateurs cibles: PME nécessitant un soutien minimal.
- Caractéristiques:
 - Jusqu'à 5 cartes SIM
 - Instructions pour connecter jusqu'à 5 appareils utilisateurs (UEs) ou équipements clients (CPEs) au réseau 5G
 - Aucune personnalisation du réseau ni assistance technique au-delà de la configuration initiale
 - Les appareils sont configurés avec un profil de QoS, mais les PME n'ont pas accès aux journaux réseau
- Cas d'utilisation: Idéal pour des tests préliminaires ou la validation de preuve de concept

2.1.1.2 NIVEAU DE SERVICE AVANCÉ – CONSULTATION SUR LE PLAN DE TEST ET ESSAIS LORS DE MODIFICATIONS DU RÉSEAU

- Inclut tout le niveau de base, plus
- Caractéristiques supplémentaires:
 - Accès à un pool partagé de 50 SIM (plus sur approbation).
 - Jusqu'à 10 heures de consultation avec des experts des laboratoires vivants.
 - Possibilité de tester lors de modifications planifiées du réseau (lorsque disponible).
 - Les PME peuvent demander des rapports de journaux (sous réserve d'approbation).
 - Option d'intégrer les appareils 5G de la PME dans le laboratoire vivant au sein d'un environnement sécurisé et isolé dans l'infrastructure de centre de données de CENG N, accessible via Internet.
- Cas d'utilisation: Convient aux tests plus complexes impliquant plusieurs appareils ou une analyse du comportement du réseau.

2.1.1.3 NIVEAU DE SERVICE PREMIUM – TESTS DE CALCUL EN PÉRIPHÉRIE À FAIBLE LATENCE (**EDGE COMPUTE**, LORSQUE DISPONIBLE)

- Inclut tout le niveau avancé, plus:
- Caractéristiques supplémentaires:
 - Accès à l'infrastructure de calcul en périphérie à faible latence (**MEC**), lorsque disponible
 - Jusqu'à 10 heures de consultation supplémentaire pour:
 - Définir les besoins en infrastructure.
 - Déployer des applications sur la plateforme en périphérie.
 - Affiner les plans de test.
- Cas d'utilisation: Idéal pour tester des applications en temps réel sensibles à la latence telles que la réalité augmentée/virtuelle (AR/VR), la robotique ou les systèmes autonomes.

2.1.1.4 PORTÉE DU SERVICE

- Inclus: accès au spectre 5G, accès limité et supervisé aux installations, approvisionnement des cartes SIM.
- Exclut: dépannage en temps réel, accès non supervisé, modifications aux installations.

2.1.1.5 PERFORMANCE SANS FIL

Des données détaillées sur le débit et la latence sont fournies pour différentes bandes de spectre et emplacements autour de Bayview Yards. Par exemple: N261 (mmWave), N78 (haute bande) et N14 (basse bande, adaptée aux vitesses plus faibles pour des applications rurales).

2.1.2 Types de tests

Trois principaux types de tests sont disponibles pour les PME via le programme des laboratoires vivants de CENG.

2.1.2.1 TESTS FONCTIONNELS

- Vérifient qu'un produit, appareil ou application se comporte conformément à ses spécifications.
- Exemples:
 - Tests au niveau système: validation de bout en bout des performances d'un appareil ou d'une application sur des réseaux 5G.
 - Tests d'intégration: garantissent l'interopérabilité entre appareils, capteurs et applications dans des systèmes distribués (ex. IdO ou robotique).
 - Tests de régression: confirment que les mises à jour (ex. micrologiciel ou réseau) ne perturbent pas les fonctionnalités existantes.

2.1.2.2 TESTS NON FONCTIONNELS

- Évaluent les caractéristiques de performance d'un système plutôt que ses fonctions spécifiques.
- Exemples:
 - Tests de performance: mesure du débit, de la latence, de la gigue et des pertes de paquets à travers différentes bandes 5G (basse, moyenne, mmWave).
 - Tests de scalabilité: évaluation de la gestion d'un grand nombre d'appareils connectés (ex. capteurs de ville intelligente, flottes de robots).
 - Tests de fiabilité: essais de longue durée pour valider la stabilité du système en charge normale et en charge de pointe.
 - Tests d'expérience utilisateur (UX): évaluation de l'interaction des utilisateurs avec des systèmes comme les drones ou robots, en mettant l'accent sur la sécurité, l'intuitivité et l'efficacité.

2.1.2.3 TESTS SPÉCIALISÉS

- Ciblent des scénarios uniques, des conditions de stress ou des exigences de conformité.
- Exemples:
 - Tests de résistance du réseau: simulation de congestion, de mobilité et de basculement pour évaluer la robustesse.
 - Tests d'injection de pannes: introduction de mauvaises configurations contrôlées (ex. changements de QoS) pour tester la résilience des applications critiques ou à faible latence.
 - Tests de conformité: vérification de la préparation aux certifications conformes aux normes de l'industrie.
- Tests CEM: évaluation de la compatibilité électromagnétique dans des environnements sans interférence, comme des chambres anéchoïques.

2.1.3 Laboratoires vivants

Le Service avancé de test des communications peut être offert dans plusieurs laboratoires vivants.

2.1.3.1 ORIENTATION

- **Laboratoire vivant de robotique connectée: soutenu par le RoboHub de l'Université de Waterloo et Rogers**
 - Robotique, systèmes autonomes et communications avancées.
- **Laboratoire vivant d'agriculture intelligente: soutenu par les fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) et Rogers**
 - Agriculture, foresterie et innovation environnementale.
- **Laboratoire vivant de performance avancée 5G: soutenu par Ericsson (à Bayview Yards, Ottawa)**
 - Tests et innovation 5G à usage général.

2.1.3.2 INSTALLATIONS ET RESSOURCES:

- **Laboratoire vivant de robotique connectée: soutenu par le RoboHub de l'Université de Waterloo et Rogers**
 - Espaces d'essai intérieurs et extérieurs.
 - Chambre anéchoïque pour des tests sans interférences.
 - Flotte de robots et systèmes de capture de mouvement.
 - Accès au réseau 5G de Rogers (y compris mmWave n261, bande moyenne n78, bande basse n71).
 - Cartes SIM, routeurs et modules PCIe 5G
- **Laboratoire vivant d'agriculture intelligente: soutenu par les fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) et Rogers**
 - Agriculture, foresterie et innovation environnementale. Champs agricoles et zones forestières.
 - Cartes SIM, routeurs et modules PCIe 5G.
 - Équipements tels que tracteurs et drones (avec soutien à l'utilisation).
- **Laboratoire vivant de performance avancée 5G: soutenu par Ericsson (à Bayview Yards, Ottawa)**
 - Espaces de test intérieurs et extérieurs
 - Accès à diverses bandes de spectre: N77, N78, N261, N14.
 - Capacités de calcul en périphérie mobile (**MEC**).

2.1.3.3 CAPACITÉS RÉSEAU

- **Laboratoire vivant de robotique connectée: soutenu par le RoboHub de l'Université de Waterloo et Rogers**
 - 5G autonome (**SA**) et non autonome (**NSA**).
 - Bandes LTE (700, AWS-1, 2600, 1900, 850).
 - WiGig (60 GHz).

- **Laboratoire vivant d'agriculture intelligente: soutenu par les fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) et Rogers**

- Bandes 5G: n71 (600 MHz), n78 (3,5 GHz), mmWave n261 (28 GHz).
- Bandes LTE: n12 (700 MHz), n2 (1900 MHz), n66 (2100 MHz), n7 (2600 MHz).

2.1.3.4 SOUTIEN D'EXPERTS

- **Laboratoire vivant de robotique connectée: soutenu par le RoboHub de l'Université de Waterloo et Rogers**

- Soutien pour l'intégration, la simulation et la configuration de la robotique.
- Rogers fournit un soutien consultatif et de configuration du réseau 5G.

- **Laboratoire vivant d'agriculture intelligente: soutenu par les fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) et Rogers**

- Revue des plans de test et utilisation des équipements agricoles.
- Rogers fournit un soutien consultatif et de configuration du réseau 5G.

2.1.3.5 CARACTÉRISTIQUES COMMUNES AUX LABORATOIRES VIVANTS

- Access to commercial, NCLL, and experimental 5G spectrum.
- Accès au spectre 5G commercial, LLNC et expérimental.
- Niveaux de service différenciés (de base, avancé, premium).
- Soutien à la consultation pour la planification et l'exécution des tests.
- Accès aux installations soumis à approbation préalable et supervision.
- Pas de dépannage en temps réel ni d'accès non supervisé.

2.1.4 Cas d'utilisation

Voici quelques exemples représentatifs illustrant la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque laboratoire vivant:

2.1.4.1 TESTS SUR LE SPECTRE LLNC ET EXPÉRIMENTAL

- Objectif: Évaluer les performances en utilisant des fonctionnalités 5G de pointe telles que le mode autonome (**SA**), le calcul en périphérie multi-accès (**MEC**) et les ondes millimétriques.
- Importance: Ces fonctionnalités définiront la connectivité de prochaine génération ; une validation précoce garantit la préparation aux futurs déploiements.
- Exemple: Tester une application de réalité augmentée utilisant MEC et mmWave pour évaluer la latence et le débit avant le lancement public.

2.1.4.2 VALIDATION DE FONCTIONNALITÉS AVANCÉES 5G

- Objectif: Évaluer les performances en utilisant des fonctionnalités 5G de pointe telles que le mode autonome (**SA**), le calcul en périphérie multi-accès (**MEC**) et les ondes millimétriques.
- Importance: Ces fonctionnalités définiront la connectivité de prochaine génération ; une validation précoce garantit la préparation aux futurs déploiements.
- Exemple: Tester une application de réalité augmentée utilisant MEC et mmWave pour évaluer la latence et le débit avant le lancement public.

2.1.4.3 TESTS DE DÉPLOIEMENT MASSIF D'IDO (IOT)

- Objectif: Évaluer le comportement du système avec un grand nombre d'appareilsIdO (IoT) dans des conditions réelles.
- Importance: La scalabilité et la fiabilité sont essentielles pour les infrastructures intelligentes et l'IoT industriel.
- Exemple: Déploiement de milliers de capteurs environnementaux dans une ferme intelligente afin de surveiller la connectivité et le flux de données.

2.1.4.4 TESTS DE PERFORMANCE IDO (IOT) CRITIQUE

- Objectif: Valider la réactivité et la fiabilité en temps réel des systèmesIdO (IoT) critiques.
- Importance: Les applications d'urgence et de sécurité exigent une latence ultra-faible et une communication sécurisée.
- Exemple: Tester des caméras corporelles connectées et des drones utilisés par les premiers intervenants pour assurer un flux vidéo fiable et un contrôle sûr.

2.1.4.5 DÉPLOIEMENT MASSIF D'APPAREILS 5G

- Objectif: Simuler des environnements à forte densité pour tester la performance des appareils et du réseau.
- Importance: Les événements comme les concerts ou matchs de sport sollicitent fortement les réseaux ; les tests aident à optimiser la performance en situation de charge.
- Exemple: Simuler un scénario de stade avec des milliers d'appareils pour évaluer la contention de bande passante et la stabilité des applications.

2.1.4.6 TESTS D'APPLICATIONS À HAUT DÉBIT ET FAIBLE LATENCE

- Objectif: Valider des applications nécessitant un débit élevé et un délai minimal.
- Importance: Des cas comme le streaming, la robotique et les véhicules autonomes dépendent d'une transmission rapide et constante des données.
- Exemple: Tester des systèmes de caméras alimentés par l'IA pour l'analyse vidéo en temps réel dans la surveillance du trafic.

2.1.4.7 TESTS DE L'ACCÈS FIXE SANS FIL (FWA)

- Objectif: Évaluer les CPE et antennes compatibles 5G pour Internet résidentiel et d'entreprise.
- Importance: Le FWA est une alternative économique à la fibre, surtout dans les zones mal desservies.
- Exemple: Déployer des routeurs 5G dans des foyers ruraux afin de mesurer la latence, la vitesse d'approvisionnement et la fiabilité du basculement.

2.1.4.8 TESTS DE CONNECTIVITÉ RURALE

- Objectif: Valider des solutions conçues pour des régions éloignées ou à faible densité.
- Importance: Le spectre longue portée en basse bande est essentiel pour combler la fracture numérique.
- Exemple: Tester des appareils d'agriculture intelligente utilisant le spectre N71 pour assurer la couverture de grandes exploitations.

2.1.4.9 VALIDATION DE VILLES ET MAISONS INTELLIGENTES

- Objectif: Tester des solutionsIdO (IoT) dans des environnements urbains et suburbains en utilisant des réseaux 5G en conditions réelles.
- Importance: La validation en conditions réelles garantit la fiabilité des systèmes d'automatisation, de surveillance et de logistique.
- Exemple: Évaluer un système de suivi de livraison intelligente dans un quartier suburbain via la connectivité 5G.

2.1.4.10 SIMULATION D'INTERFÉRENCES RADIO ET D'USURPATION DE SIGNAL

- Objectif: Évaluer la résilience des appareils face aux interférences et aux attaques d'usurpation de signal.
- Importance: La sécurité et la fiabilité sont cruciales pour les applications de sécurité publique et d'entreprise.
- Exemple: Utiliser une chambre anéchoïque pour simuler des tentatives d'usurpation sur le système de contrôle d'un drone.

2.1.4.11 POSITIONNEMENT AVANCÉ EN INTÉRIEUR (PRÉVU)

- Objectif: Tester les systèmes de positionnement intérieur où le GPS est peu fiable.
- Importance: Un suivi intérieur précis est vital pour la logistique, la robotique et la navigation en réalité augmentée.

- Exemple: Valider le système de navigation d'un robot autonome dans un entrepôt en utilisant des API IAP basées sur la 5G.

2.2 SERVICE DE TEST DE VÉHICULES AUTONOMES

2.2.1 Vue d'ensemble

Le Service de test de véhicules autonomes offre aux PME canadiennes un accès à des environnements réels et simulés pour tester les véhicules autonomes et les solutions de mobilité intelligente. Il permet de valider la performance, la sécurité, la connectivité et la résilience dans des conditions variées.

2.2.2 Niveaux de service et portée

2.2.2.1 NIVEAU DE BASE – TEST D'APPAREILS ET DE SYSTÈMES

- Objectif: Validation initiale des systèmes de véhicules autonomes.
- Inclus:
 - Accès aux installations d'Area X.O pour des essais physiques (ex. tests sur piste, vérification ADAS).
 - Utilisation de la connectivité réseau disponible (5G, LTE, LoRaWAN, Wi-Fi).
 - Pré-tests de conformité aux normes telles que ISO, SOTIF, FUSA.
 - La PME est responsable de l'élaboration et de l'exécution du plan de test.
 - Le laboratoire vivant fournit des conseils sur l'utilisation des installations et la compatibilité.

Idéal pour: PME effectuant des tests préliminaires de systèmes autonomes.

2.2.2.2 NIVEAU AVANCÉ – INTÉGRATION D'APPLICATIONS ET DE SYSTÈMES

- Objectif: Intégration des systèmes de véhicules avec les applications des PME.
- Inclus:
 - Tous les services du niveau de base.
 - Intégration avec une tranche sécurisée et isolée de l'infrastructure de CENG.
 - Jusqu'à 10 heures d'assistance technique par les ingénieurs de CENG.
 - Soutien consultatif sur les méthodes et procédures de test.

Idéal pour: PME testant l'interaction de leurs systèmes autonomes avec des applications dorsales ou des services infonuagiques.

2.2.2.3 NIVEAU PREMIUM – CONSEILS ET ASSISTANCE À L'EXÉCUTION DES TESTS

- Objectif: Soutien complet pour la planification, l'exécution et l'analyse des tests.
- Inclus:
 - Tous les services du niveau avancé.
 - Soutien d'experts d'Area X.O pour:
 - l'élaboration du plan de test,
 - l'assistance à l'exécution,

- la collecte et l'interprétation des données.
 - Accès à l'enregistrement de données, à la télémétrie, à la sortie vidéo et au stockage (Azure ou centre de données CENG).

Idéal pour: PME ayant besoin d'un soutien complet pour des tests complexes ou critiques.

2.2.2.4 LABORATOIRE VIVANT

Le Laboratoire vivant de mobilité intelligente et d'agriculture intelligente, soutenu par Area X.O, est une installation de pointe de test et de démonstration située à Ottawa.

2.2.3 Orientation

- Accelerate innovation and commercialization of autonomous and connected vehicle technologies.
- Provide real-world and simulated environments for testing smart mobility solutions.
- Support sectors including:
 - Smart Mobility
 - Cybersecurity
 - UAVs and Robotics
 - Clean Tech
 - Public Safety
 - Smart Agriculture
 - Defence and Electrification
- Accélérer l'innovation et la commercialisation des technologies de véhicules autonomes et connectés.
- Fournir des environnements réels et simulés pour tester des solutions de mobilité intelligente.
- Soutenir les secteurs suivants:
 - Mobilité intelligente
 - Cybersécurité
 - UAV et robotique
 - Technologies propres (Clean Tech)
 - Sécurité publique
 - Agriculture intelligente
 - Défense et électrification

2.2.4 Installations et ressources

- 16 km de routes configurées en milieu urbain.
- Intersections et passages à niveau simulés.
- Ferme intelligente de 100 acres pour les tests agro-technologiques.
- Site de test en aérospatial et robotique à Killaloe.
- Installation DARTT avec terrains variés (gravier, sable, eau, champs, trottoirs).
- Simulation climatique et tests en conditions météorologiques.
- Systèmes de lancement de mannequins (adulte, enfant, cycliste).
- Réseaux de capteurs haute résolution et flux de données en temps réel.

- Plateforme Lexus équipée de capteurs intégrés.
- Unités V2X en bord de route et embarquées.
- Systèmes LiDAR, Radar, GNSS, IMU et caméras.
- Drones et pilotes disponibles à la location.
- Stockage de données via Linux, Azure et centres de données CENG.

2.2.5 Capacités réseau

- Réseaux LTE/5G privés:
 - LTE B7 (2600 MHz), LTE B14 (700 MHz Sécurité publique).
 - 5G sub-6 n78, bande C n77, mmWave n260 et n261.
- Réseaux de technologie opérationnelle (OT):
 - Passerelle LoRaWAN.
 - Télévision en espaces blancs (TVWS).
 - GPS RTK avec systèmes Novatel et Swift.
- Équipements de connectivité:
 - Routeurs 5G Cradlepoint, Sierra Wireless et Nokia.
 - Cartes SIM.

2.2.6 Soutien d'experts

- Services consultatifs pour l'élaboration et l'exécution des plans de test.
- Orientation technique pour la configuration, l'intégration et le diagnostic des équipements.
- Capacités de simulation et de jumeaux numériques pour validation pré-déploiement.
- Soutien à l'enregistrement et à l'exportation des données (journaux système, télémétrie, vidéo).
- Rapports finaux co-crésés pour documenter les résultats et indicateurs de performance (KPI).
- Accès aux experts d'Area X.O pour interprétation des résultats et optimisation des stratégies de validation.

2.2.7 Cas d'utilisation

Nous présentons ci-dessous quelques exemples représentatifs afin d'illustrer la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque laboratoire vivant.

2.2.7.1 TESTS DE VÉHICULES AUTONOMES

- Objectif: Réaliser des tests fonctionnels et de validation des technologies embarquées, ADAS (systèmes avancés d'aide à la conduite), LiDAR, Radar, GNSS et communications V2X (véhicule-à-tout).
- Importance: Garantit que les véhicules autonomes répondent aux normes de l'industrie et aux exigences de sécurité routière, améliorant ainsi la fiabilité et la confiance du public.
- Exemple: Une PME teste les fonctions de maintien de voie et d'évitement de collision de son système ADAS dans des scénarios routiers réels avec protocoles V2X.

2.2.7.2 TESTS DE COMMUNICATIONS VÉHICULAIRES

- Objectif: Évaluer les technologies de communication avancées telles que CV2X (Cellular Vehicle-to-Everything), V2I (véhicule-à-infrastructure), V2V (véhicule-à-véhicule) et intégration 5G/IoT.
- Importance: La connectivité en temps réel entre véhicules et infrastructures est essentielle pour les systèmes de transport intelligents et la sécurité routière.
- Exemple: Tester la capacité d'un véhicule à recevoir les mises à jour d'état des feux de circulation via V2I pour optimiser la vitesse et réduire le temps d'arrêt aux intersections.

2.2.7.3 TESTS DE VÉHICULES DE LIVRAISON AUTONOMES

- Objectif: Valider les véhicules autonomes de livraison (*Pods*) pour le dernier kilomètre en milieu urbain et suburbain, en utilisant LiDAR, radar et caméras.
- Importance: Démontre la faisabilité de la livraison autonome, réduit les coûts d'exploitation et améliore la fiabilité du service.
- Exemple: Une PME teste son module de livraison autonome sur un itinéraire prédéfini avec des points de dépôt sécurisés dans une zone résidentielle.

2.2.7.4 PELOTONNAGE DE VÉHICULES AUTONOMES

- Objectif: Tester les capacités de communication V2V pour permettre des convois synchronisés de véhicules, optimisant ainsi l'efficacité énergétique et le flux de circulation.
- Importance: Le pelotonnage réduit la consommation de carburant et augmente la capacité routière, notamment sur les autoroutes.
- Exemple: À l'aide du véhicule Lexus d'Area X.O et de la plateforme d'une PME, deux véhicules maintiennent une formation rapprochée et un freinage coordonné sur une autoroute grâce au GNSS et au radar.

2.2.7.5 CYBERSÉCURITÉ ET TESTS DE PÉNÉTRATION

- Objectif: Évaluer la résilience des technologies de véhicules autonomes et connectés face aux menaces cybernétiques dans des environnements simulés et réels.
- Importance: La cybersécurité est cruciale pour protéger les systèmes des véhicules, les données des utilisateurs et la sécurité publique.
- Exemple: Une PME réalise un test d'intrusion sur le système d'info-divertissement de son véhicule afin d'identifier des vulnérabilités dans les protocoles de communication sans fil.

2.2.7.6 PRÉ-CERTIFICATION RÉGLEMENTAIRE

- Objectif: Préparer les PME aux tests de conformité avec les normes ISO et Euro NCAP avant déploiement public.
- Importance: Une validation précoce permet d'éviter des retards coûteux et facilite le processus de certification.
- Exemple: Une PME teste son système de freinage autonome dans un environnement contrôlé pour répondre aux critères de sécurité piétonne de l'Euro NCAP.

2.3 SERVICE DE TEST DE CAPTEURS IDO (IoT)

2.3.1 Vue d'ensemble

Le **Service de test de capteurs IdO (IoT)** offre aux PME canadiennes un accès à des environnements réels et contrôlés pour tester des dispositifs IdO (IoT) (p. ex. capteurs, actionneurs) et des systèmes (p. ex. collecte de données, applications de contrôle). Il permet de valider la fonctionnalité, la performance, la connectivité et la résilience.

2.3.2 Niveaux de service et périmètre

2.3.2.1 NIVEAU DE BASE – TEST DE DISPOSITIFS ET DE SYSTÈMES

Ce niveau est conçu pour les PME qui souhaitent tester leurs dispositifs IdO (IoT) dans des environnements réels sans intégration backend.

- Installation de dispositifs: Les PME installent leurs dispositifs IdO (IoT) (p. ex. capteurs, actionneurs) dans les installations des laboratoires vivants.
- Accès à la connectivité: Les PME peuvent utiliser les options de réseau disponibles comme LoRaWAN, LTE, 5G et Wi-Fi.
- Soutien consultatif: Les laboratoires fournissent des conseils sur l'installation et la planification de la validation.
- Mise en place non perturbatrice: Les installations ne doivent pas interférer avec les activités quotidiennes du laboratoire (p. ex. activités agricoles).
- Pas d'intégration backend: Les dispositifs ne sont pas connectés aux applications ou systèmes backend de la PME.

Exemples de cas d'utilisation:

- Test de capteurs d'humidité du sol dans les champs agricoles.
- Capteurs de vibrations sur du matériel agricole.
- Capteurs environnementaux déployés aux intersections urbaines.

2.3.2.2 NIVEAU AVANCÉ – INTÉGRATION D'APPLICATIONS ET DE SYSTÈMES

Ce niveau s'appuie sur le niveau de base et ajoute un support pour l'intégration complète des systèmes et des tests avancés.

Inclut tout ce qui est prévu au niveau de base, plus:

- Intégration sécurisée: Les dispositifs peuvent être connectés aux applications des PME via une portion sécurisée et isolée de l'infrastructure de CENG.
- Accès à distance: Les PME peuvent accéder à leurs applications via Internet.
- Soutien à la planification des tests: CENG fournit des services de conseil sur les méthodes, procédures et intégrations de test.
- Services de données: Comprend l'enregistrement, l'exportation et le stockage de données (p. ex. Azure ou centre de données CENG).

- Scénarios de test personnalisés: Plans de test co-crés en fonction des objectifs de la PME.

Exemples de cas d'utilisation:

- Surveillance en temps réel de la qualité de l'air avec analyse en nuage.
- Systèmes d'intersection intelligente avec validation de latence inférieure à la seconde.
- Suivi du bétail avec GPS et alertes basées sur le cloud.

2.3.3 Laboratoires vivants

2.3.3.1 OBJECTIFS

- Offrir des environnements réels et contrôlés pour la validation de capteurs, actionneurs et systèmesIdO (IoT).
- Soutenir l'innovation en agriculture, villes intelligentes, surveillance environnementale et infrastructures.
- Permettre aux PME de tester la performance, la connectivité et la résilience des solutionsIdO (IoT).
- Accélérer la commercialisation et réduire le temps de mise en marché pour les PME canadiennes.

2.3.3.2 INSTALLATIONS ET ACTIFS

- ***Laboratoire vivant de mobilité intelligente et d'agriculture intelligente, Area X.O (Ottawa et Killaloe, ON):***
 - Ferme intelligente de 100 acres, routes configurées en milieu urbain et intersections simulées.
 - Installation DARTT avec terrains variés (gravier, sable, eau, champs, trottoirs).
 - Champs agricoles dédiés aux tests et intersections privées.
 - Réseaux de capteurs haute résolution et systèmes de surveillance environnementale.
 - Équipements: drones en location, support pour tracteurs, options de stockage de données.
- ***Laboratoire vivant d'agriculture intelligente, UBC Smart Farm (Vancouver, C.-B.):***
 - Ferme biologique certifiée de 24 hectares et écosystème forestier.
 - 5 hectares de champs agricoles et 15 hectares de forêt.
 - Serres et options de plantation spécifiques aux cultures.
 - Réseaux de capteurs haute résolution pour GES, climat et surveillance des sols.
 - Location d'espace de stockage et accès aux installations de recherche de l'UBC.

2.3.3.3 CAPACITÉS DE RÉSEAU

- ***Laboratoire vivant de mobilité intelligente et d'agriculture intelligente, Area X.O:***
 - Réseaux LTE/5G privés: LTE B7/B14, 5G n78/n77/n260/n261.
 - Réseaux OT: LoRaWAN, TVWS, RTK GPS.
 - Outils de connectivité: passerelle CloudGate, profils SIM/eSIM, centre de données Azure.
- ***Laboratoire vivant d'agriculture intelligente, UBC Smart Farm:***
 - LTE/5G commercial via Rogers: LTE n12/n7/n66, 5G n71/n78.
 - Pas de LoRaWAN natif ; les PME peuvent apporter le leur.

- Connectivité via backhaul 5G ou Ethernet.
- Accès aux centres de données via l'infrastructure CENG.

2.3.3.4 SUPPORT D'EXPERTS

- **Laboratoire vivant de mobilité intelligente et d'agriculture intelligente, Area X.O**
 - Services de conseil pour l'élaboration et l'exécution de plans de test.
 - Support technique pour l'installation, le diagnostic et l'exploitation d'équipements.
 - Développement de scénarios de simulation et d'analytique.
 - Assistance pour la certification de vol de drones (SFOC).
 - Enregistrement et exportation de données (télémétrie, vidéo, journaux systèmes).
- **Laboratoire vivant d'agriculture intelligente, UBC Smart Farm**
 - Conseil en recherche agricole et écologique via le Centre UBC pour les systèmes alimentaires durables.
 - Revue des plans de test axée sur la vie végétale et la conformité aux certifications biologiques.
 - Support pour l'exploitation d'équipements (p. ex. tracteur, pilote de drone).
 - Opportunités de collaboration avec des chercheurs de l'UBC à prix réduit.

2.3.4 Cas d'utilisation

Nous présentons ci-dessous quelques exemples représentatifs afin d'illustrer la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque laboratoire vivant.

2.3.4.1 SURVEILLANCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL

- Objectif: Valider la précision et la fiabilité d'un nouveau capteur d'humidité du sol pour l'irrigation intelligente.
- Pourquoi c'est important: Des données précises sur l'humidité du sol sont essentielles pour optimiser l'utilisation de l'eau, améliorer les rendements et soutenir l'agriculture durable.
- Exemple: Un fabricant installe des capteurs sur les parcelles de test de l'UBC Smart Farm et utilise une passerelle LoRaWAN avec backhaul 5G pour transmettre les données à son application cloud, en surveillant la performance selon différents types de sols et conditions climatiques au cours d'une saison de culture.

2.3.4.2 RÉSEAU DE CAPTEURS ENVIRONNEMENTAUX

- Objectif: Tester un système urbain de surveillance de la qualité de l'air utilisant des capteurs IoT (IoT) pour les polluants comme le CO₂, le NO₂ et les particules fines.
- Pourquoi c'est important: Les données environnementales en temps réel soutiennent les initiatives de santé publique et aident les municipalités à prendre des décisions éclairées en matière d'aménagement urbain et de gestion du trafic.
- Exemple: Un intégrateur installe des capteurs aux intersections d'Area X.O et les connecte à une plateforme d'analytique en nuage via la 5G pour valider la latence, la résilience et l'exactitude des tableaux de bord.

2.3.4.3 SURVEILLANCE DE LA MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS

- Objectif: Évaluer des capteurs de vibrations pour la maintenance prédictive dans des conditions de terrain difficiles.
- Pourquoi c'est important: La détection précoce des problèmes réduit les temps d'arrêt et les coûts, et améliore l'efficacité opérationnelle.
- Exemple: Une startup monte des capteurs sur des équipements agricoles et utilitaires à Area X.O pour tester leur performance sous vibrations, poussière et conditions extrêmes, tout en transmettant la télémétrie via LTE et 5G.

2.3.4.4 SURVEILLANCE DU TRAFIC ET DE LA SÉCURITÉ

- Objectif: Valider une solution d'intersection intelligente qui gère des ensembles de capteurs et génère des alertes en temps réel.
- Pourquoi c'est important: Améliorer la sécurité routière et la fluidité du trafic grâce à des systèmes intelligents réduit les accidents et optimise la mobilité urbaine.
- Exemple: Un développeur intègre des capteurs radar, lidar et thermiques aux intersections d'Area X.O, simule des scénarios de circulation et vérifie une latence d'alerte inférieure à la seconde via la 5G.

2.3.4.5 SUIVI DU BÉTAIL ET DE LA FAUNE

- Objectif: Tester des dispositifs IoT (IoT) pour le suivi de la croissance des cultures, du bétail ou de la faune dans des environnements ruraux et forestiers.
- Pourquoi c'est important: Un suivi précis soutient l'agriculture de précision, les efforts de conservation et le déploiement à grande échelle des technologies agricoles intelligentes.
- Exemple: Une PME AgriTech déploie des capteurs GPS à l'UBC Smart Farm pour surveiller l'autonomie des batteries, la transmission de données et l'évolutivité avec des centaines d'appareils actifs connectés à une plateforme analytique en nuage.

2.3.4.6 SURVEILLANCE DES GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

- Objectif: Valider des capteurs d'émissions de GES pour des applications agricoles.
- Pourquoi c'est important: La surveillance des émissions aide à respecter les réglementations environnementales et soutient les pratiques agricoles durables.
- Exemple: Un fabricant installe des capteurs dans les champs de l'UBC Smart Farm pour tester la précision de l'étalonnage, la stabilité à long terme et l'interopérabilité LTE/5G, démontrant la conformité aux normes de rapports gouvernementaux.

2.4 SERVICE DE TEST D'INTERACTIVITÉ ENTRE HUMAIN ET ROBOT

2.4.1 Vue d'ensemble

Le **Service de test d'interactivité entre humain et robot** de CENGN permet aux PME de tester des systèmes robotiques conçus pour interagir avec des humains dans des environnements sûrs et contrôlés.

- Lieu: Offert au Laboratoire vivant de robotique connectée, soutenu par le RoboHub de l'Université de Waterloo et Rogers.
- Environnement: Espaces de test intérieurs et extérieurs avec:
 - Connectivité 5G (bandes commerciales et non commerciales)
 - Système de positionnement intérieur haute précision
 - Portique motorisé, éclairage scénique, vitres à opacité variable
 - Contrôles de sécurité et environnementaux
- Accès: Limité par PME en raison de la forte demande
- Soutien: Services de conseil, planification des tests et assistance à l'intégration par les experts du RoboHub

2.4.2 Niveaux de service et portée

2.4.2.1 INCLUS

- Accès à des chercheurs experts et services de consultation
- Utilisation des installations de pointe du Waterloo RoboHub
- Possibilité de louer des robots de la flotte RoboHub
- Accès aux installations permettant les tests d'interactivité entre humain et robot
- Accès à l'infrastructure réseau 5G et à Internet
- Soutien en temps réel par un point de contact dédié durant les tests sur site

2.4.2.2 NON-INCLUS

- Hébergement ou entreposage d'équipement à long terme
- Stockage de données sur site
- Projets de test de longue durée
- Modifications des configurations 5G après la configuration initiale
- Changements permanents aux installations physiques

2.4.2.3 RESPONSABILITÉS DES CLIENTS

- Apporter et exploiter leurs propres robots/systèmes
- Fournir une assurance et respecter les exigences de sécurité
- Se conformer aux directives et formations du site

2.4.3 Laboratoire vivant

2.4.3.1 FOCUS

- Permettre le test et la validation de systèmes robotiques mobiles, stationnaires et intégrés conçus pour interagir avec des humains.
- Soutenir l'évaluation sécuritaire de l'interaction entre humain et robot, de la robotique collaborative et de la coordination multi-agents.
- Favoriser l'innovation en robotique dans des secteurs comme la santé, la fabrication, la logistique et l'hôtellerie.

2.4.3.2 INSTALLATIONS ET RESSOURCES

- Installations intérieures de pointe pour tests robotiques, comprenant:
 - Système de positionnement intérieur haute précision
 - Portique motorisé, éclairage scénique, vitres à opacité variable
 - Contrôles de sécurité et environnementaux
 - Espace extérieur de test au stationnement du bâtiment Avril
- Accès à une flotte de robots unique au monde:
 - Bras robotiques Gen2/Gen3, Panda Powertool, LBR iiwa, NAO, TALOS, QDrone, Clearpath Warthog
 - Capteurs GNSS et antennes RTK GPS
 - Location d'équipement disponible

2.4.3.3 CAPACITÉS RÉSEAU

- Connectivité 5G et sans fil:
 - Intérieur: 5G n78 (3,5 GHz), mmWave n261 (28 GHz, non commercial)
 - Extérieur: LTE 700, AWS-1, 2600, 1900, 850 MHz ; 5G n71, n41
 - OT Wireless: WiGig 60 GHz
- Outils de connectivité:
 - Cartes SIM, modules 5G PCIe/M.2, routeurs Inseego MiFi, modems Quectel
- Support d'accès réseau:
 - Rogers fournit les services 5G ; RoboHub gère l'accès et la configuration

2.4.3.4 SOUTIEN D'EXPERTS

- Services de consultation et de conseil:
 - Intégration de projet et validation de conception
 - Support pour configuration, intégration et diagnostic des équipements
 - Assistance pour la capture de mouvement, environnements simulés et exploitation des robots
- Accès à plus de 45 experts universitaires en:
 - Interaction entre humain et robot, systèmes autonomes, IA/ML, systèmes embarqués, dispositifs d'assistance, robotique en santé, art et design

2.4.3.5 LIVRABLES

- Élaboration de plan de test, journalisation/exportation des données, rapport final de projet
- Soutien en temps réel durant les tests sur site
- Accès à court terme avec forte emphase sur la planification et la préparation

2.4.4 Cas d'utilisation

Nous présentons ci-dessous quelques exemples représentatifs afin d'illustrer la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque laboratoire vivant:

2.4.4.1 VALIDATION DE LA SÉCURITÉ DES ROBOTS COLLABORATIFS

- Objectif: Valider les fonctions de sécurité de robots collaboratifs destinés à travailler aux côtés d'humains dans des environnements industriels.
- Importance: Garantir la sécurité des interactions entre humain et robot est essentiel pour la sécurité au travail, la conformité réglementaire et l'adoption en milieu manufacturier.
- Exemple: Un fabricant d'équipements utilise les systèmes de capture de mouvement du Waterloo RoboHub pour tester les fonctions d'arrêt d'urgence et de détection de proximité sur un robot destiné aux lignes d'assemblage.

2.4.4.2 CAPTEURS POUR AMÉLIORER LA SÉCURITÉ HUMAINE

- Objectif: Évaluer la performance de capteurs et systèmes de contrôle visant à renforcer la sécurité dans diverses conditions environnementales.
- Importance: La précision des capteurs peut être affectée par la lumière, les reflets et le bruit - les tests garantissent la fiabilité dans des scénarios réels.
- Exemple: Une PME teste un capteur de proximité basé sur la vision en ajustant l'éclairage et en introduisant des surfaces réfléchissantes dans l'environnement contrôlé du RoboHub pour simuler les conditions d'usine.

2.4.4.3 TEST DE COORDINATION DE SYSTÈMES MULTI-AGENTS

- Objectif: Évaluer comment des robots autonomes se coordonnent entre eux et avec des travailleurs humains dans des environnements logistiques ou d'entrepôt.
- Importance: Une coordination efficace améliore l'efficacité, la sécurité et l'adaptabilité dans les espaces de travail dynamiques.
- Exemple: Une PME teste des robots en essaim qui transfèrent des matériaux à des travailleurs humains dans des tâches simulées d'entrepôt, en utilisant les systèmes de suivi du RoboHub pour surveiller la réactivité et la navigation.

2.4.4.4 ÉTUDE D'INTERACTION SOCIALE ENTRE HUMAIN ET ROBOT

- Objectif: Étudier comment des robots de service interprètent et répondent aux gestes, commandes vocales et signaux de proximité humains.
- Importance: Une interaction naturelle et intuitive est essentielle pour les robots dans les secteurs de la santé, de l'hôtellerie et du service à la clientèle.
- Exemple: Une PME utilise le suivi du regard et des systèmes de vision dans les espaces intérieurs du RoboHub pour évaluer la manière dont un robot réagit au langage corporel et aux instructions vocales d'un utilisateur dans un scénario simulé d'accueil hospitalier.

2.5 SERVICE DE TEST FONCTIONNEL DES ÉQUIPEMENTS ROBOTIQUES

2.5.1 Vue d'ensemble

Le **Service de Test Fonctionnel Robotique** offre aux PME un accès à des environnements sécurisés, évolutifs et surveillés pour tester des systèmes robotiques dans des conditions réelles. Il prend en charge à la fois les robots autonomes et télécommandés dans divers domaines tels que la mobilité, la détection, la navigation, la manipulation et l'intégration.

2.5.2 Portée du service

2.5.2.1 RESPONSABILITÉS DU CLIENT

- Apporter et exploiter leurs propres robots
- Assurer la conformité aux règles de sécurité et la couverture d'assurance
- Respecter les consignes et formations de l'installation

2.5.2.2 RESPONSABILITÉS DE L'INSTALLATION

- Fournir l'accès, la formation et le support
- Assister dans la planification des tests et l'intégration

2.5.2.3 LIVRABLES

- Accès planifié à l'avance aux environnements de test
- Support technique pour la mise en place
- Plans de test co-développés
- Enregistrement et exportation des données
- Rapport final avec indicateurs clés de performance (KPI) et résultats

2.5.3 Les laboratoires vivants

Le service est fourni via trois principaux laboratoires vivants, chacun offrant des capacités uniques:

2.5.3.1 OBJECTIFS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O**
 - Mobilité intelligente, sécurité publique, cybersécurité, agriculture, drones, véhicules autonomes connectés, technologies propres et robotique avancée.
 - Tests en conditions réelles conformes aux normes du NIST.
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Agriculture durable, agroécologie, recherche sur les systèmes alimentaires.
 - Accent sur la certification biologique et les systèmes de savoirs autochtones.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Recherche en robotique, interaction humain-robot, systèmes autonomes.
 - Innovation dans les équipes multi-robots et humain-robot.

2.5.3.2 INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Ferme intelligente de 100 acres, zone de ville intelligente de 16 km, site d'essai aérospatial à Killaloe.
 - Terrain varié: gravier, sable, eau, champs, trottoirs.
 - Intersections privées avec caméras PTZ, capteurs thermiques, Lidar, radar.
 - Réseaux LoRaWAN, TVWS et capteurs environnementaux.

- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Ferme biologique et écosystème forestier de 24 hectares.
 - Cultive plus de 200 variétés de fruits, légumes et herbes, notamment:
 - Tomates, carottes, laitue, chou frisé, courges, haricots, baies et herbes culinaires.
 - Serre, zones forestières et réseau de capteurs haute résolution.
 - Champs dédiés aux essais agricoles et forestiers.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Installation intérieure avec portique, éclairage, vitres opaques et systèmes de positionnement.
 - Espace d'essai extérieur au bâtiment AVRIL.
 - Parc de robots à louer (par exemple: NAO, TALOS, QDrone, Clearpath Warthog).

2.5.3.3 CAPACITÉS RÉSEAU

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Réseau privé LTE/5G (bandes: LTE B7, B14 ; 5G n78, n77, n260, n261).
 - Centre d'automatisation numérique Nokia (NDAC).
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Réseau 5G Rogers (bandes: n71, n12, n2, n66, n78).
 - Support LTE et provisionnement de cartes SIM.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Réseau 5G Rogers (bandes: n71, n41, n78, mmWave n261).
 - Support LTE et WiGig (60 GHz).

2.5.3.4 SUPPORT D'EXPERTS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Consultation lors de la planification des projets.
 - Support pour l'accès au réseau et l'utilisation des installations.
 - Assistance optionnelle pour le développement des plans de test et la rédaction de rapports.
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Accès au Centre pour les systèmes alimentaires durables de l'UBC.
 - Support technique sur site et consultation.
 - Collaboration avec les chercheurs pour l'intégration des projets.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Accès à plus de 45 experts universitaires.
 - Support pour l'intégration des projets et la validation de conception.
 - Assistance pour l'expérience utilisateur, l'étalonnage des capteurs et les environnements simulés.

2.5.3.5 CAS D'UTILISATION

Nous listons ci-dessous quelques exemples représentatifs pour illustrer la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque laboratoire vivant.

2.5.4 Surveillance et coordination de systèmes robotiques

- Objectif: Valider les systèmes qui surveillent et coordonnent plusieurs robots ou capteurs.
- Scénario: Les robots se déplacent sur les trottoirs ou à l'intérieur tout en communiquant avec un système central.
- Environnement: Connectivité 5G, infrastructures urbaines réalistes (trottoirs, signalisation), surveillance multi-caméras.

2.5.5 Robotique et automatisation pour l'agriculture

- Objectif: Tester des robots agricoles autonomes pour des tâches telles que la plantation, le contrôle des nuisibles et l'analyse des cultures.
- Scénario: Utilisation de tracteurs autonomes, robots mobiles ou systèmes de serre.
- Environnement: Champs agricoles ou cultures verticales avec cartographie géospatiale et tests sol/eau.

2.5.6 Navigation de robots de livraison autonomes

- Objectif: Valider des robots de livraison "dernier kilomètre" en milieu urbain ou sur campus.
- Scénario: Les robots utilisent vision par ordinateur, LiDAR et connectivité sans fil pour naviguer.
- Environnement: Zones urbaines simulées avec trottoirs, rampes et passages piétons ; équipées de 5G et systèmes de surveillance.

2.5.7 Véhicules terrestres pour la sécurité publique et l'intervention d'urgence

- Objectif: Tester des robots sans pilote pour la recherche et le sauvetage, la sécurité périmétrique ou les inspections dangereuses.
- Scénario: Robots avec caméras, capteurs thermiques et systèmes de communication opérant en conditions similaires à des catastrophes.
- Environnement: Zones extérieures avec terrain varié, brouillard, projections d'eau et obstacles.

2.5.8 Automatisation de l'entreposage et de la logistique

- Objectif: Valider des robots intérieurs et des chariots élévateurs robotisés pour l'inventaire et le stockage.
- Scénario: Robots naviguant dans les zones d'entrepôt, manipulant des palettes et évitant des obstacles dynamiques.
- Environnement: Entrepôts simulés avec étagères, aides à la navigation et capteurs environnementaux.

2.5.9 Inspection minière et industrielle

- Objectif: Tester des robots pour la surveillance, la détection de dangers et l'inspection d'équipements en environnements industriels ou souterrains.
- Scénario: Des robots équipés de caméras thermiques, de détecteurs de gaz et de LiDAR opèrent dans des zones peu éclairées ou dangereuses.
- Environnement: Terrains industriels simulés avec des conditions de visibilité difficiles et support de cartographie géospatiale.

2.6 LE SERVICE DE TEST DE SYSTÈMES AÉRIENS SANS PILOTE

2.6.1 Vue d'ensemble

Le Service de test de systèmes aériens sans pilote offre aux startups et PME un accès à des environnements sécurisés et surveillés pour tester les technologies de drones. Il prend en charge à la fois les drones autonomes et les drones télécommandés, y compris ceux opérant au-delà de la ligne de vue (BVLOS).

2.6.2 Conception du service

2.6.2.1 RESPONSABILITÉS DES CLIENTS

- Les drones et pilotes agréés peuvent être loués dans le cadre du plan de projet.
- Apporter et exploiter leurs propres drones.
- Fournir toute licence, assurance ou documentation réglementaire requise.
- S'assurer que les drones répondent aux exigences de sécurité de base et possèdent une fonction d'arrêt à distance.
- Respecter la formation à la sécurité sur site et les directives de l'installation.

2.6.2.2 RESPONSABILITÉS DE L'INSTALLATION

- Fournir l'accès, la formation et le support.
- Assister dans la planification et l'intégration des tests.

2.6.2.3 LIVRABLES

- Accès à l'environnement de test pré-planifié.
- Support pour la configuration technique.
- Plans de test co-développés.
- Enregistrement et exportation des données.
- Support pour le rapport final (créé par la PME).

2.6.3 Types de TESTS:

Voici les principales capacités que les PME peuvent évaluer lors des tests de drones dans les laboratoires vivants:

2.6.3.1 MOBILITÉ

- Évaluer la mobilité des drones dans différents environnements (urbain, rural, intérieur, extérieur).
- Comprend le décollage vertical, le vol stationnaire et la maniabilité dans des espaces restreints ou encombrés.

2.6.3.2 CAPTEURS

- Valider les capteurs embarqués tels que:
 - Caméras (RGB, infrarouge, thermique)
 - LiDAR
 - Capteurs multispectraux
 - GNSS (GPS)
- Utilisés pour des tâches comme la cartographie, la surveillance, l'analyse des cultures et la détection d'obstacles.

2.6.3.3 NAVIGATION

- Tester les trajectoires de vol autonomes, la logique de suivi de route et l'évitement d'obstacles.
- Comprend les systèmes de navigation basés sur GNSS et sur la vision.

2.6.3.4 MANIPULATION

- Évaluer les drones capables de manipuler des charges utiles:
 - Systèmes de largage de cargaison
 - Mécanismes de livraison de colis
 - Placement ou récupération de précision

2.6.3.5 INTEGRATION

- S'assurer que les drones fonctionnent de manière transparente avec d'autres systèmes:
 - Stations de contrôle au sol
 - Centres de données Edge/Cloud
 - Infrastructures de ville intelligente
 - Plateformes de surveillance Agricole

2.6.3.6 AU-DELÀ DE LA LIGNE DE VUE (BVLOS)

- Tester les opérations autonomes à longue portée où le drone n'est pas visible par l'opérateur.
- Comprend la coordination de l'espace aérien, la conformité réglementaire et les protocoles de sécurité.

2.6.4 Laboratoires vivants

Le service est fourni à travers trois principaux laboratoires vivants, chacun offrant des capacités uniques:

2.6.4.1 FOCUS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**

- Drones, mobilité intelligente, sécurité publique, cybersécurité, agriculture, véhicules autonomes connectés, technologies propres et robotique avancée.
- Tests de drones à haut risque dans un espace aérien contrôlé.
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Agriculture durable, agroécologie, foresterie et recherche sur les systèmes alimentaires.
 - Accent sur la certification biologique et les systèmes de savoirs autochtones.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Recherche en robotique et drones, systèmes autonomes, interaction humain-robot.
 - Innovation dans la coordination multi-drones et les tests BVLOS.

2.6.4.2 INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Installation DARTT (Tests et formation avancés pour drones et robotique: Drone and Advanced Robotic Testing and Training).
 - Ferme intelligente de 100 acres, zone de ville intelligente avec 16 km de routes urbaines.
 - Espace aérien de classe C (Ottawa) et espace aérien de classe G (Killaloe).
 - Terrain varié: gravier, sable, eau, champs, trottoirs.
 - Réseaux LoRaWAN, TVWS, stations GNSS, GPS RTK.
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Ferme biologique et écosystème forestier de 24 hectares.
 - Culture de plus de 200 variétés de fruits, légumes et herbes, mais myrtilles, fraises et pommes disponibles pour les tests.
 - Espace aérien de classe C au-dessus des champs de la ferme.
 - 5 hectares de champs agricoles et 15 hectares de forêt.
 - Réseaux de capteurs haute résolution pour la surveillance des GES, du climat et du sol.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Installation intérieure avec portique, éclairage, vitres opaques et systèmes de positionnement.
 - Espace d'essai extérieur au bâtiment AVRIL (espace aérien de classe G).
 - Antennes RTK, capteurs GNSS et drones à louer (par exemple: QDrone, Clearpath Warthog).

2.6.4.3 CAPACITÉS RÉSEAU

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Réseau privé LTE/5G (bandes: LTE B7, B14 ; 5G n78, n77, n260, n261).
 - Centre d'automatisation numérique Nokia (NDAC).
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Réseau 5G Rogers (bandes: n71, n12, n2, n66, n78).
 - Support LTE et provisionnement de cartes SIM.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Réseau 5G Rogers (bandes: n71, n41, n78, mmWave n261).
 - Support LTE et WiGig (60 GHz).

2.6.4.4 SUPPORT D'EXPERTS

- **Laboratoire vivant de Mobilité Intelligente et d'Agriculture Intelligente, Area X.O:**
 - Consultation lors de la planification des projets.
 - Support pour l'accès au réseau et l'utilisation des installations.
 - Assistance optionnelle pour le développement des plans de test et la rédaction de rapports.
- **Laboratoire vivant d'Agriculture Intelligente, fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC):**
 - Accès au Centre pour les systèmes alimentaires durables de l'UBC.
 - Support technique et consultation sur site.
 - Approbation de vol de drone requise via le portail de planification de l'UBC.
- **Laboratoire vivant de Robotique Connectée, RoboHub de l'Université de Waterloo:**
 - Accès à plus de 45 experts universitaires.
 - Support pour l'intégration des projets et la validation de conception.
 - Assistance pour l'expérience utilisateur, l'étalonnage des capteurs et les environnements simulés.

2.6.4.5 RESSOURCES DISPONIBLES

Catégorie d'équipements	Area X.O	Ferme intelligente de l'UBC	RoboHub de l'Université de Waterloo
Communications informatique (TI)	LTE B7, B14 ; 5G n78, n77, n260, n261 ; NDAC ; NDN	5G n71, LTE n12, n2, n66, n7 ; 5G n78 ; cartes SIM, routeurs MiFi	LTE 700, AWS-1, 2600, 1900, 850 ; 5G n71, n41, n78, n261 ; WiGig
Communications opérationnelles (TO)	LoRaWAN, CloudGate, TVWS	Non disponible	WiGig (60 GHz)
Espace aérien	Classe C (Ottawa), Classe G (Killaloe)	Classe C sur des champs agricoles	Classe G sur le parking AVRIL
GPS RTK / GNSS	Novatel + RTCM V3 ; Swift RTK GPS & IMU x5	Non disponible	Antenne RTK sur le bâtiment AVRIL ; capteurs GNSS sur demande
Équipements pour drones	Test de drones pris en charge ; locations possibles	Les PME doivent apporter leurs propres drones	Location de drones et robots à partir de la flotte RoboHub
Champs agricoles	100 acres (configurable plots)	5 hectares de ferme + 15 hectares de forêt	Non applicable

Réseau de capteurs	Capteurs haute résolution (GES, climat, sol, météo)	Non disponible	Non disponible
Installations intérieures	Installation DARTT avec terrains variés	Serre et bâtiments agricoles	Positionnement haute précision, portique, éclairage, vitres opaques
Stockage des données	Stockage cloud Azure disponible	Non disponible	Non disponible

2.6.5 Cas d'utilisation

Nous listons ci-dessous quelques exemples représentatifs pour illustrer la variété des cas d'utilisation pris en charge par ce service, selon les installations disponibles dans chaque Laboratoire Vivant.

2.6.5.1 SURVEILLANCE DU TRAFIC ASSISTÉE PAR DRONE

- Objectif: Valider l'utilisation de drones équipés de dispositifs de perception pour la surveillance aérienne du trafic, la détection d'incidents et l'identification d'obstacles.
- Importance: Améliore la gestion du trafic en fournissant une visibilité en temps réel dans les zones encombrées ou affectées par des travaux, améliorant les temps de réponse et la sécurité publique.
- Exemple: Un client déploie des drones avec caméras et systèmes de positionnement pour surveiller le trafic à des intersections privées dans le Laboratoire Vivant. Les données sont transmises via les réseaux mobiles à un centre de données central ou périphérique pour analyse et obtention de recommandations.

2.6.5.2 TESTS DE DRONES AUTONOMES POUR LES VILLES INTELLIGENTES

- Objectif: Évaluer les capacités de navigation et de collecte de données des drones dans les environnements urbains, notamment pour les opérations au-delà de la ligne de vue directe.
- Importance: Soutient les applications des villes intelligentes tout en garantissant la conformité réglementaire et la sécurité publique dans des environnements urbains complexes.
- Exemple: Un client teste un drone équipé de capteurs lidar et d'imagerie infrarouge sur des intersections intelligentes, des pistes cyclables et des zones suburbaines fournies par la Zone X.O, utilisant la connectivité mobile pour la communication en temps réel.

2.6.5.3 DRONES ET TÉLÉDÉTECTION POUR L'AGRICULTURE

- Objectif: Valider l'utilisation de drones équipés de technologies d'imagerie et de capteurs pour la surveillance agricole, y compris la santé des cultures, la planification de l'irrigation et la prévision des rendements.
- Importance: Permet l'agriculture de précision, améliorant l'efficacité des ressources et la productivité.

- Exemple: Un client déploie des drones multi-rotors avec capteurs multispectraux sur des parcelles expérimentales préparées dans le Laboratoire Vivant, intégrant les données avec des outils géospatiaux et des systèmes de surveillance de l'humidité du sol.

2.6.5.4 SYSTÈMES DE LIVRAISON ET DE LARGAGE DE CARGAISON

- Objectif: Tester des drones conçus pour la livraison du dernier kilomètre et la logistique, en se concentrant sur la manipulation de la charge, la précision du largage et la fonction de retour automatique à la base.
- Importance: Soutient des solutions de livraison évolutives et efficaces pour les zones urbaines et la logistique d'urgence.
- Exemple: Un client teste des drones à décollage vertical avec compartiments de charge dans un banc d'essai urbain comprenant trottoirs, rampes et signalisation, utilisant des systèmes de caméras multiples pour valider les performances.

2.6.5.5 NAVIGATION AUTONOME ET TESTS AU-DELÀ DE LA LIGNE DE VUE DIRECTE

- Objectif: Valider les systèmes de drones fonctionnant de manière autonome ou au-delà de la ligne de vue directe à l'aide de systèmes de positionnement ou de navigation basée sur la vision.
- Importance: Essentiel pour les missions étendues dans des environnements éloignés ou complexes où le contrôle manuel est impraticable.
- Exemple: Un client teste des drones au-delà de la ligne de vue directe dans l'espace aérien classifié et les installations clôturées de la Zone X.O, évaluant la logique de suivi des trajectoires et la coordination de l'espace aérien avec ou sans connectivité sans fil.

2.6.5.6 ESSAIMS ET COORDINATION DE PLUSIEURS DRONES

- Objectif: Tester les opérations coordonnées de drones pour des tâches telles que le vol en formation, la collecte de données distribuée ou les performances synchronisées.
- Importance: Permet des applications de drones évolutives pour la surveillance, le suivi et le divertissement grâce à la collaboration autonome.
- Exemple: Un client déploie plusieurs drones avec des algorithmes d'essaim dans l'espace aérien ouvert et les installations intérieures, utilisant les réseaux mobiles pour valider le contrôle synchronisé et l'exécution partagée des tâches.

2.7 SERVICE D'ÉVALUATION COMPARATIVE DE PERFORMANCE

2.7.1 Vue d'ensemble

Le Service d'évaluation comparative de performance de CENG aide les PME à tester et optimiser leurs applications dans des conditions réelles. Il prend en charge divers environnements de déploiement et scénarios de test, permettant aux PME de valider la performance, l'évolutivité et la fiabilité sans avoir à construire leur propre infrastructure.

2.7.2 Niveaux de service

Le Service d'évaluation comparative de performance de CENG N est structuré en trois niveaux, chacun offrant différents degrés de soutien et d'accès à l'infrastructure pour les PME testant leurs applications. Voici une explication claire de chaque niveau:

2.7.2.1 NIVEAU DE BASE – TESTS AUTOGÉRÉS

Conçu pour les PME disposant d'une expertise interne et n'ayant besoin que d'un accès à l'infrastructure.

Inclut:

- Accès à l'infrastructure CENG N (serveurs bare metal, machines virtuelles ou plateformes cloud).
- Documentation et base de connaissances pour la configuration et les meilleures pratiques.
- Support de dépannage de base (p. ex. provisionnement de VM, problèmes de réseau).
- Réunions de synchronisation hebdomadaires et rapport final de projet.

Non inclus:

- Élaboration ou exécution du plan de test.
- Assistance avec les outils de test ou l'automatisation.
- Analyse de performance ou développement logiciel personnalisé.

Idéal pour les PME qui souhaitent exécuter leurs propres tests de manière indépendante

2.7.2.2 NIVEAU AVANCÉ – TESTS GUIDÉS AVEC SUPPORT D'EXPERTS

Conçu pour les PME ayant besoin d'aide pour la planification et l'exécution des tests.

Inclut tout ce qui est dans le niveau de base, plus:

- Jusqu'à 10 heures de conseil (conception de test, configuration, exécution).
- Aide à la définition des objectifs d'évaluation comparative et à la sélection des méthodologies.
- Supervision de l'infrastructure et support pendant les tests.
- Présentation structurée des données de performance pour analyse par la PME.

Non inclus:

- Analyse de performance de bout en bout (la PME analyse elle-même les résultats).
- Développement logiciel personnalisé ou accompagnement continu au-delà du projet.

Idéal pour les PME cherchant un accompagnement d'experts afin de garantir des résultats pertinents et fiables.

2.7.3 Types de tests

2.7.3.1 TESTS DE CHARGE

- Objectif: Valider la performance de l'application sous un trafic utilisateur élevé.
- Exemple: Une entreprise SaaS d'e-commerce teste sa plateforme pour gérer 500000 utilisateurs simultanés lors du Black Friday.
- Outils: JMeter, Kubernetes Horizontal Pod Autoscaling.
- Métriques: Temps de réponse, taux d'erreur, utilisation CPU/mémoire.

2.7.3.2 TESTS DE RÉSISTANCE

- Objectif: Pousser le système à ses limites pour identifier les points de rupture.
- Exemple: Une application collaborative simule des millions de notifications en temps réel.
- Outils: Locust, JMeter.
- Métriques: Limites d'API, vitesses d'écriture en base de données, taux d'erreur.

2.7.3.3 TESTS D'ÉVOLUTIVITÉ

- Objectif: Vérifier la capacité du système à s'adapter à la demande.
- Exemple: Une entreprise de streaming vidéo teste l'auto-scalabilité des VM avec ProxMox.
- Outils: Locust, API ProxMox.
- Métriques: Vitesse de montée en charge, performance en cas de pics de trafic.

2.7.3.4 TESTS DE LATENCE

- Objectif: Mesurer les temps de réponse dans différentes conditions.
- Exemple: Une application chatbot doit répondre en moins de 500 ms.
- Outils: JMeter, Wireshark, *tc* (traffic control).
- Métriques: Temps de réponse API, temps aller-retour réseau, temps de requête en base de données

2.7.3.5 TESTS DE DÉBIT

- Objectif: Valider la capacité de traitement des données dans le temps.
- Exemple: Un système d'IOT de surveillance du trafic simule des données provenant de plus de 100 000 capteurs.
- Outils: JMeter, Locust, Terraform.
- Métriques: Messages par heure, vitesse de traitement, efficacité du système.

2.7.3.6 TESTS D'UTILISATION DES RESSOURCES

- Objectif: Optimiser l'utilisation et le coût de l'infrastructure.
- Exemple: Une entreprise SaaS teste l'utilisation CPU, RAM et disque sur différentes tailles de VM.
- Outils: JMeter, Prometheus, Grafana.
- Métriques: Charge CPU, consommation RAM, E/S disque, usage de la bande passante.

2.7.3.7 TESTS D'ENDURANCE

- Objectif: Valider la stabilité et la fiabilité à long terme.
- Exemple: Une application de traitement de transactions est testée pendant 30 jours en fonctionnement continu.

- Outils: Locust.
- Métriques: Fuites mémoire, utilisation CPU, performance de la base de données dans la durée.

2.7.3.8 TESTS DE PERFORMANCE EN SÉCURITÉ (SECURITY PERFORMANCE TESTING)

- Objectif: Évaluer l'impact des mécanismes de sécurité sur la performance.
- Exemple: Une startup teste la latence et le débit de sa passerelle API sécurisée.
- Outils: Outils open source de test de sécurité.
- Métriques: Temps de réponse API avec chiffrement, authentification et limitation de débit.

2.7.4 Options de déploiement d'infrastructure

CENG propose trois principaux types d'infrastructure pour l'exécution des tests d'évaluation comparative:

2.7.4.1 SERVEURS BARE METAL

- Accès: Contrôle complet au niveau de l'OS via SSH ; optionnel RDP/HTTPS.
- Réseau: Réseau virtuel entre VM, serveurs bare metal et Internet.
- Stockage: Allocation par CENG selon les besoins du projet.

2.7.4.2 MACHINES VIRTUELLES (VMs)

- Tailles standard: Gamme de tailles de VM disponibles.
- Accès: Contrôle au niveau de l'OS via SSH ; optionnel RDP/HTTPS.
- Réseau: Réseau virtuel entre VM et Internet.
- Stockage: Allocation par CENG selon les besoins du projet.

2.7.5 Réseau et supervision

- Sécurisé avec un accès réseau Zero Trust.
- Outils de supervision recommandés par CENG, ou outils fournis par la PME si pris en charge.

3 DESCRIPTION DES LABORATOIRES VIVANTS

3.1 LABORATOIRE VIVANT DE ROBOTIQUE CONNECTÉE

- Emplacement: RoboHub de l'Université de Waterloo
- Objectif: Robotique, systèmes autonomes et interaction homme-robot
- Principales caractéristiques:
 - Espaces de test intérieurs et extérieurs avec infrastructure robotique avancée
 - Chambre anéchoïque, systèmes de capture de mouvement et flotte de robots
 - Connectivité 5G (SA/NSA), LTE et WiGig
 - Support d'experts de RoboHub et de Rogers pour l'intégration et la simulation
- Tarification:
Les petites et moyennes entreprises sont fortement encouragées à consulter les experts de

RoboHub avant les tests afin de garantir que leurs plans de test soient efficaces et réalisables dans le temps limité disponible dans l'installation.

- L'accès aux installations est limité, en particulier pour la vitrine de RoboHub, qui n'est disponible que pour de courtes périodes
- Une planification et une préparation minutieuses sont essentielles pour maximiser la productivité pendant le temps alloué

Service	Tarifs
Journée complète sur votre site avec les experts du RoboHub	5 000 à 10 000 \$ par jour
Demi-journée sur votre site avec les experts du RoboHub	2 500 à 5 000 \$ par demi-journée
Journée complète sur le campus avec les experts internes du RoboHub	2 500 à 5 000 \$ par jour
Demi-journée sur le campus avec les experts internes du RoboHub	1 000 à 2 500 \$ par demi-journée

3.2 LABORATOIRE VIVANT D'AGRICULTURE INTELLIGENTE

- Emplacement: Fermes de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC)
- Objectif: Agriculture, foresterie et innovation environnementale
- Principales caractéristiques:
 - Champs agricoles biologiques et zones forestières pour tests de capteurs et d'équipements, comprenant des bleuets, des fraises, des pommiers et des zones forestières
 - Machines agricoles (tracteurs, drones) et capteurs haute résolution
 - Accès aux réseaux 5G et LTE de Rogers
 - Support pour la certification biologique et collaboration avec les chercheurs de l'UBC
- Tarification:
 - La tarification est déterminée par le type d'utilisation des terrains (par exemple partagé ou exclusif, invasif ou non invasif), le temps des techniciens et les besoins de stockage, et non par le niveau de service choisi.
 - La tarification des projets suit le calendrier de tarification des projets des fermes de l'UBC, qui constitue la source officielle.

Le tableau ci-dessous met en évidence les éléments de tarification les plus couramment appliqués

Accès / Service	Tarifs	Description
Frais administratifs et de démarrage, par site	300 \$ – 500 \$	Par exemple, réaliser des tests à la fois sur un site agricole et sur un site forestier de la ferme intelligente de l'UBC est considéré comme deux emplacements distincts.
Type 1: Utilisation partagée, non invasive, à faible impact, récurrente des installations (terrains)	0,00 \$ par m ² par saison	L'utilisation partagée des zones « Type 1 » — comme les champs agricoles, prairies non aménagées ou zones boisées — est autorisée pour des activités à faible impact telles que le balayage avec capteurs ou la collecte de petits échantillons de sol.
Type 2: Utilisation exclusive ou semi-exclusive de prairies, forêts ou broussailles non aménagées	2,46 \$ par m ² par saison	L'utilisation exclusive ou semi-exclusive des zones « Type 2 » — comprenant prairies non aménagées, forêts ou broussailles — exige la restauration du site à son état d'origine après la fin du projet. Le coût associé est de 24 600 \$ par hectare par saison.
Type 3: Utilisation partagée, non invasive des installations (terrains)	3,07 \$ par m ² par saison	L'utilisation partagée des champs « Type 3 » — contenant des cultures existantes — est autorisée pour des tests non invasifs d'équipements robotiques, tels que le désherbage robotisé. Les cultures doivent rester viables pour la vente pendant la saison. Le coût associé est de 30 700 \$ par hectare par saison.

Type 4: Utilisation exclusive ou semi-exclusive, invasive des installations (terrains)	3,69 \$ par m ² par saison	Les champs de « Type 4 » sont spécialement plantés pour les tests invasifs d'équipements robotiques. Comme la culture n'est pas destinée à la vente durant la saison de test, le coût d'utilisation est de 36 900 \$ par hectare par saison. La restauration du site peut être exigée après la fin du projet.
Main-d'œuvre technique	79,72 \$ par heure	Travail en soutien direct d'un projet, y compris la consultation sur certains aspects du projet.
Location d'espace de stockage sur site	59,85 \$ par jour	Abri de 8' x 10' disponible sur le site.

3.3 LABORATOIRE VIVANT DE PERFORMANCE AVANCÉE 5G

- Emplacement: Bayview Yards, Ottawa (soutenu par Ericsson)
- Objectif: Tests et innovation 5G à usage général
- Principales caractéristiques:
 - Espaces intérieurs et extérieurs avec accès à plusieurs bandes de spectre
 - Infrastructure d'informatique en périphérie mobile (MEC)
 - Idéal pour les applications sensibles à la latence telles que la réalité augmentée/virtuelle et les systèmes autonomes

3.4 LABORATOIRE VIVANT DE MOBILITÉ INTELLIGENTE ET D'AGRICULTURE INTELLIGENTE

- Emplacement: Zone X.O (Ottawa et Killaloe, Ontario)
- Objectif: Véhicules autonomes, mobilité intelligente, drones, cybersécurité et agriculture
- Principales caractéristiques:
 - 16 km de routes configurées en environnement urbain et une ferme intelligente de 100 acres
 - Cultures à grande échelle telles que le maïs et le soja, ainsi qu'une horticulture variée comprenant des légumes de type marché fermier et des citrouilles. Avec un préavis suffisant, d'autres types de cultures peuvent être pris en charge.
 - Installation DARTT pour les tests de drones et de robots
 - Espaces aériens de classe C et G pour les opérations de drones au-delà de la ligne de vue directe
 - Infrastructures privées LTE/5G, LoRaWAN, TVWS et GNSS

- Support d'experts pour la simulation, l'enregistrement de données et la conformité réglementaire
- Tarification:
 - Pas de liste de prix fixe ; des devis préliminaires sont fournis sur demande