

# Chantier Démonstration et expérimentation

## Rapport d'analyse

*Tests, Essais, Simulations et Expérimentations :  
Analyse des réglementations et méthodologies  
applicables au secteur des TEI du Québec*



Octobre 2023

## Le Québec, un terrain d'expérimentation inégalé

Le Québec offre des espaces et des solutions d'expérimentation parfaits pour réaliser des démonstrations et des tests. Ce sont, entre autres, le vaste éventail des climats ainsi que l'expertise unique en mobilité et en transport que l'on y retrouve qui font de la province du Québec une destination clé pour réaliser simulations et essais.

Les équipements et les capacités mis à disposition par les centres de tests au Québec représentent un véritable atout à la démocratisation de la mobilité durable. Laboratoires urbains, espaces et solutions d'expérimentation et de test, la mise en place d'infrastructures intelligentes contribuent grandement à l'innovation dans le vaste domaine du transport.

Propulsion Québec encourage la réalisation de simulations physiques et/ou virtuelles pour les solutions logistiques de mobilité, repoussant ainsi toujours plus loin les barrières technologiques et techniques du secteur des transports terrestres, électriques et intelligents (TEI).

## Ambition TEI 2030

Ambition TEI 2030 est l'audacieux plan d'action créé en concertation avec notre industrie, visant à décarboner nos transports et à soutenir le développement de l'économie québécoise. L'une de ses initiatives stratégiques propose d'accroître les capacités de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations pour que le Québec devienne une référence mondiale dans ce domaine.

Propulsion Québec, à travers son chantier Démonstration et expérimentation, propose, dans ce document, de dresser un portrait exhaustif des règles et normes en place s'appliquant spécifiquement à notre écosystème. Par ailleurs, des entrevues avec l'écosystème québécois nous ont permis de mieux comprendre les méthodologies actuellement utilisées par l'industrie en matière de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations.

Ce document, à tournure pédagogique, a pour vocation de sensibiliser les industriels locaux et internationaux et les institutions à générer des opportunités d'expérimentations, à stimuler la demande locale en simulations virtuelles et à accélérer la commercialisation par la certification des technologies de notre secteur.

Co-présidents du chantier Démonstration et expérimentation – Propulsion Québec :

- [Benoît Balmana, PDG - IVÉO](#)
- [Philippe Bisson, Business Development Manager – OPAL RT Technologies](#)

Directeur de Chantier :

- [Cédric Lalaizon, Directeur Innovation et Expérimentation – Propulsion Québec](#)

Rédactrice du rapport :

- [Danielle Gance, Présidente de DIGINOVE Consulting](#)



**Michelle LLambías Meunier**

Présidente-directrice générale  
Propulsion Québec, la grappe des transports  
électriques et intelligents

# Sommaire

Le Québec, un terrain d'expérimentation inégalé .....	2
Ambition TEI 2030 .....	2
<b>1. Introduction .....</b>	<b>6</b>
A. Contexte du développement des transports électriques et intelligents (TEI) au Québec.....	7
B. Objectifs de ce rapport .....	8
C. Définition des méthodes utilisées : leurs différences, avantages et limites	9
• Tests .....	9
• Essais .....	9
• Simulations .....	10
• Expérimentations .....	10
• Dans quel ordre doivent-ils être faits ? .....	11
• Quelques exemples de mise en œuvre .....	12
<b>2. Pourquoi les tests, essais, simulations et expérimentations dans les TEI ? ....</b>	<b>14</b>
A. Rôle des tests, essais, simulations et expérimentations .....	14
• Validation et Certification.....	14
• Valeurs ajoutées aux produits et aux entreprises .....	14
B. Cadre réglementaire et normatif entourant les tests, essais, simulations et expérimentations .....	15
<b>3. Principaux acteurs québécois impliqués dans les tests, essais, simulations et expérimentations pour les TEI .....</b>	<b>17</b>
A. Siemens Digital Industries Software.....	17
B. PMG Technologies.....	20
C. CS Group Canada.....	22
D. OPAL-RT .....	25
E. IVÉO 28	
<b>4. Retour d'expérience de 2 industriels québécois.....</b>	<b>32</b>
A. Ingenext.....	32

B. Letenda.....	34
5. Défis et avantages pour l'écosystème des TEI québécois.....	37
A. Les défis à relever .....	37
B. Les avantages à en tirer.....	39
6. Conclusion .....	40
7. Remerciements.....	41
ANNEXE – Liste des principaux organismes impliqués dans le cadre réglementaire et normatif des TEI .....	42

# 1. Introduction

---

Ce rapport a été initié dans le cadre de l'atelier « **Tests et simulations comme outils de validation et de certification** » organisé à l'occasion du sommet international sur les transports électriques et intelligents qui s'est tenu du 13 au 15 mars 2023 au Palais des congrès de Montréal. Vous pouvez réécouter ou découvrir son contenu [en cliquant sur ce lien](#).

Les contenus présentés dans ce rapport ont également été rédigés suite à la réalisation d'entrevues avec des membres représentatifs de l'industrie. Ainsi, nous souhaitons remercier chaleureusement les personnes suivantes pour leur contribution :

- [Guy Dulude](#), Directeur du développement de [Siemens Digital Industries Software](#)
- [Annie Saleh](#), Directrice des Systèmes de conduite automatisée et connectée de [PMG Technologies](#)
- [Claire Mangado](#), Directrice du logiciel embarqué pour les systèmes autonomes de [CS Group Canada](#)
- [Philippe Bisson](#), Responsable du développement des affaires d'[OPAL-RT](#) et également co-président du « chantier expérimentation » de Propulsion Québec.

Pour ce qui concerne les expérimentations, du fait qu'elles apportent une dimension humaine et plus orientée « *user-centric* » en faisant participer l'utilisateur, contrairement aux tests, essais et simulations qui traitent davantage des aspects technologiques et performances des nouveaux produits ou systèmes, nous avons interviewé :

- [Benoît Balmana](#), Président-directeur général d'[IVÉO](#), Partenaire d'innovation pour les villes durables et intelligentes et également co-président du « chantier expérimentation » de Propulsion Québec, du fait de sa grande expertise en matière de projets pilotes innovants et d'expérimentations pour les petites et moyennes municipalités

Et, pour leur retour d'expérience, deux industriels québécois :

- [Marie Pier Forget](#), Directrice générale de [Ingenext](#)
- [Nicolas Letendre](#), Président de [Letenda](#)

## A. Contexte du développement des transports électriques et intelligents (TEI) au Québec

L'industrie des transports est actuellement, au niveau mondial, en pleine mutation du fait de sa décarbonation. À ce titre, au Québec, le développement des TEI s'inscrit dans le cadre d'initiatives visant à promouvoir la mobilité durable, à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à favoriser l'innovation technologique s'y rapportant.

Parmi les éléments clés en relation avec le contexte du développement des TEI au Québec figurent :

1. **Un engagement fort envers la mobilité durable** : Le Québec s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre et à promouvoir la mobilité durable. Les transports électriques, en remplaçant les véhicules à moteur thermique par des véhicules électriques (VE), contribuent à cet objectif en réduisant la pollution atmosphérique et les émissions de CO<sub>2</sub>.
2. **Des ressources hydroélectriques abondantes** : Le Québec dispose d'importantes ressources hydroélectriques, ce qui en fait une source d'énergie propre et renouvelable. Cette abondance d'énergie propre favorise l'adoption des véhicules électriques car ils peuvent être alimentés par une électricité relativement propre et diminuer ainsi significativement les émissions de gaz à effet de serre.
3. **Des incitatifs financiers** : Le gouvernement du Québec a mis en place divers incitatifs financiers pour encourager l'achat de véhicules électriques, tels que des subventions à l'achat, des rabais sur les droits d'immatriculation et des incitations fiscales. Ces mesures visent à rendre les véhicules électriques plus accessibles et abordables pour les citoyens et les entreprises.
4. **Un réseau de recharge en expansion** : Le Québec a investi dans le déploiement de son réseau de bornes de recharge pour véhicules électriques. Cela vise à éliminer l'anxiété liée à l'autonomie limitée des véhicules électriques en assurant une infrastructure de recharge adéquate déployée progressivement sur tout le territoire.
5. **Une recherche et innovation dynamique** : Les universités, les centres de recherche et l'industrie au Québec travaillent de concert sur des projets de recherche et développement dans le domaine des TEI. Cela inclut notamment le développement de technologies de pointe pour les véhicules autonomes, les systèmes de gestion de flotte intelligente, les solutions de mobilité intégrée et les batteries.
6. **L'amorce d'une transition vers la mobilité intelligente** : En plus des véhicules électriques, le Québec explore également des solutions de mobilité intelligente, telles que les systèmes de transport en commun électriques, les véhicules autonomes et les solutions de partage de véhicules électriques.
7. **La volonté d'aller vers un leadership mondial** : Le Québec aspire à devenir un leader mondialement reconnu dans le domaine des TEI. Des collaborations avec d'autres régions et pays et l'engagement envers l'innovation technologique contribuent à cette ambition.

En ce sens, le Québec adopte une approche proactive pour développer ses TEI en tirant parti de ses ressources énergétiques propres, en offrant des incitatifs aux citoyens et aux entreprises et en investissant dans l'infrastructure et l'innovation. Ces efforts visent à

améliorer la durabilité environnementale et à stimuler le développement économique de son écosystème dans le secteur des TEI.

Pour autant, ce qui constitue à la fois une opportunité de développement pour les industriels de cette province les amène également à s'interroger sur la manière dont cela risque d'impacter le développement de leurs produits ainsi que sur la conduite des tests, essais, simulations et expérimentations nécessaires à lancer jusqu'à leur certification avant la mise sur le marché.

## B. Objectifs de ce rapport

Ce rapport poursuit plusieurs objectifs spécifiques afin d'offrir un aperçu aussi complet que possible des processus engagés dans le cadre de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations dans le contexte particulier des TEI. Ce sont les suivants :

- 1. Éclairer sur les méthodologies utilisées :** Différentes méthodologies sont appliquées pour les tests, essais, simulations et expérimentations. Elles tiennent à l'expérience et au savoir-faire développés par chacun des acteurs au fil des ans. Elles comportent différentes étapes qui se succèdent les unes aux autres selon un enchaînement programmé et dont les résultats sont ensuite analysés.
- 2. Identifier leurs avantages et leurs limites :** Chacune des approches présente des avantages et des limites dont il faut avoir conscience. Cela permet de mettre en évidence les situations dans lesquelles chaque méthode est la plus appropriée, ainsi que les éventuels pièges ou biais à prendre en compte.
- 3. Explorer leurs applications pratiques :** À travers le témoignage des acteurs qui ont été interviewés, les méthodes utilisées par chacun d'eux sont présentées. Cela permet de fournir des exemples spécifiques d'utilisation de chaque méthode pour tester des composants, des systèmes, des technologies ou de nouveaux produits et services.
- 4. Mettre en évidence des résultats :** Les résultats obtenus grâce à ces méthodes contribuent à l'amélioration des véhicules électriques, des infrastructures de recharge, des systèmes de gestion de flotte intelligente et d'autres aspects de la mobilité durable tels que la sécurité et les émissions de CO<sub>2</sub>.
- 5. Promouvoir l'innovation québécoise :** La mise en avant de la façon dont les tests, essais, simulations et expérimentations ont permis le développement de solutions novatrices dans le domaine des TEI constitue également un moyen d'encourager l'innovation en inspirant davantage de projets de recherche et de développement.
- 6. Évaluer leur impact environnemental et économique :** Ces méthodes influencent l'impact environnemental et économique des solutions de TEI et peuvent inclure des évaluations relatives à la durabilité, à l'efficacité énergétique et aux coûts associés.
- 7. Orienter les décisions politiques appropriées :** La recommandation de stratégies et de politiques pour soutenir et faciliter l'utilisation efficace de ces méthodes est de nature à faciliter la prise de décisions éclairées en matière de réglementation et d'investissement.

8. **Susciter l'engagement des parties prenantes** : Les acteurs clés, tels que les gouvernements, les entreprises, les universités et la société civile ont tout intérêt à s'engager dans un dialogue constructif sur la manière d'optimiser l'utilisation des méthodes de tests, essais, simulations et expérimentations.

Les tests, essais, simulations et expérimentations doivent servir à éduquer, informer, inspirer et orienter les efforts de l'écosystème local des TEI afin de développer des solutions de mobilité durable en tirant parti de ces différentes approches pour permettre au Québec d'accéder à la position convoitée de leader mondial.

## C. Définition des méthodes utilisées : leurs différences, avantages et limites

Avant d'aller plus loin, il est essentiel de savoir de quoi l'on parle. Nous donnons ci-après les définitions communément acceptées de ce que recouvre chacune des méthodes employées, mais également leurs avantages et leurs limites.

### Tests

#### En résumé

Les tests dans le domaine des TEI consistent en une série d'évaluations systématiques et contrôlées qui visent à vérifier le fonctionnement, la sécurité et les performances d'un composant, d'un système ou d'une technologie liés aux TEI. Ils permettent de détecter les éventuels problèmes, de valider les fonctionnalités et d'assurer la conformité aux normes et réglementations en cours.

- **Différences** : Les tests impliquent des évaluations ciblées et contrôlées d'un système ou d'une composante spécifique. Ils peuvent être réalisés en laboratoire ou dans des environnements simulés.
- **Avantages** : Les tests permettent une évaluation précise et ciblée des performances, de la sécurité et de la conformité. Ils peuvent révéler des problèmes spécifiques et fournir des résultats concrets.
- **Limites** : Les tests peuvent ne pas toujours reproduire parfaitement les conditions réelles et certains problèmes peuvent, de ce fait, ne pas être identifiés avant une mise en œuvre à grande échelle.

### Essais

Les essais, dans le contexte des TEI, se réfèrent à des expérimentations réalisées sur des prototypes, des véhicules ou des infrastructures pour évaluer leur fonctionnement dans des conditions réelles ou simulées. Les essais peuvent impliquer des analyses approfondies des performances, de la durabilité, de la consommation d'énergie, de l'efficacité, etc.

- **Différences** : Les essais se déroulent généralement dans des environnements réels ou simulés impliquant des scénarios variés et des conditions dynamiques.

- **Avantages** : Les essais offrent une perspective du fonctionnement dans des conditions réelles et peuvent révéler des problèmes inattendus. Ils sont essentiels pour évaluer la performance dans des situations complexes.
- **Limites** : Les essais réels peuvent être coûteux, chronophages et comporter des risques pour la sécurité. De plus, il peut s'avérer difficile de reproduire exactement les mêmes conditions pour chaque essai.

## Simulations

Les simulations consistent à modéliser numériquement des scénarios et des environnements liés aux TEI pour les représenter. Elles permettent de prédire le comportement d'un système, d'un véhicule ou d'une infrastructure dans différentes situations. Elles sont utilisées pour optimiser les conceptions, évaluer les performances, et réduire les coûts et les risques associés aux expérimentations réelles.

- **Différences** : Les simulations sont des modèles informatiques qui reproduisent le comportement d'un système ou d'une situation donnée à partir de données provenant du monde réel.
- **Avantages** : Les simulations permettent d'explorer un large éventail de scénarios, de tester des hypothèses et d'optimiser les conceptions sans risque financier ni physique. Elles sont reproductibles et ajustables.
- **Limites** : Les simulations peuvent ne pas toujours refléter parfaitement la réalité car elles reposent sur des modèles simplifiés. Des paramètres incorrects ou manquants peuvent, de ce fait, influencer les résultats.

## Expérimentations

Les expérimentations dans le domaine des TEI impliquent la mise en œuvre pratique de nouvelles technologies, systèmes ou concepts dans des conditions réelles. Elles visent à obtenir des données empiriques pour évaluer l'efficacité, la faisabilité et l'acceptabilité sociale d'innovations. Les expérimentations peuvent se dérouler sur des routes, dans des environnements urbains ou contrôlés.

Elles donnent lieu à l'établissement d'un protocole (contenu de l'expérimentation, conditions de sa mise en œuvre et résultats attendus) avant même leur démarrage. En fin de processus, elles font l'objet d'une analyse détaillée des écarts enregistrés par rapport au protocole initial et de leurs causes ainsi que des actions et des coûts y afférents à engager afin d'y remédier ou d'améliorer les résultats.

- **Différences** : Les expérimentations mettent en œuvre des solutions réelles dans des contextes réels pour collecter des données empiriques
- **Avantages** : Les expérimentations fournissent des informations concrètes sur la performance et la réaction des utilisateurs (acceptabilité sociale, suggestions d'amélioration à apporter notamment). Elles peuvent valider ou invalider des hypothèses et guider les décisions de conception
- **Limites** : Les expérimentations en conditions réelles peuvent être coûteuses, nécessiter une planification minutieuse et comporter des imprévus. Leurs résultats peuvent être influencés par des facteurs externes difficilement contrôlables.

Chaque approche a ses propres avantages et limites. Ainsi, les tests ciblent des aspects spécifiques, les essais fournissent une perspective réelle, les simulations permettent une exploration flexible mêlant le monde virtuel et le monde réel et les expérimentations offrent des données empiriques tout en impliquant des utilisateurs finaux. C'est pourquoi le choix entre ces différentes approches dépend essentiellement des objectifs, des ressources disponibles et du degré de réalisme requis pour évaluer les solutions de TEI.

### Dans quel ordre doivent-ils être faits ?

Les tests, essais, simulations et expérimentations ne sont pas nécessairement dissociés, mais plutôt complémentaires et interconnectés dans le processus de développement, de validation et de certification des produits. Ils peuvent être enchaînés dans un ordre logique pour maximiser l'efficacité et l'efficacité du processus.

## En résumé

Voici généralement comment ils s'inscrivent dans un flux de travail cohérent :

**1. Simulations** : Les simulations sont souvent utilisées en premier lieu pour modéliser le comportement d'un produit ou d'un système dans un environnement virtuel. Cela permet d'explorer différentes configurations, conditions et scénarios de manière économique et sûre. Les simulations aident à identifier les problèmes potentiels, à optimiser les conceptions et à réduire le besoin d'itérations coûteuses dans la phase physique. Elles sont capitales dans le chemin à suivre en vue de la certification. À ce jour, aucune certification ne requière de faire de la simulation alors que c'est capital pour la validation.

**2. Tests et essais en laboratoire** : Une fois que les simulations ont fourni des informations préliminaires, des tests et essais en laboratoire peuvent être effectués sur des composants, des systèmes ou des prototypes. Ces tests permettent de valider les performances dans des conditions contrôlées et de vérifier si les résultats correspondent aux prédictions des simulations. La 1<sup>e</sup> version, le 1<sup>er</sup> prototype auxquels s'appliquent les tests et essais n'est souvent pas certifiable en l'état.

**3. Expérimentations** : Les expérimentations, qui peuvent se dérouler sur des bancs d'essai ou des environnements réels, permettent de mettre à l'épreuve les produits et les systèmes dans des conditions réelles. Cela peut inclure des tests de durabilité, des essais de conduite en situation réelle, etc. Les expérimentations fournissent des données précieuses sur les performances dans des conditions dynamiques et variées pouvant faire intervenir des utilisateurs finaux.

**4. Validation et certification** : L'ensemble des résultats des simulations, des tests et essais en laboratoire et des expérimentations est utilisé pour valider les performances et la sécurité du produit. Ces données sont souvent requises pour la certification qui garantit que le produit répond aux normes et réglementations spécifiques en vigueur au niveau provincial, fédéral ou d'état(s).

### Quelques exemples de mise en œuvre

Il est important de noter que cet enchaînement n'est pas strict et peut varier en fonction du produit, de l'industrie et des besoins spécifiques. Ainsi, dans certains cas, des simulations peuvent être réalisées après les essais en laboratoire pour valider des résultats expérimentaux. Dans d'autres, s'il s'agit de systèmes hypercomplexes, les simulations ne seront pas faciles à réaliser, d'où l'intérêt de travailler d'abord sur des sous-systèmes. Ainsi, dans le cas de collisions véhicule contre véhicule, les tests seront préférés aux simulations du fait de la complexité à produire une modélisation numérique.

A titre d'exemples, la simulation s'appliquera parfaitement pour l'aérodynamique d'un véhicule avant d'aller dans un tunnel, elle permettra de procéder à des améliorations et le résultat sera plus rapidement accessible. De même, pour l'acoustique concernant la forme du pare-brise d'un autobus, la simulation sera préférable aux tests car elle apportera une importante valeur ajoutée sur l'analyse des turbulences et l'émission de sons jugés fatigants pour l'utilisateur.

Dans le cas du développement de véhicules électriques, le flux thermique constitue une importante problématique à traiter. Il s'agit, en effet, d'être capable de dimensionner les packs de batteries virtuellement avant d'arriver aux tests. La simulation apparaît comme une opération pas trop complexe à mettre en œuvre et assez avantageuse au niveau du temps,

de l'énergie et des coûts à y consacrer. En outre, elle peut aider à instrumentaliser et à optimiser les tests.

Pourtant, selon Claire Mangado, « la réalité a des défauts alors que le simulateur est trop parfait. Simuler un défaut est difficile à faire et cela a un coût. Il faut donc le faire le moins souvent et le plus tard possible avec un produit le plus mature possible ».

Le choix du bon support de validation dépend aussi de la phase du cycle de développement dans laquelle on se trouve. En tout état de cause, la clé réside dans la cohérence et la continuité du processus pour garantir que les produits répondent aux normes de qualité, de sécurité et de performance attendues.

Il est à noter également qu'au Canada, les pratiques courantes d'il y a 50 ans ont évolué en matière de tests de sécurité routière pour les cas critiques. Alors qu'ils se limitaient jusqu'alors à des tests physiques, la simulation qu'on peut qualifier de « tests virtuels » est désormais utilisée en anticipation pour préparer les tests de certification finale car les réglementations sont de plus en plus exigeantes.

## 2. Pourquoi les tests, essais, simulations et expérimentations dans les TEI ?

---

Dans ce chapitre, nous exposerons en quoi ces différentes méthodes s'imposent comme autant d'outils de validation et de certification avant la mise sur le marché de nouveaux produits. Nous évoquerons également le cadre réglementaire et normatif applicable au Canada et à l'international, à savoir les différents organismes qui édictent des standards applicables dans leur domaine respectif.

### A. Rôle des tests, essais, simulations et expérimentations

Les tests, essais, simulations et expérimentations sont des outils essentiels de validation et de certification dans le développement de nouveaux produits, en particulier dans le domaine des TEI. Ils jouent un rôle crucial pour garantir la performance, la sécurité et la conformité des produits.

Voici comment ils fonctionnent et quelles valeurs ajoutées ils apportent aux entreprises et aux nouveaux produits qu'elles veulent lancer sur le marché :

#### Validation et Certification

1. **Vérification de la performance** : Les tests et essais permettent de mesurer la performance réelle des composants, des systèmes et des véhicules dans des conditions variées. Cela aide à vérifier si les produits répondent aux normes de performance prévues et si les spécifications sont respectées.
2. **Évaluation de la sécurité** : Les tests de sécurité sont essentiels pour identifier les risques potentiels liés aux produits. Ils permettent de détecter les vulnérabilités et les défaillances, ce qui est essentiel pour garantir la sécurité des utilisateurs et du public plus largement.
3. **Conformité aux normes** : Les tests et essais servent à vérifier la conformité aux normes réglementaires et aux spécifications industrielles. Les produits doivent satisfaire à des normes de sécurité, de performance et d'émissions spécifiques pour être certifiés.
4. **Validation des modèles** : Les simulations sont utilisées pour valider les modèles virtuels des produits et des systèmes. Elles permettent de prédire le comportement et les performances avant la fabrication, réduisant ainsi les coûts et les risques.
5. **Expérimentations en conditions réelles** : Les expérimentations en conditions réelles aident à valider les performances et la fiabilité des produits dans des situations du monde réel. Elles permettent aussi le recueil de données empiriques pour confirmer les résultats des simulations et des tests en laboratoire ainsi que l'acceptabilité sociale.

#### Valeurs ajoutées aux produits et aux entreprises

1. **Réduction des risques** : Les tests, essais, simulations et expérimentations permettent de détecter et d'éliminer les défauts et les problèmes potentiels dès les premières étapes du développement. Cela réduit les risques de défaillances futures et de rappels coûteux.
2. **Amélioration de la performance** : En identifiant les domaines de faiblesse, les entreprises peuvent apporter des améliorations continues à leurs produits. Les tests et simulations aident à optimiser la conception pour obtenir une meilleure performance, une efficacité énergétique accrue et une meilleure durabilité.
3. **Accès aux marchés** : La certification est souvent une exigence pour accéder à certains marchés ou obtenir des subventions gouvernementales. Les produits certifiés gagnent en crédibilité et en confiance auprès des clients et des partenaires commerciaux.
4. **Innovation accélérée** : Les simulations permettent aux entreprises de tester rapidement de nouvelles idées et de modéliser différentes configurations sans avoir à fabriquer de prototypes physiques. Cela accélère le processus d'innovation.
5. **Réputation et confiance** : Les produits qui passent avec succès des tests rigoureux et des essais de certification gagnent la confiance des consommateurs et des parties prenantes. Cela renforce la réputation de l'entreprise en tant que fournisseur fiable de solutions de haute qualité.
6. **Avantage concurrentiel** : Les entreprises qui démontrent la qualité et la sécurité de leurs produits à travers des certifications et des essais gagnent un avantage concurrentiel sur le marché, attirant ainsi les clients soucieux de la qualité des produits qu'ils vont acheter.

Les tests, essais, simulations et expérimentations jouent un rôle essentiel dans la validation, la certification et l'amélioration continue des produits dans le secteur des TEI. Ils offrent une valeur ajoutée en termes de sécurité, de performance, d'innovation, de réputation et d'accès aux marchés, contribuant ainsi au succès des entreprises québécoises et à l'avancement des technologies qu'elles développent.

## B. Cadre réglementaire et normatif entourant les tests, essais, simulations et expérimentations

### En résumé

Le cadre réglementaire et normatif entourant les tests, essais, simulations et expérimentations au Canada et à l'international peut varier en fonction des secteurs, des industries spécifiques et des organismes impliqués. À titre de référence, ceux qui sont incontournables pour les TEI figurent dans la liste jointe en Annexe de ce rapport.

Par ailleurs, dans le cas des véhicules routiers, des systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) sont de plus en plus intégrés dans les voitures, les camions et les bus. Ces systèmes ont pour but de réduire les erreurs humaines qui conduisent à des accidents et impactent la sécurité routière.

Les systèmes ADAS fonctionnent de manière passive, lorsqu'ils alertent le conducteur d'une collision potentielle ou de manière active, en freinant d'urgence et/ou en dirigeant le véhicule. Dans tous les cas, l'objectif est le même : sauver des vies en prévenant des accidents.

Plusieurs organisations internationales ont régulièrement intégré de plus en plus de normes et de protocoles qui leur sont liés et rendent obligatoires les tests et réglementations automobiles en Europe, en Amérique du Nord et dans le monde entier.

En raison de la nature dynamique du développement des ADAS, les organismes de réglementation doivent constamment relever le défi de la mise à niveau de ces normes et protocoles. De ce fait, les régulateurs sont chargés de s'assurer que toute technologie intégrée dans les véhicules ne fait qu'améliorer la sécurité et ne présente pas de danger en soi.

Il est important de noter que les réglementations et les normes évoluent avec le temps en réponse aux avancées technologiques et aux besoins changeants de l'industrie et de la société. C'est pourquoi il est recommandé aux entreprises et aux acteurs du secteur des TEI québécois de rester informés sur les dernières évolutions pour s'assurer de la conformité réglementaire et normative de leurs produits au niveau mondial. La consultation du site web de ces différents organismes peut, à ce titre, se révéler très utile.

### 3. Principaux acteurs québécois impliqués dans les tests, essais, simulations et expérimentations pour les TEI

---

Nous sommes conscients qu'il existe de nombreux acteurs québécois impliqués dans les tests, essais, simulations et expérimentations pour les TEI au Québec, mais il ne nous est pas possible de les mentionner tous dans ce document. C'est pourquoi, pour les besoins de ce rapport, nous nous limiterons aux organisations citées dans l'introduction qui ont accepté de présenter leurs activités au cours d'une interview.

#### A. Siemens Digital Industries Software

[Siemens Digital Industries Software](#) est une entreprise mondiale qui propose des solutions logicielles et des services dans divers domaines de l'industrie, y compris la fabrication, l'ingénierie et l'automatisation.

Son rôle consiste à mettre à disposition des entreprises une plateforme technologique appelée [Xcelerator](#) pour les aider à aller vers la mobilité durable. Cette plateforme permet de créer, de façon numérique, ce qui se passe dans le monde réel. Pour y parvenir, la phase d'idéation comporte différentes solutions : mécanique, électronique, collaboration, applications, IOT, fabrication, simulation, etc.

Elle vise à créer un jumeau numérique qui va servir à des simulations, c'est-à-dire à la représentation virtuelle d'un objet ou d'un système qui couvre son cycle de vie à l'aide de logiciels. Ce jumeau numérique est mis à jour à partir de données temps réel captées depuis l'existant. On aboutit ainsi à un processus continu d'optimisation au niveau du procédé ou au niveau du produit.

Grâce à cette plateforme de simulation, il est possible de confirmer la performance d'un produit en cours de développement du point de vue mécanique, électronique, thermique, ce qui est très intéressant pour les tests physiques qui suivront.

Au Canada, Siemens Digital Industries Software est engagée dans plusieurs activités clés :

##### 1. Solutions logicielles industrielles

- Siemens Digital Industries Software propose une gamme complète de logiciels destinés à la conception, à la simulation, à la modélisation et à la gestion du cycle de vie des produits. Ses logiciels sont utilisés dans divers secteurs industriels au Canada, notamment l'automobile, l'aérospatiale, l'énergie et l'électronique.

## 2. Ingénierie et simulation

- L'entreprise fournit des outils de simulation avancés qui permettent aux entreprises canadiennes de modéliser et de simuler des processus, des produits et des systèmes. Ces outils aident à optimiser la conception, à réduire les coûts et à accélérer le développement de produits.

## 3. Transformation numérique

- Siemens Digital Industries Software aide les entreprises canadiennes à effectuer leur transition vers des opérations plus numériques et intelligentes. Cela peut inclure l'intégration de l'Internet des objets (IoT), de l'analyse de données et d'autres technologies pour améliorer l'efficacité opérationnelle.

## 4. Secteur automobile

- Au Canada, Siemens Digital Industries Software travaille avec des entreprises de l'industrie des TEI pour fournir des solutions de conception et de fabrication avancées. Cela peut inclure des outils de conception de produits, de simulation de fabrication et de gestion du cycle de vie des produits.

## 5. Secteur aérospatial

- Dans le secteur aérospatial, Siemens Digital Industries Software offre des solutions pour la conception et l'analyse de systèmes complexes, tels que les avions et les satellites. Ces solutions aident à garantir la qualité et la sécurité des produits aérospatiaux.

## 6. Secteur énergie

- Au Canada, l'entreprise soutient les acteurs du secteur de l'énergie avec des solutions logicielles pour la conception, la simulation et la gestion de systèmes de production d'énergie, y compris les énergies renouvelables.

## 7. Formation et support technique

- Siemens Digital Industries Software propose des programmes de formation et un support technique pour aider les entreprises canadiennes à tirer le meilleur parti de leurs solutions logicielles. Cela comprend la formation sur les logiciels, les meilleures pratiques et l'assistance technique.

Il faut noter que les activités spécifiques peuvent varier en fonction des besoins des clients et des évolutions du marché. Siemens Digital Industries Software s'efforce d'aider les entreprises canadiennes à innover, à améliorer leur productivité et à rester compétitives grâce à des solutions logicielles et technologiques avancées.

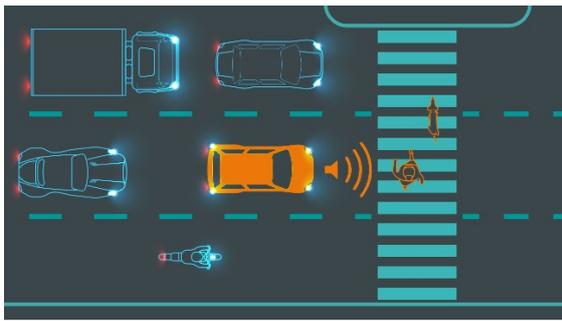
Réalité augmentée utilisant une image virtuelle pour aider à la compréhension d'un test physique



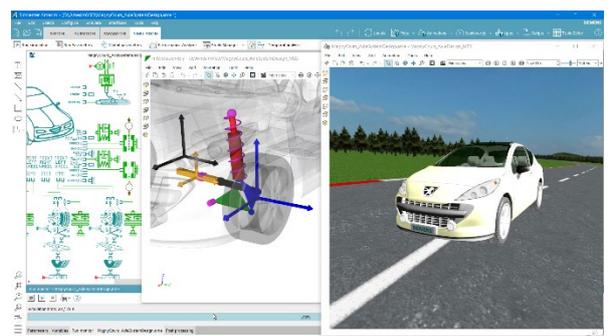
Banc d'essai pour valider les composants e-motor liés aux conditions réelles d'opération pour l'efficacité énergétique (HIL)



Image virtuelle du son d'un véhicule électrique comme précaution pour les piétons



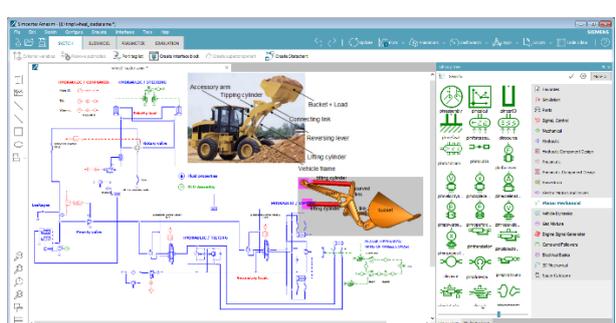
Outils de simulation de système minimisant les prototypes et confirmant la performance de conduite dynamique de véhicule de simulation Simcenter Amesim



Caméra sonore Simcenter destinée aux équipes d'ingénierie permettant une localisation précise des sources sonores



Outils de simulation de système minimisant les prototypes et confirmant la performance virtuelle d'une architecture de véhicule



Crédits photos : Siemens Digital Industries Software

## B. PMG Technologies

[PMG Technologies](#) est une entreprise canadienne spécialisée dans les essais et la validation de technologies liées à l'automobile et à la mobilité. Son expertise porte sur la certification des véhicules automobiles pour les États-Unis et le Canada, sur toutes les normes de sécurité et réglementations industrielles et autres en rapport avec des véhicules terrestres.

Elle réalise également des essais en R&D environnementaux et des tests de collisions routières. A ce titre, elle opère et gère le Centre d'essais pour véhicules de [Transports Canada](#) depuis plus de 25 ans. En tant que centre d'essais, elle dispose de plusieurs installations telles que 25 km de pistes d'essais, une aire de collisions, 2 catapultes (l'une d'accélération et l'autre de décélération), une famille de mannequins, un grand laboratoire et deux chambres environnementales dont l'une peut recevoir un autocar.

Ses 3 mandats portent sur :

- La vérification de la conformité des véhicules aux normes de sécurité routière (essais NSVAC)
- La réalisation d'essais de recherche pour innover dans les normes de sécurité routière
- L'ouverture du centre d'essais à l'industrie privée soit par la location des installations ou services d'essais.

Elle réalise différents types de tests : tests physiques (de conformité, de certification et de recherche), tests sur tout ou partie des véhicules (tests de collision, ancrage du siège, capteurs), tests de stabilité dynamique, tests automatisés, tests en chambres climatiques, etc. Les tests de conformité sont réalisés et visent la vérification de l'application des normes de sécurité des véhicules.

Des procédures d'essais sont appliquées à cet effet et les données acquises permettent de valider comment la technologie fonctionne. Les résultats sont alors consignés dans un rapport d'analyse en fonction des demandes clients (entreprises privées et Gouvernement).

PMG Technologies réalise également des tests pour des tiers issus du secteur incluant la certification. En ce sens, des améliorations de fonctionnement pourraient être apportées pour ce qui concerne les nouvelles technologies pour lesquelles des normes ne sont pas encore applicables (cas des véhicules autonomes) de façon à standardiser les approches touchant à la sécurité.

En résumé, les activités de PMG Technologies au Canada sont les suivantes :

### 1. Essais et validation

- PMG Technologies propose des services d'essais et de validation pour les véhicules et les composants automobiles. Cela inclut les essais de sécurité, les essais de performance, les essais environnementaux et plus encore.

### 2. Laboratoires et équipements

- PMG Technologies dispose de laboratoires et d'équipements spécialisés pour mener des essais. Ils peuvent effectuer des essais de collision, des essais de bruit sur piste, des essais de durabilité, etc.

### 3. Soutien à l'industrie automobile

- L'entreprise travaille en étroite collaboration avec l'industrie automobile pour aider les fabricants de véhicules et les fournisseurs de composants à développer et à valider leurs produits.

### 4. Innovation et Recherche

- PMG Technologies participe à des projets de recherche et d'innovation visant à améliorer la sécurité, la performance et l'efficacité des véhicules. Cela peut inclure des projets liés à la mobilité électrique, à la conduite autonome, etc.

### 5. Certification aux normes

- L'entreprise aide les fabricants de véhicules à se conformer aux normes de sécurité et de performance en effectuant des tests conformément aux réglementations en vigueur.

En tant qu'entreprise spécialisée dans les essais automobiles, PMG Technologies joue un rôle crucial dans le développement et la validation des nouvelles technologies de mobilité au Canada. Ses services contribuent à garantir la sécurité et la performance des véhicules, ainsi qu'à stimuler l'innovation dans le secteur de l'automobile.

Chambre environnementale



Essai de collision



Instrumentation ADAS



Essai sur surface à basse adhérence (jennite)



Vue aérienne des pistes



Crédits photos : PMG Technologies

## C. CS Group Canada

CS Group Canada est la filiale canadienne du groupe CS, une entreprise française, spécialisée dans les systèmes embarqués critiques, la cybersécurité, les solutions de communication et les services de support. Elle compte 180 employés en Amérique de Nord répartis sur Montréal et les États-Unis.

En matière de certification, elle accompagne ses clients sur tout ou partie des processus à réaliser. Pour ce faire, une analyse préalable et une formation sur les standards appliqués par CS Group Canada sont réalisées. Après quoi, elle contribue à la mise en place des processus nécessaires pour aboutir à la certification. Dans certains cas, elle peut aussi aller jusqu'à produire les documents nécessaires pour le compte de ses clients, à les déposer auprès des autorités de certification et même apporter son aide à la commercialisation.

Elle réalise, à ce titre, des tests et des simulations pour la validation et la certification dans le secteur automobile uniquement, majoritairement pour le software et pour les véhicules autonomes. Un banc de tests a été créé avec le hardware pour les TPE et les PME, à cet effet. En engageant des tests et des simulations, il est impossible de dire combien de temps cela va prendre ni combien cela va coûter a priori du fait d'un manque d'expérience en la matière.

S'agissant de software, les corrections à apporter ne peuvent être faites par CS Group Canada que si le contrat passé avec le client le stipule expressément. La plupart du temps, elle suggère les corrections à mettre en œuvre et le client s'en charge.

Pour autant, l'application des normes n'étant pas obligatoire, ce n'est qu'au moment de l'intégration avec le hardware du client final que ces tests et simulations sont réalisés. Pour les TPE, cette nouvelle approche nécessite une remise à plat de tous leurs processus amont qui ne sont souvent pas documentés et du fait d'un turnover du personnel important, les connaissances sont perdues. Qui plus est, en cas d'accident, leur responsabilité se trouve engagée.

Concernant le cycle de vie des produits testés, CS Group Canada intervient sur des produits existants déjà dans le cadre de leur certification et apporte également son expertise pour écrire des standards ou des process concernant les projets.

Elle considère que les tests et simulations sont devenus un passage obligé car il s'agit désormais d'une exigence du marché. Il est dommage que les entreprises québécoises ne s'impliquent pas davantage. Pour y parvenir, il faudrait que cette industrie prenne conscience de l'importance de la qualité à apporter à ses produits d'un bout à l'autre de la chaîne, et ce, depuis leur conception. C'est un enjeu majeur qui, s'il n'est pas pris en compte, conduit à des coûts induits par les boucles de rétrofit et à des risques d'accident engageant la responsabilité et la réputation de l'entreprise responsable.

Les gouvernements canadien et québécois devraient rendre l'application des normes et la certification obligatoires et intégrer cette obligation dans les critères de sélection des projets de R&D auxquels ils apportent des financements. L'utilisateur final est déjà convaincu de cette nécessité.

En résumé, parmi les activités de CS Group au Canada, on peut citer :

### 1. Systèmes critiques

- CS Group Canada propose des solutions pour la conception, le développement et la maintenance de systèmes critiques dans des secteurs tels que l'aérospatiale, la défense, l'énergie et les transports.

### 2. Cybersécurité

- L'entreprise offre des services de cybersécurité pour aider les organisations à protéger leurs systèmes, leurs données et leurs infrastructures critiques contre les menaces cybernétiques.

### 3. Solutions de communication

- CS Group Canada développe des solutions de communication avancées pour les secteurs publics et privés. Cela peut inclure des systèmes de communication sécurisés et des solutions de gestion de l'information.

### 4. Services de support

- L'entreprise fournit des services de support technique et de maintenance pour les systèmes critiques et les infrastructures complexes.

### 5. Systèmes intelligents et connectés

- CS Group Canada participe au développement de systèmes intelligents et connectés dans le cadre de la transformation numérique et de l'Internet des objets (IoT).

### 6. Innovation et Recherche

- L'entreprise peut être impliquée dans des projets de recherche et d'innovation visant à développer de nouvelles technologies et solutions dans le domaine des systèmes critiques et de la cybersécurité.

### 7. Gouvernement et secteur public

- CS Group Canada travaille en étroite collaboration avec les agences gouvernementales et les organisations du secteur public pour fournir des solutions technologiques et des services de conseil.

### 8. Partenariats industriels

- L'entreprise peut établir des partenariats avec d'autres acteurs de l'industrie pour développer des solutions conjointes dans des domaines tels que la cybersécurité, les systèmes critiques, etc.

En tant que filiale d'une entreprise internationale, CS Group Canada joue un rôle clé dans la fourniture de solutions technologiques avancées pour les secteurs critiques au Canada. Ses activités visent à renforcer la sécurité, la

performance et l'efficacité des systèmes et des infrastructures essentiels, tout en contribuant à l'innovation et à la transformation numérique.

<p><b>Banc de tests</b></p> 	<p><b>ISO 21434 – ISO 26262</b></p> 
---	--

**CS Scan – Consumer Journey**



Crédits photos : CS Group Canada

## D. OPAL-RT

**OPAL-RT Technologies** est une entreprise canadienne fondée à Montréal en 1997 qui compte plus de 400 employés. Elle est spécialisée dans les solutions de simulation en temps réel pour les systèmes électriques et électroniques dans les domaines de l'automobile, de l'électrification des transports, de l'aéronautique et de l'intégration des énergies renouvelables. Elle compte 9 bureaux implantés à travers le monde. Elle compte plus de 800 clients dont des entreprises classées Fortune 500, des startups, des laboratoires de

recherche et des instituts universitaires. Ses activités au Canada sont les suivantes :

### 1. Simulation en temps réel (Hardware-In-the-Loop)

- OPAL-RT Canada développe des solutions logicielles et matérielles pour la simulation en temps réel de systèmes électriques et électroniques complexes. Cela inclut les domaines tels que la transmission d'énergie, la distribution, les réseaux intelligents, l'énergie renouvelable, etc.

Ses systèmes de simulation accompagnent le développement des produits à travers tout leur cycle de vie, depuis le design jusqu'aux tests des contrôleurs et des logiciels embarqués. Ils permettent ainsi d'optimiser les essais et les tests jusqu'aux essais physiques, ce qui diminue le temps à y consacrer, permet de trouver les bugs pour les corriger et d'améliorer le contrôle des différents sous-systèmes.

Pour l'automobile, ses solutions concernent principalement les systèmes de propulsion électrique, les bancs de tests pour batteries au niveau des BMS (acronyme anglais pour Battery Management System), l'électronique de puissance et des systèmes intelligents d'aide à la conduite.

### 2. Matériel et logiciel

- L'entreprise fournit des plateformes matérielles et logicielles spécialisées qui permettent aux ingénieurs de modéliser, de simuler et de tester des systèmes électriques et électroniques dans un environnement virtuel en temps réel.

### 3. Systèmes électriques

- OPAL-RT se concentre sur les systèmes électriques et énergétiques, offrant des solutions pour simuler et tester la stabilité, la qualité de l'énergie, les réseaux de distribution, les micro-réseaux, les systèmes de stockage d'énergie, etc.

### 4. Énergie renouvelable

- L'entreprise peut simuler des systèmes d'énergie renouvelable tels que les parcs éoliens, les centrales solaires et les systèmes de stockage.

### 5. Formation et sensibilisation

- OPAL-RT propose des programmes de formation pour aider les ingénieurs à utiliser efficacement leurs solutions de simulation en temps réel et à comprendre les défis liés aux systèmes électriques.

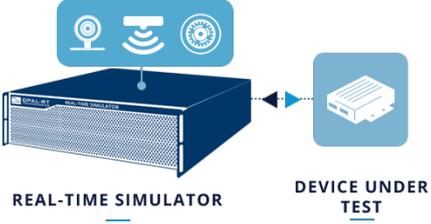
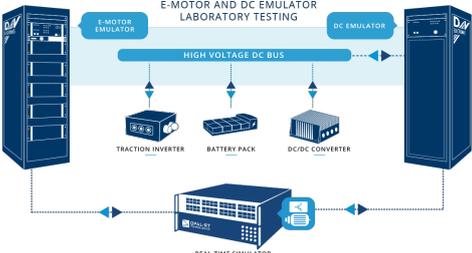
### 6. Secteurs industriels

- Les solutions d'OPAL-RT peuvent être appliquées dans une variété de secteurs industriels, y compris l'énergie, l'aérospatiale, l'automobile, la défense, etc.

## 7. Recherche et Développement

- L'entreprise peut être impliquée dans des projets de recherche et développement visant à développer de nouvelles méthodologies de simulation en temps réel et à innover dans le domaine des systèmes électriques.

En tant qu'entreprise spécialisée dans la simulation en temps réel pour les systèmes électriques et électroniques, OPAL-RT Canada contribue à aider les entreprises et les organisations à concevoir, tester et valider leurs systèmes complexes. Ses solutions jouent un rôle crucial dans la mise au point de nouvelles technologies énergétiques, dans l'amélioration de la fiabilité des systèmes électriques et dans la promotion de l'efficacité énergétique.

<p><i>Banc de test BMS</i></p> 	<p><i>Laboratoire de recherche</i></p> 
<p><i>Plateforme de simulation temps réel</i></p> 	<p><i>Fabriqué au Canada</i></p> 
<p><i>Simulation temps réel</i></p> 	<p><i>Simulation moteur</i></p> 

Crédits photos : OPAL-RT

## E. IVÉO

IVÉO est un organisme sans but lucratif canadien qui accompagne un réseau de villes petites et moyennes souhaitant devenir des territoires intelligents et durables. Il les aide à mettre en place des expérimentations et des projets pilotes pour lesquels le terrain de jeu est le milieu municipal.

L'expérimentation donne lieu à un codéveloppement, le produit testé étant en état de maturité, mais susceptible d'évoluer encore grâce au retour du terrain à l'issue de l'expérimentation. A ce titre, on peut parler d'un véritable benchmark qui peut amener des changements de comportements, d'habitudes et même de réglementations.

A ce jour, de nombreux projets ont déjà vu le jour parmi lesquels les navettes autonomes, les feux de circulation/STI, l'application récompensant la mobilité durable à Sherbrooke, la plateforme de partage de véhicules, les véhicules électriques spécialisés et les bornes de recharge.

En termes de méthodologie, la démarche a plutôt été empirique au début avec un montage de projets moins formalisé, mais au fil du temps, la préparation d'un protocole d'expérimentation s'est avérée nécessaire, intégrant une convention et des objectifs clairement définis, pour obtenir les financements nécessaires.

Le montage d'une expérimentation (1<sup>ère</sup> étape), puis de projets pilotes dans plusieurs villes est assez long à réaliser du fait du nombre de parties prenantes intervenant, s'agissant d'un projet collaboratif. L'alignement par rapport aux vrais enjeux des parties prenantes est un impératif absolu. Le périmètre doit également être déterminé de même que la durée dévolue à l'expérimentation ou au projet pilote (la plupart du temps entre 6 et 12 mois pour tenir compte des conditions météo). Enfin, son financement doit être trouvé pour pouvoir le lancer. Il provient souvent de programmes de financement ou d'investissements consentis par les partenaires.

Le milieu académique y est rarement associé du fait du niveau de maturité du produit ou de la solution expérimenté(e). Cela pourrait néanmoins s'envisager comme une piste d'amélioration du processus jusque-là déroulé.

Des enquêtes qualitatives et quantitatives sont également engagées et des mesures d'impact permettent d'évaluer le coût, l'incidence environnementale et les répercussions sur d'autres enjeux associés au déploiement de la solution. La mise à l'échelle et le transfert de connaissances s'avèrent, en effet, essentiels.

IVÉO reste neutre dans le « *feedback* » des résultats obtenus. La responsabilité en revient aux parties prenantes engagées dans l'expérimentation, la communication étant un sujet important. Tout ce qui est appris grâce à ces projets et expérimentations est ainsi largement partagé au sein de cette communauté d'intérêt de façon à en accélérer le déploiement.

Aujourd'hui, IVÉO compte 60 villes membres parmi lesquelles 10 ont obtenu le label « Laboratoire urbain ». Une [bibliothèque de projets inspirants](#) est accessible sur son site web qui couvrent des domaines très variés allant au-delà de la seule mobilité afin d'inciter d'autres villes à se lancer.

La stratégie gouvernementale en matière d'expérimentations ou de projets pilotes constitue indéniablement un facteur d'attraction et de rayonnement international pour le Québec. L'approche réseau et l'apprentissage collectif représentent les points forts de la démarche adoptée : ils permettent en outre de développer la culture d'innovation et de la partager à l'occasion d'événements internationaux tels que le SIIViM 2023 à Nevers.

Les objectifs poursuivis par IVÉO concernant l'optimisation des opérations de ces villes, la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre et l'amélioration des services qu'elles apportent aux citoyens sont en ce sens remplis.

Ces principaux axes d'intervention au Canada visent à :

### 1. Apporter une réponse aux enjeux des villes

- IVÉO agit comme un bureau de ville intelligente externalisé et mutualisé entre ses villes partenaires pour répondre aux problématiques de chacune de ses villes membres. Pour ce faire, il interagit avec l'ensemble des services de la ville pour identifier et comprendre les besoins touchant l'optimisation des opérations de la municipalité, la réduction de l'empreinte écologique et l'amélioration de la qualité de vie des citoyens. Après une étape de qualification des différentes technologies disponibles, IVÉO est à même de proposer à la ville la meilleure solution pour répondre aux enjeux identifiés et envisager le montage d'un projet pilote.

### 2. Contribuer au déploiement de villes plus durables

- Le rôle d'IVÉO consiste à identifier les meilleures solutions qui répondent aux enjeux municipaux dans les domaines de la mobilité durable, de la gestion durable de l'eau, de l'efficacité énergétique et de la cybersécurité. Les technologies innovantes proposées peuvent être regroupées dans 4 thématiques phares :
  - Baisse des coûts d'opération de la ville
  - Réduction de l'empreinte environnementale
  - Lutte contre la pénurie de main-d'œuvre
  - Amélioration des services aux citoyens

### 3. Qualifier les solutions les meilleures et les plus adéquates

- IVÉO a développé des outils permettant de qualifier les innovations répondant au mieux aux contextes de chaque projet. Positionné au cœur de l'écosystème d'innovation du Québec et avec plusieurs partenariats internationaux, IVÉO développe son expertise sectorielle et sa connaissance des dernières solutions développées par les entreprises.

### 4. Monter des expérimentations et des projets pilotes

- Cette approche est idéale pour les petites et moyennes municipalités. Elles peuvent ainsi mieux appréhender des projets innovants et assurer une bonne adéquation des nouvelles technologies avec leurs besoins avant de décider de les déployer sur leur territoire. Pour les entreprises, ces expérimentations leur permettent de peaufiner leurs développements technologiques sur un « terrain de jeu réel », de valider les besoins du marché et d'obtenir une première référence démontrant la crédibilité de leurs solutions. Les projets pilotes viennent ensuite.

### 5. Partager et transférer des connaissances

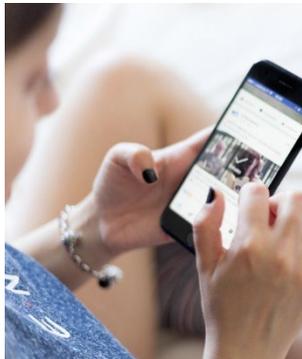
- Ces petites et moyennes municipalités constituent une communauté d'intérêt soucieuse de déployer des projets d'innovation, mais également de partager ce

qu'elles ont appris de chaque projet avec d'autres villes partenaires. Ce partage d'expérience profite ainsi à toutes et permet d'accélérer le déploiement de solutions qui ont fait leur preuve sur leurs différents territoires.

## 6. Accélérer la croissance des entreprises

- IVÉO est un organisme soutenu par le programme d'accompagnement « Startup Québec » qui propose 6 différents services en fonction du degré de maturité et des besoins des entreprises. Il joue un rôle d'accélérateur auprès des entreprises innovantes en créant un pont entre les besoins des villes membres et ces entreprises innovantes. Ce faisant, il permet d'accélérer la phase de validation du marché, la commercialisation de nouvelles solutions, y compris à l'international, et la croissance de ces entreprises.

*Application de récompense de la mobilité durable*



*Détection automatique de nids de poule*



*Livraison décarbonée du dernier kilomètre*



*Partage des actifs de mobilité pour les rendre disponibles aux citoyens*



Navette autonome



Partage des espaces de stationnement inoccupés pendant la journée



Crédits photos : IVÉO

## En résumé

Tous ces organismes se positionnent comme des partenaires stratégiques dans les tests, essais, simulations et expérimentations pour l'industrie des TEI québécoise. Leur expertise avancée, leur engagement envers l'innovation et leur impact sur la mobilité durable font d'eux des acteurs privilégiés pour mener le Québec et son écosystème jusqu'à la validation et à la certification de nouveaux produits plus intelligents, plus verts et plus performants à destination du marché mondial.

## 4. Retour d'expérience de 2 industriels québécois

---

### A. Ingenext

Ingenext est une jeune entreprise industrielle canadienne spécialisée, chef de file dans la réutilisation de composants de véhicules électriques, dont principalement les batteries. Fondée sur une expertise solide en électronique automobile, elle conçoit et développe des solutions comme des trousse de conversion électrique et des unités autonomes d'énergie.

Fortement engagée dans l'économie circulaire, elle réutilise dans ses solutions la plupart des éléments provenant de véhicules électriques usagés afin de leur donner une 2<sup>e</sup>, voire une 3<sup>e</sup> vie. Elle fabrique également des modules pour augmenter la puissance des Tesla, dans le cadre d'une activité d'ingénierie B2C.

Concernant les tests sur ses produits, ils sont, en règle générale, réalisés en interne pour privilégier une méthode agile. Cependant, s'ils nécessitent de recourir à des équipements ou à des logiciels dispendieux, Ingenext fait appel à l'[Institut du Véhicule Innovant](#). Ces tests concernent la validation technique pour le concept général du produit et sont reconduits à chaque étape de son processus de développement.

Les employés d'Ingenext jouent souvent le rôle d'utilisateurs finaux en testant les nouveaux produits de leur entreprise sur leur propre véhicule. Ce cercle peut être élargi à certains clients avec qui Ingenext a développé des relations privilégiées. Le « *feedback* » utilisateur dans le cadre d'une opération subventionnée apporte une vraie valeur à ces tests.

En cas de changement de composant dans un produit, les objectifs poursuivis par Ingenext sont : le démarquage par la nouveauté tout en marchant avec les besoins du marché afin de maintenir son positionnement sur le marché des TEI et le niveau de prix pratiqué pour rester concurrentiel.

Ingenext pratique une culture de l'innovation forte et la place laissée à l'échec est acceptée. Les décisions de continuer ou d'arrêter un produit sont prises par les équipes internes impliquées, surtout quand les incertitudes sont trop importantes. Elles peuvent alors conduire à un nouveau développement.

Ingenext regrette qu'il n'y ait pas beaucoup de standards applicables et d'aide gouvernementale pour les batteries issues de la réutilisation et pense que le Québec doit les préparer pour être précurseur.

Ce faisant, Ingenext façonne l'avenir de la mobilité électrique en repoussant les limites de la technologie et en offrant des solutions novatrices qui répondent aux besoins en constante évolution de l'industrie automobile.

#### 1. Ses domaines d'expertise

- **Gestion des batteries** : Elle développe des contrôleurs de batteries pour pouvoir réutiliser celles des manufacturiers automobiles comme Tesla, Chevrolet, etc.
- **Gestion des moteurs** : Elle développe des contrôleurs de moteurs afin de réutiliser ceux des manufacturiers automobiles comme Tesla, Chevrolet, etc.
- **Intégration des systèmes** : Ses solutions sont intégrées à différents types de véhicules pour les convertir à l'électrique et à des génératrices pour diminuer la consommation de carburant.

## 2. Ses avantages clés

- **Performance améliorée** : Ses technologies permettent de convertir des véhicules à essence à l'électrique, rehaussant leur performance, leur fiabilité et leur impact environnemental
- **Efficacité accrue** : Ses produits contribuent à maximiser l'efficacité énergétique, en permettant entre autres de diminuer jusqu'à 70 % l'utilisation de génératrice à essence
- **Innovation technologique** : Ingenext reste à la pointe de l'innovation en développant des solutions novatrices qui répondent aux défis de l'électrification des transports et à la décarbonation
- **Expérience utilisateur améliorée** : Les technologies qu'elle développe offrent une grande fiabilité et ont un impact non négligeable sur le bruit et les émissions de GES
- **Engagement envers la durabilité** : En tant qu'acteur de la mobilité électrique, Ingenext s'engage à promouvoir la durabilité environnementale en favorisant la réutilisation des composants de véhicules électriques pour décarboner le Canada
- **Partenariats et collaborations** : Ingenext collabore étroitement avec des partenaires de l'industrie automobile, des fabricants de véhicules, des chercheurs et des passionnés de technologie pour développer des solutions qui répondent aux besoins réels du marché.

Ingenext se présente comme un moteur d'innovation dans le secteur en pleine croissance des véhicules électriques et hybrides. Fortement impliquée dans la qualité, l'innovation et la durabilité, il entend devenir un acteur incontournable pour façonner l'avenir de la mobilité électrique.

Réutilisation de batteries de différents  
manufacturiers automobiles



Stockage de pièces usagées de véhicules  
électriques en vue de leur réutilisation et de la  
vente



Tracteurs à bagages convertis convertis à  
l'électrique avec des composants de Chevrolet  
Bolt (plus d'une vingtaine de ces véhicules sont  
déjà en fonction à l'aéroport international  
Montréal-Trudeau)



Cyber-batterie composée d'une batterie de  
Tesla Model 3 installée à la SÉPAQ permettant  
de diminuer jusqu'à 70 % l'utilisation de leur  
génératrice et de réduire significativement leurs  
émissions de GES



Crédits photos : Ingenext

## B. Letenda

Fondée au cœur du paysage industriel québécois, Letenda s'impose comme un acteur majeur dans le domaine de l'ingénierie et de la fabrication de services urbains (transports publics, navettes aéroportuaires et universitaires, adaptation des véhicules pour une meilleure accessibilité) et escompte obtenir la certification de son premier véhicule de livraison en 2025. Elle met l'accent sur l'amélioration du transport durable avec des véhicules électriques de nouvelle génération.

L'entreprise s'articule autour de principes fondamentaux tels que l'intégrité, la qualité et un engagement constant envers l'excellence opérationnelle. Pour y parvenir, elle réalise des maquettages et des prototypes et travaille sur l'ergonomie du poste de conduite. Des essais sur piste fermée sont également réalisés pour la partie technique selon un protocole prédéfini, puis un démonstrateur fonctionnel et technique est testé par des clients à des fins de validation du produit. Les résultats consignés étape par étape sont alors intégrés.

Vient alors la phase d'homologation au Canada d'abord, puis aux États-Unis qui constituent ses principaux marchés. En matière de concurrence, Letenda pense être sur le bon chemin du fait de ses arguments de vente et de son positionnement de valeur par rapport aux besoins exprimés par ses clients en B2B.

En termes d'amélioration, Letenda propose l'établissement de mécanismes pour favoriser des démonstrations d'envergure qui incluent la prise de risques partagée clients / fournisseurs.

Les caractéristiques de cette entreprise concernent :

## 1. Ses domaines d'expertise

- **Ingénierie avancée** : Des solutions technologiques robustes et adaptées aux spécificités de chaque projet grâce à une équipe d'ingénieurs chevronnés.
- **Fabrication précise** : Des installations équipées pour assurer une production précise et conforme aux normes les plus élevées.
- **Services de maintenance** : Programmes de maintenance préventive pour garantir la fiabilité à long terme des produits.
- **Automatisation et contrôle** : Conception et mise en œuvre de systèmes d'automatisation sophistiqués pour optimiser les opérations.
- **Contrôle qualité rigoureux** : Suivi de protocoles stricts de contrôle qualité pour garantir des produits conformes aux normes industrielles.
- **Durabilité et responsabilité** : Intégration de pratiques durables dans tous les processus, de la conception à la livraison.
- **Collaboration transparente** : Une approche axée sur une collaboration transparente avec les clients, favorisant la compréhension mutuelle et des résultats optimaux.

## 2. Ses avantages clés

- **Expertise polyvalente** : Une vaste expérience et une expertise étendue couvrant plusieurs secteurs industriels.
- **Solutions sur mesure** : Capacité à concevoir des solutions techniques adaptées aux besoins spécifiques de chaque projet.
- **Qualité supérieure** : Engagement envers des normes de contrôle qualité rigoureuses assurant la production de produits de la plus haute qualité.
- **Durabilité environnementale** : Intégration de pratiques durables pour minimiser l'impact environnemental.
- **Innovation continue** : Une culture d'innovation constante pour rester à la pointe des avancées technologiques.
- **Réactivité et fiabilité** : Capacité à répondre rapidement aux besoins des clients tout en garantissant une fiabilité opérationnelle.
- **Compétence technique** : Une équipe talentueuse d'ingénieurs et de professionnels techniques chevronnés.
- **Approche axée sur le client** : Priorité à la satisfaction client avec une orientation proactive vers les besoins et les attentes.
- **Maintenance préventive** : Proposition de programmes de maintenance préventive pour prolonger la durée de vie opérationnelle des produits.

Bien plus qu'une entreprise industrielle, Letenda se positionne comme un partenaire stratégique au service des acteurs des TEI à la recherche de solutions techniques adaptées, d'une qualité inégalée et d'une collaboration transparente. Pour l'avenir, l'entreprise se déclare prête à relever les défis émergents et à contribuer positivement à l'évolution durable de l'industrie de la mobilité.

*Electrip, autobus à propulsion électrique*



*Transport adapté pour une meilleure accessibilité*



*Transport collectif, navette aéroportuaire ou universitaire*



*Crédits photos : Letenda*

## 5. Défis et avantages pour l'écosystème des TEI québécois

---

### A. Les défis à relever

Les tests, essais, simulations et expérimentations présentent plusieurs défis pour le Québec et son écosystème afin de devenir un leader mondial dans les TEI. Ces défis peuvent être observés à différents niveaux : provincial, fédéral et international.

#### Au Plan provincial

1. Infrastructure et collaboration : Mettre en place une infrastructure de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations plus systématique et de qualité, ainsi que la nécessité d'une collaboration plus étroite entre les entreprises, les universités et les institutions de recherche.

#### Nos recommandations

Investir dans des centres d'innovation et de test et renforcer ceux qui existent, faciliter la coopération entre les acteurs du secteur public et privé et encourager les partenariats de recherche avec les acteurs en pointe.

2. Réglementation : Gérer les défis liés à la réglementation et à l'obtention des permis pour les essais de véhicules autonomes et les technologies émergentes.

#### Nos recommandations

Travailler en synergie avec les gouvernements provinciaux et fédéral pour développer des cadres réglementaires clairs et flexibles, en s'inspirant des meilleures pratiques internationales.

#### Au Plan fédéral

1. Coordination interprovinciale : Assurer une coordination efficace entre les provinces canadiennes pour harmoniser les réglementations, les normes et les infrastructures de test.

#### Nos recommandations

Établir des groupes de travail interprovinciaux pour discuter des défis communs, partager les meilleures pratiques et élaborer des normes et des réglementations cohérentes.

2. Talents et main-d'œuvre : Faire face à la pénurie de talents dans les domaines de l'intelligence artificielle, de la cybersécurité et de l'ingénierie.

#### Nos recommandations

Investir dans la formation en collaboration avec les institutions académiques, encourager les programmes d'études spécialisés et attirer des experts internationaux.

### Au Plan international

1. Compétition mondiale : Faire face à la concurrence d'autres régions et pays (notamment les États-Unis même s'ils peuvent aussi être un partenaire) qui investissent énormément dans les transports intelligents.

#### Nos recommandations

Développer une stratégie de marketing et de promotion pour positionner le Québec comme un pôle d'innovation dans les TEI et collaborer avec d'autres leaders mondiaux pour des projets de recherche et de développement.

2. Normes internationales : S'assurer que les produits et les technologies développés au Québec sont conformes aux normes internationales pour garantir leur acceptation sur les marchés mondiaux.

#### Nos recommandations

Participer activement aux organismes de normalisation internationaux, influencer le développement de normes et s'assurer que les produits sont conformes dès le stade de la conception.

3. Protection des données et cybersécurité : Gérer les enjeux de protection des données et de cybersécurité liés aux TEI qui s'imposent au-delà des frontières nationales.

#### Nos recommandations

Collaborer avec d'autres pays et organisations internationales pour développer des normes de sécurité et des protocoles de partage de données sécurisés.

Pour devenir un leader mondial dans les TEI, le Québec doit relever ces défis de manière proactive et coordonnée. Cela nécessite une combinaison d'investissements, de partenariats, de réglementations intelligentes, de formation de talents et de collaborations internationales.

En suivant ces recommandations et en s'engageant à résoudre ces défis, le Québec peut réaliser sa vision de devenir un centre d'innovation et d'excellence dans les TEI mondialement reconnu et propulser ses industries émergentes au niveau international.

## B. Les avantages à en tirer

### En résumé

La réussite des tests, essais, simulations et expérimentations dans le contexte des TEI au Québec aura nécessairement un impact significatif sur la validation et la certification de ses nouveaux produits à l'échelle mondiale. Parmi les avantages escomptés, on peut citer les points suivants :

- 1. Crédibilité et confiance :** En établissant une infrastructure solide de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations, le Québec peut démontrer sa capacité à évaluer de manière précise et rigoureuse les performances, la sécurité et la conformité de ses nouveaux produits. Cela ne peut que renforcer la crédibilité et la confiance des organismes de certification et des partenaires internationaux dans les compétences techniques du Québec.
- 2. Normes internationales :** En développant des produits conformes aux normes internationales et en participant activement aux organismes de normalisation mondiaux, le Québec va faciliter la reconnaissance et l'acceptation de ses produits sur les marchés mondiaux. Les organismes de certification internationaux sont, en effet, plus enclins à approuver des produits qui répondent aux normes reconnues.
- 3. Collaboration internationale :** En collaborant avec d'autres leaders mondiaux dans le domaine des TEI, le Québec peut accéder à des réseaux d'experts et de partenaires internationaux. Cette collaboration va renforcer la validité des méthodologies de tests, d'essais, de simulations et d'expérimentations ainsi que des résultats obtenus, ce qui facilitera la certification et la validation à l'échelle mondiale.
- 4. Échange d'informations :** Le partage d'informations et de données provenant de tests, essais, simulations et expérimentations peut aider à développer une base de connaissances mondiale sur la performance et la sécurité des produits. Cela permet aux organismes de certification d'avoir une meilleure compréhension des produits et de prendre des décisions éclairées.
- 5. Avantages compétitifs :** Les produits qui auront été testés et validés avec succès au Québec auront un avantage concurrentiel sur le marché mondial. Les entreprises pourront, en effet, utiliser les résultats de tests, essais, simulations et expérimentations comme des preuves tangibles de la qualité de leurs produits, ce qui peut faciliter la certification dans d'autres pays.
- 6. Réduction des barrières à l'entrée :** Les produits qui auront déjà été certifiés au Québec pourront rencontrer moins d'obstacles lors de la certification dans d'autres régions ou pays. Les organismes de certification internationaux sont, en effet, plus enclins à accepter les évaluations et les données de tests provenant d'organisations réputées.

Pour toutes ces raisons, la mise en place d'un environnement favorable aux tests, essais, simulations et expérimentations dans les TEI au Québec ne peut que renforcer sa position en tant que contributeur crédible à la validation et à la certification de nouveaux produits au niveau mondial. Cela favorise une reconnaissance internationale, simplifie le processus de certification dans d'autres pays et renforce la compétitivité des produits québécois sur la scène mondiale.

## 6. Conclusion

---

L'évolution rapide des transports électriques et intelligents présente des opportunités passionnantes et des défis complexes à l'échelle locale, régionale et internationale. Au Québec, des acteurs clés tels que Siemens Digital Industries Software, PMG Technologies, CS Group Canada, OPAL-RT, IVÉO, Ingenext, Letenda et bien d'autres jouent un rôle essentiel dans la promotion de l'innovation, le développement de technologies de pointe et l'accompagnement d'un écosystème favorable à la croissance de l'industrie des TEI.

Les tests, essais, simulations et expérimentations sont des outils vitaux pour valider, certifier et améliorer la sécurité, les performances et l'efficacité des produits et des systèmes. Ces activités favorisent la conformité aux normes et aux réglementations, renforcent la confiance des consommateurs et ouvrent la voie à la reconnaissance mondiale des produits.

Pour que le Québec puisse devenir un leader mondial dans les transports électriques et intelligents, il est essentiel de développer des partenariats solides entre les acteurs industriels, les instituts de recherche, les gouvernements et les organismes de normalisation. Les recommandations visant à promouvoir la collaboration, à harmoniser les réglementations, à investir dans la formation et à faciliter l'accès aux marchés mondiaux joueront un rôle clé dans la réalisation de cet objectif ambitieux.

Alors que le monde continue de se diriger vers une mobilité plus durable, les efforts conjoints des entreprises, des gouvernements et des organisations de recherche au Québec contribueront non seulement à façonner l'avenir des TEI, mais aussi à positionner la Province comme un pôle d'innovation et d'excellence dans ce domaine en pleine croissance.

## 7. Remerciements

---

La rédaction de ce rapport par Danielle Gance, Présidente de [Diginove Consulting](#), a été rendue possible grâce à une étroite collaboration avec :

- Cédric Lalaizon, Directeur Innovation & Expérimentation de Propulsion Québec
- Benoît Balmana, PDG d'IVÉO et Philippe Bisson, Business Development Manager d'OPAL RT Technologies, tous deux Co-Présidents du Chantier Démonstration et expérimentation de Propulsion Québec
- Et les différentes organisations qui ont accepté d'être interviewées.



# ANNEXE – Liste des principaux organismes impliqués dans le cadre réglementaire et normatif des TEI

---

## 1. Transports Électriques et Intelligents

- [Transports Canada](#) : L'organisme fédéral, responsable des politiques et des programmes de transport au Canada, peut émettre des normes et des règlements liés à la sécurité similaires aux FMVSS des États-Unis, appelés NSVAC (Normes de Sécurité des Véhicules Automobiles du Canada) et à la performance des véhicules électriques et intelligents.
- [Réglementation provinciale](#) : Les provinces et les territoires peuvent également établir des règles spécifiques pour les transports électriques, notamment en ce qui concerne les permis d'essais pour les véhicules autonomes.
- [Société de l'assurance automobile du Québec \(SAAQ\)](#) : Au Québec, la SAAQ réglemente les essais de véhicules autonomes sur les routes publiques.

## 2. Énergie et Environnement

- [Ressources naturelles Canada](#) : Cet organisme fédéral peut émettre des normes et des réglementations liées à l'efficacité énergétique des véhicules électriques et à la gestion des émissions.
- [Provinces et territoires](#) : Les gouvernements provinciaux peuvent émettre des réglementations concernant l'infrastructure de recharge, les normes d'émission et d'autres aspects liés à la mobilité durable.

## 3. Normes Industrielles et Techniques

- [Standards Council of Canada \(SCC\)](#) : Le SCC coordonne le développement de normes nationales en collaboration avec des organisations de normalisation et des experts de divers domaines, y compris les transports et l'énergie.
- [Secteurs spécifiques](#) : Les industries spécifiques telles que l'automobile, l'aérospatiale et l'énergie peuvent avoir leurs propres normes et réglementations techniques pour les tests et les essais.

## 4. Universités et Instituts de Recherche

- [Les universités et les instituts de recherche](#) au Canada peuvent avoir leurs propres protocoles de recherche et de développement pour les tests, les essais, les simulations et les expérimentations. Ils doivent cependant se conformer aux lignes directrices éthiques et de sécurité.

## 5. Technologie et Télécommunications

- [L'Innovation, Sciences et Développement économique Canada \(ISED\)](#) émet des réglementations pour les équipements de radiocommunication et de

télécommunications utilisés dans les transports intelligents.

Ci-dessous sont listées les principales organisations impliquées dans la définition, le maintien et, dans certains cas, l'application de ces normes :

### 1. SAE international

- Les normes de [SAE International](#) sont utilisées par 120 000 membres dans le monde entier, dans les domaines de l'automobile et de l'aérospatiale. Elles n'ont pas d'autorité légale, mais elles sont souvent référencées et incorporées par la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) aux États-Unis, ainsi que par Transports Canada. Par exemple, la norme SAE J3016 qui définit les six niveaux d'automatisation pour les voitures a été adoptée par la NHTSA.

### 2. ISO 26262 ASIL

- L'[ISO](#) est l'organisation internationale de normalisation. Elle élabore et publie des normes internationales pour un large éventail de technologies, dont l'automobile notamment pour les transports intelligents. La norme ISO 26262 définit un système de classification des risques, également appelé « ASIL » (Automotive Safety Integrity Level) pour la sécurité de fonctionnement des véhicules routiers.

### 3. National Highway and Traffic Safety Administration (NHTSA)

- La [NHTSA](#) est un département du ministère américain des transports US DOT (Department Of Transportation). Sa mission consiste à : « Sauver des vies, prévenir les blessures, réduire les accidents liés aux véhicules ». Elle gère et fait appliquer les normes de sécurité liées à l'automobile, celles élaborées en interne de même que certaines normes externes de la SAE notamment. Elle est connue pour avoir inventé le mannequin d'essai de choc dans les années 1960. Elle autorise les constructeurs étrangers et nationaux à vendre leurs véhicules aux États-Unis et a le pouvoir de bloquer l'importation de véhicules qui ne répondent pas aux normes fédérales de sécurité des véhicules automobiles (FMVSS).

### 4. CEE-ONU

- [Commission économique pour l'Europe \(CEE-ONU\)](#) : Cette commission établit des réglementations mondiales pour les véhicules à propulsion électrique, les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) et les véhicules autonomes afin de favoriser l'harmonisation économique entre les nations. Elle a établi de nouvelles réglementations destinées à la sécurité des passagers :
  - Le système d'alerte de franchissement de ligne (LDWS)
  - Le système de retenue pour enfants (CRS)
  - Le système avancé de freinage d'urgence (AEBS)
- [Règlement n° 100 \(R100\)](#) : Il régit les tests de performance de sécurité des véhicules électriques, y compris les exigences pour les batteries et les systèmes électriques.

## 5. EURO NCAP

- [EURO NCAP](#) (The European New Car Assessment Programme) dispose d'un système d'évaluation à cinq étoiles qui classe la sécurité des véhicules au profit des consommateurs et des gestionnaires de parcs automobiles. Ils obtiennent ces résultats en effectuant des tests sur leurs propres terrains d'essai et sur des terrains accrédités.

## 6. JARI (Japon)

- Le [Japan Automobile Research Institute \(JARI\)](#) est une fondation dédiée à la recherche et aux essais automobiles. En 2003, le JARI a fusionné avec la Japan Electric Vehicle Association (JEVA) et l'Association of Electronic Technology for Automobile Traffic and Driving (AETATD).

## 7. CATARC (Chine)

- Le [China Automotive Technology and Research Center \(CATARC\)](#) est un institut de recherche scientifique. Créé en 1985 pour aider la Chine à gérer son industrie automobile, il fait désormais partie de la SASAC (State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council).

## 8. NTC (Australie)

- Le ministère de l'infrastructure, des transports, du développement régional et des communications du gouvernement australien ([NTC](#)) administre les règles de conception australiennes (ADR - Australian Design Rules) qui sont des normes nationales de sécurité des véhicules. Elles sont axées sur la protection du conducteur, les émissions, le freinage et bien plus encore.

## 9. IEC (Commission électrotechnique internationale)

- [L'IEC](#) élabore des normes pour les composants électriques et électroniques utilisés dans les transports intelligents, y compris les batteries, les systèmes de charge et les systèmes de gestion de l'énergie.

## 10. IEEE (Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens)

- [L'IEEE](#) établit des normes pour les technologies de transports intelligents, telles que les réseaux de communication sans fil et les systèmes de navigation.

## 11. UIT (Union internationale des télécommunications)

- [L'UIT](#) établit des normes mondiales pour les technologies de communication utilisées dans les transports intelligents, y compris la communication véhicule-à-infrastructure (V2I) et véhicule-à-véhicule (V2V).

## 12. Accords régionaux

- Des accords régionaux, tels que le [Règlement de Genève de 1958](#) sur la circulation routière, peuvent également influencer la réglementation mondiale des transports intelligents.

### 13. Organisations Industrielles

- Des organisations telles que le [World Economic Forum et l'Alliance for Telecommunications Industry Solutions \(ATIS\)](#) contribuent également à l'élaboration de lignes directrices et de cadres pour les transports intelligents.