



RAPPORT ANNUEL 2023

Mot de la présidente.....3

Mot de la directrice..... 4

À propos..... 5

**Berceau
pour véhicules
commerciaux
– Spectra Premium
Mobility Solutions..... 6**

**Développement
d'une famille d'onduleur
nouvelle génération
– Dana TM4..... 7**

**Développement
d'un système intégré
d'électronique
de puissance
E-berceau (IPEM)
– Centre Technologique
Dana Laval..... 9**

Conseil
d'administration..... 11

Les photographies sont
une gracieuseté de nos membres.
Reproduction interdite.

4 technologies développées

3 fondements :

*l'innovation technologique,
la mobilisation de l'industrie et
les retombées économiques pour le Québec*

3 ans de développement

8 PME mobilisées

2 universités mobilisées

27,96 M\$ d'envergure, dont :

13,98 M\$ de l'industrie

13,98 M\$ des fonds publics



Mot de la présidente

En raison des nombreux changements technologiques et climatiques; de la pénurie de main-d'œuvre; et des difficultés d'approvisionnement, de nouveaux enjeux émergent nécessitant une conversion de notre économie. Par ailleurs, le Québec favorise la création d'une économie durable, verte et prospère, l'électrification devenant l'un des leviers majeurs de développement économique et de création de richesse pour le Québec.

En mode collaboratif, le Centre technologique Dana Laval ULC et Dana TM4 élaborent un «berceau» générique adapté à tout type de véhicule commercial électrique. Le sous-assemblage est composé du berceau, d'un système d'électronique de puissance E-berceau ainsi que d'un onduleur à très haute densité de puissance. Cette technologie innovante valorise l'industrie québécoise du transport, tant par l'utilisation efficace de sa chaîne d'approvisionnement que par ses capacités d'innovation, et ouvre la voie vers un futur marqué par l'électrification de la mobilité.

Le gouvernement du Québec a choisi d'investir dans le secteur de la mobilité afin de soutenir la durabilité des transports québécois et permettre au Québec de devenir plus résilient en regard des changements climatiques. Ses initiatives comme son *Plan pour une économie verte 2030* ou sa *Stratégie québécoise de développement de la filière batterie* soutiennent ses efforts afin d'accélérer l'innovation et les investissements tout en améliorant notre bilan environnemental. Le projet mobilisateur *Fournisseurs innovants en mobilité électrique* (FINNOV) s'inscrit dans cette foulée. Il permettra au Québec de devenir un leader mondial en développement de composants de véhicules électriques.

En misant sur l'innovation et en appuyant l'écosystème du savoir-faire en recherche et en innovation, FINNOV contribuera à la réduction de gaz à effet de serre et renforcera le positionnement du Québec en matière d'électrification tout en nous permettant comme société de réduire notre empreinte environnementale.

Désirée Tremblay
Présidente de FINNOV



Mot de la directrice

La deuxième année de FINNOV a permis aux partenaires de consolider le projet, ainsi que d'assurer l'atteinte des objectifs posés. Parmi les avancées notables se retrouve la conception mécanique, électrique et architecturale de l'E-berceau (IPEM). Le projet a amorcé une phase de redéfinition, afin de s'adapter aux réalités internes et externes de son environnement et avoir un impact encore plus positif sur le marché. Les répercussions de la pandémie impliquent une pénurie de main-d'œuvre et une rareté des ressources qui ont poussé les partenaires à réajuster les échéanciers du projet.

Le projet mobilisateur est porté par Dana TM4 et Dana Laval ULC, tous deux soucieux de la mobilisation électrique et de l'E-mobilité durable. Ce projet hautement collaboratif possède des objectifs atteignables grâce au croisement des ressources des partenaires. La contribution des centres de recherches universitaires de l'École de technologie supérieure (ÉTS) et de l'Université de Laval est également précieuse au projet. Les avancées de cette année ont notamment été favorisées par l'apport de main-d'œuvre étudiante, avec deux stagiaires contribuant au projet dans l'équipe de Dana Laval.

Le projet FINNOV développe quatre technologies qui mobilisent déjà un total de huit PME. Nous tenons à remercier ces PME ainsi que tous les acteurs qui participent activement aux progrès découlant de FINNOV, telle la conception mécanique d'un E-berceau générique. Pour innover, le secteur de la mobilité a certes besoin de la collaboration d'un large éventail d'organisations. Les partenaires et collaborateurs de FINNOV œuvrent ensemble pour rendre nos environnements plus durables, tout en soutenant l'économie du Québec de demain.

Nos remerciements vont également au conseil d'administration de l'organisme, lequel s'est réuni à trois reprises au cours de la dernière année. Par ailleurs, une assemblée générale s'est tenue, et plusieurs réunions de travail et comités de gestion ont eu lieu cette dernière année. Nous remercions enfin le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie pour son appui financier nécessaire à la réalisation de nos activités.

Dominique Sauvé
Directrice de FINNOV



À propos

L'année 2022-2023 marque la deuxième année du projet mobilisateur *Fournisseurs innovants en mobilité électrique*, communément appelé FINNOV. Soutenu par le gouvernement du Québec, le projet s'inscrit dans une initiative d'innovation dans le secteur de la mobilité. Les trois partenaires à l'origine du projet veulent contribuer à la durabilité des transports et ont débuté FINNOV en 2021 dans cette perspective.

Le Centre technologique Dana Laval ULC et l'entreprise Dana TM4 collaborent afin de concevoir, d'assembler et de commercialiser un « berceau » générique pour les véhicules commerciaux. Cette collaboration découle naturellement de leur expertise respective dans le transport d'énergie et dans la fabrication d'onduleurs électriques.

Proposé sur une période de trois ans, le projet FINNOV représente un investissement total de 27,96 millions de dollars, dont 13,98 millions de dollars proviennent de l'industrie et 13,98 millions de dollars proviennent des fonds publics. Les partenaires industriels et la subvention du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie contribuent ainsi concrètement à la poursuite des objectifs du Québec en matière d'électrification des transports.

Ce soutien financier permet aux partenaires industriels de contribuer à l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement en développement au Québec. Aussi, cela permet de concevoir le berceau le plus adapté à différents types de véhicules, malgré la standardisation de son modèle.

Principaux objectifs

Les principaux objectifs du projet s'érigent autour de la conception d'un berceau typique adapté à un maximum de véhicules et qui ne nécessite pas de personnalisation spécifique pour chacun d'entre eux. Cette visée implique l'élaboration d'un onduleur de puissance permettant d'alimenter la batterie et donc le véhicule, et aussi l'ajout des composantes à ce berceau.

Le projet se déroule en plusieurs étapes :

- La conception d'un berceau (« Cradle ») générique et reconfigurable, qui intègre tous les sous-systèmes pour l'électrification d'un véhicule commercial;
- Le développement d'un système électronique de puissance E-berceau (IPEM) qui intègre plusieurs composantes dans un seul boîtier;
- Le développement d'une famille d'onduleur modulaire au carbure de silicium (SiC) à bas coût répondant aux normes de sécurité automobile;
- L'assemblage du berceau, de l'IPEM et de l'onduleur de TM4 dans un véhicule électrique commercial.

Le projet mobilisateur se trouve sous la gouverne d'un organisme sans but lucratif *Fournisseurs innovants en mobilité durable*. Il est administré par un conseil d'administration composé de quatre membres : deux partenaires industriels; un membre représentant la clientèle et les PME partenaires; ainsi qu'un membre représentant le secteur de la recherche au Québec. Le rôle de l'organisme est d'orchestrer la reddition de comptes et de veiller à ce que l'avancement des travaux respecte la convention de subvention et toute autre entente entourant le projet.

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la *Stratégie québécoise de développement de la filière batterie*, lancée par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie à l'automne 2020 et dont le deuxième volet consiste à produire des véhicules commerciaux électriques. FINNOV s'inscrit également dans les objectifs du *Plan pour une économie verte 2030* du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques qui vise à ce que le Québec recense 1,5 million de véhicules électriques en 2030.

Au total, 173 emplois sur dix ans seront créés par les partenaires de FINNOV. Par ailleurs, ces derniers anticipent une réduction des gaz à effet de serre de l'ordre de près de 1500 kilotonnes au Québec, toujours sur une période de dix ans, et plus de 20 000 kilotonnes d'équivalent de CO₂ mondialement.



Berceau pour véhicules commerciaux



Dans le cadre de FINNOV, Spectra mettait à profit son expertise dans l'électrification des transports et contribuait à l'innovation durable dans le secteur de la mobilité québécoise.



Avancements 2022-2023

L'entreprise devait intervenir aux étapes de la conception, de la fabrication et de la commercialisation du berceau générique et de l'E-berceau destinés aux véhicules commerciaux électriques de classe 4 à 8.

Spectra s'est retiré du projet FINNOV en cours d'année en raison d'un rachat en 2021 qui a engendré d'importantes restructurations et réévaluations internes. Très peu d'avancées ont donc eu lieu. Essentiellement, les travaux ont porté sur le développement du prototype, soit l'évaluation des requis et sur la rédaction concernant la caractérisation des produits en vue des spécifications d'ingénierie du berceau. Des concepts 3D ont été élaborés.



Bilan global

Les partenaires à l'origine de l'initiative, Dana Laval et Dana TM4, compensent par leurs efforts et sont toujours motivés par leurs objectifs initiaux malgré le retrait de Spectra. Ces obstacles hors du contrôle de FINNOV entraînent un retard des activités, mais 2023-2024 va permettre aux différents collaborateurs du projet mobilisateur d'atteindre les objectifs fixés.

Développement d'une famille d'onduleur nouvelle génération



Dana TM4 développe une troisième génération de produits d'onduleurs utilisant la technologie de carbure de silicium (SiC). Plusieurs nouveaux produits d'une même famille seront conçus dans le cadre de FINNOV.

En 2021-2022, trois catégories de produits ont été identifiées sur la feuille de route de la troisième génération. Ces catégories, associées à trois différents niveaux de courant de sortie du moteur, permettent de couvrir la majorité des applications pour les marchés visés de véhicules de passagers et commerciaux. Les différents onduleurs sont soit intégrés à un moteur ou à un essieu, ou développés en version détachée.

Un onduleur est une composante essentielle du système de traction d'une voiture hybride ou électrique. Il fait le lien entre la batterie haute tension et le moteur électrique, en transformant le courant continu stocké dans les cellules en un courant alternatif de forme spécifique permettant au moteur de fournir le couple demandé par le conducteur.



Avancements 2022-2023

Augmentation de la maturité technologique

Durant cette deuxième année, Dana TM4 a œuvré afin d'augmenter le niveau de maturité technologique de ses onduleurs de troisième génération.

Ce projet est l'un des plus ambitieux que Dana TM4 a entrepris. Il implique une centaine d'employés provenant de divers départements (électronique, mécanique, logiciel, essais et prototypage) et nécessite des dizaines de milliers d'heures de travail.

Les trois catégories de produits ont progressé, certains produits ayant gagné en niveau de maturité technologique plus que d'autres.

- Onduleur version indépendante : la conception des versions en maturité technologique prototype B a été complétée et des prototypes ont été assemblés;
- Onduleur en version double : la conception du schéma électrique a été terminée et les commandes des pièces de prototypes ont été effectuées;
- Onduleur en version intégré : la conception des versions de maturité échantillon C a été complétée et des prototypes ont été assemblés.

Conception des cartes électroniques

La réalisation majeure de cette année a été la conception des cartes électroniques de troisième génération qui ont été finalisées avec succès et intégrées dans les prototypes.

Au début de l'année 2022, des essais ont été effectués sur les produits ayant atteint un niveau de maturité technologique échantillon A et des écarts ont été décelés. Les correctifs nécessaires ont été intégrés aux versions subséquentes et ces prototypes atteignent les performances désirées. L'entreprise prévoit que les cibles de densité de puissance et de coûts de 100 kW/L et de 2,70 \$/kW seront atteintes.

Cependant, il y a un retard dans les essais de validation. Quelques essais ont débuté, mais la majorité de ces activités ont été repoussées en 2023-2024.

Des efforts considérables ont été faits pour établir les requis et incorporer les fonctions ASIL C pour les spécifications de sûretés de fonctionnement demandées par le marché.

La classification Automotive Safety Integrity Level (ASIL) permet d'identifier le niveau

de criticité potentiel d'une défaillance lors du fonctionnement d'un véhicule. Le niveau ASIL (A, B, C, D) est attribué selon trois facteurs : la sévérité, l'exposition et la contrôlabilité. La norme ISO26262 impose l'utilisation de certains outils de conception selon le niveau ASIL.

Un autre changement important est l'adoption de processus de conception logicielle conforme à ASPICE. En plus de développer de nouvelles fonctionnalités, l'équipe s'affaire à convertir les anciennes fonctionnalités afin de les rendre conformes à ASPICE. Cet effort prendra plusieurs années.

Automotive SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) est une norme internationale largement reconnue pour l'évaluation des processus de développement de logiciels dans l'industrie automobile.

Caractérisation des modules de puissance

Des travaux ont été entamés pour sélectionner et caractériser les modules de puissance. Une sélection a été faite et, en décembre 2022, une entente d'approvisionnement a été signée avec Semikron Danfoss¹ pour leur module eMPack® en carbure de silicium.

Les essais sur les onduleurs semblent démontrer que les onduleurs de troisième génération seront plus efficaces, moins gros et surtout moins chers que leurs prédécesseurs pour une puissance équivalente.

Mobilisation

Dans le cadre du projet, Dana TM4 dépassera la cible de mobilisation des PME. En effet, vu l'ampleur du projet qui dépassait les ressources humaines que Dana TM4 possédait, celle-ci a dû requérir à des fournisseurs et consultants spécialisés. Parmi les PME mobilisées se retrouvent CS Group Canada et JV Tech.

Aussi, des projets de recherche ont été entamés avec des universités. Un projet de recherche sur la modélisation des câbles avec l'ÉTS est dans sa deuxième année. De plus, un projet de recherche a débuté avec l'Université Concordia sur l'émulation de moteur pour le développement d'un banc d'essai *Power Hardware in the LOOP* (PHIL).

Dana TM4 participe aussi à la formation d'étudiants en électrification des transports. En 2023-2024, 9 stagiaires provenant d'universités différentes vont se joindre à l'équipe de Dana TM4.

Efforts pour la prochaine année

Durant la prochaine année, des mesures supplémentaires seront déployées afin de reprendre le retard sur les essais de validation. Par exemple, la conception des versions de production des différents produits pourra être faite en parallèle de la validation.

De plus, des travaux seront effectués pour préparer le produit à la production à grande échelle qui est prévue pour la déclinaison de la version intégrée.

Voici les activités prévues pour la prochaine période :

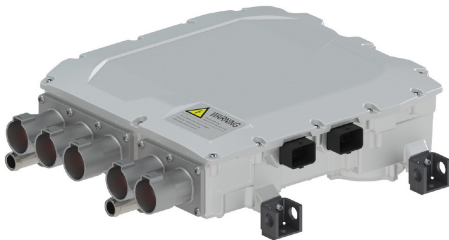
- Onduleurs versions indépendantes : compléter les essais de validation ;
- Onduleur en version double : compléter la conception et débiter les essais ;
- Onduleur en version intégré : compléter les essais de validation et préparer le produit à la production.

Finalement, les activités au niveau d'intégration des fonctions ISO26262 et la conversion à ASPICE se poursuivront.

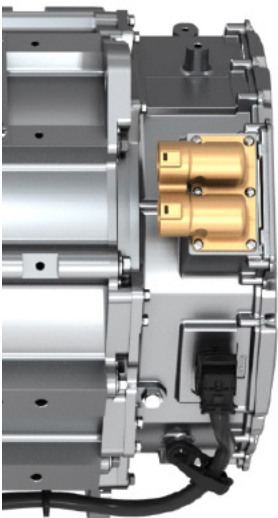
Bilan global

Durant cette deuxième année, le niveau de maturité des variantes a progressé. En effet, la variante intégrée est très avancée et s'approche de la version production. Cependant, il y a un retard généralisé sur les essais causé en grande partie par un manque de ressources humaines et une congestion des bancs d'essai.

Il est à noter que la rentabilité économique est très grande pour ce projet. Un contrat a déjà été confirmé et plusieurs autres déclinaisons d'onduleur qui ont été proposées en soumissions suscitent un très haut niveau d'intérêt auprès des clients. Il en découle une croissance des investissements à venir dans les ressources en ingénierie de Dana TM4. Il est probable qu'un effectif de 30 personnes additionnelles soit nécessaire durant l'année. D'autres investissements de plus de 10 M\$ sont aussi en évaluation. À ce rythme, Dana TM4 devra envisager d'agrandir ou de déménager d'ici deux ans!



Onduleur version détachée



Onduleur version intégrée à un moteur

¹ [Dana Secures Capacity for Silicon Carbide Semiconductors through Long-term Supply Agreement with Semikron Danfoss](#)



Développement d'un système intégré d'électronique de puissance E-berceau (IPEM)



Dana Laval développe un module d'électronique de puissance intégrée (E-berceau) (IPEM) qui incorpore trois fonctions importantes dans l'électrification d'un camion.

L'objectif de Dana Laval est de développer un produit à valeur ajoutée. L'entreprise cherche aussi à réduire ses coûts en mettant l'intégration et l'uniformité des composants au cœur de l'évolution de son produit. Ce produit va intégrer un chargeur, un convertisseur CC-CC et une boîte de jonction. Dana Laval travaille aussi à développer un berceau générique reconfigurable afin d'utiliser le même berceau en tout ou en partie dans tous ses projets d'électrification de camion. Avec le soutien de la subvention projet mobilisateur, l'entreprise cherche aussi à développer et à renforcer ses compétences en électrification et en validation de produit. Ce volet va lui permettre de parfaire ses capacités de tests par l'ajout d'équipement et d'améliorer son processus d'ingénierie.



Avancements 2022-2023

Documents d'ingénierie en soutien à la conception

Au cours de cette année, Dana Laval a rédigé, finalisé et approuvé différents documents de soutien à la conception notamment : le cahier des charges et de spécifications, l'architecture détaillée, les schémas électriques, la description fonctionnelle du système (SFD), les documents de description de la conception matérielle (HDD) et logicielle (SDD), l'architecture logicielle, le plan de validation du système (SVP) et les procédures de tests.

Tous ces documents ont permis d'établir une base solide afin de poursuivre la conception du produit.

Conception du IPEM et approvisionnement

À la suite de l'approbation des documents d'ingénierie de soutien à la conception, Dana Laval a terminé la conception mécanique, électrique, logicielle ainsi que les dessins pour la fabrication. L'ensemble des composants nécessaires ont été déterminés afin de débiter l'approvisionnement. L'intérêt marqué pour l'électrification des transports, la pandémie de COVID-19 et le manque de ressources ont prolongé considérablement le temps prévu pour cette étape. Bien que les composants difficiles à obtenir ont été commandés plusieurs mois à l'avance afin de minimiser les retards, plusieurs fournisseurs ont eu de la difficulté à respecter les délais. En raison du contexte mondial actuel, l'étape d'approvisionnement du matériel requis a été plus longue qu'anticipée et cela a entraîné un retard de l'échéancier prévu. Même la livraison des composants que l'on peut facilement obtenir habituellement a pris plus de temps.

Assemblage de deux prototypes

Trois ensembles de pièces ont été commandés. Ils regroupent un ensemble pour le prototype destiné au marché de l'Amérique du Nord qui se caractérise par une alimentation CA monophasée et une tension de 12 V au niveau de l'alimentation à basse tension. Un deuxième ensemble est requis pour le marché européen et se différencie par une alimentation triphasée et une tension de 24 V au niveau de l'alimentation à basse tension. Le troisième ensemble servira de pièces de rechange en cas de bris d'une de deux premières unités et d'article de démonstration dans différentes conférences et expositions.

À la suite de la réception des jeux de pièces à la fin de l'année 2022, Dana Laval a terminé d'assembler le prototype visant le marché nord-américain avec chargeur monophasé incluant une alimentation à

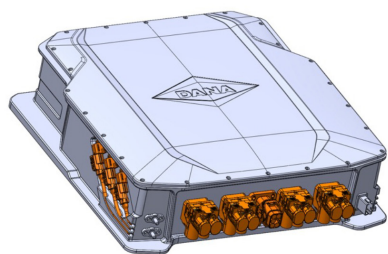
basse tension de 12 V. L'assemblage de la version qui inclut un chargeur triphasé avec alimentation à basse tension 24 V pour l'Europe est presque terminé en date du 31 mars 2023.

Mise en service et tests de validation

À la suite de l'arrivée des premiers sous-systèmes, la validation du fonctionnement de ces sous-systèmes a débuté. Différents logiciels associés pour chacun des sous-systèmes ont été testés en vue de tester l'IPEM au complet avec les logiciels développés avec l'aide de l'entreprise mobilisée Cysca. À la suite de cette mise en service des différents systèmes, les correctifs sur le logiciel de la version IPEM pour le marché nord-américain ont été effectués. Cette étape est presque terminée en fin d'année financière.

Développement et renforcement des compétences en électrification et en validation de produit

Dana Laval a acquis des équipements pour le développement et les tests sur l'IPEM. Ces équipements serviront notamment à simuler les charges électriques sur le circuit d'alimentation électrique à basse tension 12 V et 24 V avec l'aide d'une charge électronique à basse tension. Ainsi, l'achat d'un refroidisseur d'eau a été effectué. Cela s'avère essentiel pour procéder au test en puissance du IPEM qui doit être refroidi par un liquide de refroidissement. Une imprimante 3D a également été acquise ainsi que deux enceintes de sécurité pour effectuer les tests à haute tension en toute sécurité et deux bornes de recharge. Ces bornes de recharge serviront à valider le bon fonctionnement de l'interface de charge de l'IPEM en monophasé pour le marché de l'Amérique du Nord et en triphasé pour l'Europe.



IPEM Prototype A



Mobilisation

Au cours de cette deuxième année, Dana Laval a continué de mobiliser Instadesign, Brio innovation et Cysca qui poursuivent leurs travaux en étroite collaboration avec Dana Laval afin de concevoir le premier démonstrateur fonctionnel pour la validation du concept IPEM. Néosoft a été ajoutée dans la liste des entreprises mobilisées en cours d'année.

En ce qui concerne la mobilisation des centres de recherche et des universités, deux stagiaires se sont joints à l'équipe de projet de Cysca. Patrick Cobanovic, de Polytechnique Montréal, a collaboré au développement logiciel et Frank Sigaran un stagiaire de l'ÉTS, a soutenu la conception électrique et l'assemblage du prototype.

Efforts pour la prochaine année

Dans la prochaine année, Dana Laval souhaite finaliser l'assemblage des prototypes pour l'Europe avec chargeur triphasé et alimentation à basse tension 24 V. L'entreprise débutera les tests avec le prototype destiné à l'Europe et effectuera les tests EMI sur le prototype 12 V et 24 V. L'entreprise compte également compléter la mise à jour des spécifications et commencer la conception de l'échantillon B du IPEM. Finalement, en fin d'année, Dana Laval finalisera l'achat des équipements manquants.

Bilan global

Malgré la COVID-19, la pénurie de main-d'œuvre et les difficultés d'approvisionnement, Dana Laval a réussi à concevoir, s'approvisionner, assembler, programmer et relever tous les défis afin de réaliser deux prototypes fonctionnels d'un E-berceau (IPEM). Grâce à ceux-ci, Dana Laval va pouvoir, dans les prochains mois, débuter les tests des systèmes complets à pleine performance afin de contrer certains risques identifiés en début de projet. Il faut souligner l'apport important de la subvention dans le cadre du projet mobilisateur FINNOV et le soutien du MEIE dans la réalisation et la réussite de cette première étape du développement des premiers produits d'intégration à valeur ajoutée du Centre Technologique Dana Laval.

Conseil d'administration



Désirée Tremblay

Présidente et secrétaire

Gestionnaire, partenariat R-D et subvention
Dana TM4



Guillaume Lacroix

Administrateur

Directeur des installations
Centre technologique Dana Laval, ULC



Jonathan Dubé

Administrateur

Directeur ingénierie et innovation
Groupe Cambli



Eddy Zuppel

Administrateur

Chef de programme, Transports propres et écoénergétiques
Conseil national de recherches Canada

Bernard Blouin¹

Administrateur

Chef de la technologie
Les solutions de mobilité Spectra Premium

Martin Couillard

Observateur

Conseiller en développement industriel, Direction des transports et de la mobilité durable
Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie

Dominique Sauvé

Observatrice

Directrice
Fournisseurs innovants en mobilité durable (FINNOV)

¹ A démissionné en janvier 2023



FINNOV

Fournisseurs innovants
en mobilité durable

980, Pl. Paul-Kane
Laval (Québec) H7C 2T2
Tél. 514 317-2301

Avec la participation financière de

Québec 

ISSN 2816-7562

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2023