

Stratégie d'accélération digitalisation et décarbonation des mobilités

Juillet 2021

Table des matières

Introduction.....	2
Vision et parti pris stratégiques.....	2
Contexte	6
Consultations.....	7
Axes, mesures et objets prioritaires d'innovation : présentation synthétique.....	7
Mesures d'accélération et priorités d'action publique	8
Mesures d'accélération et besoins prioritaires d'innovation	9
Axes, mesures et objets prioritaires d'innovation : présentation détaillée.....	12
Effets d'accélération visés	29
Modalités de financement et effets de levier	30
Mesures transverses : recherche et formation	31
Cadrage financier.....	31
Appels à projets.....	32
Articulation avec les autres stratégies d'accélération et le volet structurel du PIA	32
Gouvernance et suivi.....	34
Annexe : PEPR digitalisation et décarbonation des mobilités : pré-cadrage	36
Annexe : Compétences et formation : éléments sur les besoins	40
Annexe : Bilan des PIA 1+2+3	42
Annexe : Eléments d'éclairage international	44

Introduction

La stratégie d'accélération du PIA 4 « digitalisation et décarbonation des mobilités » vise à accélérer la transition vers une mobilité décarbonée et à développer et diversifier l'offre de mobilité, sûre, résiliente et accessible à tous, notamment en s'appuyant sur la digitalisation et l'automatisation. Ce faisant, elle entend faire de la France un leader mondial des transports décarbonés et digitalisés, dans un contexte où l'ensemble des pays est engagé dans cette transition.

La stratégie vise à accélérer l'innovation dans une **approche systémique**, intégrant les différents modes de transports, ainsi que leurs infrastructures. Elle vise à favoriser l'intermodalité et le déploiement dans les territoires. La stratégie vise à la fois la mobilité des voyageurs et des marchandises, les objets d'innovation pouvant être spécifiques ou communs à ces deux marchés.

Le développement de la mobilité s'appuie sur le développement technologique de chaque mode de transport et leur infrastructure (qui fait principalement l'objet de du volet structurel du PIA 4 au bénéfice des différentes filières) ; ainsi que sur la prise en compte des interfaces et liens entre ces différents modes de transport et leurs infrastructures en forte interconnexion. **Cette approche systémique, à considérer dans sa globalité, est nécessaire pour le développement des services de mobilité et de logistique intermodaux.** Elle exige des innovations technologiques (y compris issues du domaine numérique) et non technologiques (comportementales, juridiques, règlementaires, ...). Cette approche systémique représente pour les acteurs français qui y sont d'ores et déjà bien positionnés, un puissant levier de compétitivité et d'exportation.

La stratégie définit des axes d'innovation « dirigée », définissant des priorités fortement liées à des priorités d'action publique et imbriquées avec des enjeux règlementaires, qui recouvrent des objets d'innovation relativement matures, sous forme de systèmes ou de services proches du déploiement impliquant une association étroite des donneurs d'ordre. Elle intègre des briques technologiques développées dans le volet structurel du PIA, et les met en œuvre en levant les verrous propres à préparer le déploiement du produit global ou de l'offre de service.

Au total, la stratégie retient, pour le volet dirigé, les trois axes suivants :

1. *Concevoir le ferroviaire de demain et optimiser son exploitation*
2. *Optimiser, sécuriser et décarboner les transports massifiés et leurs interfaces multimodales*
3. *Développer de nouvelles offres de transports par l'automatisation et la décarbonation*

Par ailleurs, alimentant ces axes, la stratégie vise à :

- *Développer les compétences*
- *Soutenir la recherche dans l'analyse de la mobilité et de ses impacts en cycles de vie*

Vision et parti pris stratégiques

La transition vers une économie décarbonée pour répondre à l'urgence climatique passe par une accélération de la transformation des mobilités. Les transports représentent 30% des émissions de gaz à effet de serre en France. Cette décarbonation des mobilités se révèle être un des plus grands défis sectoriels, compte tenu notamment du temps long qui caractérise les investissements, le renouvellement des matériels et véhicules, la recherche – développement et certains comportements de mobilité.

La crise sanitaire, comme toute crise, est à la fois une tourmente qui affecte très fortement nos entreprises et leurs salariés, et une occasion de remettre en question nos concepts et nos modèles de mobilités. La crise a d'ores et déjà donné lieu à des ruptures majeures dans les comportements et l'offre de transports, tant pour les personnes (télétravail, modes doux) que pour les marchandises (nouveaux modes d'achat). L'impact rémanent de la crise sur le transport public est sujet à une grande incertitude, en fonction de l'évolution des perceptions des enjeux sanitaires par nos concitoyens.

La transformation des mobilités doit être systémique, selon différentes acceptations de ce terme :

- **Tous les leviers de décarbonation** doivent être mobilisés, dans une logique « avoid – shift – improve » : maîtrise de la demande de déplacements ; report modal vers la mobilité non individuelle ; optimisation des capacités des infrastructures et des matériels roulants ; transition vers les motorisations et les carburants alternatifs ;
- **Tous les acteurs** doivent être mobilisés : offreurs de produits et services, donneurs d'ordre, acheteurs et usagers, ensembliers, intégrateurs, intermédiaires, certificateurs ;
- **Tous les modes et leurs interfaces** doivent être mobilisés, afin d'exploiter les gisements efficaces de décarbonation partout où ils se logent ;
- **Tous les registres d'innovation** doivent être mobilisés : innovations technologiques et numériques, mais aussi innovations de services, de modèles économiques, de partenariats et de règlementations.

Dans ce contexte, la stratégie d'accélération de l'innovation « décarbonation et digitalisation des mobilités » prend les options suivantes :

- La stratégie s'inscrit dans les **orientations de la politique des transports**, qui ressortent notamment de la Loi d'orientation des mobilités et de la Loi pour un nouveau pacte ferroviaire qui l'a précédée :
 - Investir plus et mieux dans les **transports du quotidien**, avec 13,4 Md€ d'investissements de l'État dans les transports en cinq ans (2017-2022), dont les ¾ consacrés au **ferroviaire** et une réorientation des moyens au profit de l'entretien des réseaux existants, du plan RER pour les métropoles, du désenclavement des territoires ruraux, et au ferroviaire, auquel ;
 - Faciliter et encourager le déploiement de **nouvelles solutions alternatives à la voiture individuelle** (covoiturage, transport à la demande, transport public automatisé) sur l'ensemble du territoire, en dotant les collectivités de nouveaux outils et en accompagnant les entreprises qui s'engagent à faciliter les trajets de leurs salariés.
 - Engager la transition vers une **mobilité propre**, dans le cadre d'une trajectoire claire (- 37,5 % d'émissions de CO2 d'ici 2030), notamment par le développement de l'offre de recharge électrique, de l'usage du vélo et du covoiturage et la possibilité de déployer des zones à faibles émissions permettant aux collectivités de limiter la circulation aux véhicules les moins polluants.
- La stratégie d'accélération est **conforme aux orientations de la politique européenne** des transports, reprises dans la stratégie du 9 décembre 2020 et dans les priorités de recherche d'Horizon Europe :
 - Stimuler l'adoption de véhicules, de navires et d'avions à zéro émission, de carburants renouvelables et bas carbone et d'infrastructures de distribution ;
 - Créer des aéroports et des ports à zéro émission et promouvoir des carburants aériens et maritimes durables ;
 - Rendre la mobilité interurbaine et urbaine saine et durable, en particulier en développant le trafic ferroviaire et les infrastructures cyclables ;
 - Écologiser le transport de marchandises, notamment en doublant le fret ferroviaire d'ici 2050 ;
 - Offrir une tarification juste et efficace dans tous les transports ;
 - Faire de la mobilité multimodale connectée et automatisée une réalité (billétique multimodale, espace européen des données, utilisation de l'IA, services de mobilité automatisée) ;
 - Achever le réseau transeuropéen de transport (RTE-T) d'ici 2030 ;
 - Aider le secteur à mieux reconstruire après la crise du Covid grâce à des investissements accrus, tant publics que privés, dans la modernisation des flottes de tous les modes ;
 - Renforcer la sûreté et la sécurité des transports dans tous les modes.
- La stratégie vise notamment les leviers de décarbonation liés au **report modal et à l'optimisation des capacités** :

- les leviers de décarbonation des différents modes étant pour partie visés par d'autres stratégies (H2, batteries, produits biosourcés), la présente stratégie s'attache à faciliter l'intégration des solutions décarbonées soutenues par ailleurs, dans les nouveaux systèmes et services développés notamment grâce au développement du numérique et de l'automatisation ;
 - la maîtrise de la demande, visée par ailleurs par la stratégie ville durable ou d'autres stratégies portant sur la numérisation des activités (ex : culture, éducation), est traitée dans la présente stratégie notamment par un axe de recherche dédié à la connaissance des comportements de mobilité, de leurs déterminants et de leurs impacts, avec un focus sur les effets rémanents de la crise sanitaire.
- La stratégie est résolument ***multimodale*** : outre que tous les modes doivent contribuer à la décarbonation et connaissent les ruptures apportées par la numérisation et l'automatisation, l'enjeu de l'approche multimodale est triple :
- ***Les interfaces multimodales*** (aéroports, ports, gares, terminaux logistiques) constituent le gisement majeur d'amélioration de la performance économique et environnementale des transports et de l'attractivité de la France ;
 - ***Les synergies d'innovation entre modes*** sont potentiellement majeures, non seulement au plan technologique (automatisation), mais également dans les approches de conception-exploitation des réseaux et de sécurité ;
 - La cohésion nécessaire entre innovation, usages, régulation et règlementation se retrouve dans tous les modes de transports, à différents degrés ; des éco-systèmes nationaux performants pour assurer cette cohésion constituent un gage de compétitivité de notre économie : une stratégie d'accélération couvrant l'ensemble de ces modes permettra des ***transferts d'expérience entre éco-systèmes***, sachant que chacun de ceux couverts par la stratégie sont déjà structurés, à des degrés divers, pour concourir à cette cohésion, et que nombre d'acteurs publics et privés se situent déjà à l'intersection de plusieurs éco-systèmes.
- La stratégie adopte une ***approche systèmes***, intégrant les infrastructures, les matériels et les systèmes, règles et procédures d'exploitation.
- La stratégie s'appuie sur la ***démonstration*** à l'usage : pour développer les solutions qui, à terme, se révèleront les plus efficaces pour répondre aux enjeux de décarbonation et aux attentes des marchés, il importe d'en éprouver la ***pertinence à l'usage***, au plan technique, organisationnel et économique.
- Le risque d'innovation dans les transports ne réside en effet pas tant dans la performance technologique des solutions, que dans leur adoption par l'ensemble des acteurs (donneurs d'ordres - dont collectivités, exploitants, usagers) et dans la capacité des règlementations de les traiter, notamment en termes de sécurité.
 - Ceci suppose de prendre un risque d'innovation en développant des ***services d'échelle 1***, dans lesquelles toutes les facettes sont évaluées et éprouvées : performances en exploitation, « usabilité » et consentement à payer par les usagers ; appropriation par les donneurs d'ordre et les acheteurs publics ; intégration dans l'organisation des mobilités, qui est principalement locale ; impacts environnementaux et acceptabilité sociale ; impacts sur l'organisation du travail et les compétences et les métiers.
- La stratégie ***intègre l'innovation et l'évolution des règlementations et des normes*** : la capacité d'innovation d'une économie résulte de la conjonction d'innovations de produits et services, et de l'adaptabilité du cadre réglementaire, notamment sur les enjeux de sécurité, d'environnement et sociaux. Faire progresser de concert les solutions et leur cadre réglementaire évite à la fois des ralentissements réciproques, et parfois, des impasses technologiques face à des contraintes réglementaires ou sociétales incontournables. Dans le domaine des transports, une grande partie des règlementations et normes sont européennes ; ainsi, une stratégie nationale intégrant les deux dimensions permet de positionner la France en avance de phase sur les évolutions réglementaires, et participe ainsi à la compétitivité globale et à la maîtrise des coûts d'adaptation réglementaire.

- La stratégie vise à faire émerger des **solutions françaises compétitives** les domaines couverts, qui sont en pleines mutations au niveau mondial (mobilités et logistiques), qui pourront tant s'appliquer en France qu'être déployées à l'export. Elle vise également à conserver le leadership des filières et écosystèmes français (ferroviaire, automobile, maritime, des transports publics, infrastructures de transport), par un champ de compétences et un portefeuille d'innovations au meilleur niveau international. La stratégie entend notamment faire **de la fonction d'ensemblier- intégrateur et de la maîtrise de la sécurité des systèmes de transports innovants**, des fers de lance de la compétitivité française.
- La stratégie a vocation, au-delà des objets qu'elle financerà, à **éclairer l'innovation structurelle** (dite « bottom-up ») : les objets visés dans la stratégie, même s'ils restent caractérisés par un risque sur la bonne fin de leur déploiement industrialisé consubstantiel à l'innovation, matérialisent néanmoins des paris raisonnés sur l'avenir : ces objets d'innovation, choisis **sélectivement** après une large consultation des secteurs, conformes aux orientations de long termes des politiques publiques, et conformes aux orientations et axes de l'action européenne, y compris en R&I, peuvent ainsi servir de boussole aux orientations de recherche et d'innovation amont des entreprises. En particulier, les consultations menées dans le contexte d'élaboration de la présente stratégie ont confirmé le besoin de poursuivre le soutien à l'innovation pour la décarbonation du transport routier, notamment le transport lourd (marchandises et voyageurs).
- Le Gouvernement a fortement mobilisé le soutien au secteur du transport fortement affecté par la crise sanitaire et a d'ores et déjà mis en place divers dispositifs dans le cadre de France Relance. Pour assurer la cohérence des guichets de soutien, **la présente stratégie s'articulera avec les dispositifs** de remontée de projets d'ores et déjà mis en place (CORAM, CORIMER, CORIFER) et avec les autres stratégies d'accélération pertinentes (cybersécurité, hydrogène décarboné, batteries, produits biosourcés, biotechnologies et carburants durables, électronique, etc...). L'objectif est d'assurer la lisibilité, par l'écosystème, des appels à projets et des aides auxquels les bénéficiaires peuvent prétendre.

Contexte

Le Pacte vert (ou Green Deal) vise à transformer les défis climatiques et environnementaux en opportunités pour l'Europe, son industrie et ses citoyens. La transformation à opérer vise à faire de l'Europe le premier continent climatiquement neutre d'ici à 2050. En France en particulier, les transports représentent la première source d'émissions de gaz à effet de serre (30% du total des émissions) et un gisement de réduction important : alors que le niveau des émissions du secteur stagne globalement depuis le début des années 2010, la stratégie nationale bas carbone prévoit dans son scénario central une réduction de 28% des émissions du secteur en 2030 et une décarbonation quasi-complète en 2050.

Dans le même temps, la croissance de la demande de mobilité apparaît comme une tendance lourde de nos sociétés, même si les incertitudes liées à la crise sanitaire Covid peuvent affecter cette tendance ou la déformer au profit de certains types de mobilités (motifs et lieux de déplacements, modes utilisés). Les transports ont donc un rôle de premier plan à jouer dans cette transformation. Au niveau mondial, les projections anticipent une forte augmentation de la demande avec une multiplication des trafics par 3 entre 2015 et 2050, tant pour les voyageurs que pour le fret. En France, les projections sous-tendant la stratégie nationale bas carbone prévoient sur la même période une hausse plus modérée des trafics, de l'ordre de 26% pour les voyageurs et de 40% pour le fret.

Le secteur des transports est au cœur des politiques publiques de transition écologique. Il s'agit notamment de répondre à l'augmentation de la demande de mobilité des biens et des personnes, qui concerne le monde entier, tout en proposant des solutions écologiques et compétitives.

Enfin, la décarbonation des transports s'inscrit dans une priorité stratégique de souveraineté pour de nombreux Etats. Ce constat se traduit en particulier par une intensification de la concurrence des pays d'Asie ou de certains pays d'Europe sur certains segments de marché.

Au plan national, le secteur des transports rassemble plusieurs filières d'excellence (automobile et poids lourds, aéronautique, ferroviaire, logistique, infrastructures, services de mobilités et services multimodaux, maritime/fluvial/portuaire) où la France compte plusieurs champions parmi les leaders mondiaux et un tissu d'entreprises dynamiques et performantes réparties sur l'ensemble du territoire.

En 2018, ce secteur économique a contribué pour près de 10% au produit intérieur brut et ses emplois ont représenté 7,5% de la main d'œuvre salariée du secteur privé (hors intérim) et c'est le secteur qui a le plus progressé en termes de création d'entreprises en France.

Ce secteur présente la particularité de constituer un système où la dimension B2G (donneurs d'ordres publics) est importante, avec des acteurs publics susceptibles de tirer une offre française innovante et compétitive apte aussi à se déployer à l'export ; il est plus largement caractérisé par une régulation économique sectorielle et une réglementation en termes de sécurité particulièrement prégnantes pour organiser et réguler ce marché spécifique.

Pour mener ces changements, l'Union européenne a adopté la stratégie européenne pour une mobilité durable et intelligente du 9 décembre 2020, qui vise à orienter, de façon intégrée, les politiques publiques, les comportements, la recherche, l'innovation et l'industrie européennes vers les objectifs du Pacte Vert. Le programme commun de recherche et d'innovation (Horizon Europe) situe les transports au cœur du pilier consacré aux problématiques mondiales et à la compétitivité industrielle européenne, autour des priorités suivantes (hors aérien, hydrogène et batteries) :

- la transformation du système ferroviaire, notamment par la numérisation et l'automatisation;
- le transport routier zéro-émission, y compris les véhicules lourds, les infrastructures de recharge et les services associés;
- la mobilité automatisée et connectée;
- le transport maritime et fluvial zéro-émission;
- les services de mobilités des personnes et des biens
- La digitalisation des aéroports (hors secteur aérien)

Consultations

La présente stratégie a été élaborée, conformément au mandat donné par le premier ministre le 8 janvier 2021, en s'appuyant sur une large consultation des acteurs intéressés (écosystèmes et filières économiques, collectivités et territoires, organismes scientifiques, associations). Cette consultation a notamment permis de recueillir les priorités des donneurs d'ordre et porteurs de politiques publiques autres que l'Etat (collectivités locales notamment).

Ainsi, les acteurs ont souligné l'intérêt majeur de disposer d'une stratégie d'innovation pour accélérer la transformation des transports et de la mobilité des personnes et des biens, en insistant sur le besoin d'une vision cohérente, couvrant tous les modes de transports, dans les spécificités de chaque mode comme dans leur dimension intermodale et systémique.

Ces consultations ont souligné notamment :

- le besoin de répondre aux demandes des usagers d'une multi-modalité « sans couture » et souple, tant pour les voyageurs que pour le fret et la logistique, avec une offre de service accessible et attrayante pour les usagers ;
- l'importance, pour l'attractivité du ferroviaire, de la modernisation et de la diversification de l'offre (train léger et solutions ferroviaires pour les lignes de desserte fine du territoire, supervision, digitalisation, nouvelles technologie de traction pour le remplacement du matériel roulant)
- le potentiel de diversification de l'offre permis par l'automatisation, dans les transports routiers (public et partagé), le ferroviaire, le maritime et le fluvial
- l'importance de l'optimisation de l'usage des infrastructures, par des solutions de conception plus durable, et le développement de l'infrastructure intelligente
- l'importance d'accompagner la transition énergétique du parc de véhicules, l'innovation participant à l'accélération et à la réduction du coût de cette transition
- les enjeux de sécurité, déterminants pour l'attractivité des transports, pour les usagers comme pour les métiers.

Les retours de ces consultations sont présentés dans un document séparé.

Axes, mesures et objets prioritaires d'innovation : présentation synthétique

Au total, la stratégie retient, en lien avec les 3 axes d'accélération, les 7 mesures suivantes, illustrées par les objets d'innovations prioritaires ci-dessous :

AXE 1 : CONCEVOIR LE FERROVIAIRE DE DEMAIN ET OPTIMISER SON EXPLOITATION

Mesure 1 : Trains légers et lignes de desserte fine du territoire

- Démonstrateurs territoriaux de train léger modulaire
- Démonstrateurs territoriaux de trains très légers et de solutions rail-route

Mesure 2 : Réseau ferroviaire 4.0

- Démonstrateur d'ERTMS de niveau 3

Mesure 3 : Fret ferroviaire automatisé (contribute également à l'axe 2)

- Démonstrateurs territoriaux d'automatisation d'opérations de transbordement, de triages et couplages ferroviaires
- Expérimentation ou pilote de service de fret ferroviaire autonome

AXE 2 : OPTIMISER, SECURISER ET DECARBONER LES TRANSPORTS MASSIFES ET LES INTERFACES MULTIMODALES

Mesure 4 : Logistique 4.0

- Démonstrateurs de systèmes de digitalisation sûrs et résilients des procédures (dont douanières)
- Systèmes de mesure de l'empreinte environnementale de la chaîne logistique et outils d'information des utilisateurs
- Démonstrateurs de fret routier automatisé et de robotisation logistiques en zones semi-fermées ou en desserte urbaine.
- Plateformes de véhicules routiers automatisés modulaires (tracteurs, porteurs, véhicules de livraison urbaine)

Mesure 5 : Verdissement des usages du maritime et du fluvial

- Démonstrateurs d'optimisation des systèmes propulsifs et de solutions de retrofit
- Démonstrateurs visant la réduction de la consommation énergétique à l'usage, y compris les solutions de routage et pilotage intelligent

Mesure 6 : Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés

- Solutions pour l'optimisation et la décarbonation des opérations aéroportuaires
- Solutions pour l'automatisation des opérations aéroportuaires
- Solutions de gestion, de fluidification et de sécurisation des parcours et des flux passagers (aéroports, ports, gares)

Axe 3 : DEVELOPPER DE NOUVELLES OFFRES DE MOBILITE PAR L'AUTOMATISATION ET LA DECARBONATION

Mesure 7 : Services, systèmes et véhicules de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone

- Systèmes et véhicules automatisés, y compris pilotes de services de mobilité de personnes à l'échelle d'un territoire
- Route intelligente pour la gestion de trafic et la maintenance de l'état de l'infrastructure
- Solutions et démonstrateurs pour l'alimentation et la recharge intelligente des véhicules

Mesures d'accélération et priorités d'action publique

Les mesures d'accélération s'inscrivent chacune dans des priorités claires de l'action publique dans les secteurs de transports et de la mobilité, priorités pour lesquelles des éco-systèmes publics-privés dont déjà mobilisés.

Le soutien à *l'innovation dans les trains légers et les lignes de desserte fine du territoire* répond aux enjeux de territoires non urbains, pour lesquels le plan d'action gouvernemental en faveur des lignes de desserte fine du territoire de février 2020 fixe un objectif de reconquête des lignes de desserte fine des territoires. Cette priorité s'inscrit dans le contexte de la prise de responsabilité des autorités organisatrices régionales (article 172 de la LOM), dans le cadre de protocoles régionaux, sur lesquelles des autorités organisatrices sont d'ores et déjà mobilisées dans le cadre du plan d'action petites lignes. Un groupe de travail « Trains très légers » a d'ores et déjà été mis en place pour fédérer l'écosystème industriel autour de ce segment disruptif et associer les autorités organisatrices dans la définition des besoins.

L'accélération de la *numérisation du réseau ferroviaire* s'inscrit dans la priorité du gouvernement et de l'Europe de développer l'offre de circulation, compétitivité du fer et gain de part modale, matérialisée notamment dans le plan de modernisation du réseau ferroviaire (2013), puis rappelée par le nouveau pacte ferroviaire et la programmation des investissements de la Loi d'orientation des mobilités.

L'automatisation du fret ferroviaire constitue un levier ayant vocation à alimenter la future stratégie pour le développement du fret ferroviaire, prévue par l'article 178 de la Loi d'orientation des mobilités, et sur la préparation de laquelle les acteurs sont déjà mobilisés.

Le développement d'une **logistique 4.0** répond aux enjeux d'amélioration de la compétitivité de la chaîne logistique en France et de maîtrise de son impact environnemental. Ces enjeux ont été identifiés dans divers documents de diagnostic et de stratégie (dont la stratégie France Logistique 2025), et ont donné lieu au plan d'action du Comité interministériel de la Logistique du 7 décembre 2020. L'éco-système rassemblé au sein de France Logistique est mobilisé pour répondre à ces enjeux.

Le **verdissement des usages du maritime et du fluvial** s'inscrit notamment dans la stratégie de l'Organisation maritime mondiale de réduction des émissions de GES des navires de 2018, dans laquelle la France joue un rôle moteur, ainsi que dans le développement de normes environnementales européennes et internationales et dans le contexte des discussions sur les marchés de quotas d'émissions (ETS) dans le maritime.

L'innovation dans les **terminaux et interfaces multimodaux** répond à des enjeux de réduction de l'empreinte carbone, d'attractivité des modes massifiés et de compétitivité. Le contexte de développement rapide des normes environnementales et de sécurité européennes et internationales justifie une forte mobilisation de l'éco-système français.

L'accélération de **l'automatisation des services, systèmes et véhicules de transport routier** vise à conforter l'objectif de la France de constituer le lieu privilégié de déploiement de la mobilité routière automatisée en Europe. Cet objectif, issu de la stratégie nationale de développement des véhicules autonomes de mai 2018 et réaffirmé en décembre 2020, s'est déjà matérialisé par la mise en place du cadre législatif (ordonnances d'application des articles 31 et 32 de la Loi d'orientation des mobilités du 14 avril 2021). Cette avance dans l'élaboration du cadre réglementaire et technique de validation de sécurité et la mobilisation de l'éco-système français (France Véhicules Autonomes) doivent permettre à la France d'influer sur la réglementation technique européenne et internationale.

Le développement de la **connectivité de l'infrastructure, de solutions intelligentes d'exploitation routière et de solutions innovantes de recharge électrique** sur le réseau routier permettra également à la France de jouer un rôle-clé dans la réglementation, la normalisation, et la certification. Les acteurs de la connectivité routière, déjà structurés autour de projets pilotes européens, et les acteurs du Pacte d'engagement des infrastructures de mobilité, sont d'ores et déjà mobilisés autour de ces objectifs.

Mesures d'accélération et besoins prioritaires d'innovation

Les axes et mesures d'innovation retenues dans la stratégie répondent principalement au besoin de démontrer, à l'usage, la faisabilité technique et la pertinence économique des objets soutenus.

Ainsi, pour les **trains légers et les lignes de desserte fine du territoire**, les besoins résident principalement dans la conception de solutions modulaires adaptées aux petites lignes et dans la nécessité de concilier une certaine standardisation, gage d'économies d'échelle et d'optimisation du coût global de l'offre ferroviaire (possibilité d'adaptation des coûts de maintenance aux nouveaux trains), et une certaine modularité compte-tenu de la nécessité d'ajuster l'offre aux besoins. Le besoin de démonstrations porte également sur les enjeux de sécurité intégrant matériels, infrastructures et exploitation. Au-delà, il s'agit de produire de nouvelles offres et de les tester auprès des usagers en alternative à la voiture individuelle pour des déplacements du quotidien au sein de bassins de mobilité plus ou moins dense. Cette attente est relayée par les autorités organisatrices régionales en charge de l'offre ferroviaire locale, qui sont parfois également autorités organisatrices de la mobilité.

Les besoins pour le **réseau ferroviaire 4.0** résident notamment dans l'intégration de technologies (centralisation de la commande du réseau, postes d'aiguillage informatisés de nouvelle génération, installations d'ERTMS couplés à un système de transmission fixe) dans un système cohérent pour en démontrer la sécurité et les gains d'exploitation. Il s'agit d'intégrer tous les stades de gestion d'une ligne, de sa conception à sa maintenance. Ces éléments constituent un préalable au déploiement à échelle

nationale de cette stratégie. Les enjeux résident également dans la souveraineté de la solution intégrée d'optimisation de l'exploitation du réseau.

Le développement du **fret ferroviaire automatisé** passe par l'intégration progressive de l'automatisation dans les différents segments (transbordements, attelage, circulations). L'enjeu de démonstration de sécurité est majeur, en intégrant matériels, infrastructures et exploitation ; impact sur l'organisation des plateformes et gares, ainsi que sur l'organisation du travail et les compétences. L'optimisation des coûts et la réduction des impacts constituent un levier majeur pour assurer l'attractivité de l'offre ferroviaire.

En matière de **logistique**, les besoins sont divers.

L'intégration et la dématérialisation des **procédures et documents de circulation** des marchandises sont critiques pour améliorer la performance logistique et de l'attractivité de la France en permettant des gains de performance des chaînes logistiques dont les points d'entrée-sortie sont en France. L'enjeu de la démonstration réside notamment dans l'évaluation de l' « usabilité » et de l'acceptabilité par les acteurs (transporteurs, conducteurs, autorités de contrôle).

La transition vers des chaînes logistiques plus durables suppose notamment de responsabiliser les consommateurs dans leurs choix. Le **développement de l'information environnementale** (GES) en vue de produire des informations pertinentes et utilisables pour les utilisateurs (consommateurs, chargeurs, notamment pour l'impact du dernier kilomètre et l'impact du choix de porte / mode d'entrée sur le territoire) constitue un levier d'action potentiellement fort. L'enjeu de la démonstration réside notamment dans la mobilisation des acteurs et l'évaluation de l'usabilité et de l'impact de l'information sur les choix des usagers et des consommateurs.

L'automatisation constitue un levier majeur d'amélioration de la performance des chaînes logistiques. Les différents segments de la chaîne sont concernés. Outre le fret ferroviaire mentionné ci-dessus, les segments à privilégier concernent le segment routier, et plus particulièrement l'interface avec les entrepôts, eux-mêmes engagés dans une accélération de la robotisation, et la logistique du dernier kilomètre. Ainsi, l'insertion de l'automatisation et de la robotique dans l'organisation des chaînes logistiques, présente des enjeux de sécurité, d'exploitation, d'organisation des sites logistiques et multimodaux, d'organisation du travail, qui peuvent constituer des freins s'ils ne sont pas levés par la démonstration. Celle-ci porte en particulier sur la sécurité et l'acceptabilité de la conduite des véhicules sans opérateur à bord, incluant l'exploitation en flottes supervisées, coordonnées et mixtes, et de la connectivité de l'infrastructure et de ses équipements. La démonstration est susceptible également d'améliorer l'évaluation des modèles économiques de services automatisés sur la base de cas d'usage précis (ex : logistique urbaine de tournée B2B ou B2C ; work zones fermées ou semi-ouvertes). Enfin, une meilleure adaptation des véhicules aux missions et aux tournées de logistique urbaines peut être accélérée par l'automatisation et le développement de plateformes modulaires de véhicules (types VUL ou 19 t), proches des besoins des utilisateurs. Dans ce domaine, les enjeux de co-conception avec les utilisateurs et les autorités publiques sont majeurs, en lien avec les règles de circulation et de stationnement. Face à la concurrence de majors mondiaux de la livraison, ou de constructeurs, les enjeux de souveraineté sont importants, résident y compris dans la connaissance des patterns de mobilité des marchandises.

Le soutien au **verdissement des usages du maritime et du fluvial** vise à accompagner les armateurs dans la mise en œuvre des stratégies de décarbonation négociées au niveau international et la probable création d'un mécanisme de quotas carbone européen dans le secteur maritime sur une Europe navale renforcée par rapport à des chantiers asiatiques puissants. La mesure permettra ainsi à la France d'assurer un leadership dans les technologies de décarbonation du transport maritime. L'enjeu de démonstration porte notamment sur la « marinisation » de motorisations alternatives et l'intégration dans les systèmes de gestion des énergies à bord, le développement de synergies entre différentes finalités d'automatisation à bord (gestion du mix énergétique) et dans le routage ou le pilotage. La démonstration permet d'adresser les enjeux d' « usabilité » et d'acceptabilité pour les gens de mer. L'enjeu de co-conception et de co-validation de sécurité avec les exploitants portuaires et fluviaux est également important. Enfin, l'enjeu réside dans l'amélioration de la qualité de l'air notamment dans les zones (urbaines et souvent denses) portuaires. Ceci constitue également un enjeu concurrentiel face aux évolutions des règles et normes internationales.

Les terminaux et les interfaces multimodaux constituent des éléments clés pour la performance et la sécurité des transports. Optimiser l'utilisation des infrastructures existantes, et favoriser la connectivité ferroviaire/aérien s'inscrit notamment dans les orientations en matière de réduction des trajets aériens de courte distance. Le soutien à des démonstrateurs sécurisés, numérisés et décarbonés permet d'accélérer l'intégration de solutions pour la gestion des flux de passagers, combinant des objectifs de sécurité-sûreté, de souveraineté et de confort (fluidité des parcours), en favorisant la co-conception et l'exploitation en vraie grandeur avec les exploitants des terminaux concernés, afin de faciliter l'exploitation coordonnée et les économies d'échelle. L'enjeu est également de mieux évaluer l'acceptabilité et l'impact sur les comportements, notamment de choix de chaînes intégrant plusieurs modes. Enfin, l'enjeu est de développer une filière de matériels de sûreté souverains au meilleur niveau mondial, face à une concurrence asiatique en passe d'établir les futurs standards. Dans le domaine aéroportuaire, l'intégration de solutions décarbonnées dans la gestion des flottes au sol (aéronefs et différents types de véhicules de pistes) permet d'accélérer la décarbonation, qui constitue également un élément d'image voire de compétitivité avec le développement des labels d'aéroports décarbonés.

S'agissant des **services, systèmes et véhicules de transport routier automatisé**, l'enjeu principal porte sur l'intégration de l'automatisation dans l'offre de mobilité, notamment celle des autorités organisatrices de la mobilité. Les services visés viennent en complément des systèmes de transports publics massifiés, via le développement d'offres intersticielles (notamment dans le péri-urbain et le rural). L'enjeu de démonstration réside notamment dans la sécurité et l'acceptabilité de la conduite sans opérateur à bord, incluant l'exploitation en flottes supervisées, coordonnées et mixtes. Il s'agit également d'évaluer concrètement les besoins de connectivité de l'infrastructure et de ses équipements, en vue d'éclairer les choix de passage à l'échelle. L'évaluation des modèles économiques de services automatisés sur la base de cas d'usage précis (ex : rabattements en gare, dessertes point à point, desserte de zones d'activités) est de nature à lever les incertitudes des autorités organisatrices, et à permettre un ciblage des déploiements vers les cas d'usage les plus pertinents économiquement. Les enjeux de souveraineté sont ici majeurs, notamment sur l'intégration de briques dans des systèmes et des services, avec supervision. Les enjeux de souveraineté couvrent également la connaissance des profils de mobilité des voyageurs.

S'agissant des **solutions de route intelligente et bas carbone**, les enjeux de la démonstration portent principalement sur l'intégration de solutions (équipements, méthodes, data-lakes et data-sciences) pour la conception, la maintenance et l'exploitation routière, et les bénéfices à attendre de la co-conception et de l'exploitation en vraie grandeur avec des gestionnaires routiers.

Axes, mesures et objets prioritaires d'innovation : présentation détaillée

AXE 1 : CONCEVOIR LE FERROVIAIRE DE DEMAIN ET OPTIMISER SON EXPLOITATION

Mesure 1 : Trains légers et lignes de desserte fine du territoire

Raison d'être et objectifs

Les lignes de desserte fine du territoire, souvent appelées « petites lignes » (catégories UIC 7 à 9 dans le classement de l'Union internationale des chemins de fer) représentent environ un tiers du réseau ferroviaire français accueillant des voyageurs, soit 9 137 km sur un total de 28 364 km. Elles accueillent 17 % du trafic de trains régionaux. Ces lignes sont très majoritairement à voie unique (78 %) et non électrifiées (85 %), en décalage très fort par rapport au réseau structurant. La signalisation est encore principalement composée de postes mécaniques, créant un fort besoin de main-d'œuvre. Ces lignes recouvrent des réalités d'offre très contrastées. Environ la moitié du réseau est empruntée par moins de 18 trains par jour, à l'exclusion de toute circulation de fret ou de service national. À l'inverse, un peu moins de 1 300 kilomètres accueillent plus de 24 TER par jour et au moins 10 trains nationaux et 10 trains de fret. En nombre de voyageurs, 10 % des lignes dépassent 700 000 voyageurs par an, alors que 24 % se situent sous 100 000.

Les petites lignes irriguent tous les types de territoires, partout dans le pays : étoiles et noeuds ferroviaires en secteur dense, liaisons interrégionales, liaisons unissant des métropoles et des villes moyennes. Cette grande hétérogénéité doit conduire à des réponses différenciées, suivant les enjeux propres à chaque ligne.

L'objectif du gouvernement, affirmé dans le plan d'action de février 2020, est de pérenniser les services publics de transport répondant à la fois aux enjeux de transition écologique, d'aménagement du territoire et de soutenabilité économique. Pour cela, le plan d'action prévoit notamment de relancer la mise en place de « trains légers » et d'inciter les industriels en ce sens.

Les objets et finalités de la stratégie sont de concrétiser cet engagement du gouvernement et de développer une offre de train léger, évaluée et validée, du point de vue de la sécurité, de l'exploitation et du modèle économique, par des projets pilotes déployés dans une diversité de territoires

Elles correspondent par ailleurs aux objectifs de la stratégie nationale bas carbone de renforcer l'offre de transports sur les réseaux ferroviaires.

Afin d'enrayer la tendance actuelle et proposer un transport guidé accessible aux territoires et aux populations, le développement de nouveaux systèmes ferroviaires frugaux, plus adaptés et dont les coûts de possession et d'exploitation assurerait la pérennité est une priorité.

Ces nouveaux matériels seront développés pour s'inscrire dans un système ferroviaire plus économique. Cette frugalité intégrera la dimension énergétique. Ils bénéficieront de briques technologiques à développer pour trouver le bon équilibre entre service de transport attractif, rupture nette sur les coûts globaux (CAPEX et OPEX) et respect de l'environnement.

L'objectif est une de baisse de 30% Opex-Capex par rapport aux situations actuelles des lignes de desserte fine du territoire :

- Par une meilleure dynamique ferroviaire permettant l'allongement de la durée de vie des lignes et la réduction des coûts des lignes,
- Par l'apport de briques de l'ERTMS N3/ARGOS sur le train léger (localisation autonome satellitaire, cartographie numérique des voies, utilisation des réseaux de communications publics y inclus protection cyber) ou par la mise en place de pilotes de signalisation frugale sur site dédié ou ligne tracée, inédite en France.
- Par l'apport de l'autonomie GoA3/4 pour une desserte densifiée
- Par une conception modulaire du matériel roulant design to cost

L'objectif est de faire émerger, de tester et d'évaluer une gamme de solutions pour les lignes de desserte fine du territoire qui soit adaptée aux différents usages des petites lignes dans les territoires et qui permette entre autres aux Régions d'opérer à terme un choix entre plusieurs alternatives en termes de matériel roulant s'insérant dans un système ferroviaire adapté à leur gabarit:

- Train Léger modulaire : cette solution vise prioritairement des lignes de desserte fine du territoire avec mixité de trafics, et permettra ainsi de maintenir une mixité de parcours (capacité d'un train à rouler sur lignes de desserte fine du territoire et réseau structurant pour faciliter le report modal) et une mixité de circulations (coexistence de train léger avec d'autres circulations fret ou voyageurs longue distance) ;
- Trains Très Léger et solutions rail-route : ces solutions visent prioritairement des lignes de desserte fine du territoire non circulées et à faible trafic, sans mixité de circulations, et reposent sur un modèle d'exploitation différent de celui applicable au réseau structurant, qui permettra d'atteindre des ruptures de coûts majeures pour le système.

L'objectif est notamment de mieux évaluer la pertinence du ferroviaire pour les petites lignes et, au-delà, si cette pertinence et la taille du marché justifient des développements spécifiques par rapport aux solutions pour le trafic massifié, et aux enjeux de standardisation et d'interopérabilité qui concernent l'ensemble des marchés ferroviaires.

Le développement et l'expérimentation en exploitation de trains légers pour les lignes de desserte fine seront donc accompagnés d'études prévisionnelles des marchés correspondants, à l'échelle nationale et européenne, tenant compte des évolutions technologiques et des développements sur d'autres solutions, notamment routières. Par ailleurs, il sera porté une attention particulière à ce que des innovations destinées aux lignes principales, puissent être prises en compte sur de petites lignes, afin d'exploiter autant que possible les économies d'échelle et de gamme.

Descriptif de la mesure et objets visés

La stratégie d'accélération vise à soutenir des solutions de trains légers ou très légers, et d'en évaluer la pertinence, l'impact et la faisabilité en exploitation expérimentale sur quelques lignes de desserte fine des territoires définies en concertation avec les territoires concernés.

La stratégie vise à soutenir le développement amont et l'expérimentation aval des solutions de trains légers ou très légers pour des lignes de desserte fine des territoires :

- études de conception et adaptation aux cas d'usage
- développement de la partie mobile du système, plateforme légère reconfigurable et interaction roue-rail
- développement des briques technologiques pour la supervision, l'exploitation et la maintenance du système
- développement d'une plateforme pour expérimenter des concepts complémentaires
- expérimentations de systèmes nécessaires au train léger : signalisation frugale, passages à niveau sécurisés, régulation automatique, décarbonation, autonomie...
- démonstrateurs en exploitation.

- Pour le train léger, l'objectif est de développer un ou plusieurs modèles de train sur une conception d'architecture de bord modulaire, en visant une expérimentation pour chaque modèle sur différents types de lignes permettant de valider l'adéquation des différents modèles aux différents usages et types de lignes (trois ou quatre rames par modèle sur plusieurs lignes restant à identifier). Le concept d'architecture de bord modulaire permettra une adaptabilité du train aux caractéristiques et niveaux d'équipement et de sécurité des différentes typologies de réseau. Cette architecture a vocation à devenir une référence ouverte facilitant la réduction des coûts des migrations futures et accélérant l'introduction de nouvelles technologies.

Le caractère adaptable et évolutif sera apporté par une architecture ouverte susceptible à terme d'intégrer de l'automatisation : développement d'une plateforme « Opentrain » ouverte à l'ensemble des partenaires pour expérimenter des concepts complémentaires

- Pour le train très léger, les solutions visées sont de trois natures :
 - un modèle de train très léger de 20 à 30 places, modulaire (transport de personnes et de petit fret), circulant à 70-90 km/h, destiné aux petites lignes à faible trafic (< 1 500 voyageurs/jour), sur ligne *a priori* dédiée (environ 80 lignes ont été identifiées comme potentiellement pertinentes) ;
 - un module rail-route *utilisant le cas échéant des apports développés dans d'autres industries* (moins de 10 places, circulant à environ 50 km/h) pour augmenter la fréquence sur voie unique et prolonger par du porte-à-porte en zone rurale (une cinquantaine de zones ont été identifiées comme potentiellement pertinentes) ;
 - un service pilote de transport public autonome sur voies dédiées issues d'une emprise ferroviaire reconvertie (en zone périurbaine) (environ une vingtaine de lignes fermées ont été identifiées comme potentiellement pertinentes).

Plusieurs projets émanant de plusieurs candidats pourront bénéficier d'un soutien financier à l'innovation pour chacune de ces 3 solutions, en fonction de la qualité des projets, du montant de soutien financier disponible et des fonctionnalités devant être validées par les démonstrateurs.

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs impliqués dans les solutions visées sont principalement, outre les services de l'Etat :

- le secteur industriel et les équipementiers de l'écosystème de la filière ferroviaire (construction matériel et réseaux, sûreté, exploitation) ;
- les exploitants ferroviaires et leurs associations ;
- les régions, collectivités locales ou territoriales, impliquées dans le développement de prototypes et démonstrateurs serviciels ;
- les opérateurs de transports publics et les autorités organisatrices de transport ;
- les compagnies de transport ferroviaire ou routière (passagers et fret) et les entreprises fournissant des services, notamment de desserte en zones rurales ou périurbaines
- les entreprises et start-up, promotrices de systèmes innovants, présentes en particulier sur les solutions TTL ou alternatives
- les universités, laboratoires, centres d'études et instituts de recherche.

L'enjeu d'accompagnement réside en premier lieu dans l'élaboration du cadre réglementaire permettant la mise en place en de l'environnement sécuritaire d'exploitation des nouveaux modèles d'exploitation (frugalité). Quoique non spécifiquement lié à l'innovation, le travail réglementaire réalisé se poursuivra avec la mise en place d'un régime d'interopérabilité adapté, et permettant le déploiement à terme de solutions notamment de signalisation et de contrôle commande ayant par ailleurs fait l'objet de démonstrateurs.

Par ailleurs, le développement et l'expérimentation des trains légers s'articule avec l'engagement de l'Etat aux côté des Régions pour la remise en état des lignes prioritaires qui se traduit par un effort d'investissement marqué (dont 300 M€ sur 2021-2022 au seul titre du plan de relance pour 850 km de lignes concernées en complément des programmations inscrites aux CPER actuels et ayant vocation à se poursuivre – soit environ 85 M€ annuels). La maturation des solutions de trains légers contribuera ainsi à optimiser ces investissements, par une meilleure adéquation des solutions portant respectivement sur le réseau, sur son exploitation, et sur les matériels.

Mesure 2 : Réseau ferroviaire 4.0

Raison d'être et objectifs

L'atteinte des objectifs de décarbonation des transports suppose de développer l'offre ferroviaire et d'améliorer son attractivité par rapport aux autres modes, notamment routier et aérien. La Loi d'orientation des mobilités a par ailleurs fixé l'objectif d'améliorer la qualité et la sécurité des réseaux ferroviaires et en assurer la pérennité.

Les nouvelles technologies numériques offrent un gisement d'amélioration de l'exploitation ferroviaire, de baisse de ses coûts et de renforcement de la sécurité, tant pour les voyageurs que pour les agents. Ces nouvelles technologies ou solutions sont issues notamment de la 5G, des technologies satellitaires ou de l'IoT. Les enjeux soulevés par la mise en œuvre de ces technologies proviennent de la capacité à les faire fonctionner en systèmes, intégrant les matériels, les infrastructures et les agents qui les exploitent, et ce de façon sûre.

Descriptif de la mesure et objets visés

La stratégie vise ainsi à déployer un démonstrateur permettant la préparation du déploiement de l'ERTMS de niveau 3. Ce démonstrateur visera notamment à évaluer et qualifier, en exploitation, les équipements et les architectures des systèmes, avec un prisme marqué sur la sécurité, l'interopérabilité, le passage à l'échelle ou la transférabilité à l'ensemble du réseau. Le démonstrateur de numérisation de l'exploitation ferroviaire portera sur une portion ou des modules pré-identifiés du réseau ferroviaire, permettant de tester une solution d'ERTMS de niveau 3 hybride et de préparer des démonstrations complémentaires ultérieures d'ERTMS niveau 3.

L'arc ou les tronçons pertinents pour la démonstration de ces systèmes devra évaluer, spécifier et préfigurer les conditions de déploiement à plus grande échelle. Le choix de l'arc, de la portion ou du module pertinent pour le démonstrateur fera l'objet de discussions approfondies avec les autorités locales concernées, ainsi qu'avec le gestionnaire de réseau.

Par ailleurs, les solutions intégrées de représentation, de supervision et de maintenance du réseau, les solutions technologiques et leur intégration au sein de systèmes seront ouvertes, présumant qu'elles combineront des technologies de géolocalisation, de télécommunication (incluant 5G, FRMCS, IoT), de perception (capteurs) et de reconnaissance d'objets, des jumeaux numériques, des modèles de détection et de prédition des défaillances, des solutions de maintenance prédictive présentent un intérêt majeur pour la sécurisation et l'optimisation de l'exploitation ferroviaires. L'ensemble de ces solutions devrait intégrer de l'IA, et prendre en compte les enjeux de cybersécurité et de réduction des impacts environnementaux du numérique. Le volet structurel du PIA a vocation à soutenir des projets, y compris de démonstrateurs, en privilégiant ceux dont l'intégration des technologies dans les systèmes sera la plus avancée, et dont la transférabilité sera la plus prometteuse a priori.

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs impliqués dans les solutions visées sont principalement, outre les services de l'Etat :

- le secteur industriel et les équipementiers de l'écosystème de la filière ferroviaire (construction matériel et réseaux, sûreté, exploitation) ;
- les exploitants ferroviaires et leurs associations ;
- Les Régions, collectivités locales ou territoriales, impliquées dans le développement de prototypes et démonstrateurs serviciels ;
- les opérateurs de transports publics et les autorités organisatrices de mobilité ;
- les compagnies de transport ferroviaire (passagers et fret)
- les entreprises et start-up, dans le secteur de la géolocalisation, de l'IA et de la cybersécurité
- les universités, laboratoires, centres d'études et instituts de recherche.

En termes d'accompagnement, les actions concerneront principalement l'évolution des pratiques-métiers et la formation.

En ce qui concerne la formation, les projets innovants attendus doivent notamment permettre de faire évoluer les pratiques professionnelles, en lien avec la digitalisation des opérations ferroviaires. Le développement de compétences sera tout particulièrement un point d'attention pour les Régions en ce qui concerne la mobilité ferroviaire sur les lignes de desserte fine, qui d'une part fait partie des segments de mobilité concernés par l'ouverture à la concurrence des services voyageurs, et d'autre part verra les Régions prendre de façon croissante la mesure de leur rôle déterminant en matière de régénération du réseau.

Mesure 3 : Fret ferroviaire automatisé

Raison d'être et objectifs

La décarbonation du secteur des transports suppose de jouer à la fois sur la décarbonation du mode routier, qui restera dominant, mais vise aussi une augmentation de la part des modes alternatifs, notamment le rail.

Le fret ferroviaire français représente aujourd'hui une part modale de 9% du transport logistique. Pour assurer un report modal de la route vers le train, plus propre, moins polluant et accidentogène, les matériels, systèmes et services doivent être repensés autour d'un transport de marchandises performant, digitalisé et économique. L'automatisation du fret ferroviaire peut en particulier constituer une opportunité de revitalisation de cette offre, en améliorant sa compétitivité, à la fois sur les coûts et la qualité de service. L'optimisation de la performance permise par l'automatisation et la digitalisation doit permettre d'offrir de nouveaux services et de nouveaux modèles d'affaires, plus flexibles et adaptés aux besoins du client.

L'objectif de la stratégie est de favoriser la démonstration puis la diffusion des solutions d'automatisation en visant l'ensemble des opérations de fret ferroviaire (triaje, formation des trains, digital coupling, circulations) et la gestion des flux associés (transbordements, etc.) et de digitalisation en visant des services innovants (échanges/valorisation/mutualisation de données d'exploitation, de maintenance ...).

L'objectif est de développer une intégration croissante de l'automatisation de ces différentes opérations de fret ferroviaire, pour être en capacité, en fin de stratégie, de proposer des services de fret automatisé complets, incluant la circulation, le suivi des marchandises, la gestion des transbordements et triages terminaux

Descriptif de la mesure et objets visés

La stratégie soutiendra des solutions (matériels, systèmes, outils) permettant d'automatiser la gestion des convois ferroviaires et des opérations tout du long de la chaîne logistique.

La stratégie d'accélération soutiendra des projets de développement innovants visant à :

- déployer des démonstrateurs territoriaux d'automatisation d'opérations de transbordement, de triages et couplages ferroviaires
- accélérer le développement du train fret autonome avec monitoring de convoi, expérimentation ou pilote de service de fret ferroviaire autonome
- proposer des services digitaux basés sur échanges/valorisation/mutualisation de données d'exploitation, de maintenance de wagons, ... (applications rapides à enjeu satisfaction clients)
- améliorer la fiabilité et l'anticipation (traçabilité, prédition d'arrivée, etc.)
- déployer des expérimentations d'engins rail-route ou de matériels légers automatisés pour dessertes terminales
- sécuriser l'exploitation des plateformes de transport combiné terrestres et portuaires,

Pour ce faire, la stratégie soutiendra en particulier des démonstrateurs territoriaux d'automatisation d'opérations de transbordement multimodales à des fins de sécurité des personnels au sol, de triages et couplages automatisés, d'expérimentations d'engins rail-route et/ou de matériels légers automatisés pour

des dessertes terminales ou fines, d'expérimentation ou de pilote de convoi de fret autonome intégré sur longue distance, incorporant des solutions d'automatisation des opérations terminales et le suivi des marchandises, convois et opérations, au bénéfice des clients.

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs impliqués dans les solutions visées sont principalement, outre les services de l'Etat :

- le secteur industriel et les équipementiers de l'écosystème de la filière ferroviaire (construction matériel et réseaux, sûreté, exploitation) ;
- les Régions, collectivités locales ou territoriales, impliquées dans le développement de prototypes et démonstrateurs serviciels ;
- les opérateurs fret et les autorités organisatrices de mobilité ;
- les commissionnaires de transport ;
- les prestataires logistiques ;
- les chargeurs ;
- les opérateurs de grandes plates-formes logistiques (ports, aéroports et autres plates-formes multimodales, grandes plates-formes routières) ;
- les constructeurs de matériel de manutention dans les entrepôts, de dispositifs pour entrepôts automatisés ;
- les entreprises développant des solutions logicielles permettant le suivi multi-acteurs des flux ;
- les entreprises et start-up développant des systèmes de traçage de la marchandise, notamment via des capteurs et réseaux de transmission basse énergie ;
- les centres de recherche publics ou privés.

Le premier enjeu d'accompagnement consiste à développer des méthodes, pratiques, référentiels et compétences en matière d'exploitation sûre de l'automatisation des opérations de fret ferroviaire (digital coupling), gestion des flux (transbordement, triage, formation des trains, etc.) et de développement de trains autonomes. L'accompagnement pourra également porter sur la formation, pour permettre de faire évoluer les pratiques professionnelles, en lien avec la digitalisation des opérations de fret ferroviaires. Le développement de compétences et la formation impliqueront notamment les Régions en raison de leurs compétences dans ce domaine, et de leur implication croissante dans la gestion du réseau ferroviaire.

Par ailleurs, cette mesure s'articule avec les actions de l'Etat et des Régions en faveur du fret ferroviaire. Ainsi, les crédits Etat mobilisés dans le cadre du plan de relance (250 M€) contribuent, avec les montants qui figuraient déjà dans la trajectoire LOM pour 2021/2025 (252 M€) et certaines hypothèses de cofinancement (Régions et autres collectivités locales, UE, secteur privé), à un programme d'investissement total en faveur du fret ferroviaire estimé à 1 Md€.

Ces actions portent notamment sur :

- la création et la modernisation de terminaux et d'installations terminales embranchées
- des travaux sur le gabarit
- des aménagements spécifiques pour les trains longs et lourds
- des aménagements de voies de service et d'installations de tri dans les gares de triage
- des aménagements sur les voies capillaires fret
- la digitalisation des opérations de fret ferroviaire, notamment :
 - o le partage de données entre entreprises ferroviaires, gestionnaires d'infrastructures et chargeurs pour améliorer le service client, la qualité, la fiabilité et la sécurité ;
 - o les outils de description du réseau et du matériel à finalité capacités de fret et de gestion des sillons
 - o la géolocalisation des trains
 - o la communication entre conducteurs et agents au sol
 - o les API mises à disposition des entreprises ferroviaires

Le soutien à l'automatisation visé par la stratégie et les soutiens apportés par l'action de l'Etat et des Régions sur les infrastructures d'une part, la digitalisation des opérations d'autre part, apparaissent donc fortement complémentaires, confortant l'objectif de démonstrateurs de systèmes intégrés automatisation – digitalisation des circulations et des opérations de fret ferroviaire à l'échéance de 2025

Interface avec Horizon Europe

Pour l'ensemble des mesures ferroviaires présentées ci-dessus, le PIA ne constitue pas le seul guichet pour accompagner les innovations du secteur ferroviaire. L'Union Européenne, dans le cadre de son Pacte Vert, met en place plusieurs dispositifs destinés à préparer le transport du futur dont certains ciblent spécifiquement le transport ferroviaire.

Ainsi, dans le cadre du programme cadre Horizon Europe, le partenariat institutionnel « Europe's Rail », doté de 600 M€ de la part de la Commission Européenne et 1 Md€ de la part des partenaires, vise à déployer des solutions ferroviaires décarbonées, digitalisées, connectées et automatisées à l'horizon 2030, aussi bien pour le transport de voyageurs que de marchandises, que ce soit pour de longues distances à l'échelle européenne ou de très faibles distances s'inscrivant dans une desserte multimodale urbaine ou rurale en porte-à-porte, ainsi que la gestion de trafic et la maintenance des patrimoines d'infrastructures ferroviaires.

Budget et co-financements identifiés

250M€ de PIA4 soutiendront de déploiement de l'axe ferroviaire de la stratégie.

Pour lever des verrous à la recherche de terrains d'expérimentation, il importe que les collectivités locales et gestionnaires de réseau concernés, participant au financement des projets, puissent bénéficier du soutien de la stratégie.

Calendrier

Un appel à manifestations d'intérêt ou à projets, recouvrant les mesures ferroviaires est visé au 2^{ème} trimestre 2021. Cet appel, couvrant notamment le développement d'un démonstrateur ERTMS de niveau 3 hybride et les trains légers, permettra de favoriser l'émergence éventuelle de synergies (briques de l'ERTMS N3/ARGOS sur le train léger). Cet appel couvrira également, en termes de manifestation d'intérêt ou de projets le fret ferroviaire automatisé. Des projets d'automatisation du fret ferroviaire pourront également être présentés dans le cadre de l'appel à projets consacré à la logistique 4.0 prévu au 4^{ème} trimestre 2021, afin de permettre les synergies entre l'automatisation et la digitalisation des chaînes logistiques.

AXE 2 : OPTIMISER, SECURISER ET DECARBONER LES TRANSPORTS MASSIFIES ET LES INTERFACES MULTIMODALES

Mesure 4 : Logistique 4.0

Raison d'être et objectifs

La compétitivité et l'attractivité de la chaîne logistique suppose de lever un verrou important : la numérisation et l'automatisation des procédures et opérations de la chaîne logistique multimodale dans une conception d'intégration sans couture de bout en bout de la supply chain, conditions nécessaire à son attractivité et à sa compétitivité globale

La digitalisation des chaînes logistiques est un enjeu majeur de souveraineté, de compétitivité économique et écologique et de sûreté. L'amélioration de la compétitivité des transports de marchandises, depuis les portes d'entrée / sortie sur le territoire jusqu'à la livraison du dernier kilomètre, constitue aussi un facteur-clé pour renforcer le développement économique des entreprises industrielles comme commerciales et des territoires, des ports et des hubs multimodaux de leurs axes logistiques et redonner à la France une place de premier rang dans ce domaine. Ainsi aujourd'hui, plus de 40 % des conteneurs destinés à la France transitent par d'autres ports européens. A l'aune d'une politique européenne de massification des flux, la France se doit, dans les années à venir, d'en rationaliser et moderniser les conditions d'accueil et de traitement depuis nos ports jusqu'au client final et depuis nos industries jusqu'au départ de nos ports.

L'organisation des chaînes logistiques est déterminante pour l'empreinte environnementale des choix de production / transports / consommation, c'est singulièrement le cas pour le premier et le dernier kilomètre. La prise en compte de cette empreinte environnementale dans les choix de consommation

peut constituer un levier puissant d'orientation des comportements vers des modes de production, de transport et de distribution plus efficaces du point de vue environnemental qui accélérera la demande de transports optimisés du point de vue écologique.

Le secteur de la logistique se doit par ailleurs de répondre aux enjeux des évolutions sociétales qui l'impactent fortement et ont été amplifiées par la crise COVID avec des besoins marqués concernant :

- la fluidification de la logistique urbaine qui constitue un gisement majeur de réduction des nuisances locales, et de dynamisation des villes ;
- une meilleure information sur l'impact carbone des produits et services sur l'ensemble de leur cycle de vie auprès des clients afin d'orienter leur acte d'achat vers les produits et services les plus vertueux sur un plan environnemental.

Enfin, l'automatisation et la digitalisation introduisent une nouvelle zone de compétitivité pour la logistique, pour l'ensemble des modes concernés et les interfaces entre les différents maillons des chaînes logistiques (pouvoirs publics, fournisseurs de produits, modes de transport, logisticiens, clients entreprises ou particuliers...). Automatisation et digitalisation offrent un support à l'innovation par les services, elles-mêmes valorisées par les clients de l'industrie et du commerce international.

Le Comité interministériel de la Logistique du 7 décembre 2020 a décidé de faire de la logistique un axe spécifique d'innovation dans le PIA 4, reconnaissant l'importance des gisements d'innovation, notamment par la numérisation et l'automatisation de certains segments, participant ainsi à l'amélioration de la sécurité des opérations pour les intervenants humains, à l'efficacité de la chaîne logistique, ainsi qu'à la réduction des nuisances.

L'objectif principal est ainsi d'accompagner le secteur dans sa transition écologique et numérique, et de développer des solutions de logistique digitalisée et connectée (Logistique 4.0), avec un focus particulier sur la fluidification des relations entre les maillons des chaînes, notamment du point de vue des procédures administratives et la réduction de leur empreinte environnementale par la massification des flux.

Descriptif de la mesure et objets visés

Les objets et finalités de la stratégie sont de promouvoir le développement :

- de systèmes de digitalisation sûrs et résilients, pour la numérisation des procédures (dont douanières), pour garantir l'intégrité des données échangées, pour la traçabilité et la gestion optimisée des flux au sein et entre les maillons des chaînes logistiques, et pour faciliter l'intermodalité (rail / route / fluvial / maritime) dans les grands axes logistiques, environnement de test et de qualification associé. Ainsi la stratégie pourra soutenir des projets pilotes sur les grands corridors d'accès au territoire français : Vallée de la Seine, Axe Méditerranée Rhône-Saône, Axe Nord. La stratégie d'accélération pourra soutenir la mise en place de bases de données partagées entre acteurs selon des principes de gouvernance définis dans le cadre du projet, le développement d'outils de collecte et transmission de données, d'outils de traitement de données interopérables entre acteurs, d'outils de protection des données confidentielles sur le plan commercial ou des données personnelles, ou d'outil de diffusion des bonnes pratiques numériques aux maillons les moins digitalisés
- de systèmes pour la mesure de l'information environnementale de la chaîne logistique, et outils d'information pour les choix utilisateurs (écolabel). Les projets pourront à la fois viser la mesure de l'impact environnemental des chaînes logistiques (choix des indicateurs pertinents, collecte des données, agrégation multi-acteurs, développement de méthodes de calcul des indicateurs) et l'évaluation de l'impact de la connaissance de différents indicateurs sur le comportement du consommateur ou du bénéficiaire de la prestation logistique, sous différentes formes. Le dernier kilomètre et les flux logistiques portuaires de l'autre, constitueront des priorités.
- Par ailleurs, de solutions d'automatisation de la chaîne logistique doivent intégrer les maillons terminaux, intéressant notamment des véhicules routiers ou des opérations de fret multimodal, des interfaces entre la manutention en entrepôt et les opérations de chargement / déchargement / transport ; et notamment.
 - d'expérimentations et pilotes de services de fret et logistique automatisée : la stratégie d'accélération soutiendra des projets dans les usages suivants : logistique urbaine de tournée

(B2B ou B2C adapté aux zones concernées, avec possibilité de consigne) ; solutions d'assistance à la livraison ; solutions d'automatisation des tracteurs routiers, ensembles routiers ou remorques routières sur sites privés et/ou sur sections routières et autoroutières pertinentes ; transport de biens et logistique en zones semi-fermées (aéroports, ports, zones logistiques, zones ferroviaires) ; robotisation des plateformes logistiques interfacée avec l'automatisation du transports. La stratégie vise à soutenir de l'ordre de 5 expérimentations ou pilotes de services à l'échelle d'une zone logistique et/ou multimodale ou, pour la logistique urbaine, d'un quartier ou d'une ville de taille moyenne ;

- de plateformes de véhicules automatisés : la stratégie soutiendra des projets de robotisation des plateformes véhicules, à interfaçer avec les systèmes de conduite autonome remplaçant les conducteurs, et développement de nouvelles plateformes ; les priorités seront données aux véhicules de livraison urbaine et aux tracteurs routiers. L'objectif est de soutenir au moins un démonstrateur dans chacun de ces domaines ;

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs impliqués dans l'organisation et la régulation des chaînes logistiques sont très divers, et comprennent notamment :

- les transporteurs des différents modes ;
- les organisations professionnelles du secteur de la logistique ;
- les commissionnaires de transport ;
- les prestataires logistiques ;
- les chargeurs ;
- les opérateurs de grandes plates-formes logistiques (ports, aéroports et autres plates-formes multimodales, grandes plates-formes routières) ;
- les délégations d'axes portuaires et logistiques et les fédérations commerciales d'axes logistiques (Medlink, Norlink) ;
- le grand public et toutes les entreprises ayant recours à des services logistiques physiques ;
- les constructeurs de matériel de manutention dans les entrepôts, de dispositifs pour entrepôts automatisés ;
- les entreprises développant des solutions logicielles permettant le suivi multi-acteurs des flux ;
- les entreprises et start-up développant des systèmes de traçage de la marchandise, notamment via des capteurs et réseaux de transmission basse énergie ;
- les administrations en charge des formalités aux frontières (DGDDI, DGAL, DGCCRF, DGEF, DCPAF, DGITM) ;
- les centres de recherche publics ou privés.

La gestion optimale des interfaces multimodales, l'efficacité et la qualité de service des opérations, en particulier dans les portes d'entrée nationales sur le territoire, est un facteur clé de la maîtrise de la souveraineté logistique. Les réformes européennes SES/ETIAS ou de Guichet Unique Maritime sont autant d'occasion pour la France de réussir l'intégration du droit européen dans les formalités aux frontières. Le suivi et l'anticipation des réformes européennes en cours constitue un enjeu d'accompagnement important de ces mesures d'innovation.

L'usage du numérique est de plus en plus présent dans les démarches administratives. La création d'interfaces intégrant pleinement ce nouvel environnement doit permettre de faciliter la numérisation des démarches commerciales et administratives : l'accompagnement de ces approches innovantes de mise en œuvre d'outils logistiques adaptés passe également par la maîtrise et l'ouverture légale et réglementaire sécurisée des systèmes d'information pour optimiser les capacités opérationnelles d'accès et de partage des informations entre les acteurs publics et privés de la chaîne logistique.

Le Comité interministériel de la Logistique du 7 décembre 2020 a notamment prévu le lancement du point de contact unique aux frontières dans ses volets numérique et physique, qui vise à organiser une meilleure orchestration des formalités administratives aux frontières (contrôles documentaires et physiques) pour contribuer à faire des ports français un carrefour logistique stratégique et attractif. Le volet numérique de ce point de contact unique sera porté par une plateforme permettant d'améliorer la lisibilité des flux lors

du passage aux frontières. Elle sera déployée progressivement, entre juin 2021 et février 2022, sur les trois ports du Havre, de Dunkerque et Marseille, avant d'être étendue aux autres ports français en 2022.

La stratégie d'accélération viendra alimenter cette démarche, en s'attachant à soutenir et à tester des solutions innovantes sur des territoires pilotes, s'appuyant sur les axes logistiques des trois ports visés ci-dessus, ainsi que sur des plateformes aéroportuaires d'échelle mondiale pour le fret.

Le déploiement de solutions permettant l'information environnementale de la chaîne logistique jusqu'au consommateur final doit permettre d'accélérer les préférences de marché de mieux disant environnementaux (écolabel) : l'impact de ces usages dans le comportement réel des entreprises, usagers et consommateurs est lié également à la mise en œuvre de mesures incitatives, de nature fiscale, réglementaire, normative ou commerciale dont l'État doit prendre l'initiative en liaison avec les acteurs des éco-systèmes concernés.

Budget et co-financements identifiés

Le budget de cette mesure est de 90 millions d'euros, dont 50 MEuros dédiés aux démonstrateurs de fret routier automatisée et de robotisation logistiques en zones semi-fermées ou en desserte urbaine, et aux plateformes de véhicules routiers automatisés modulaires (tracteurs, porteurs, véhicules de livraison urbaine), et 40 MEuros pour les démonstrateurs de systèmes de digitalisation sûrs et résilients des procédures (dont douanières), et le développement de systèmes de mesure de l'empreinte environnementale de la chaîne logistique et des outils d'information des utilisateurs correspondants

Pour l'expérimentation et la démonstration en exploitation, dans le schéma de financement visé (soutien du PIA, et financement des entreprises proposant les solutions innovantes), il importe que les collectivités locales, les gestionnaires de réseau, et les gestionnaires d'installations terminales concernés, participant au financement des projets, puissent bénéficier du soutien de la stratégie, pour lever des verrous à la recherche de terrains d'expérimentation.

Calendrier

Un appel à projets spécifique à la logistique 4.0 est prévu au 4^{ème} trimestre 2021. Il sera concomitant avec un appel à projets consacré au véhicule automatisé et à l'infrastructure connectée et intelligente afin de permettre les synergies entre l'automatisation et la digitalisation des chaînes logistiques.

Mesure 5 : Verdissement des usages du maritime et du fluvial

Raison d'être et objectifs

L'ambition est de permettre à la France d'assurer un leadership dans les technologies de décarbonation du transport maritime et fluvial, dans un contexte de prise en compte de ces enjeux au niveau mondial, dans le cadre de l'OMI, et conformément aux orientations de la stratégie nationale de la mobilité propre, qui vise à faciliter la conversion du secteur vers les technologies bas carbone. Ceci s'inscrit également dans l'évolution de l'ETS en cours au niveau européen.

L'objet est de développer les solutions de propulsion verte pour les navires et bateaux existants en opération (hybridation et retrofit) en vue de réduire les émissions de GES et de polluants, et d'améliorer leur compétitivité opérationnelle et leur performance énergétique en développant les outils d'automatisation et de connectivité de l'exploitation des navires et bateaux

La réduction des émissions de polluants locaux des navires et bateaux est une exigence forte compte tenu de la présence de terminaux portuaires proches des villes et des enjeux de maîtrise de la consommation de foncier et de compétitivité.

La longue durée de vie des navires et bateaux rend particulièrement important le développement de solutions d'adaptation efficaces aux coûts optimisés pour réduire l'intensité carbone de la flotte existante.

Descriptif de la mesure et objets visés

La mesure consiste à promouvoir le développement et la démonstration à l'usage de :

- décarbonation de systèmes propulsifs et solutions de retrofit pour la réduction des pollutions (NB : en lien avec stratégies H2, batteries, produits biosourcés)
- solutions pour la réduction de la consommation énergétique à l'usage, y compris les solutions de routage et pilotage intelligent

Les installations à quai pourront être incluses dans les projets si elles constituent des parties intégrantes des solutions innovantes proposées, ou proposent, en elles-mêmes, des solutions innovantes de gestion de l'approvisionnement électrique à quai. Les solutions consacrées spécifiquement à l'alimentation en hydrogène à quai ont vocation à relever de la stratégie d'accélération hydrogène.

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs visés par cette mesure sont :

- les armateurs et transporteurs fluviaux selon un large spectre de taille de structure, du groupe international à l'artisan ;
- les commissionnaires de transport ;
- les ports maritimes et fluviaux ;
- les chargeurs ;
- les collectivités locales à proximité des ports maritimes ou fluviaux ;
- les entreprises de construction navale ;
- les entreprises développant des systèmes ou composants de propulsion hydrogène adaptés aux conditions maritimes et fluviales ;
- les entreprises développant des systèmes ou composants de propulsion électrique sur batterie, adaptés aux conditions maritimes et fluviales ;
- les entreprises et start-up développant des systèmes de propulsion vérique ou autre systèmes de réduction de la consommation énergétique ;
- les entreprises et start-up apportant des solutions logicielles d'optimisation de la consommation d'énergie à bord, du vieillissement des systèmes ;
- les centres de recherche publics ou privés.

Le cadre réglementaire en matière maritime découle principalement de règles internationales adoptées par l'OMI ou au niveau européen. Le déploiement d'innovations ou d'expérimentations, pouvant parfois sortir du cadre « classique » (alternative design) est néanmoins prévu par la réglementation et constitue un enjeu d'accompagnement particulier par les services de l'Etat.

Il en va de même côté fluvial dont le cadre réglementaire dépend du comité européen pour l'élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure (CESNI) et pour lequel l'intégration d'innovations sur des bateaux nécessite un suivi par les services de l'Etat.

S'agissant du sujet spécifique de l'hydrogène, la Direction des affaires maritimes a engagé un travail, en lien avec les acteurs concernés, visant à élaborer une réglementation nationale sur son utilisation à bord des navires.

Un autre chantier réglementaire concerne l'élaboration à venir d'une ordonnance relative aux navires autonomes et aux drones marins. La future ordonnance, prévue par la loi d'orientation des mobilités, constituera le futur cadre pour la conception et l'exploitation des navires autonomes.

Au-delà des aspects réglementaires, les mesures d'accompagnement porteront sur des actions de formations adaptées aux objets d'innovation identifiés dans la présente stratégie. En effet, le développement de nouveaux modes propulsifs, l'installation de nouveaux systèmes, de collecte et d'analyse des données ou encore de conduite de navires vériques nécessitent des compétences nouvelles à acquérir par les femmes et les hommes qui travaillent dans la filière maritime et fluviale, tant embarquée qu'à terre. Ces nouveaux métiers et nouvelles compétences constituent également une opportunité de développement d'emplois de marins localisés en France. Les actions de formation à mener s'engageront notamment dans le cadre du campus de l'industrie navale (CINav) et du réseau des écoles de formation professionnelle maritime.

Enfin, le PIA ne constitue pas le seul guichet pour accompagner les innovations du secteur maritime. L'Union Européenne, dans le cadre de son Pacte Vert, met en place plusieurs dispositifs destinés à préparer le transport du futur dont certains ciblent spécifiquement le transport maritime. Ainsi, le partenariat « zero emission waterbone transport », doté de 530 M€, vise à déployer des solutions de transport maritime et fluvial décarbonées à horizon 2030, pour tous les types de navire ou bateaux, dans le cadre de consortia européens. Les appels à projets qui naîtront de ce partenariat permettront, pour les projets sélectionnés, de bénéficier de soutien dans le cadre du programme Horizon Europe.

Articulation avec le volet structurel du PIA

Le Comité d'Orientation pour la Recherche et l'Innovation de la MER (CORIMER) a vocation à orienter les projets déposés chaque année vers différents outils de financement soit ministériels soit du PIA. Le CORIMER a retenu les axes de R&D suivants :

- Bateaux intelligents et systèmes autonomes (smart ship)
- Energies et propulsion (Green Ship)
- Nouveaux matériaux et chantier intelligent (Smart Yard)
- Ressources marines (Smart offshore industries)

La mesure « Verdissement des usages du maritime et du fluvial » de la stratégie d'accélération sera traitée en partie par l'intermédiaire du CORIMER et des appels à projet à venir, mais aussi par l'intermédiaire des stratégies d'accélérations pertinentes (hydrogène, batteries, cybersécurité, produits biosourcés et carburants durables, etc.). Les besoins de soutien estimés à ce stade sont de 150 millions d'€ sur la durée de la stratégie d'accélération.

Mesure 6 : Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés

Raison d'être et objectifs

L'exploitation aéroportuaire doit s'adapter pour répondre à différents types d'enjeux :

- un enjeu d'optimisation des opérations aéroportuaires et de la gestion des flux passagers, à la fois pour améliorer les services aux passagers, minimiser, voire annuler, l'empreinte carbone et les impacts environnementaux des opérations aéroportuaires, ainsi que pour maximiser le potentiel des infrastructures aéroportuaires existantes et ainsi pouvoir éviter/limiter les besoins d'extension ; la décarbonation des opérations aéroportuaires participe ainsi de façon significative à décarboner le transport aérien et s'inscrit dans une perspective d'accueil de futurs avions utilisant de nouvelles énergies à faible émission carbone voire totalement neutres en carbone ;
- un enjeu de développement de la multimodalité : l'aéroport « intelligent » doit contribuer à faciliter l'interconnexion avec les autres modes, dont ferroviaire, pour simplifier les correspondances intermodales, ce qui correspond notamment aux objectifs de la LOM de faciliter les déplacements multimodaux ;
- un enjeu de souveraineté de la sûreté aéroportuaire, dans un contexte où les matériels utilisés sont de plus en plus connectés et traitent de données personnelles sensibles.

L'objectif de la stratégie est d'accompagner la mutation nécessaire du transport aérien face à ces enjeux, en soutenant les acteurs de la filière et en intégrant aussi tôt que possible la préparation des futures évolutions réglementaires et des compétences qui permettront la mise en œuvre de ces nouvelles solutions.

Descriptif de la mesure et objets visés

La mesure vise à soutenir des projets de démonstrateurs ou des projets pilotes, ainsi que, si nécessaire le développement et l'intégration de briques technologiques pour les objets suivants :

- Optimisation et décarbonation des opérations aéroportuaires, plus particulièrement par l'utilisation de nouveaux équipements, nouvelles technologies ou de nouvelles pratiques permettant de diminuer voire supprimer le recours à des énergies fossiles ou s'inscrivant dans le cadre de l'économie circulaire ;

- Expérimentations et pilotes de solutions et de systèmes pour l'optimisation de l'accès et la gestion des flux passagers tout au long du parcours passager dans l'aéroport, dans un cadre sûr, sécurisé, fluide et résilient ;
- Expérimentations et pilotes de solutions pour faciliter les interfaces multimodales, et encourager l'utilisation des transports collectifs, partagés et/ou propres pour l'accès aux aéroports ;
- Mise en œuvre d'installations d'équipements de tests permettant d'accélérer la conception, la mise au point ou la validation de nouveaux systèmes d'exploitation allant dans le sens de la décarbonation des sites aéroportuaires ou de la mise en œuvre d'une politique de gestion de patrimoine optimisée.

Les lieux de démonstration seront a priori les sites aéroportuaires à vocation internationale :

- Solutions pour l'optimisation et la décarbonation des opérations aéroportuaires
- Démonstrateurs pour l'automatisation des opérations aéroportuaires
- Démonstrateurs de gestion, de fluidification et de sécurisation des parcours et des flux passagers (aéroports, ports, gares)

Acteurs impliqués et accompagnement

Les acteurs impliqués dans les solutions visées sont principalement, outre les services de l'Etat : les exploitants d'aéroports et leurs associations ; les industriels du domaine (construction, sûreté, exploitation) ; les compagnies de transport (passagers et fret) ; les opérateurs de transports publics et les autorités organisatrices ; les entreprises fournissant des services, notamment de desserte, dans les aéroports ; les universités, laboratoires, centres d'études et instituts de recherche.

Les mesures d'accompagnement des projets s'articulent autour de deux priorités : anticiper la préparation des futures évolutions réglementaires et des formations qui permettront la mise en œuvre de ces nouvelles solutions

L'accompagnement portera en particulier sur les pratiques et les référentiels d'exploitation, en lien avec l'ensemble des acteurs des plateformes aéroportuaires impliqués dans la gestion des flux (passagers, aéronefs, matériels de piste et de traitement des bagages et du fret).

D'une façon plus globale, l'Etat assurera un suivi de la préparation des futures évolutions réglementaires qui permettront la mise en œuvre des solutions innovantes.

Il s'agira notamment de faciliter des expérimentations en aidant à l'établissement de leurs conditions (accès aux données, partenariats pour l'utilisation de plateformes de test ou d'outils de simulation, prise en compte des enjeux réglementaires).

Par ailleurs, les démonstrateurs de solutions et de systèmes pour l'optimisation de l'accès et la gestion des flux passagers dans l'aéroport intègrent l'utilisation de données biométriques ou la mise en œuvre de systèmes fondés sur l'intelligence artificielle. Les aspects liés à la cybersécurité des données et des systèmes font également partie des process de validation des solutions mises en œuvre.

Un aspect important des mesures d'accompagnement des projets retenus dans la stratégie d'accélération sera d'assurer une interface cohérente et concertée avec les autres stratégies d'accélération concernées, notamment Cybersécurité et 5G, au stade amont de l'analyse des projets retenus, comme en phase de mise en œuvre du projet et d'intégration/tests des briques d'innovation correspondantes.

A noter que la mise en œuvre des systèmes de sûreté innovants induisent un besoin de formation important des agents de sûreté aéroportuaire : ceux-ci et leurs instructeurs seront accompagnés dans leur formation par les services de la DGAC.

Articulation avec le volet structurel du PIA

Cette mesure a vocation à orienter la sélection des projets dans le cadre du volet structurel du PIA, notamment ceux instruits dans le cadre de l'appel à projet I-Demo. Les besoins de soutien estimés à ce stade sont de 50 millions d'€ sur la durée de la stratégie d'accélération.

Des projets d'automatisation des opérations aéroportuaires et/ou d'intégration des flux aéroportuaires dans les chaînes multimodales pourront par ailleurs être présentés dans le cadre de l'appel à projets relatif aux systèmes de transports automatisés prévu fin 2021.

Axe 3 : DEVELOPPER DE NOUVELLES OFFRES DE MOBILITE PAR L'AUTOMATISATION ET LA DECARBONATION

Mesure 7 : Services, systèmes et véhicules de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone

Raison d'être et objectifs

Le développement des véhicules automatisés offre une opportunité de développer des mobilités mieux adaptées à la demande, plus propres et plus solidaires, et de valoriser les atouts de l'industrie française. La stratégie nationale de 2018, actualisée en 2020, vise à faire de la France le lieu privilégié en Europe de déploiement de services de mobilité routière automatisés.

Le cadre législatif et réglementaire de ce déploiement est mis en place, en application de la Loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019. Les ordonnances du 14 avril 2021 fixent notamment le cadre de déploiement et de responsabilité pour les véhicules et des services de mobilité automatisés, ainsi que les conditions d'accès aux données des véhicules.

La mesure vise à soutenir le développement d'une offre souveraine de systèmes, composants et services sur (i) les briques technologiques où des acteurs français sont déjà positionnés et en mesure d'offrir des solutions compétitives et (ii) sur les briques technologiques où une offre tarde à émerger en France et en Europe et où seule une mise en commun des ressources au niveau européen peut permettre d'offrir une alternative viable face à l'émergence d'un duopole sino-américain. Les marchés ainsi identifiés sont les suivants :

- Transport public : Le dispositif mis en œuvre devra permettre aux acteurs français, plutôt en avance par rapport à la concurrence internationale, de passer de l'expérimentation à une échelle industrielle et de développer une offre produit/ services en mesure de mieux répondre aux besoins des opérateurs, tant en termes de capacité et de vitesse de circulation que de modèle économique ;
- Logistique : Le dispositif devra permettre le déploiement commercial de solutions automatisées sur site privé (ex. aéroports, chantiers, etc.) où des acteurs français sont déjà positionnés. Le dispositif pourra aussi soutenir des expérimentations en lien avec le transport de marchandises sur longue distance et la logistique du dernier kilomètre, sous réserve que le niveau d'ambition des projets présentés permette d'envisager un rattrapage par rapport à la concurrence internationale ;
- Véhicules particuliers : Sur ce marché à fort potentiel où se concentre la majorité des investissements (à la fois pour le développement des véhicules et des briques technologiques), le dispositif devra permettre d'accélérer le passage à l'échelle et le développement d'avantages technologiques soutenables sur le marché des composants (ex. microprocesseurs, capteurs), d'accompagner le développement d'acteurs innovants sur les briques émergentes (ex. supervision) et de favoriser le rattrapage technologique face aux acteurs américains et chinois sur le développement des briques logicielles nécessaires à la conduite autonome (en particulier grâce à des partenariats au niveau européen).

L'enjeu pour la France est d'éviter un décrochage dans les maillons de la chaîne de valeur à plus forte valeur ajouté et d'accélérer le passage de l'expérimentation au déploiement de services de transport routier automatisés. Cela nécessite d'adresser trois enjeux principaux :

- Le développement et l'intégration sûre de briques technologiques de plus en plus performantes (capteurs, logiciels, systèmes d'exploitation, intelligence artificielle embarquée) et de leurs interfaces homme-machine dans les véhicules ;
- le développement de plateformes de véhicules automatisés mieux adaptées aux nouveaux usages et services de mobilité, notamment de transports de passagers ;
- le développement sûr de l'exploitation de systèmes, intégrant plusieurs types de véhicules sans opérateur à bord, avec supervision ;

Par ailleurs, le déploiement de services, systèmes et véhicules de transport routier automatisé doit être accompagné d'un développement sûr et adapté des systèmes de connectivité sécurisés pour assurer une interaction complémentaire entre les véhicules et le réseau routier.

Plus globalement, l'accélération du renouvellement et de la modernisation du réseau routier doit permettre d'utiliser ces opportunités de digitalisation des infrastructures pour optimiser la surveillance de leur état (ex: ponts et chaussées connectés), et optimiser leur maintenance, notamment prédictive. Des gains de productivité importants sont attendus des opérateurs routiers nationaux, départementaux et métropolitains. Les retours d'expérience sur maintenance prédictive à base d'IA dans l'industrie mettent en avant un retour sur investissement intéressant.

Enfin, avec le déploiement massif des véhicules électriques et des bornes de recharge, il convient d'expérimenter des moyens innovants pour optimiser et fiabiliser l'alimentation électrique, et d'en évaluer la viabilité en exploitation (systèmes de recharge par la route - caténaire, rail, induction), bornes de recharge intelligentes (véhicules-réseau). Ces enjeux font écho aux objectifs de la stratégie nationale bas carbone de favoriser les usages multimodaux de la route et le report vers les modes massifiés ou partagés ou les modes actifs, et d'encourager l'usage des carburants alternatifs par des dispositifs intelligents de distribution.

L'objectif principal de la mesure est le déploiement de démonstrateurs ou de pilotes de services, permettant d'éprouver d'une part les modèles économiques et les conditions d'exploitation des services de transport routier automatisé et d'autre part de promouvoir et accélérer dans le cadre du renouvellement nécessaire et de la modernisation du réseau routier les solutions de route intelligente adaptées et compétitive (conception, maintenance et exploitation) et bas carbone

Descriptif de la mesure et objets visés

- ***Services, systèmes et véhicules de transport routier automatisé***

La mesure consiste à

- i. Accélérer le développement et l'intégration des briques technologiques dans les véhicules et les systèmes automatisés, à la fois pour le transport public, la logistique et les véhicules particuliers ;
- ii. Soutenir le développement de plateformes de véhicules automatisés pour le transport de biens et de personnes. Dans le transport public, ces véhicules seront dotés notamment d'une plus grande capacité (type bus / minibus) et devront pouvoir circuler à des vitesses commerciales plus élevées (30-50 km/h), sur route ouverte sans conducteur à bord et de façon supervisée. Dans la logistique, ces véhicules devront permettre la livraison automatisée de biens en zone urbaine ou sur site privé, ou le transport sur longue distance par autoroute. En ce qui concerne les véhicules particuliers, les véhicules devront être en mesure de justifier un niveau d'automatisation accru dans des conditions préétablies (e.g. sur autoroute et dans les centres villes européens).
- iii. Accélérer le déploiement de démonstrateurs et pilotes, et favoriser les expérimentations à grande échelle de véhicules et de services de mobilité automatisés de personnes et de marchandises pour les usages suivants : desserte fine de sites (quartiers, zones d'activités); accès aux hubs de transport ; desserte pôle à pôle ; extension ou transformation de dessertes existantes ; parking automatisé et intelligent ; micro-transit ;
- iv. Soutenir l'intégration, dans les véhicules, les systèmes et les services, des fonctions de supervision, de diagnostic technique et de maintenance prédictive des flottes, d'intervention et de manœuvres à distance (s'appuyant sur les véhicules et les infrastructures), de régulation et de gestion collaborative de flottes, de gestion des modes dégradés, d'interfaces homme-machine traitant de l'ensemble des composantes du système (interfaces à l'intérieur du véhicule, interfaces de prise en main ou d'embarquement / débarquement des véhicules, interfaces de supervision et d'opération à distance, interfaces de gestion collaborative des flottes, interfaces avec les usagers). La stratégie portera une attention particulière à l'interopérabilité de ces fonctions.

Enfin, ces pilotes pourront s'appuyer sur ou alimenter des bases de données pour la sécurité des systèmes de mobilité automatisée et connectée : la stratégie soutiendra des projets d'architecture de bases de données puis des démonstrateurs de bases de données permettant aux différents acteurs concernés

(constructeurs automobiles, équipementiers automobile et routiers, opérateurs de télécommunication, gestionnaires routiers, autorités organisatrices), d'accéder aux données, conformément aux droits et obligations issues du cadre réglementaire européen (dont RGPD) et national (dont article 32 de la Loi d'orientation des mobilités). Ces bases de données pourront notamment concerner les scénarios de conduite utilisés pour la validation des systèmes de conduite automatisée. L'objectif est de soutenir des démonstrateurs sur quelques territoires représentatifs de types d'infrastructures routières ou quelques configurations de mixité des cas d'usage.

- ***Route intelligente connectée et bas carbone***

La mesure consiste à déployer les solutions, démonstrateurs ou pilotes de services suivants :

- i. Zones ou sections connectées pour le développement de l'automatisation : la stratégie soutiendra l'équipement de zones ou de sections, pour le développement de cas d'usage d'automatisation (voyageurs et marchandises). Ces zones pourront être partie intégrante des expérimentations ou pilotes de services par cas d'usage mentionnées ci-dessus, ou support d'une offre « multi-cas d'usage » ; dans ce cas, l'objectif est de soutenir des projets sur quelques territoires, en recherchant des mutualisations avec la gestion des données mentionnée ci-dessus. En fonction de la taille et de la densité du territoire concerné, la stratégie vise à soutenir de 2 à 3 territoires, y compris un territoire choisi en zone périurbaine de faible densité, ou en zone rurale.
- ii. Systèmes innovants pour l'utilisation adaptative de la voirie, soit réversibles, soit adaptables en fonction du trafic (ex : voies dédiées, priorité des bus aux carrefours et aux intersections) pour augmenter l'efficacité et l'attractivité des transports en commun et développer le report modal.
- iii. Systèmes innovants pour automatiser la surveillance de l'état de l'infrastructure : nouveaux capteurs permettant de mieux connaître l'état de l'infrastructure et les sollicitations auxquelles elle est soumise ainsi que les risques de surcharge (entrée de pont par exemple), les techniques d'inspection à grand rendement du réseau, ainsi que les méthodes et outils de gestion prédictive de patrimoine permettant au gestionnaire de simuler l'impact d'une politique d'entretien sur la durée de vie prévisionnelle des ouvrages ; les applications de maintenance prédictive sur les chaussées et ouvrages basées sur du big data, des algorithmes de prédiction des pathologies et de cartographie des priorités d'intervention. Elle soutiendra également les méthodes de conception sobres en cycle de vie et résilientes au changement climatique (notamment en dimensionnement) et d'entretien plus sobres et plus durables pour une augmentation de la durée de vie des infrastructures et une réduction des opérations d'entretien.
- iv. Infrastructure énergétique pour l'alimentation et la recharge intelligente des véhicules : la stratégie soutiendra le développement de démonstrateurs de systèmes d'alimentation électrique des véhicules en circulation ou à l'arrêt par l'infrastructure (caténaires, rail au sol ou par induction) et les systèmes de gestion intelligente de l'alimentation permettant de mieux appréhender la gestion des pics de demande qui permettra à la France d'innover dans ces technologies prometteuses pour l'atteinte des objectifs de la stratégie nationale bas carbone et notamment la transition énergétique du parc de véhicules routiers.

Acteurs impliqués et accompagnement

Pour ce qui concerne le **développement du véhicule automatisé et connecté**, la stratégie d'accélération permettra d'intégrer les projets et d'impliquer les acteurs concernés :

- constructeurs automobiles
- équipementiers automobiles
- opérateurs de transports (voyageurs et fret)
- concepteurs de systèmes intégrés
- acteurs de la sécurité
- acteurs du numérique et des télécommunications
- équipementiers de la route
- gestionnaires routiers
- gestionnaires de sites (industriels, logistiques, portuaires, aéroportuaires)
- collectivités locales organisatrices de la mobilité et autorités de police de la circulation

Ces acteurs seront par ailleurs associés à l'élaboration du cadre réglementaire de circulation et la production des référentiels d'évaluation, de validation de sécurité et d'échanges de données (en application de la Loi d'orientation des mobilités).

Les groupes de travail mis en place dans le cadre de la stratégie nationale de développement du véhicule automatisé, constitueront le lieu d'échanges entre innovations et politiques publiques, dans la continuité du suivi du programme EVRA : démonstration de sécurité ; impacts environnementaux ; modèles économiques et d'usage ; acceptabilité ; modalités d'accès et d'échanges de données.

La stratégie d'accélération assurera également un accompagnement pour la préparation des AMI couvrant les thématiques du volet structurel du PIA traitant de la décarbonation des véhicules routiers, et des briques pour l'automatisation et la connectivité, et de leur bon interfaçage avec les thématiques couvertes par la stratégie d'accélération.

Enfin, le PIA ne constitue pas le seul guichet pour accompagner les innovations dans le domaine de l'automatisation des véhicules. L'Union Européenne, dans le cadre de son Pacte Vert, met en place plusieurs dispositifs destinés à préparer le transport du futur dont certains ciblent spécifiquement le véhicule autonome.

Ainsi, le partenariat « Mobilité coopérative, connectée et automatisée (CCAM - Cooperative, Connected and Automated Mobility) », doté de 450 M€, vise à accélérer le développement de ce type de mobilité pour les passagers et les marchandises à horizon 2030, pour tous types de véhicules routiers des plus légers aux plus lourds, des voitures individuelles aux transports collectifs et aux poids-lourds, connectés entre eux, aux systèmes de supervision et aux infrastructures dans le cadre de consortia européens. L'objectif est de combiner connectivité, systèmes coopératifs et automatisation pour créer une mobilité plus centrée sur l'utilisateur, avec plus de sécurité, moins de congestion et offrir de nouveaux services de mobilité pour les passagers et les marchandises. Les appels à projets qui naîtront de ce partenariat permettront, pour les projets sélectionnés, de bénéficier de soutien dans le cadre du programme cadre Horizon Europe.

Pour ce qui concerne **l'infrastructure routière**, l'accompagnement portera sur l'analyse et les conditions de mise en œuvre des compétences requises, la doctrine technique et les pratiques professionnelles, qui constituent une composante importante de l'émergence durable des solutions. Les acteurs des infrastructures se sont récemment engagés au travers d'un « pacte d'engagement des acteurs des infrastructures de mobilité » visant la prise en compte de trois transitions majeures : la transition écologique, la transition numérique et l'amélioration de l'écoute du citoyen. L'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM) réunit ces acteurs dans une gouvernance commune. Parmi les 14 engagements de ce pacte figure la libération de l'innovation, à travers notamment l'utilisation des formes contractuelles innovantes, mais aussi l'adaptation des formations (ingénieurs, administration, techniciens, exécution, formateurs...) aux enjeux posés par ces transitions. L'accompagnement favorisera la bonne mise en œuvre des partenariats correspondants.

Le sujet spécifique des systèmes de recharge électrique par la route (caténaires, rail, induction) rassemble un écosystème encore plus large (gestionnaires routiers, fournisseurs de solutions, transporteurs, constructeurs, fournisseurs d'énergie, administration). Cet écosystème est réuni depuis janvier 2021 dans une gouvernance autour du Ministère de la transition écologique, en trois groupes de travail dont l'un doit préfigurer un démonstrateur en France.

L'accompagnement renforcera le fonctionnement du secteur des infrastructures de mobilité autour de ses composantes indissociables pour la construction d'un projet :

- maître d'ouvrage et gestionnaire d'infrastructures, offrant un territoire ou terrain pour l'expérimentation ;
- entreprises, que ce soient des industriels développant des produits innovants ou des acteurs des travaux publics réalisant des projets et déployant ces équipements innovants ;
- ingénierie permettant d'accompagner la réalisation du projet et son évaluation technique.
- organismes de recherche et de formation agissant dans l'accompagnement scientifique du projet, en collaboration avec un ou plusieurs industriels ;

La stratégie d'accélération assurera également un accompagnement pour la préparation des AMI couvrant les thématiques du volet structurel du PIA traitant de la route durable et de leur bon interfaçage avec les thématiques de la mesure 7 de la stratégie d'accélération.

Budget et co-financements identifiés

Le budget de cette mesure est de 200 millions d'euros.

Pour lever des verrous à la recherche de terrain d'expérimentation et capitaliser leurs enseignements, il importe que les collectivités locales, exploitants de réseaux et gestionnaires de voirie, participant à ces projets, soient soutenus par le PIA.

S'agissant des services, systèmes et véhicules automatisés, la stratégie s'attachera à :

- rechercher les complémentarités avec le volet structurel du PIA d'une part, le soutien au développement composants spécifiques au travers des volets « intelligence artificielle », « 5G et futures technologies de télécommunications » et « électronique » (ex. nouvelle génération de capteurs, expérimentation à grande échelle de véhicules particuliers et navettes connectés et automatisés)
- soutenir, en lien avec les stratégies mentionnées ci-dessus, des projets à dimension européenne, lorsqu'ils sont pertinents, en encourageant notamment la mise en place de partenariats entre acteurs français, allemands et européens, en particulier sur la cartographie HD, la base de scénarios, la perception et la reconnaissance d'objets et les algorithmes de décision.

En complément, une attention particulière sera portée aux besoins en fonds propres nécessaires à l'émergence de start-ups, à l'industrialisation d'innovations et à des rapprochements entre acteurs innovants, notamment sur le développement des véhicules automatisés (transports de personnes et de fret).

Calendrier

Un appel à projet spécifique au véhicule automatisé et à l'infrastructure routière connectée, intelligente et bas carbone est prévu au 4^{ème} trimestre 2021, éventuellement avec des relèves étaillées sur une durée suffisante (~ 1 an). Il sera concomitant avec un appel à projet sur la logistique 4.0, afin de favoriser les synergies entre l'automatisation et la fluidification des chaînes logistiques. L'opportunité d'un appel à projet commun avec des partenaires européens ou spécifiquement franco-allemand dédié sera étudiée d'ici fin 2021.

Effets d'accélération visés

La stratégie vise à préparer le déploiement de systèmes et services de transports numérisés, automatisés et décarbonés en accélérant l'innovation pour atteindre des niveaux de maturité de l'ordre de 7-8, permettant ainsi de dépasser les niveaux 5-6 (parfois désignés de « vallée de la mort » de l'innovation). Le tableau ci-dessous présente l'effet d'accélération visé sur les différents objets.

Mesure	Objets (dont objets ayant vocation à relever du volet structurel du PIA)	TRL Avant	TRL Après
Trains légers	Démonstrateurs territoriaux de train léger modulaire	4-6	7-8
	Démonstrateurs territoriaux de trains très légers et de solutions rail-route	3-5	7-8
Réseau ferroviaire 4.0	Démonstrateur d'ERTMS de niveau 3	3-4	7-8
	<i>Solutions de représentation, supervision et maintenance du réseau</i>	3-6	7-8
Fret ferroviaire automatisé	Démonstrateurs territoriaux d'automatisation d'opérations de transbordement, de triages et couplages ferroviaires	4-5	7-8
	Expérimentation ou pilote de service de fret ferroviaire autonome	3-4	6-7
Logistique 4.0	Démonstrateurs de systèmes de digitalisation sûrs et résilients des procédures	5-6	7-8
	Systèmes de mesure de l'empreinte environnementale de la chaîne logistique et outils d'information des utilisateurs	5-6	7-8
	Démonstrateurs de fret routier automatisée et de robotisation logistiques en zones semi-fermées ou en desserte urbaine.	3-6	7-8
	Plateformes de véhicules routiers automatisés modulaires (tracteurs, porteurs, véhicules de livraison urbaine)	2-3	6-7

Verdissement des usages du maritime et du fluvial	Démonstrateurs d'optimisation des systèmes propulsifs et de solutions de retrofit	4-6	7-8
	Démonstrateurs visant la réduction de la consommation énergétique à l'usage, y compris les solutions de routage et pilotage intelligent	3-5	6-7
Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés	Solutions pour l'optimisation et la décarbonation des opérations aéroportuaires	4-5	7-8
	Démonstrateurs pour l'automatisation des opérations aéroportuaires	4-5	7-8
	Démonstrateurs de gestion, de fluidification et de sécurisation des parcours et des flux passagers (aéroports, ports, gares)	3-5	6-8
<i>Services de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone</i>	Expérimentations & pilotes de services de mobilité de personnes à l'échelle d'un territoire	3-6	7-8
	Plateformes de véhicules automatisés modulaires (mini-bus et bus urbains)	2-3	6-7
	Systèmes de supervision et d'opération de flottes de véhicules automatisés interopérables et interfaces hommes-machine	3-5	7-8
	Bases de données pour la sécurité des systèmes de mobilité automatisée et connectée	2-3	6-7
	Zones ou sections connectées pour le développement de l'automatisation	4-5	7-8
	Route intelligente pour le partage dynamique de voirie	4-6	7-8
	Route intelligente pour la surveillance et la maintenance de l'état de l'infrastructure et méthodes de conception et d'entretien sobres en cycle de vie et résiliences	3-6	7-8
	Solutions et démonstrateurs pour l'alimentation et la recharge intelligente des véhicules	3-6	7-8

Modalités de financement et effets de levier

Les modalités de financement des projets seront précisées lors des appels à projets. L'objectif général visé, cohérent avec la logique d'accélération poursuivie qui fait une place importante aux démonstrateurs et pilotes de services, est de proposer des taux d'aide incitatifs pour ces projets, respectant les règles d'aides d'Etat en matière de recherche et d'innovation.

Une attention particulière sera ainsi portée à assurer un financement adapté aux projets visant à mettre en œuvre des expérimentations, démonstrateurs ou pilotes en conditions opérationnelles, qui constituent une des cibles stratégiques importantes de la stratégie, et comprennent des tâches ressortant des études de faisabilité, de la recherche industrielle et du développement expérimental (passage d'un TRL existant 3-4 pour certaines briques, à une ambition d'atteinte d'un TRL 7-8 (démonstrateur).

L'analyse détaillée des dossiers et l'établissement du taux de soutien de la stratégie d'accélération à ces projets garantiront qu'ils bénéficient des taux de soutien les plus favorables dans le respect des règles applicables (régime RDI ou régime des aides d'Etat pour l'environnement le cas échéant, y compris les majorations prévues, notamment pour les projets collaboratifs), afin que la stratégie d'accélération joue effectivement le rôle incitatif d'accélération des projets innovants, objet de son mandat.

Les modalités de financement conduiront ainsi considérer les différentes briques de chaque projet et leur taux de soutien maximal respectif (recherche fondamentale ; recherche industrielle ; développement expérimental ; études de faisabilité) pour apporter les conditions de soutien les plus favorables au projet concerné.

Les modalités de soutien et de suivi de la stratégie d'accélération seront ainsi incitatifs pour que des partenariats collaboratifs permettent un effet de levier optimal et une diffusion élargie des connaissances au sein des éco-systèmes concernés (entreprises (grandes entreprises, PME et start up), collectivités territoriales, instituts de recherche et académiques).

Pour permettre de lever en particulier les verrous liés à la recherche et aux conditions de mobilisation de sites d'expérimentation, il importe que les autorités et collectivités régionales, locales et territoriales concernés, participant au financement, bénéficient du soutien du PIA dans le cadre de la stratégie.

Par ailleurs, les mesures visées par la stratégie d'accélération s'articulent avec les priorités de recherche européenne, permettant ainsi de viser un effet de levier vis-à-vis des financements européens, en plaçant les éco-systèmes français dans une position favorable pour proposer des projets de démonstration dans le cadre des appels à projet d'Horizon Europe (cf. annexe).

Mesures transverses : recherche et formation

Le Programme et Equipements Prioritaires de Recherche (PEPR) appliqué à la Stratégie d'Accélération vise à progresser significativement dans la connaissance des usages et des impacts, et sur la préparation d'outils destinés aux utilisateurs, donneurs d'ordre et porteurs de politique publique, au premier rang desquelles les collectivités locales. Le PEPR contribuera notamment sur deux priorités :

- i. Analyse de flux de personnes et des biens (physiques) : il s'agit de mieux identifier les flux de personnes et de marchandises sur un territoire identifié, à l'intérieur de ce territoire et entre ce territoire et son hinterland, et leurs déterminants, en vue de proposer des « briques » de modélisation adaptées aux besoins (dimensionnement des services, évaluation de politique publique), et d'aider à la décision sur différents scénarios sur un territoire donné ;
- ii. Analyse de Cycle de Vie (ACV) : l'empreinte CO₂ d'une solution de mobilité doit prendre en compte l'ensemble des émissions de CO₂, du puits à la roue (énergie) et du berceau à la tombe (produit), et devenir un outil mobilisable et transparent d'appui aux décisions des acteurs.

Le PEPR a vocation à être transverse aux mesures de la stratégie, et à rechercher des synergies avec les volets relatifs à la recherche sur les usages et l'empreinte carbone dans d'autres stratégies. Certains volets du PEPR seront naturellement davantage mobilisés pour certaines mesures de la stratégie :

Mesure	Connaissance, analyse et modélisation des flux	Analyses du cycle de vie
<i>Trains légers et lignes de desserte fine du territoire</i>	Déterminants de l'usage, des choix modaux et de qualité de service ; valeur économique de l'accès aux zones non desservies ; comportements de choix de localisation / destination en zone rurale	Analyse conjointe matériels, infrastructure, exploitation, comparée entre modes
<i>Réseau ferroviaire 4.0</i>	Paramètres et modélisation de choix modal lié à la qualité / fiabilité du service ; bilan économique comparé des stratégies de maintenance	Analyse conjointe matériels, infrastructure, exploitation, comparée entre modes et entre modes d'exploitation et de maintenance
<i>Fret ferroviaire automatisé</i>	Paramètres et modélisation de choix modal attachés à la qualité / fiabilité / information sur le service ; effets de massification, notamment aux interfaces multimodaux ; valeur économique de l'accès aux zones non desservies	Analyse conjointe matériels, infrastructure, exploitation, comparée entre modes
<i>Logistique 4.0</i>	Bilan économique des gains de fluidité et de sécurité. Impacts sur les paramètres de choix modal et modélisation ; acceptabilité ; impacts sur les aménagements urbains et les marchés fonciers	Analyse comparée des chaînes d'approvisionnement – distribution complètes
<i>Verdissement des usages du maritime et du fluvial ; Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés</i>	Bilan économique des gains de fluidité et de sécurité. Impacts sur le choix modal et modélisation	Analyse comparée entre motorisations et modes d'exploitation, entre modes
<i>Services, systèmes, véhicules de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone</i>	Paramètres de choix et consentement à payer pour les nouveaux services ; bilans coûts-avantages ; acceptabilité ; impacts urbains	Analyse comparée des services (automatisés – non automatisés)

La stratégie va s'accompagner d'évolutions des pratiques professionnelles, des référentiels et des métiers, notamment en matière d'exploitation et de sécurité. **Le volet relatif aux compétences et à la formation** sera précisé lors de la mise en œuvre de la stratégie, sur la base d'un diagnostic prévisionnel de l'offre et de la demande. De premiers éléments sont fournis en annexe.

Cadrage financier

Mesure	Soutien (M€)
Trains légers et lignes de desserte fine du territoire	250
Réseau ferroviaire 4.0	
Fret ferroviaire automatisé	
Logistique 4.0	90
Services, systèmes, véhicules de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone	200
PEPR (Programme d'équipements prioritaires de recherche) et formation	30
Total financements stratégie d'accélération	570
<i>Verdissement des usages du maritime et du fluvial – besoins estimés pour le volet structurel</i>	150
<i>Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés – besoins estimés pour le volet structurel</i>	50
Total des thématiques de la stratégie	770

Appels à projets

Le tableau ci-dessous présente la programmation thématique indicative des appels à projets :

Thématique d'AAP	Période visée
Trains légers et lignes de desserte fine du territoire ; Réseau ferroviaire 4.0 – ERTMS 3.0. ; fret ferroviaire automatisé	T2 2021
Logistique 4.0	T4 2021
Transport routier automatisé, route connectée, intelligente et bas carbone	T4 2021

Des appels à projets complémentaires pourront être lancés en 2024 et 2025, en fonction de la maturité des thématiques prioritaires de la stratégie, et des résultats des AAP ci-dessus sur ces thématiques.

Articulation avec les autres stratégies d'accélération et le volet structurel du PIA

Les priorités de l'approche « dirigée » de la stratégie d'accélération, s'articulent avec les perspectives d'innovation couvertes par d'autres stratégies ou qui ne s'inscrivent pas de la même façon dans les priorités d'accélération, relevant alors de soutien structurel de soutien à l'innovation des entreprises.

Ainsi, la présente stratégie s'articule avec d'autres stratégies d'accélération finalisées ou en cours de rédaction, selon les principes suivants :

Stratégie d'accélération	Interfaces avec les axes de la stratégie d'accélération transports
Hydrogène décarboné	L'ensemble des composants pour les modes terrestres lourds (piles à combustible, réservoirs, électronique de puissance, distribution, maintenance et exploitation) est couverte par la stratégie H2 ; le volet maritime et portuaire n'est que partiellement couvert par la stratégie H2. Le volet « éco-systèmes territoriaux » de la stratégie H2 a vocation à couvrir au maximum les démonstrateurs dans le domaine de la mobilité.
Cybersécurité	La cybersécurité est considérée comme transverse et principalement non spécifique au secteur des transports : la stratégie d'accélération transports adoptera une vision de « cybersecurity by design », et ne portera pas sur des applications ou démonstrations spécifiques au secteur des transports, même si la cybersécurité est un élément essentiel des projets de transport collectif, dès lors qu'ils sont fortement connectés (Trains autonomes, Trains légers, véhicules autonomes et connectés).
Intelligence artificielle	L'intelligence artificielle est considérée une technologie amont et transverse au secteur des transports : la stratégie d'accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités » pourra, dans le cadre de l'approche de démonstrateurs de système, intégrer des briques d'intelligence artificielle sans pour autant se centrer sur ces solutions technologiques, le développement de démonstrateurs prévu par la stratégie IA ayant vocation à traiter d'applications spécifiques de l'IA dans la mobilité.
5G	Les technologies 5G sont considérées comme des briques de connectivité, utilisables dans les différents cas d'usage prioritaires de la stratégie d'accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités », éventuellement en complément ou en hybridation avec d'autres technologies (ITS-G5). La stratégie d'accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités » pourra, dans le cadre de l'approche de démonstrateurs de systèmes et de services, intégrer des briques d'intelligence artificielle sans pour autant se centrer sur ces solutions technologiques.
Batteries	La stratégie d'accélération transports ne portera pas sur des projets de développement de l'électromobilité en tant que tels. Cependant, l'incorporation de véhicules à batteries électriques dans l'approche de démonstrateurs de systèmes se fera naturellement dans les axes relatifs aux transports publics ou partagés, à la micro-mobilité ou à la logistique. Il importe que les stratégies transports et batteries soient bien articulées.
Produits bio-sourcés et carburants durables	Idem que ci-dessus sur les véhicules H2 ou électriques
Ville et bâtiments durables	L'aménagement de la ville (au niveau de la voirie, du foncier) devra tenir compte des nouveaux services de mobilité, pour les intégrer au mieux et assurer les interfaces (transport collectif, mobilité douces).

La stratégie a vocation, au-delà des objets qu'elle financera, à **éclairer l'innovation structurelle**, notamment dans les nouveaux matériels de transport ferroviaire et guidé, l'efficacité énergétique et empreinte écologique du ferroviaire, les réseaux ferroviaires sûrs et efficaces, l'efficacité énergétique des véhicules routiers, les briques technologiques pour le transport routier automatisé et connecté (briques d'IA, processeurs, électronique embarquée, etc.), la décarbonation de la construction navale, les briques pour les navires intelligents et automatisés et leurs interfaces. Le tableau ci-dessous présente le parti pris pour privilégier, selon les thématiques d'innovation, l'approche dirigée ou l'approche structurelle.

Domaine	Sujets d'innovation (dont stratégie dirigée) (ou innovation structurelle)
Ferroviaire	<i>Train léger</i>
	<i>Réseau 4.0. – numérisation – ERTMS</i>
	<i>Fret automatisé</i>
	<i>Solutions de supervision et maintenance</i>
	<i>TGV du futur, train à sustentation, train autonome</i>
	<i>Décarbonation, conception, fin de vie des matériels roulants</i>
	<i>Conception, construction et recyclabilité des infrastructures</i>
	<i>Jumeau numérique pour l'optimisation de la conception et de l'entretien</i>
Aéroportuaire	<i>Opérations aéroportuaires</i>
	<i>Fluidification et sécurisation des flux</i>
	<i>Optimisation des interfaces modales</i>
Maritime, fluvial et portuaire	<i>Propulsion décarbonée et usage optimisé</i>
	<i>Conception, construction, recyclabilité des navires et bateaux</i>
	<i>Briques d'automatisation et de connectivité</i>
Logistique	<i>Numérisation, automatisation et fluidification des chaînes</i>
	<i>Information sur l'impact carbone des produits et services</i>
Routier	<i>Systèmes et services de mobilité automatisée</i>
	<i>Route intelligente et connectée</i>
	<i>Briques technologiques pour l'automatisation</i>
	<i>Décarbonation des véhicules routiers, notamment des véhicules lourds</i>
	<i>Conception, construction et recyclabilité des infrastructures</i>
	<i>Jumeau numérique pour l'optimisation de la conception et de l'entretien</i>

Au total, les différentes mesures de la stratégie d'accélération s'articulent avec les autres stratégies d'accélération et avec le volet structurel du PIA selon la logique suivante.

Mesure	Domaine / mode	Interfaces avec d'autres stratégies	Objets d'innovation structurelle (autres objets d'innovation ou briques pour des démonstrateurs visés par la stratégie)
Trains légers et lignes de desserte fine du territoire	Ferroviaire	Batteries, 5G, IA, Cyber	- TGV du futur, train à sustentation, train autonome
Réseau ferroviaire 4.0			- Décarbonation, conception, fin de vie des matériels roulants
Fret ferroviaire automatisé			- Conception, construction et recyclabilité des infrastructures
Logistique 4.0	Logistique	5G, IA, ville durable, Cyber	- Briques de robotisation
Verdissement des usages du maritime et du fluvial	Maritime, fluvial, aéroportuaire, gares	H2, batteries, produits biosourcés, IA, Cyber, ville durable	- Réservoirs, piles à combustible, moteurs, transmetteurs de motorisations alternatives
Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés			- Briques d'automatisation et de connectivité - Conception, construction - Recyclabilité des navires et bateaux - Briques de contrôle de sécurité et de supervision des flux
Services de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone	Transport routier	IA, Cyber, composants électroniques	- Briques technologiques pour l'automatisation - Décarbonation des véhicules routiers - Nouveaux produits pour la construction et recyclabilité des infrastructures

Gouvernance et suivi

La stratégie d'accélération sera mise en œuvre en s'appuyant sur trois éléments de gouvernance :

- **Le coordinateur de la stratégie d'accélération**, nommé par le C2I, afin d'assurer le déploiement de la stratégie d'accélération et rendant compte au COMEX, sera chargé de porter opérationnellement la stratégie d'accélération une fois qu'elle a été validée. Il supervisera l'ensemble des actions, outils et instruments financiers, notamment à travers les AMI et AAP, dont il proposera au SGPI, en application de la présente la stratégie d'accélération, le lancement (périmètre, dates). Il organisera la sélection des lauréats à la décision du Premier Ministre, en s'appuyant sur le comité technique décrit ci-dessous
- **Le comité technique**, animé par le coordinateur de la stratégie, constitué des experts ministériels, notamment issus de la taskforce, sera consulté sur l'activation des actions prévues dans la stratégie, notamment le lancement des AMI et AAP, ainsi que sur la sélection des lauréats, après instruction par les opérateurs désignés pour la stratégie. Le comité technique pourra solliciter des expertises techniques et scientifiques, en fonction des thématiques, dont il veillera à l'indépendance.
- **Le comité des parties prenantes** de la stratégie, représentant les porteurs de politique publique, les donneurs d'ordre et les fédérations d'utilisateurs des services de mobilité. Les collectivités locales et les territoires seront particulièrement représentés dans ce comité. Ce comité, consultatif, a vocation à se voir présenter annuellement l'avancée de la stratégie.

Les **décisions d'allocation** des financements aux lauréats seront prises par le **COMEX PIA**, sur **proposition du coordinateur**, après avis du comité technique.

Les principes et engagements environnementaux du PIA4, notamment l'absence de dépenses défavorables à l'environnement et la part minimale d'un tiers des financements du PIA4 consacrée à des investissements verts, seront décliné dans un document spécifique de mise en œuvre de la stratégie, qui précisera notamment les méthodes d'analyse de l'impact sur l'environnement à utiliser dans la sélection et la cotation des projets.

Le suivi de la stratégie sera conduit, in itinere, par la gouvernance de la stratégie elle-même, ce qui n'exclut pas une évaluation externe pouvant être conduite in fine ou au cours de la stratégie, à l'initiative des instances de gouvernance du PIA. Cette évaluation « interne – in itinere » prendra la forme de bilans annuels des engagements (projets contractualisés) au regard respectivement :

- des objectifs de politique publique rappelés dans la stratégie
- de la quotation en « projet vert » de ces engagements
- des cibles quantifiées identifiées pour les différentes mesures (cf. ci-dessous)

<i>Mesure</i>	<i>Indicateurs proposés</i>	<i>Cibles et horizons</i>
<i>Trains légers et lignes de desserte fine du territoire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Baisse du coût total à l'usage - Kilomètres de lignes de desserte fine des territoires (UIC 7 à 9) desservies par un service à partir de trains légers ou très légers - Part du ferroviaire dans les déplacements régionaux 	<ul style="list-style-type: none"> - 30% entre 2018 et 2025 - 1000 km en 2030 (20% des lignes non urbaines < 4000 pax/j) - Doublement entre 2018 et 2030
<i>Réseau ferroviaire 4.0</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de déploiement de l'ERTMS niveau 3 nominal et satellitaire - Kilomètres de réseau couverts par des systèmes ERTMS de niveau 3 hybride, nominal ou satellitaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité (au moins TRL 8) des technologies sol et bord nécessaires aux niveaux 3 nominal et satellitaire à horizon 2035 - 70+17 km équipés en 2027, - 250+17 +11 km équipés en 2030
<i>Fret ferroviaire automatisé</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Part modale du fret ferroviaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Doublement entre 2018 et 2030
<i>Logistique 4.0</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lancement de l'éco-label flux logistiques - Reconquête par les grands ports maritimes français du trafic conteneurisé - Nombre de services territorialisés de fret et logistique automatisés - Taux de remplissage des poids lourds (indicateur de suivi SNBC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Expérimentation sur l'axe portuaire et logistique Méditerranée Rhône Saône d'ici fin 2021 et du segment logistique urbaine sur une métropole d'ici 2025. - Captation de trafics de conteneurs accrue de l'ordre de 700 000 à 1 million d'EVP. - 10 en 2025
<i>Verdissement des usages du</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Baisse de la consommation moyenne annuelle des navires sous pavillon français (> 5000 tonnes, cf. IMO Ship Fuel Oil Consumption Data) 	<ul style="list-style-type: none"> - 40 % à horizon 2030 (sur la base de 2008)

<i>maritime et du fluvial</i>		
<i>Terminaux critiques sécurisés, numérisés et décarbonés</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Part des passagers au départ des aéroports (supérieurs à 5 millions de passagers par an) soumis à moins de 15 mn d'attente au Poste d'Inspection Filtrage. - Réduction des émissions aéroportuaires de gaz à effet de serre au sens de l'article 45 la Loi de transition énergétique - Part des passagers arrivés par des véhicules particuliers à motorisation à énergie non fossile (aéroports > 5 millions de passagers) 	<ul style="list-style-type: none"> - 80% - 30% en 2030 / 2010 < 35% en 2040
<i>Services de transport routier automatisé et solutions de route intelligente et bas carbone</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Services territorialisés de transports de personnes automatisés - Stratégie d'équipement en connectivité du réseau routier - Recyclage des produits de déconstruction des infrastructures du type - Maturation du concept de route électrique - Taux d'occupation moyen des véhicules particuliers (indicateur SNBC) - Part des déplacements domicile-travail (vélo et marche, autopartage, transports collectifs, véhicules particuliers) (indicateur SNBC) 	<ul style="list-style-type: none"> - 20 en 2025 - Stratégie et objectifs quantifiés d'ici 2022 - D'ici 2030, recycler 100 % des produits de déconstruction générés annuellement par les infrastructures à l'échelle nationale - Démontrer un prototype de route électrique dans un environnement opérationnel

La stratégie, au travers du coordinateur et du comité technique, assurera des échanges réguliers avec chacune des stratégies d'accélération identifiées comme présentant de fortes interfaces (cf. annexe). Une réunion du comité technique de la stratégie d'accélération « décarbonation et digitalisation des mobilités » sera proposée annuellement à son équivalent dans ces autres stratégies. En fonction des thématiques des AMI et AAP, le coordinateur consultera le coordinateur de ces autres stratégies.

La stratégie d'accélération « décarbonation et digitalisation des mobilités » sera articulée de façon transparente avec les dispositifs du PIA structurel, notamment les dispositifs I-Nov et I-Demo.

L'articulation, qui relèvera d'une décision au niveau du COMEX, s'inspirera des principes suivants :

- La possibilité de lancer des appels à projets thématiques dans le volet structurel du PIA sera limitée aux thématiques qui n'auraient pas fait l'objet de stratégies d'accélération
- Sur les thématiques remontées lors des consultations mais non retenues dans le cadre de la stratégie d'accélération dirigée, des AMI complémentaires pourront être lancés au titre du volet structurel, notamment les CORAM, CORIMER et CORIFER. Ces AMI viendront compléter les appels à projet lancés dans le cadre de la stratégie d'accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités » et seront soumis pour avis au comité technique de la stratégie.
- Lorsque des projets répondant à un appel à projet du volet structurel (I-Demo) ou respectivement, à un appel à projet de la stratégie d'accélération, apparaissent, au cours de l'instruction, devoir relever d'un appel à projet de la stratégie d'accélération ou respectivement à un appel à projet du volet structurel, ouverts ou destinés à être ouverts dans le semestre, le principe est que ce projet ne sera instruit qu'une fois. Une bonne coordination au préalable du lancement des appels à projets des deux volets dirigés et structurels devra permettre de limiter le plus possible ces renvois de projets d'un dispositif à l'autre, souvent source d'incompréhension pour les porteurs de projets.
- Le comité technique de la stratégie d'accélération et le comité technique du volet structurel échangeront, sur les sujets relevant des transports, dans le respect des principes de confidentialité, les listes de projets considérés comme recevables aux AAP respectifs, afin que chaque comité technique puisse identifier les projets devant relever des AAP qu'il pilote.

Les missions des opérateurs, et notamment l'articulation des de BPI France et de l'ADEME seront précisées postérieurement à la validation de la stratégie.

Annexe : PEPR digitalisation et décarbonation des mobilités : pré-cadrage

Enjeux

La mobilité routière est affectée par trois enjeux fondamentaux :

- La réduction de l'empreinte carbone des déplacements des personnes et des biens, contribuant à l'objectif de neutralité carbone à Horizon 2050
- la préservation de la qualité de l'air et, contribuant aux objectifs de santé et de bien-être des citoyens, notamment dans les centre urbains
- la préservation de la liberté individuelle de se déplacer dans les meilleures conditions, mise à mal notamment par les congestions dans les environnements urbains et périurbains

Alliée aux évolutions technologiques dans le domaine des systèmes de propulsion des véhicules, les solutions de mobilité collective et/ou partagée, et inter-modales permettent d'envisager des solutions à ces enjeux et sont une orientation majeure de notre façon d'envisager la mobilité dans les prochaines décennies. Cela pose aussi de nouvelles questions complexes :

- Comment mieux connaître les usages et plus largement la demande des usagers ?
- Comment disposer des données qualifiant ces usages ?
- Comment construire et proposer des outils aux collectivités permettant de façonner l'offre de mobilité, permettant à la fois de répondre aux besoins des usagers, et également de se placer avec confiance sur les trajectoires environnementales ?
- Comment proposer aux utilisateurs des moyens de transport collectifs et partagés, un outil permettant d'assurer la meilleure « expérience client », contribuant ainsi à rendre attractif et populariser ces modes de déplacement.

Proposition de PEPR

Un PEPR « usages de mobilité » permettrait de progresser significativement sur la meilleure connaissance des usages d'une part, et sur la préparation d'outils d'autre part.

En effet, ces questions appellent des approches scientifiques à construire, dans une approche résolument inter-disciplinaires et trans-disciplinaires d'une part ; et en pleine collaboration entre

- les experts scientifiques, maîtrisant les différentes dimensions des approches, technologiques et SHS),
- les collectivités (villes, inter-collectivités, agglomérations, régions...) qui, d'une part, connaissent les besoins de leurs territoires et de leurs citoyens, et d'autre part contribuent à façonner les offres de mobilité (via leurs autorités régulatrices de transport, et plus globalement l'aménagement territorial)
- les acteurs socio-économiques de ces territoires jouant un rôle dans l'offre de transport, qui connaissent également les usages et qui sont à même de proposer des services de mobilité adaptés aux besoins.

Les aspects de formation au sein de ce PEPR devront être étudiés spécifiquement (actions dédiées – participation à l'éco système de la formation aux travaux). En première approche à consolider, on s'interrogera sur la bonne adéquation des formations aux nouveaux métiers de la mobilité, en particulier sur la bonne articulation des compétences « mobilité » (surtout : organisation collective de la mobilité) et « numérique » (par ex : data scientists). Le rapprochement des formations scientifiques avec les acteurs des territoires (publics) ou industriels (privés) est en particulier à considérer.

1. Connaissance des usages et données sous-jacentes

Le socle de base est la connaissance des usages de mobilité, dans toutes les dimensions nécessaires. Connaitre ces usages permet de préparer de nouveaux services de mobilité adaptés, en particulier intermodaux ; cela permet aussi de mieux adapter les transports « conventionnels » et les infrastructures (par exemple : offre de tarification de route/ parking, stratégies de voies partagées etc, partage intelligent de la voirie entre transport de personnes et de biens, etc.)

Pour la mobilité des personnes, il s'agit notamment de : connaissance spatiales et temporelles des déplacements (mobilité pendulaire ou pas), déterminants du choix (exigences de rapidité et risques associés, confort, sécurité, etc.), besoins spécifiques (besoin de transport de biens, difficulté de mobilité, etc.).

Pour la mobilité des biens (logistiques), il s'agit notamment de : fréquences et répartition spatiale des transports, nature des biens transportés, besoins et exigences des usagers selon la nature des biens, spécificités liées à la nature du bien (biens périssables, manufacturés etc.)

Ces usages se traduisent en termes de données, qui sont le plus souvent la « matière vivante » (informations évolutives) qui va être en pratique le point de départ des travaux menant aux innovations (produits et services en particulier). Or les données sont actuellement recueillies par une multitude d'acteurs (publics et privés), peu partagées et donc non disponibles, de qualité insuffisante ou de format inadapté (ce qui interroge sur son utilisation pratique).

Il est proposé ici de constituer un « observatoire des usages de mobilités » qui a pour ambition de fédérer les acteurs de la mobilité comme indiquées ci-dessus (scientifiques, collectivités, parties prenantes) de sorte à contribuer, à l'échelle nationale, de qualifier les usages de mobilité, structurer la collecte et le partage des données de mobilité, et contribuer à la rendre pleinement « utilisable » par les parties prenantes.

Cet « observatoire » sera le lieu de rencontre privilégié des acteurs de la mobilité leur permettant de construire ensuite, ensemble ou séparément, les outils favorisant l'offre de mobilité. Il permettra une fertilisation croisée entre les acteurs de l'offre (routier, ferroviaire, maritime, fluviale) et les acteurs de la demande (Territoires en particulier, à considérer en « maillage »). Il permettra également l'orchestration des écosystèmes des chaînes logistiques, ne particulier pour alimenter les modèles d'affaires des solutions faisant appel aux nouveaux potentiels du numérique. Tous ces travaux seront menés avec une très forte attention sur le caractère inter-disciplinaire, en intégrant en particulier la diversité des Sciences Humaines et Sociales (comportementales, politiques, juridiques etc.), au cœur des enjeux de mobilité. Ces travaux devront intégrer également des travaux de prospective, de sorte à se projeter sur des scenarii de mobilité, et mieux définir les conditions nécessaires à des solutions vertueuses pour l'environnement et désirables pour l'usager et le citoyen. L'échange et le débat avec des entités gravitant autour des enjeux (par exemple : Think Tank, ONG...) seront à intégrer.

Sur les enjeux du partage de la donnée, les acteurs proposeront des solutions visant la levée des verrous sur la donnée non disponible.

Sur les enjeux de la qualité de la donnée, les acteurs proposeront des solutions ou des orientations permettant de favoriser l'amélioration de la qualité de la donnée, leur portabilité et les aspects de « privacy by design » (solutions technologiques, promotion de standards, échanges sur des formats adaptés sur des communautés identifiées etc.).

Ces travaux auront une dimension internationale : veille des solutions utilisées en Europe et au-delà, partage des bonnes pratiques, programmes de recherche et de formation internationaux.

2. Outils d'aide à la décision

Les collectivités sont confrontés à des choix tels que :

- Comment doit-on aménager la voirie pour maximiser la performance de mobilité sous contraintes énergétiques et environnementales (émissions polluants, CO₂), mais aussi de sécurité (en particulier les populations fragiles), de nuisances sonores, d'inclusivité ... et ce en mixant les différents modes de transport (y compris les mobilités douces et micromobilités)
- Quelles stratégies d'aménagement pour remodeler ou adapter les villes autour d'axes de transport, structurant les activités économiques et sociales (emploi, commerces, services publics) et le bien-être de ses habitants ?
- Comment gérer les activités de logistique au sein d'une agglomération ou d'un territoire, dans un contexte de croissance du e-commerce, en particulier pour optimiser les trajets en temps de parcours et consommation énergétique (ecorouting, ecodriving) et tirer parti des possibilités de report modal ; et en parallèle, en exploitant de solutions novatrices qui sont proposées par les acteurs de la logistique (mobilité douce, logistique du dernier kilomètre, centres de dépôts urbains, robotisation / autonomisation, blockchain, etc.).

Ces questions se posent aussi pour les entreprises, que ce soit pour la mobilité des personnes (personnel) ou des biens (propositions de solutions B2B ou B2C). En particulier, le PEPR contribuera à construire deux types d'outils à l'intention des collectivités (et des entreprises) :

a. Analyse de flux de personnes et des biens (physiques)

Ceci vise à mieux identifier les flux de personnes et de marchandises sur un territoire identifié, à l'intérieur de ce territoire et entre ce territoire et son hinterland.

Concernant les personnes, il s'agit d'identifier les mobilités spatiales et temporelles selon les différents modes de transport (marche, vélo, transport individuel, collectif, etc.), les motivations (professionnel, scolaire, commerces, loisirs etc.), et de disposer des outils d'analyse qui permettent ensuite une « lecture » aisée de ces mobilités. Concernant les biens, il s'agira de cibler sur un périmètre, par exemple les biens de consommation pour les personnes.

On travaillera à la fois les méthodes et les outils, de sorte à alimenter les bases d'outils commerciaux ou en libre accès. Ceci s'appuie à la fois sur les données de mobilité disponibles (ex : trace téléphone), les données du territoire (ex : habitat, entreprises, commerces etc.) et toute autre information quantitative et qualitative. A partir de ces données, un travail de modélisation sera effectué, à partir des travaux existants (par exemple : chaire Anthropolis, ou IFPEN ; code en open source NAVITIA ; etc.).

L'offre de mobilité en tant que solutions technique ou technologique ne suffit pas à conduire la transition demandée en termes de mobilité. La demande doit être bien connue, et l'un des déterminants de cette demande réside dans les motivations, exprimées ou pas, conduisant à privilégier tel mode de transport, de façon générale ou à un certain moment. L'analyse qualitative des comportements doit être modélisée de sorte à être un paramètre d'entrée des simulateurs de flux de mobilité, et de travailler également sur les incitations comportementales (tarification, nudges) et leurs effets sur le choix modal.

On propose ici une approche systémique et interdisciplinaire, qui permettra de :

- Rechercher des interactions potentielles d'optimisation entre les flux
- Construire des scénarii d'utilisation des moyens existants (prise en compte dynamique du remplissage, prévision de la demande, aléa/stochasticité) ou des scénarii de prospective (effet d'une modification structurelle de l'offre)
- Intégrer la transition socio-technique ou l'acceptabilité sociétale ou les critères socio économiques (modification des usages, changement de comportement, consom'acteur...)
- Evaluer les impacts des politiques publiques nationales et locales
- Aider à la décision sur différents scénarii sur un territoire donné, de « métabolisme urbain » par exemple

b. Analyse de Cycle de Vie (ACV)

La dimension environnementale (sur la dimension CO₂) d'une solution de mobilité doit prendre en compte l'ensemble des émissions de CO₂, du puits à la roue (énergie) et du berceau à la tombe (produit). Ceci est valable aussi si la mobilité (ou la logistique) s'exprime en tant que service.

Outiller les collectivités et territoires avec des méthodes ACV adressant la mobilité est clé, car cela permet d'objectiver des choix autour d'une méthodologie définie et si possible partagée. Les choix sont ainsi éclairés, pour atteindre les résultats (CO₂, qualité de l'air...) ; vis-à-vis des citoyens (choix stratégiques impactant justifiés donc mieux acceptés) ; et vis-à-vis des échanges et négociations internationaux, où définir et justifier de mesures commerciales (quotas CO₂, taxation ...) sur une base scientifique est préférable. La trace environnementale en termes d'ACV des produits manufacturés est de plus en plus renseignée. Nous connaissons ainsi, par exemple, la trace des différents types de véhicules selon les usages (cf. travaux IFPEN). Il s'agit à présent de compléter ces bases de données (par exemple sous l'angle des nouvelles technologies comme le véhicule autonome, ou des infrastructures, par exemple électrifiées et / ou connectées) et progresser vers les systèmes de mobilités dans leur ensemble, y compris pour les mobilités collectives ou les inter-modalités.

Pour cela, des travaux spécifiques - méthodologiques en particulier - doivent être menés, de sorte à s'adapter aux enjeux de service (ici : usages de mobilité), et traiter d'un système vaste (échelle de territoire) et structurellement très complexe (interdépendance de nombreux facteurs autour de la mobilité). Ces travaux prendre en compte les travaux existants sur l'empreinte carbone du puits à la roue et du berceau à la tombe (véhicule, infrastructure, carburant), notamment dans le cadre de la Base Carbone développée par l'ADEME.

Un échange étroit avec les autres stratégies d'accélération traitant d'ACV (en particulier : Ville) est indispensable pour mutualiser les approches, voire effectuer des développements communs.

Détermination des indicateurs permettant de piloter la stratégie

- Volume de données mis à disposition
- Proposition de briques d'outils (logicielles)
- Initiation de services
- Brevets
- Publications
- Thèses
- Nombre de chercheurs engagés

Le budget à mobiliser est estimé à 30 M€

Le pilote assurera en particulier :

- L'ouverture des travaux à l'ensemble de la communauté scientifique pertinente dans les domaines d'étude considérés, dans un esprit de partage et de mutualisation des ressources. La gouvernance du PEPR en particulier devra être équilibrée.
- La complémentarité des travaux par rapport aux travaux déjà programmés ou cœur de métier des entités impliquées. En d'autres termes, les actions menées sont spécifiques à la Stratégie d'Accélération et ne sont pas des compléments de moyens d'actions existantes.

Les entités pressenties pour le pilotage et l'animation du PEPR sont : UGE – IFPEN – ITE VEDECOM – IRT System X – CEA - IRT Railenium

Annexe : Compétences et formation : éléments sur les besoins

La stratégie d'accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités » s'articule autour de trois axes : concevoir le ferroviaire de demain et en démontrer l'attractivité en exploitation ; accélérer la décarbonation des transports en démontrant sa pertinence en exploitation ; améliorer la qualité des déplacements par la numérisation et l'automatisation.

Ces axes font appel à des compétences transversales : celles relatives au numérique et aux objets connectés pour tous les sujets liés à l'optimisation de l'exploitation des réseaux, à l'automatisation et à l'optimisation de systèmes de propulsion; celles relatives à l'analyse de risque pour les sujets liés aux nouvelles sources d'énergie (hydrogène, batteries), aux nouveaux modes d'exploitation et à l'automatisation ; celles relatives à l'ingénierie des systèmes pour les sujets visant le développement de systèmes automatisés et la mise en place de systèmes d'exploitation complexes reposant sur un recueil de donnée en temps réel, des prédictions d'événements et visant à concilier intensité et qualité d'exploitation, maîtrise du risque et minimisation des coûts.

Ces axes font également appel aux compétences en cybersécurité pour s'assurer de la protection des systèmes développés vis-à-vis des attaques informatiques. Enfin les axes visent le développement de systèmes automatisés qui devront être supervisés à distance par des opérateurs interagissant avec ces systèmes au moyen d'interfaces homme-machine (IHM), ce qui nécessite le développement de compétences, à la fois pour la conception et pour l'exploitation de ces systèmes.

Le volet numérique/objets connectés correspond au développement de compétences sur l'ensemble de la chaîne de collecte et traitement des données : développement de capteurs et mise en place de réseaux de communication adaptés ; définition, développement, mise en place et maintenance des infrastructures de stockage et mise à disposition des données ; mise au point de modèles répondant à une problématique métier (basés ou non sur des données : modèles de règles ou mise au point d'ontologies par exemple), développement des logiciels associés. Outre ces aspects de développement de solutions, les compétences nécessaires sont aussi relatives à l'utilisation des systèmes ainsi développés. Les compétences numériques sont par ailleurs un support essentiel aux analyses de risques et à l'ingénierie des systèmes.

Le développement de systèmes de supervision et des IHM (IHM de supervision mais aussi IHM d'interaction avec le public pour l'embarquement/débarquement et la gestion de la sécurité à bord), visant notamment la gestion optimisée des interactions humain-système, se situe pour sa part en aval des compétences en data-science, en intelligence artificielle et en technologies de l'information et de la communication. La mise en place de ces systèmes supposera une interaction forte entre concepteurs de ces systèmes et exploitants des réseaux de transport, et un apprentissage de ces systèmes par les exploitants une fois les systèmes installés. Ceci suppose notamment le développement de compétences spécifiques à l'exploitation des réseaux de transport (usages, services...) chez les concepteurs et le développement de compétences relatives aux fonctionnalités, architectures et limites de ces systèmes chez les exploitants.

Le volet « analyse de risques » renvoie notamment à l'identification et la maîtrise des risques spécifiques aux nouvelles sources d'énergie (hydrogène, batterie : risques d'explosion notamment) et à l'usage de hautes tensions dans les véhicules de transport. Il importe en effet que ces risques spécifiques soient pris en compte dans la conception des systèmes, dans les procédures d'exploitation et sur le terrain par les personnels chargés de mettre en œuvre les procédures d'exploitation. Les compétences en matière d'analyse de risque seront également nécessaires dans la conception de modes d'exploitation optimisés. Enfin les compétences en analyses de risques devront être développées pour tous les sujets liés à l'automatisation des systèmes : au niveau du véhicule (analyse du risque de collision par exemple) et au niveau d'une flotte de véhicule en opération voire de l'ensemble des flux d'une agglomération.

Le volet « ingénierie des systèmes » renvoie à la conception, l'exploitation et l'optimisation de systèmes pouvant être amenés à évoluer rapidement. Il constitue la « couche » de compétences intégratrice, prenant en compte notamment les dimensions de l'analyse de risque et du numérique. Cette compétence doit évoluer notamment pour répondre aux souhaits de conception en mode « agile » de certains constructeurs ou fabricants afin de raccourcir les durées de développement et permettre une grande évolutivité des produits.

Enfin, un volet important de compétences est celui de la cybersécurité : le développement de systèmes automatisés connectés offre une surface d'attaque élargie aux cyberattaques tout en démultipliant les conséquences potentielles des attaques. La Loi d'orientation des mobilités prévoyant une obligation de remontée par les constructeurs des cyber attaques au centre national de réception des véhicules, il convient de prévoir les personnels formés pour analyser les remontées des constructeurs. Il est par ailleurs important d'entretenir des communautés de hackers « éthiques » capable de tester la robustesse des systèmes.

Le tableau ci-dessous illustre, selon les phases de développement et les briques de numérisation ou d'automatisation, quelques enjeux de développement des compétences.

	Collecte des données	Transmission	Gestion des données	Modélisation	IHM	Automatisation / gestion des processus	Validation
Conception	Identifier les besoins en données Concevoir les capteurs adaptés et les systèmes de fourniture d'énergie du capteur	Sélectionner les technologies adaptées. Dimensionner les systèmes Adopter les standards Cyber: Organiser la protection du réseau.	Définir la stratégie de collecte des données Définir l'architecture de traitement des données (embarqué / débarqué) Concevoir les systèmes de stockage (SGBD) Organiser la protection des données.	Concevoir et faire évoluer les modèles.	Spécifier et concevoir les IHM Adopter les standards. Acceptabilité utilisateur	Analyser et modéliser un processus. Développer les algorithmes. Développer les outils de gestion du trafic et des systèmes	Spécifier les tests Spécifier les simulateurs Spécifier les outils de vérification formelle.
Production - installation	Installer et paramétrier les capteurs Mettre en service sans interruption de service.	Installer les équipements de télécommunication	Installer les systèmes de stockage (SGBD) Cyber: Installer et configurer les moyens de protection.		Développer et tester les IHMs.	Déployer les outils informatique de gestion des processus.	Mettre en place les tests de mise en service
Exploitation - maintenance	Diagnostiquer l'état des capteurs Tracer les stocks et besoins de pièces Exploiter le retour d'expérience pour la maintenance Mises à jour.	Maintenir, mettre à jour et faire évoluer les systèmes télécom	Stocker et organiser les données. Gérer l'accès. Gérer les sauvegardes et l'historisation Extraire sens et tendances des données. Contrôler et historiser les attaques cyber Assurer la gestion collaborative des données entre les différents opérateurs	Modéliser / scénariser des opérations de maintenance sur la base des retours d'exploitation Maintenir la conformité du modèle ou du jumeau numérique par rapport à la réalité	Gérer les retours utilisateur. Maintenir et faire évoluer les IHMs.	Superviser les processus automatisés d'exploitation Maintenir et programmer les logiciels et les robots.	Exploiter les tests de niveau de service en exploitation

Annexe : Bilan des PIA 1+2+3

Les actions visées dans la présente stratégie d'accélération ont été précédées de soutiens dirigés des PIA 1+2+3 principalement au titre du programme « véhicule et mobilité du futur », couvrant notamment les thématiques suivantes.

Transports ferroviaires et guidés : Les transports ferroviaires, ou guidés par câbles, constituent une solution clé de la transition écologique et énergétique dans le contexte actuel d'une urbanisation croissante et de l'évolution de la demande de mobilité des biens et des personnes à l'échelle mondiale. L'enjeu pour la thématique est le développement industriel et économique des entreprises françaises qui portent des solutions ambitieuses, innovantes et durables. Ces nouvelles solutions concernent tant les milieux urbains et interurbains que les courtes et longues distances.

Plusieurs projets de recherche et développement, d'innovation et d'expérimentation préindustrielle, soutenus dans le cadre du PIA, permettent de répondre à ces enjeux par la mise sur le marché de nouveaux matériels et services. Les domaines accompagnés sont principalement les suivants :

- performance industrielle, économique et environnementale : efficacité énergétique par voyageur ou par tonne de marchandise, allègement des véhicules, nouveaux modes de propulsion, approche système de l'alimentation électrique, écoconception, amélioration de la qualité de l'air, réduction des nuisances sonores, vibratoires et électromagnétiques ;
- attractivité de l'offre : capacité, coûts et qualité de service, maintenance préventive, modernisation des processus, conduite automatisée, systèmes de gestion du trafic et des circulations, interopérabilité des différents systèmes nationaux (ERTMS), optimisation des échanges de données en temps réel entre les différents réseaux de transport) ;
- sûreté, fiabilité et sécurité : surveillance des infrastructures et des véhicules, sécurité des passagers, accessibilité, résilience des systèmes de transports guidés.

44 projets ont été déposés depuis 2011 sur la thématique des transports guidés (ferroviaire et par câble). 27 projets ont été retenus pour financement. Ils regroupent 52 bénéficiaires directement aidés à hauteur de 61 M€ et pour un budget total des projets de 200 M€.

Le PIA a permis de catalyser différents projets d'innovation du secteur ferroviaire. Les projets portent principalement sur le matériel roulant et ses briques constitutives afin d'améliorer sa compétitivité, son efficacité énergétique et ses impacts environnementaux, sur la signalisation ainsi que sur des outils pour favoriser la transition numérique du secteur (que ce soit pour la maintenance, ou l'exploitation). Le PIA a par ailleurs permis le développement de projets de transport par câble qui peut présenter en phase d'usage une solution de mobilité pertinente dans certaines configurations territoriales en termes d'efficacité énergétique et de performance environnementale.

Véhicule autonome et connecté : on assiste à une course au développement du véhicule connecté et autonome sous l'impulsion des grands constructeurs européens mais aussi d'acteurs mondiaux ou de nombreuses startups, qui annoncent de possibles déploiements à grande échelle des véhicules autonomes d'ici à 2030. Le déploiement de services de transports publics ou de logistique automatisés constitue maintenant un horizon de court terme, dont les premières expérimentations en vrai grandeur témoignent. 27 projets ont été retenus pour financement depuis 2015 sur la thématique du véhicule connecté et autonome. Ils regroupent 61 bénéficiaires directement aidés à hauteur de 95 M€ pour un budget total des projets de 324 M€.

Les projets portent principalement sur :

- le développement des hardware et software permettant l'autonomisation des véhicules (capteurs et autres composants, algorithmes et logiciels pour le contrôle-commande, etc.) ;
- la collecte et le traitement des données issues des véhicules et de l'infrastructure visant à assurer la connectivité des véhicules, ainsi que leur utilisation via le développement d'applications ;
- l'expérimentation des nouveaux services de mobilité consistant à valider la sécurité des systèmes, étudier le comportement des usagers et évaluer leur acceptabilité et leur pertinence.

A ce jour, les premiers enseignements des projets démontrent un réel intérêt du marché pour les développements de capteurs ou de technologies de traitement et de fusion des données. Par ailleurs, partant de cas d'usage portés par des collectivités, dans le cadre du programme EVRA, deux projets représentant quinze expérimentations, actuellement en cours, traduisent de véritables besoins de mobilité et d'enjeux durables. Ces projets devraient rendre des conclusions importantes sur la sécurité des systèmes, sur l'acceptabilité et l'impact environnemental de cette technologie nouvelle appliquée au transport, et sur les nouveaux services de mobilité proposés, ainsi que sur les procédures à construire pour démontrer et assurer la sécurité opérationnelle de tels systèmes. Les efforts de recherche et d'innovation devront finalement se poursuivre afin de ne pas limiter ces solutions de mobilité autonome aux seuls véhicules de type Premium et les rendre accessibles et utilisables par tous.

Maritime : Dans une économie mondiale très concurrentielle et soumise à une forte contrainte réglementaire, la recherche et l'innovation sont déterminantes pour maintenir et renforcer la compétitivité de la filière. Le secteur maritime et fluvial se trouve confronté à des défis majeurs tels que la transition écologique et énergétique, la sécurité, la digitalisation des processus et des flux d'information, ou encore l'autonomisation des navires. C'est dans ce contexte que plusieurs appels à projets ont été mis en œuvre, sous l'impulsion de feuilles de route stratégiques émises par le Conseil d'orientation de la recherche des industriels de la mer (CORIMER ex CORICAN), afin de promouvoir des projets innovants mobilisant les différents acteurs de l'industrie maritime.

120 projets ont été déposés depuis 2011 sur la thématique des Navires. À fin septembre 2019, 51 projets ont été retenus pour financement. Ils regroupent 83 bénéficiaires directement aidés à hauteur de 176,7 M€ pour un budget total des projets de 814,4 M€.

Le PIA a permis d'engager une vraie dynamique d'innovation dans la filière. Tous les secteurs maritimes ont été couverts, majoritairement la marine de commerce avec des navires à passagers, la marine professionnelle avec des navires de pêche, le transport fluvial et la plaisance. Les projets ont porté, dans la majorité, sur la réalisation d'un démonstrateur de navire, et de manière minoritaire sur des démonstrateurs d'équipements. Les projets financés ont permis de déployer différentes solutions visant à réduire les émissions polluantes telles que la mise en place de scrubbers pour laver les fumées d'échappement, l'utilisation de carburants alternatifs (Gaz naturel liquéfié - GNL), ainsi que le traitement des eaux de ballast. L'objectif du navire « zéro émission » est désormais poursuivi avec des innovations toujours en cours de réalisation, telles que l'intégration de Pile à combustible (PAC) ou le développement de système de propulsion vérique.

*

* * *

Par ailleurs, les programmes relatifs au véhicule thermique, bien que ne constituant pas une priorité visée dans la présente stratégie d'accélération, ont également contribué au développement de procédés et matériaux innovants permettant l'allègement des véhicules. Pour ces projets, le coût de revient est le facteur limitant, et le plus souvent les nouveaux matériaux envisagés comme le composite restent encore trop chers à industrialiser pour les cadences du monde automobile.

Annexe : Eléments d'éclairage international

I. Eclairage par les projets de partenariats présentés à HorizonEurope

- **Transformation du système ferroviaire européen**, qui vise à accélérer le développement et le déploiement des technologies innovantes, notamment de numérisation et d'automatisation. Les objectifs sont une croissance de 75% de ces marchés à l'horizon 2030 et un maintien au leadership européen dans le rail
- **Vers un transport routier zéro-émission (2ZERO)**, qui retient une approche systémique de l'objectif de transport routier propre, neutre en carbone et sûr, dans le contexte de développement de la mobilité des personnes et des marchandises. Les objectifs sont le leadership européen sur le cycle innovation - production - services, le développement de solutions abordables et centrées sur les besoins des usagers, ainsi que l'introduction de solutions zéro-émissions compétitives sur les véhicules lourds en longue distance.
- **Mobilité automatisée et connectée**, qui vise à accélérer la mise en œuvre de technologies et services innovants dans ce domaine, en favorisant notamment la coopération au sein de l'éco-système complexe qui contribue à l'innovation et au déploiement de ces services. Les objectifs sont d'avoir démontré, en 2030, la contribution de solutions intégrées de mobilité, fondées sur l'automatisation et la connectivité, aux objectifs de sécurité et de réduction de l'empreinte carbone, ainsi que de faire de l'Europe un leader mondial de la mobilité automatisée et connectée des personnes et des marchandises.
- **Transport maritime et fluvial zéro-émission**, qui vise à orienter et accélérer la transformation du transport maritime et fluvial en éliminant les émissions de polluants de l'air et de l'eau, et de gaz à effet de serre, par des innovations technologiques et d'exploitation. L'objectif est le développement et la démonstration, en 2030, de solutions déployables sur tous types de navires, bateaux et services, en vue de la décarbonation du secteur en 2050.

L'intégration des enjeux de transports, d'énergie, d'aménagement et de construction est également illustré par les partenariats relatifs à la construction durable centrée sur l'humain, dont la vision inclut, outre les bâtiments, les infrastructures et aux transitions urbaines durables, dont la vision couvre tous les services et acteurs urbains, dont ceux de la mobilité.

II. Eclairage par les feuilles de route de recherche et d'innovation européennes

Ferroviaire

Source : Projets proposés pour le partenariat Transforming Europe's rail system, juin 2020

- Briques pour l'exploitation automatique et autonome
- Jumeau numérique, simulation et virtualisation
- Gestion intelligente des actifs
- Intégration en vue d'une mobilité porte-à-porte
- Modules personnalisés pour le transport intermodal
- Solutions de mobilité environnementalement et énergétiquement efficaces et attractives
- Solutions de fret ferroviaire pour une logistique verte
- Gestion et contrôle du réseau

Conduite autonome et connectée

Source : *Agenda stratégique de recherche et innovation pour le partenariat CCAM, juin 2020*

- Démonstrations à grande échelle
- Fonctions et technologies (perception, décision, architectures, IHM, composants électroniques, redondance, validation, simulation, gestion des données, cybersécurité)

Services intégrés de mobilité

Source : *agenda stratégique d'innovation pour les systèmes et services de mobilité intelligente (ERTAC 2019)*

- Modèles de conception urbaine pour l'intégration des différents modes de transports
- Démonstrateurs de nouveaux concepts de gouvernance intégrant les différents modes et l'aménagement de l'espace
- Modèles d'exploitation énergie-efficaces intégrant les mobilités individuelles et collectives
- Collecte et gestion des données dynamiques pour la planification et l'exploitation
- Solutions partagées fret – passagers
- Tests de l'intégration de la mobilité aérienne urbaine
- Intégration de la mobilité virtuelle

Route intelligente - gestion de trafic

Sources : *Traffic management strategic research and innovation agenda (ERTRAC 2016) + Research and innovation in network and traffic management systems in Europe (JRC- June 2020)*

- Modèles d'exploitation multi-acteurs - multi-modes
- Optimisation des flux, intégrant des véhicules automatisés
- Démonstrateurs à grande échelle et transférabilité multi-environnement de systèmes avancés de gestion de trafic
- Technologies et systèmes de détection et de surveillance
- Outils de gestion des flux (modèles de prévision, algorithmes d'optimisation)
- Systèmes de gestion spécifiques aux plateformes et hubs multimodaux
- Optimisation des opérations logistiques

Logistique et transport de marchandises

Sources : *Research and innovation roadmaps for logistics (plateforme Alice, 2019) et strategic research and innovation agenda freight (ETRAC, 2019)*

- Intégration des chaînes multimodales
 - o Management de la demande (modèles de prévision des comportements, focus sur les comportements de e-Commerce)
 - o Stratégies innovantes de groupage
 - o Modèles de coopération intermodale et outils de collaboration tactique multi-acteurs (gestion dynamique des flux et partage des coûts)
 - o Réservation de chaînes multimodales à la demande
 - o Outils pour la synchro-intermodalité (dont cartographie dynamique de la demande, modèles apprenants)
 - o Intégration et synchronisation production – logistique, production distribuée, intégration de l'impression 3D
 - o Objets intelligents – IoT ;
 - o Intégration de modèles dynamiques de demande dans l'IoT et la production distribuée
- Logistique urbaine
 - o Domaine de pertinence technico-économique de la micro-livraison urbaine

- Partage intelligent / optimisé de la voirie
- Contrôle / sanction
- Corridors urbains de fret
- Mutualisation de la logistique inverse
- Formes urbaines et efficacité logistique
- Optimisation de la livraison à domicile
- Interactions sûres avec les usagers vulnérables
- Sécurité des opérations de chargement / déchargement
- Réduction du bruit
- Logistique urbaine 100% connectée
- Logistique propre et décarbonée
 - Domaines de pertinence des nouvelles motorisations selon les usages
 - Réseaux et recharge intelligente pour les flottes
 - Gestion optimale des flottes avec contraintes spécifiques à l'électrique (autonomie / recharge)
 - Analyse du cycle de vie dans une approche système / gestion des flottes
- Plateformes et hubs logistiques et multimodaux
 - Référentiels d'efficacité énergétique des plateformes logistiques et multimodales
 - Nœuds logistiques intelligents
- Automatisation
 - Automatisation des véhicules sur site fermé / sur voie ouverte à la circulation
 - Couplage automatisation / recharge électrique
 - Couplage automatisation / connectivité
 - Couplage automatisation / contrôle d'accès / paiement
 - Couplage automatisation des véhicules / robotisation des entrepôts
- Applications du big data
 - Management de l'hétérogénéité des sources
 - Visualisation en temps réel
 - Traitement, contextualisation et aide à la décision
 - Evaluation en temps réel de la qualité des données

Infrastructures routières

Source : *Infra4Dfuture deliverables, septembre 2020*

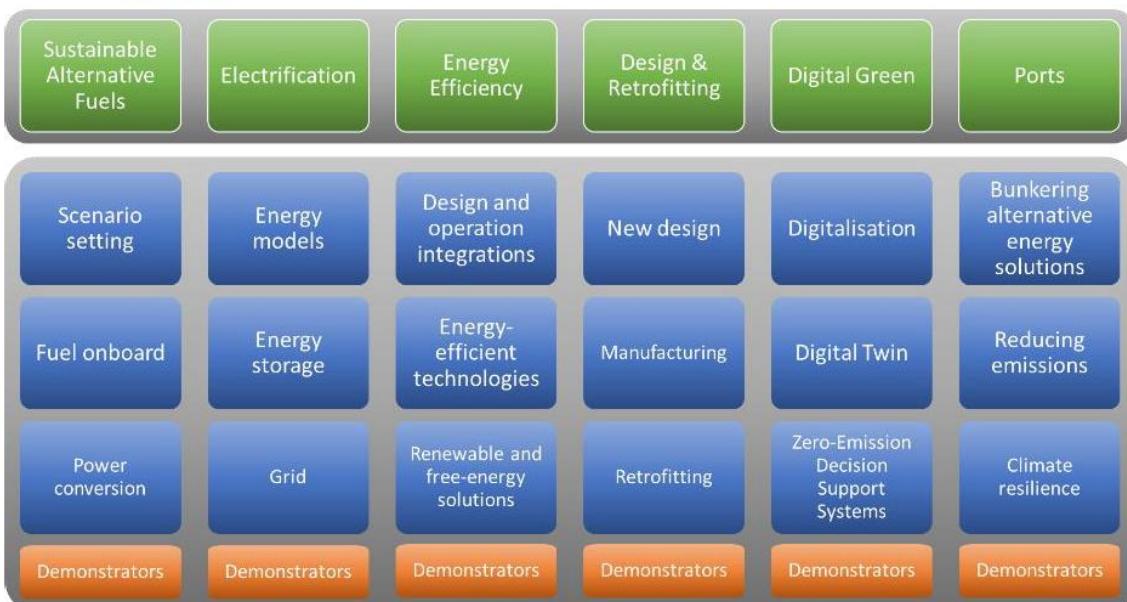
- Planification, conception et gestion des infrastructures
 - Prédiction intelligente de la maintenance
 - Gestion des accidents / incidents
 - Conception d'infrastructure optimisée
 - Utilisation du Big data
 - Indicateurs de performance
 - Applications intégrées de planification d'itinéraire ; planification logistique intégrée
 - Nouveaux matériaux, systèmes et techniques
 - Contrôle de processus orienté qualité
 - Systèmes de planification de la maintenance intelligents axés sur la sécurité
 - Systèmes intégrés de gestion de la mobilité
 - Application des principes du coût en cycle de vie (LCC)
 - Jumelage numérique du réseau d'infrastructure de transport intégré
 - Mesures de sécurité de nouvelle génération
- Décarbonation et réduction de l'empreinte environnementale des infrastructures
 - Application des principes de l'économie circulaire (échelle locale / large)
 - Méthodes, modèles et lignes directrices pour les pratiques d'approvisionnement durable
 - Meilleures pratiques de programmation stratégique intermodale

- Bruit et vibrations (outils de mesure des émissions ; techniques de réduction ; stratégies avancées de contrôle et de gestion du trafic ; relations dose-réponse, évaluation et simulation d'impact ; automatisation du processus de cartographie du bruit ; réseau de monitoring)
- Émissions de NOx, PM10, PM2,5 dans l'air, le sol et l'eau (tarification, traitement naturel des émissions)
- Numérisation
 - Écosystème de données et d'informations sécurisé, résilient et intelligent
 - Exploitation des données de fournisseurs externes
 - Utilisation d'équipements robotisés, de drones ou d'autres solutions (semi) automatisées
 - Gestion d'actifs basée sur les données ; incorporation de données provenant de capteurs embarqués ou mobiles dans la gestion des actifs
 - Systèmes de mesure et de traitement de données pour la création de modèles BIM (jumeaux numériques) pour l'infrastructure existante
 - Gestion des données intermodales et modèles BIM combinés pour la route, le rail et les voies navigables / ports
 - IA appliquée aux données d'infrastructure (ex : détection de fissures et de dommages)
 - Système automatisé de gestion des actifs intégrant des collectes automatiques de données
 - IA appliquée à la construction automatisée, la maintenance, le renforcement et l'inspection des infrastructures (certification et normes de qualité ; techniques de validation et d'étalonnage des données)
 - Utilisation de la robotisation dans les processus de construction

Maritime et fluvial

Source : *draft strategic research and innovation agenda – Waterborne* - 10 juillet 2020

Mapping of activities



III. Eclairage par les priorités de recherche Horizon Europe (programme 2021-2022)

Zero-emission road transport

- Nextgen vehicles: Innovative zero emission BEV architectures for regional medium freight haulage
- Nextgen EV components: Integration of advanced power electronics and associated controls
- System approach to achieve optimised Smart EV Charging and V2G flexibility in mass-deployment conditions
- Least cost analysis and design for sustainable circularity - holistic approach for zero-emission mobility solutions and related battery value chain
- Modular multi-powertrain zero-emission systems for HDV (BEV and FCEV) for efficient and economic operation
- Nextgen EV components: High efficiency and low cost electric motors for circularity and low use of rare resources
- New generation of full electric urban and peri-urban Bus Rapid Transit systems to strengthen climate-friendly mass transport

Aviation

- Greenhouse gas aviation emissions reduction technologies towards climate neutrality by 2050
- Next generation digital aircraft transformation in design, manufacturing, integration and maintenance
- Towards a silent and ultra-low local air pollution aircraft
- Digital aviation technologies for new aviation business models, services, emerging global threats and industrial competitiveness
- European Aviation Research Policy in support to EU policies and initiatives

Enabling climate neutral, clean, smart, and competitive waterborne transport

- Enabling the safe and efficient on-board storage and integration within ships of large quantities of ammonia and hydrogen fuels
- Enabling the full integration of very high power fuel cells in ship design using co-generation and combined cycle solutions for increased efficiency with multiple fuels
- Identifying waterborne sustainable fuel deployment scenarios
- Innovative on-board energy saving solutions
- Hyper powered vessel battery charging system
- Assessing and preventing methane slip from LNG engines in all conditions within both existing and new vessels
- Digital Twin models to enable green ship operations
- Proving the feasibility of a large clean ammonia marine engine
- Enabling climate neutral, clean, smart, and competitive waterborne transport
- Exploiting electrical energy storage systems and better optimising large battery electric power within fully battery electric and hybrid ships
- Innovative energy storage systems on-board vessels
- Exploiting renewable energy for shipping, in particular focusing on the potential of wind energy
- Transformation of the existing fleet towards greener operations through retrofitting
- Seamless safe logistics through an autonomous waterborne freight feeder loop service
- Computational tools for shipbuilding

Impact of transport on environment and human health

- Development and demonstration of cost affordable and adaptable retrofit solutions for tailpipe and brake polluting emissions
- Assessment of noise and particle emissions of L category vehicles from real driving condition
- Prevent smog episodes in Europe: Air quality impact of engine-emitted volatile, semi volatile and secondary particles

Connected, Cooperative and Automated Mobility (CCAM)

- More powerful and reliable on-board perception and decision-making technologies addressing complex environmental conditions
- Common approaches for the safety validation of CCAM systems
- Physical and Digital Infrastructure, connectivity and cooperation enabling and supporting CCAM
- Cyber secure and resilient CCAM
- Analysis of socio-economic and environmental impacts and assessment of societal, citizen and user aspects for needs based CCAM solutions
- Framework for better coordination of large-scale demonstration pilots in Europe and EU-wide knowledge base
- European demonstrators for integrated shared automated mobility solutions for people and goods
- Reliable occupant protection technologies and HMI solutions to ensure the safety of highly automated vehicles
- Human behavioural model to assess the performance of CCAM solutions compared to human driven vehicles
- Integrate CCAM services in fleet and traffic management systems
- Artificial Intelligence (AI): Explainable and trustworthy concepts, techniques and models for CCAM
- Predictive safety assessment framework and safer urban environment for vulnerable road users

Multimodal and sustainable transport systems for passengers and goods

- More efficient and effective multimodal freight transport nodes to increase flexibility, service visibility and reduce the average cost of freight transport
- New delivery methods and business/operating models to green the last mile and optimise road transport
- Climate resilient and environmentally sustainable transport infrastructure, with a focus on inland waterways
- Logistics networks integration and harmonisation through operational connectivity to optimise freight flows and drive logistics to climate neutrality
- Urban logistics and planning: anticipating urban freight generation and demand including digitalisation of urban freight
- Smart enforcement for resilient, sustainable and more efficient transport operations
- Accelerating the deployment of new and shared mobility services for the next decade
- Advanced multimodal network and traffic management for seamless door-to-door mobility of passengers and freight transport
- Smart and efficient ways to construct, maintain and decommission with zero emissions from transport infrastructure

Safety and resilience - per mode and across all transport modes

- Testing safe lightweight vehicles and improved safe human-technology interaction in the future traffic system
- Radical improvement of road safety in low and medium income countries in Africa
- Controlling infection on large passenger ships
- Safe automation and human factors in aviation – intelligent integration and assistance
- More resilient aircraft and increased survivability
- Safer navigation and tackling container ship fires
- New concepts and approaches for resilient freight transport and logistics networks against disruptive events (including pandemics)

IV. Eclairage par les tendances mondiales d'innovation

Trends / disrupteurs	Sources
Artificial and Augmented Intelligence Digital Twins Real-Time Supply Chain Visibility Blockchain Data Standardization and Advanced Analytics The Growing Importance of Industry Newcomers Increasing Investment into Logistics Startups from VCs and Enterprises Sustainability Powered by Technology Autonomous Vehicles Warehouse Robotics	Transmetrics, 2020
Leverage technology, sensors, and connectivity for road use and management High-capacity, high-speed, high-frequency transit network. New mobility hubs, with range of travel options, for seamless travel, incl first- and last-mile Flexible fleets of on-demand, shared, electric—and eventually, autonomous—vehicles that connect to transit within a mobility hub. Integrated platform as a new operating system (“OS”) as brain of the transportation system.	Deloitte, 2020
Autonomous shuttles for everyone. Self-flying air taxis. Robot delivery pods Large-scale autonomous truck fleets. Ultra-efficient logistics and fleet optimization. <u>All-encompassing artificial intelligence for vehicles.</u>	CES Las Vegas, 2019
Efficient Matching and Routing in deliveries Digitalisation : online payment Daily operations data analytics for demand forecast IoT and sensors - based systems for predictive infrastructure and systems maintenance Warehousing Robotisation Smart Road Technology with the ability to generate energy, manage weather impacts, reroute traffic and possibly direct autonomous vehicles	Silicon Canals, 2019
+ 3 to 4 years Intelligent transportation systems (ITS) Robotic Process Automation Predictive maintenance and drone supervision Blockchain distributed ledger solutions Artificial Intelligence solutions for transport and logistics Big business entering eCommerce eCommerce investing in Logistics Logistics consolidation Courier express parcel solutions for eCommerce + 5 years Warehousing robotization (including drones) Electro-mobility Warehousing supported by augmented and virtual reality, Sharing economy solutions High Speed Rail Last mile delivery optimization (incl. drones)	Price Waterhouse Coopers 2019