



**GOUVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# 4<sup>e</sup> Programme d'investissements d'avenir (PIA 4) *Volet « dirigé »*



**Digitalisation et décarbonation des mobilités**

Le cahier des charges est disponible ici : <https://anr.fr/CMA-2021>

**AMI Compétences et Métiers d'Avenir  
Volet 1**

## Compétences et formation : éléments sur les besoins

La Stratégie d'Accélération « digitalisation et décarbonation des mobilités » s'articule autour de trois axes:

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

Le volet « compétences et formation » de la stratégie vise à identifier, soutenir et développer les compétences sur ces domaines prioritaires d'intervention.

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
<b>Conception</b>	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.
<b>Production - installation</b>	Installer et paramétrer 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
<b>Exploitation - maintenance</b>	Diagnostiquer l'état des capteurs Tracer les stocks et besoins de pièces Exploiter le retour	Maintenir, mettre à jour et faire évoluer les systèmes télécom	Stocker et organiser les données. Gérer l'accès. Gérer les sauvegardes et l'historisation	Modéliser / scénariser des opérations de maintenance sur la base des retours	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

	d'expérience pour la maintenance Mises à jour.		Extraire sens et tendances des données. Contrôler et historiser les attaques cyber Assurer la gestion collaborative des données entre les différents opérateurs	d'exploitation Maintenir la conformité du modèle ou du jumeau numérique par rapport à la réalité			
--	---	--	---	---	--	--	--