

Véhicules et systèmes de transports routiers automatisés : Quelques leçons tirées des expérimentations sur la simulation numérique pour contribuer à la démonstration de sécurité

Source : projet SAM (Sécurité et acceptabilité de la conduite et de la mobilité autonome)

Le contenu de cette fiche est issu des travaux réalisés par le consortium SAM (Sécurité et acceptabilité de la conduite et de la mobilité autonome) dans le cadre de l'appel à projets national EVRA (Expérimentations du véhicule routier autonome). Dans le cadre de sa contribution au « bien commun », les partenaires ont cherché à définir, outiller et tester une méthodologie de simulation numérique.

Méthodologies existantes de simulation numériques

La simulation numérique est un pilier de la démonstration de sécurité d'un système. Elle est complémentaire à d'autres outils tels que la réalisation d'essais physiques. Elle permet potentiellement de réduire le nombre d'essais physiques nécessaires pour la validation du système, mais demande d'importants travaux théoriques de conception et évolution des modèles.

La simulation numérique est un calcul exécuté sur une machine à partir d'un modèle dont les données d'entrée permettent de fournir une représentation du comportement du véhicule, ainsi que de son environnement de conduite. La simulation est souvent utilisée dans les systèmes complexes dont les représentations par des formes analytiques sont difficiles.

La simulation numérique est une approximation d'un comportement décrit par un modèle qui intègre à son entrée des paramètres et en sortie des observations qu'il est possible de quantifier. La simulation peut entraîner des erreurs, qui s'ajoutent aux erreurs dues à la fidélité du modèle.

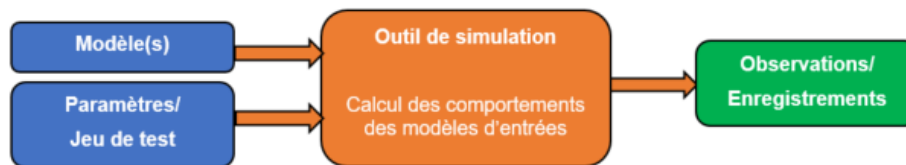


Schéma générique d'un outil de simulation

La simulation peut être effectuée par machine à état (le passage d'un état à un autre est conditionné : ex. changement de couleur des feux de circulation) et avec des pas de temps variables (lorsque les valeurs prises par les variables sont continues et non plus discrètes : ex. simulation d'un régulateur de vitesse).

Les outils de simulations existants peuvent être découpés en différentes composantes selon la partie du système ou ses interactions avec son environnement, qu'ils visent à représenter :

- Des outils de perception, acquisition, traitement et fusion de données, utiles dans le cadre du développement des applications d'assistance à la conduite intégrées dans des systèmes d'aide ou de délégation de conduite ;
- Des outils de simulation de la dynamique du véhicule, qui utilisent l'état du véhicule (vitesse de déplacement, angle au volant, rapport de vitesse engagé, ...) afin d'intégrer les systèmes d'aide à la conduite (régulateur de vitesse, poursuite de véhicule, maintien dans la voie) ;
- Des outils de développement des interfaces homme-machine, dans le cadre de la démocratisation des systèmes d'aide à la conduite ;
- Des outils de cartographie et systèmes de navigation afin d'alimenter les dispositifs intégrés dans les véhicules d'aide à la conduite, notamment dans la prise de décision ;
- Des outils de simulation de capteurs, de conduite et d'environnement routier ;
- Des outils de génération et de simulation du trafic routier pour la prise en compte des comportements des systèmes vis-à-vis des comportements des autres usagers de la route ;

- Des outils d'implémentation d'algorithmes de contrôle-commande qui intègrent les étapes du processus de développement des algorithmes de contrôle du véhicule, de la modélisation du système jusqu'à son implantation ;
- Des outils de génération de cas d'usage et de tests afin de s'assurer de la cohérence des spécifications tout au long du cycle de développement d'un produit au travers de modèles de scénarios ;
- Des outils d'architecture-système pour gérer l'ensemble des outils qui peuvent accompagner et soutenir la simulation, dont certains sous forme de simulation eux-mêmes.

Aide à la démonstration de la sécurité par la simulation numérique sur la base de scénarios

La méthodologie proposée par SAM s'appuie sur cinq étapes illustratives :

- Sélection des cas d'usage en cohérence avec le système en validation ;
- Création des scénarios de simulation, faisant apparaître leurs paramètres (discrets ou continus) ;
- Simulations numériques des scénarios, qui permet d'intégrer les outils suivants : logique de contrôle en boucle fermée (MIL), avec génération automatique du code (SIL), en intégrant une combinaison de composants simulés et physiques (HIL), en modifiant un véhicule à tester équipé d'un système d'aide à la conduite relié à un calculateur embarqué qui modélise l'environnement (VIL) ;
- Comparaison entre les essais physiques et la simulation, basée sur le calcul de plusieurs indicateurs ou métriques permettant de comparer les similarités et dissimilarités entre séries temporelles.
- Validation du système étudié

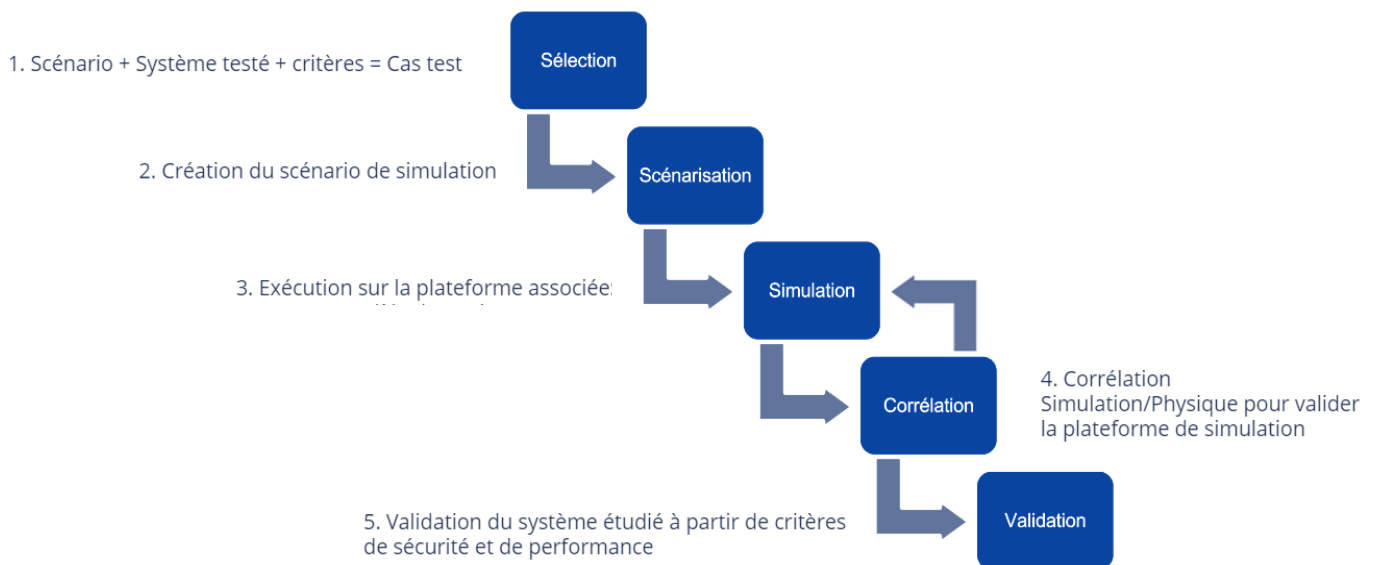


Figure présentant les étapes du processus de simulation pour contribuer à la démonstration de la sécurité