

DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

# Développer des technologies ADAS et AV fiables

Combiner les mondes réel et numérique pour vérifier et valider les systèmes avancés d'aide à la conduite et les véhicules autonomes

## Résumé

L'adoption de systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) et de technologies de véhicules autonomes (AV) continue d'augmenter et constitue un objectif clé de l'industrie automobile. Cependant, la création, la validation et la vérification de systèmes plus efficaces, plus sûrs et plus fiables constituent un défi, surtout si l'on considère la grande quantité de données et les logiciels et le matériel de pointe qu'ils requièrent.

Dans ce livre blanc, découvrez les défis de la vérification et de la validation des ADAS et des AV, et comment développer des méthodes pour aider à les surmonter.

# Introduction

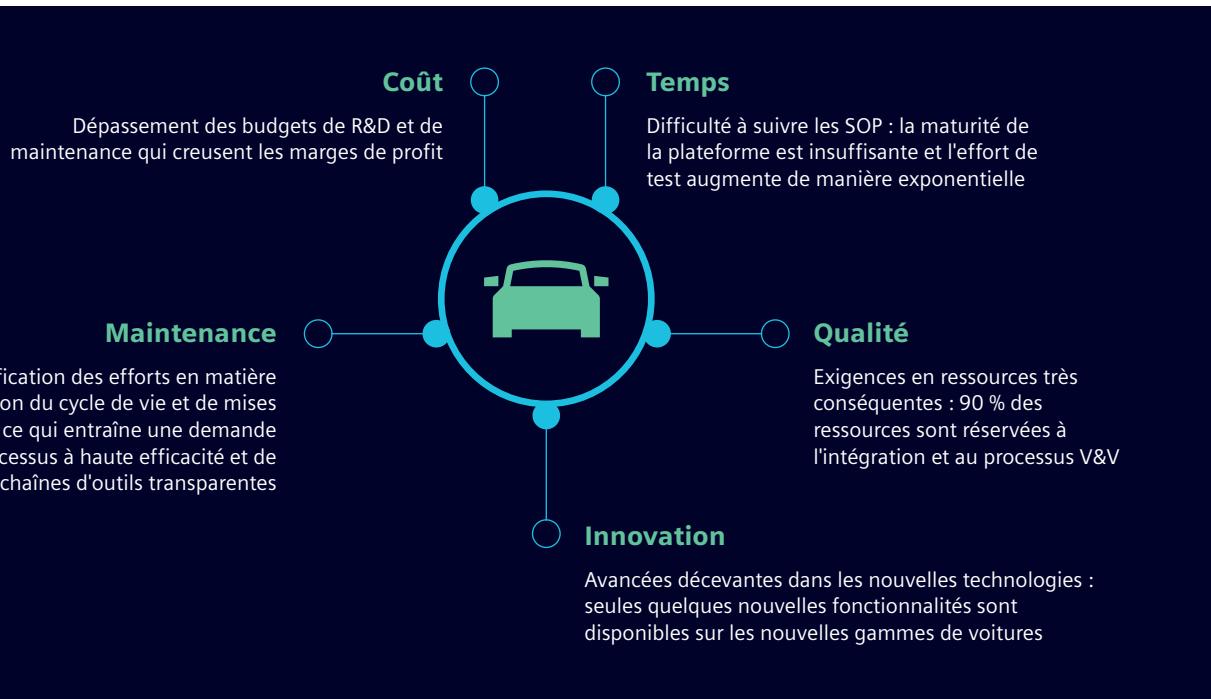
Le développement des ADAS et AV représente l'intersection de plusieurs tendances technologiques actuelles dans les secteurs de l'automobile et des transports. La production d'un véhicule capable de naviguer de manière autonome dans l'environnement dynamique d'une route publique de manière sûre, efficace et conviviale dépend de la synthèse de multiples domaines de la technologie et de l'ingénierie. Ces véhicules incorporent et intègrent des logiciels, des capteurs, du matériel informatique et de communication et des réseaux de données de pointe dans un produit qui doit être fiable, sûr et capable de s'adapter aux conditions extérieures.

Par conséquent, les ADAS et les AV constituent l'un des systèmes multidomaines les plus complexes jamais produits dans les secteurs de l'automobile et des transports. Les défis de conception abondent pour développer des dispositifs à semi-conducteurs, des capteurs, des réseaux et des algorithmes d'intelligence artificielle (IA) capables de fournir la vitesse et la précision nécessaires pour percevoir

et comprendre un environnement dense en informations en temps réel.

Cependant, la vérification et la validation de la sécurité, de la fiabilité et des performances des ADAS et des AV dans tous les scénarios et environnements de circulation peuvent s'avérer une tâche encore plus ardue. La vérification et la validation complètes d'un système de véhicule autonome nécessitent l'équivalent de milliards de kilomètres d'essais sur route. Ce volume d'essais est nécessaire pour étudier les situations de trafic inhabituelles qui sont difficiles à prévoir lors de la mise au point d'un système de conduite autonome.

Il n'est pas possible de réaliser ces tests dans le monde réel. L'un des défis majeurs pour les fabricants d'AV est donc de développer des méthodes de vérification et de validation qui permettent d'évaluer rapidement les performances de ces véhicules sophistiqués dans toutes sortes de scénarios de circulation et de conditions météorologiques.



Les principaux moteurs des ADAS et des AV.

# Les ADAS et les AV nécessitent des données réelles et synthétiques

Les équipes de conception doivent compléter les essais en conditions réelles par des simulations haute-fidélité afin de recueillir des informations essentielles plus rapidement et à moindre coût. Grâce à une approche combinée d'essais en conditions réelles et de simulations, les équipes d'ingénieurs AV peuvent identifier les cas limites sur la route et évaluer le comportement des véhicules dans tous les scénarios de conduite plus rapidement et pour un coût relativement faible par rapport à la production de prototypes physiques.

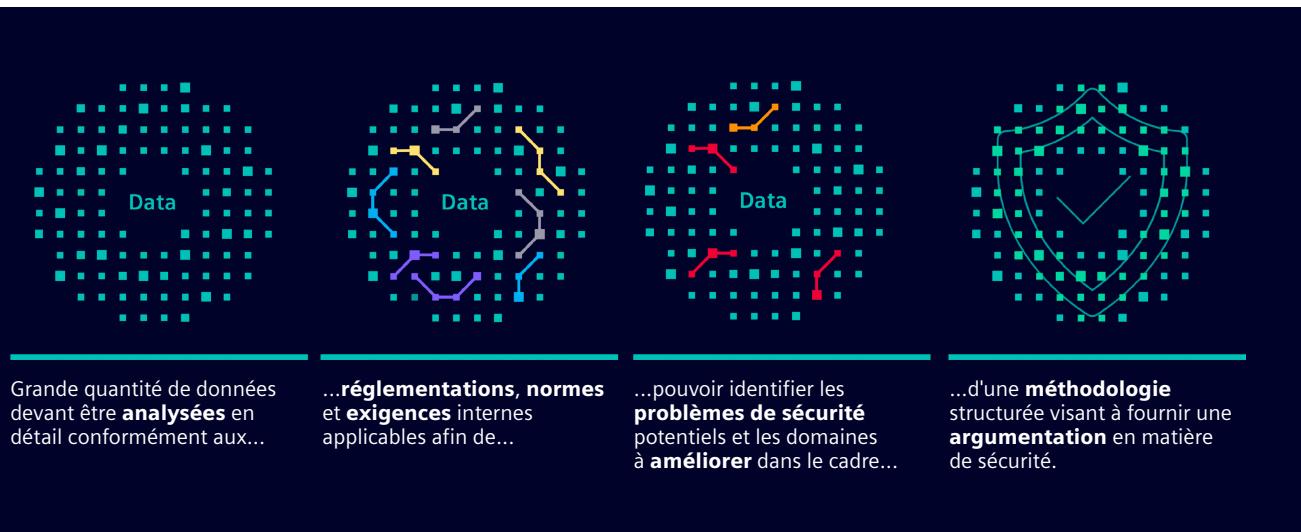
La mise en œuvre d'une telle approche combinant réel et virtuel exige une plateforme de développement d'ADAS et d'AV intégrée qui peut tester et retester le fonctionnement du véhicule dans des scénarios virtuels réalistes tout au long du cycle de vie de la conception. Une plateforme intégrée de conception et de simulation d'AV permet aux ingénieurs de réincorporer les résultats des tests et les données de simulation dans la conception du véhicule, créant ainsi un système en boucle fermée qui améliore la conception, le fonctionnement et les caractéristiques physiques du système grâce à des données haute-fidélité.

Une telle plateforme est rendue possible par une approche de digitalisation étendue qui prend en charge la création d'un jumeau numérique complet de l'AV et de son environnement de conduite, couvrant la conception, la vérification et la validation, le suivi sur le terrain et l'optimisation du matériel, du logiciel, de la production et du cycle de vie du véhicule.

## **Permettre la capture de données, le développement d'algorithmes et l'analyse**

Le développement d'ADAS et d'AV est un processus d'ingénierie basé sur les données. De grandes quantités de données doivent être générées, analysées et réintégrées dans la conception à chaque étape du cycle de vie à l'aide du jumeau numérique complet. La transformation de ces données en améliorations de la conception permet d'obtenir un avantage concurrentiel dans l'espace contesté de l'AV.

Les essais et la capture de données restent indispensables au développement des véhicules modernes et continueront de l'être à mesure que l'industrie se rapproche de la véritable conduite autonome. Les essais en conditions réelles et la capture de données sont importants pour deux raisons. Tout d'abord, ils servent à recueillir des données d'entraînement représentatives à transmettre aux algorithmes de conduite autonome afin de les former à la navigation dans des scénarios



Analyse des données sur la base de normes et de réglementations.

de trafic routiniers et non routiniers. Deuxièmement, les données du monde réel sont utilisées pour valider les performances des systèmes et des environnements simulés et pour améliorer la fidélité de ces simulations afin qu'elles correspondent davantage à la réalité.

Toutefois, l'introduction de données brutes provenant du monde réel directement dans les algorithmes de conduite autonome à des fins de formation est inefficace et potentiellement nuisible en cas d'utilisation d'informations erronées. En outre, la quantité de données collectées lors d'un test en conditions réelles est généralement immense, ce qui augmente considérablement le temps nécessaire à la formation. Il est donc nécessaire de procéder à un post-traitement pour préparer les données à l'entraînement. Les solutions numériques d'analyse des données de conduite peuvent contribuer à accélérer le post-traitement de ces données.

Après la collecte, les solutions d'analyse des données peuvent effectuer des analyses de premier passage des données brutes afin de distinguer automatiquement les réponses transitoires du système (données chaudes) des données capturées dans des conditions stables (données froides). Les flux de données froides sont utiles pour former les algorithmes de conduite autonome à la navigation

dans des conditions de fonctionnement normales. Par ailleurs, les données recueillies au cours de scénarios chauds sont utiles pour les processus de vérification et de validation, car elles peuvent être utilisées pour sonder les limites de l'AV et de ses sous-systèmes. Les données sont également marquées automatiquement pour permettre aux ingénieurs de rechercher facilement les flux de données afin de localiser les réponses transitoires en vue d'une formation et d'un examen plus approfondis.

Les capacités de recherche basées sur l'IA améliorent encore la capacité de l'utilisateur à trouver les données qui l'intéressent. Par exemple, un utilisateur peut demander uniquement des données relatives à des scénarios de pluie dans lesquels l'AV doit interrompre un virage à gauche en raison de l'approche d'une bicyclette susceptible de provoquer une manœuvre dangereuse. Ces fonctions de recherche permettent aux ingénieurs d'analyser d'immenses quantités de données et de les exploiter pour améliorer les systèmes AV. Les ingénieurs peuvent également définir des seuils pour les paramètres des événements afin d'identifier rapidement un ensemble d'événements intéressants, tels que les freinages brusques d'un véhicule de tête sur une certaine distance.

### Utiliser un jumeau numérique pour ajouter de la valeur aux ADAS et aux AV

Les fonctionnalités d'analyse des données évoquées ci-dessus peuvent considérablement accroître l'efficacité de la formation des algorithmes de conduite autonome en se concentrant sur les événements non routiniers où les actions de l'AV peuvent avoir des conséquences potentiellement néfastes. Il s'agit d'une amélioration par rapport à une approche de test brutale dans le monde réel, mais il est possible de l'améliorer encore.

Les solutions de simulation modernes peuvent intégrer des données du monde réel dans un jumeau numérique réaliste de l'AV, des véhicules environnants et de l'environnement de conduite. Dans ce jumeau numérique complet d'un scénario de conduite, les ingénieurs peuvent rapidement tester et retester les performances de l'AV dans un environnement virtuel complet basé sur la physique. Les ingénieurs peuvent également modifier les détails du scénario, tels que les conditions météorologiques ou la vitesse des véhicules, afin d'évaluer pleinement les performances du système dans diverses conditions.

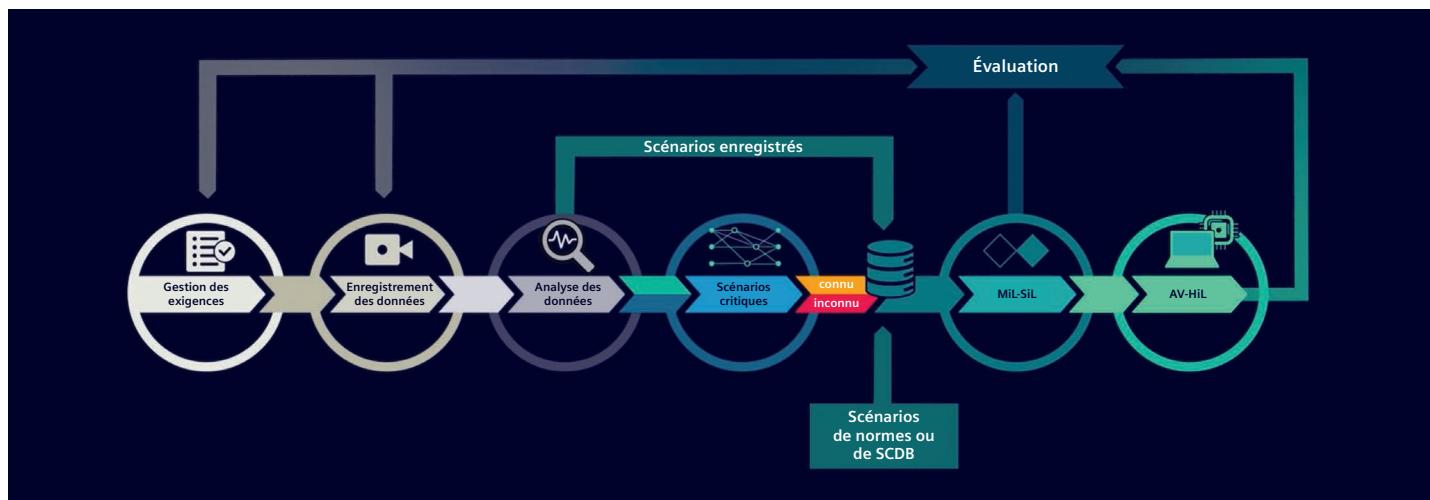
Le jumeau numérique complet s'étend également au niveau du véhicule et des composants. La simulation haute-fidélité du jumeau numérique complet du véhicule permet une optimisation multi-attributs (par exemple, la performance par rapport à la consommation d'énergie et au coût) dans divers domaines du véhicule. Les ingénieurs peuvent simuler les performances de l'ensemble du système

de capteurs, de la dynamique du véhicule et des systèmes d'actionnement afin d'évaluer la capacité de l'AV à percevoir les obstacles et à y réagir en temps réel.

Au niveau des composants, les ingénieurs doivent évaluer et optimiser les performances des composants en fonction de contraintes thermiques, électromagnétiques ou autres. Par exemple, les capteurs AV se trouvent souvent dans des endroits difficiles d'accès sur le véhicule, où ils sont vulnérables aux conditions extérieures. Des simulations thermiques et électromagnétiques détaillées peuvent guider la conception et l'emplacement de ces capteurs afin d'en garantir le bon fonctionnement. Les capteurs de caméra sont souvent placés derrière le pare-brise et sont susceptibles d'être chauffés par le soleil. Il est essentiel de concevoir correctement le capteur et le boîtier pour maintenir des températures de fonctionnement appropriées pour ces capteurs critiques. D'autres solutions de simulation permettent d'optimiser l'emplacement des antennes de communication pour obtenir un gain maximal ou d'évaluer la vulnérabilité des capteurs aux salissures causées par la pluie, les embruns ou la poussière.

### Accroître la fiabilité des systèmes grâce à la création de scénarios critiques

La vérification et la validation complètes d'un système de conduite autonome exigent que les équipes recherchent activement des scénarios non sécurisés inconnus et tiennent compte de ces conditions dans



Flux de travail Simcenter pour le développement de véhicules autonomes.

la conception du système. Les simulations haute fidélité du jumeau numérique complet d'un véhicule constituent le meilleur environnement pour identifier ces scénarios inconnus et dangereux. Les ingénieurs peuvent appliquer des méthodes mathématiques éprouvées à des données réelles afin de découvrir des scénarios critiques pour la sécurité qui n'avaient pas été enregistrés auparavant. En procédant de manière virtuelle et itérative, les équipes peuvent découvrir et analyser ces scénarios plus efficacement, ce qui réduit le nombre de scénarios non sécurisés inconnus et le risque associé au déploiement de ces systèmes AV. Ces scénarios générés peuvent être enregistrés dans une base de données avec les scénarios capturés dans le monde réel. Ce processus itératif augmente la portée et l'applicabilité de la base de données de scénarios tout en respectant les normes de sécurité de la fonctionnalité prévue (SOTIF) pour le développement de la conduite autonome.

En exploitant le jumeau numérique complet de l'AV et son environnement de conduite, les ingénieurs peuvent valider les performances du système en temps réel dans un environnement de réalité mixte

combinant des modèles de véhicules virtuels, du matériel électronique et des données de capteurs physiques ou synthétiques en guise d'entrées. Lorsque le matériel électronique final de l'AV devient disponible, les configurations Hardware-in-the-Loop (HiL) peuvent exécuter les algorithmes de conduite autonome sur les composants matériels finaux, tels que les puces de silicium physiques qui seront intégrées dans le véhicule au moment de la production. Ces tests de réalité mixte combinent les avantages en termes de vitesse et de coût des simulations avancées avec des composants physiques pour créer un environnement de test très réaliste et efficace.

Enfin, les ingénieurs peuvent comparer les résultats des tests, des simulations et des programmes de formation en situation réelle aux exigences initiales dans le cadre d'un flux de travail de vérification et de validation numérique. La combinaison de données réelles et synthétiques garantit une couverture maximale des exigences du système, ce qui est indispensable à un système de conduite autonome robuste et fiable.

# Construire l'avenir de la mobilité avec la digitalisation

Le processus de vérification et de validation constitue un défi important pour la mise en œuvre réussie des AV. Les ADAS et les AV doivent fonctionner de manière sûre et fiable par tous les temps et dans toutes les conditions de circulation, en ville, en banlieue et en campagne. Pour que cette opération se déroule en toute sécurité avec un taux d'échec très faible, il faut adopter une approche mixte et numérique des essais, de la vérification et de la validation des systèmes de conduite automatisée.

Cette approche permet de collecter et d'analyser efficacement les données d'essais en conditions réelles, puis de les intégrer dans un jumeau numérique afin de reproduire fidèlement les scénarios de conduite. Le résultat est une solution qui accélère les programmes de vérification et de validation grâce

à une collecte et une analyse efficaces des données, à des essais rapides avec des scénarios de conduite synthétiques et à un système en boucle fermée qui renvoie aux exigences du système.

Alors que l'avenir du transport automatisé se concrétise peu à peu, les entreprises des secteurs de l'automobile et des transports sont confrontées à une transformation des produits qu'elles créent et des méthodes avec lesquelles elles exercent leurs activités. Si l'avenir offre de grandes possibilités, le chemin à parcourir pour y parvenir est semé d'embûches. Les entreprises qui s'engagent dans la digitalisation peuvent surmonter ces obstacles et établir une base solide pour l'avenir des véhicules connectés, automatisés et de plus en plus définis par logiciel.



# Conclusion

Les systèmes ADAS et de conduite autonome étant de plus en plus avancés, les outils utilisés pour les créer sont encore plus importants. Plus le nombre et la variété des outils sont importants, plus il est complexe et difficile de transférer des données de manière précise et efficace entre eux.

Siemens Digital Industry Software propose une solution complète de bout en bout qui offre un environnement de développement évolutif, fiable et digne de confiance.

L'utilisation d'une solution logicielle d'autonomie Simcenter™, qui fait partie de la plateforme commerciale Siemens Xcelerator composée de logiciels, de matériel et de services, facilite la vérification et la validation continues tout au long du cycle de vie du produit. Elle permet d'accélérer les cycles de développement de 50 %. Hébergée sur AWS, cette solution évolutive permet également de réduire de 80 % les coûts d'analyse des données pour l'extraction de scénarios en minimisant les efforts d'ingénierie, en éliminant la réplication des données sur le cloud et en optimisant les exigences en matière de stockage et de calcul.

**Siemens Digital Industries Software**

Continent américain : 1 800 498 5351

Europe, Moyen-Orient, Afrique : 00 800 70 002 222

Asie-Pacifique : 001 800 03061910

D'autres numéros de téléphone sont disponibles [ici](#).

**Siemens Digital Industries Software** aide les organisations de toutes tailles dans leur transformation numérique en leur fournissant les logiciels, le matériel et les services de la plateforme Siemens Xcelerator. Les logiciels de Siemens et le jumeau numérique complet permettent aux entreprises d'optimiser leurs processus de conception, d'ingénierie et de fabrication, afin de transformer les idées d'aujourd'hui en produits durables de demain. Des puces aux systèmes complets, des produits aux processus, dans tous les secteurs, [Siemens Digital Industries Software](#) – Accelerating transformation.

[siemens.com/software](#)

© 2024 Siemens. Pour consulter la liste des marques déposées de Siemens, cliquez [ici](#). Les autres marques déposées sont la propriété de leurs titulaires respectifs.

86166-D2-FR 12/24 LOC