

# **TRAVAILLER DANS INDUSTRIE AUTOMOBILE**

FACON DE PENSER, ENSEMBLE DE COMPETENCES ET D'OUTILS

H. Broekman; D. Ekert; M.I. Kollenhof  
A.E. Riel; R. Winter

PREMIERE EDITION

Lean Six Sigma Academy®

*LSSA BV, 2017*

*Amstelveen, Hollande*

**Titre:** Travailler dans l'industrie automobile  
Façon de penser, ensemble de compétences et d'outils

**Auteurs:** H. Broekman; D. Ekert; M.I. Kollenhof; A.E. Riel; R. Winter

**Graphisme:** R. Verreijt

**Éditeur:** Lean Six Sigma Academy  
LSSA BV, 2017  
Amstelveen, Hollande

**Contact:** Contactez-nous ou visitez notre site Web pour plus d'informations, des rabais de volume, vente en ligne et licences de matériel de formation.

[www.lssa.eu](http://www.lssa.eu)  
[info@lssa.eu](mailto:info@lssa.eu)

1ère édition, 2017  
ISBN 978-94-92240-17-0  
NUR 100

Imprimé en Hollande.



Cofinancé par le  
programme Erasmus+  
de l'Union européenne

*Le projet «Ingénieur Automobile» est financé par la Commission européenne dans le cadre du programme Erasmus+ d'apprentissage tout au long de la vie dans le cadre du projet numéro 2014-1-NL01-KA200-001189. Le site Web et les publications de ce projet ne reflètent que les opinions des auteurs et la Commission ne peut être tenue pour responsable de l'utilisation éventuelle des informations contenues dans ce document.*

# Table de matières

<b>PRÉFACE – TRAVAILLER DANS L’INDUSTRIE AUTOMOBILE .....</b>	<b>5</b>
<b>A PROPOS DES AUTEURS .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>9</b>
1.1 L’INDUSTRIE AUTOMOBILE .....	10
1.2 CARACTERISTIQUES DE L’INDUSTRIE AUTOMOBILE .....	22
1.3 LEGISLATION, REGLEMENTATION ET NORMES.....	27
1.4 LA PENSEE PROCESSUS .....	33
1.5 RESUME .....	38
<b>2. DÉVELOPPEMENT DU PRODUIT ET DES PROCESSUS .....</b>	<b>39</b>
2.1 GESTION DU CYCLE DE VIE DU PRODUIT .....	40
2.2 PLANIFICATION AVANCEE DE LA QUALITE DU PRODUIT .....	51
2.3 INGENIERIE DES SYSTEMES .....	62
2.4 GESTION DES RISQUES .....	85
2.5 RESUME .....	96
<b>3 PRODUCTION .....</b>	<b>97</b>
3.1 CAPACITE DU PROCESSUS .....	98
3.2 CONTROLE DU PROCESSUS .....	103
3.3 ASSURANCE DE LA QUALITE DES FOURNISSEURS.....	114
3.4 MANAGEMENT OF CHANGE .....	126
3.5 RESUME .....	130
<b>4. AMÉLIORATION CONTINUE .....</b>	<b>132</b>
4.1 RESOLUTION DE PROBLEMES .....	133
4.2 LEAN MANUFACTURING.....	146
4.3 QUALITY AWARENESS.....	156
4.4 MAINTENIR LES AMELIORATIONS.....	165
4.5 RESUME .....	173
<b>ANNEXE A – ABBRÉVIATIONS .....</b>	<b>175</b>
<b>ANNEXE B – SCHÉMAS &amp; TABLEAUX.....</b>	<b>177</b>
<b>ANNEXE C – RÉFÉRENCES .....</b>	<b>179</b>



## Préface – Travailler dans l'industrie automobile

L'industrie automobile est un secteur qui se développe à l'échelle mondiale à des rythmes différents. Alors qu'en Europe, les marchés sont en stagnation, ceux des pays BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud) sont presque en train d'exploser et développent un potentiel économique énorme. Toutefois, il est important de garder à l'esprit les différences des pays en matière de culture, infrastructure, législation, économie et environnement. Les constructeurs internationaux comme Renault, Toyota, BMW ou VW devraient être conscients de l'impact de ces différences lors de la construction d'une usine, d'un réseau de concessionnaires, ou lorsqu'ils mettent un nouveau type de véhicule sur un nouveau marché local.

L'industrie automobile évolue plus rapidement que jamais. La première entreprise dédiée à la production de véhicules a été la société française Panhard et Levassor, en 1889. Peugeot a suivi deux ans plus tard seulement. Depuis lors, les véhicules ont changé considérablement. Ceci à cause d'un durcissement des lois et des règlements, ainsi que du changement dans les exigences des clients (comportement). La sécurité vient en premier. Dans le passé, un véhicule était livré avec une mallette à utiliser en cas de panne. De nos jours, tous les véhicules mis sur le marché doivent être bien développés et testés au cours du processus de construction, et ceci à l'aide d'analyses et différentes méthodes. Clairement, cela signifie également que la formation des mécaniciens et ingénieurs doit être adaptée. Comme l'industrie automobile va innover en permanence, les écoles techniques doivent anticiper ces changements. Les voitures sans chauffeur et les systèmes de combustible alternatifs influencent la manière dont un véhicule est conçu et produit. Ces changements affecteront également l'infrastructure. Par exemple, pensez à toutes les stations de charge nécessaires aux entreprises, maisons, aires de stationnement, etc. Par ailleurs, comment un véhicule sans chauffeur saura-t-il où il se trouve quand il sera dans un tunnel ?

En octobre 2016, la nouvelle norme (IATF 16949: 2016 [1]) pour l'industrie automobile a été publiée. Cette nouvelle norme remplacera l'ISO / TS 16949: 2009. Les entreprises qui sont certifiées selon ISO / TS 16949 ont le temps jusqu'au 14 septembre 2018 pour compléter le passage à l'IATF 16949.

Dans ce livre, nous abordons déjà les contenus pertinents dans la nouvelle norme IATF tels que: Automotive SPICE®, la sécurité fonctionnelle, les logiciels intégrés, le leadership et la gestion du cycle de vie.

Soyez quelqu'un qui innove l'industrie en connaissant le passé et en changeant l'avenir.

## A propos des auteurs

### **Henk Broekman**

Henk Broekman travaille depuis 1995 dans l'industrie automobile et il est l'un des conseillers principaux de Symbol. Depuis 10 ans en tant que formateur et consultant spécialisé dans les entreprises manufacturières qui fournissent à l'industrie automobile. Il aide les entreprises de production à mettre en place mais aussi optimiser les systèmes de gestion de la qualité. Son objectif est de produire une meilleure qualité de produit avec le coût le plus bas possible en contrôlant les processus dans une organisation.

### **Damjan Ekert**

Dipl.-Ing. Damjan Ekert a étudié la télématique à l'Université de Technologie à Graz (Autriche) et a terminé ses études avec distinction. Depuis 2001, il travaille pour ISCN en tant que chef de projet SW, ISO 15504 et consultant Automotive SPICE et intégrateur SW. Il est certifié e-Security Manager et European Project Manager Trainer. Il est également certifié ISO 15504 Assessor et Automotive SPICE Competent Assessor et il agit en tant que consultant et / ou formateur pour des entreprises de premier plan comme ZF Friedrichshafen AG, ZF / BOSCH Lenksysteme, Magna Powertrain, Hidria, T-Systems et bien d'autres encore. Damjan Ekert a de nombreuses années d'expérience en tant que consultant dans la gamme d'amélioration des processus logiciels et est membre du groupe "comparaison de modèles" de la force de travail allemande / autrichienne SOQRATES. Il est également membre de l'Initiative S2QI, membre de l'European Certification and Qualification Association et vice-président du ISECMA e.V. (Conseil international de gestion de la sécurité informatique).

### **Monique Kollenhof**

Monique Kollenhof MSc / MA a étudié la science et la technologie de l'éducation à l'Université de Twente à Enschede (les Pays-Bas) et est spécialisée dans "Méthodologie de la recherche, Mesure et analyse des données" et "Curriculum Design & Innovation éducative". Elle est l'un des consultants de Symbol Lean Six Sigma Black Belt qui améliorent la compétitivité et l'efficacité de votre entreprise en fournissant des conseils et des formations concernant l'amélioration des processus et des affaires, ainsi que la gestion de la qualité et du changement, tant pour l'industrie que pour les organisations de services et de santé. Elle guide également Master Black Belts en "Training Design and Delivery" et est responsable du programme Symbol pour des projets innovants internationaux, comme le projet Automotive Engineer. Elle gère de multiples projets internationaux complexes et multidisciplinaires de l'UE - comme Lean Six Sigma for Healthcare, plusieurs projets automobiles et Lean New Product Development - axés sur l'innovation et le développement de la formation depuis plus de 20 ans. Sa force est de pouvoir se mettre au niveau de tous les acteurs.

### **Andreas Riel**

Dr. Andreas Riel a étudié à l'Université de Technologie à Graz (Autriche). Andreas est directeur de l'innovation d'EMIRAcle, ainsi qu'un chercheur et conférencier habilité à l'Université de Grenoble Alpes, tous deux basés à Grenoble, en France. Il est également consultant, entraîneur et formateur à l'industrie avec une forte concentration sur l'automobile, où il a recueilli une expérience professionnelle depuis plus de 15 ans. Ses domaines d'expertise comprennent plusieurs sujets d'innovation et de créativité, de planification technologique, de méthodes d'ingénierie intégrée, de processus et d'organisations, ainsi que d'ingénierie et d'évaluation de qualité.

Andreas Riel est professeur expérimenté à Grenoble INP et EMIRAcle. Pour les deux organisations, il était le responsable du projet de nombreux projets éducatifs (développement). Andreas Riel est spécialisé dans Ingénierie automobile et processus de production; Développement virtuel de produits automobiles (axé sur les modèles et la simulation); Ingénierie intégrée des systèmes automobiles; Sécurité fonctionnelle dans l'automobile selon ISO 26262; Qualité de procédé de la mécanique automobile selon SPICE automobile; Management de l'innovation dans l'automobile. Andreas Riel agit également comme consultant dans les domaines de connaissances et d'expertise susmentionnés.

### **Richard Winter**

Richard Winter est un formateur et un consultant Lean Six Sigma Black Belt qui est spécialisé dans Lean Six Sigma et Automotive Quality Management. Il a plus de 15 ans d'expérience dans la formation, le conseil et le coaching dans la gestion de la qualité automobile et (la mise en œuvre) d'outils et de techniques avancés de qualité automobile (ISO / TS 16949, APQP / PPAP, FMEA, SPC, MSA, VDA 6.3, 8D). Il est également un évaluateur ISO / TS 16949 (norme de qualité pour l'automobile) et a travaillé comme gestionnaire de qualité intérimaire et SQE / CQE pour de nombreuses entreprises automobiles, telles que Power-Packer, Voestalpine, Mitsubishi Turbocharger Europe, WABCO Vehicle Control Systems. Il est également entraîneur du groupe automobile néerlandais (AutomotiveNL) et professeur invité à l'Université des sciences appliquées de Windesheim.



## 1. Introduction

Imaginez que vous obtenez votre diplôme d'une école d'ingénieur automobile : savez-vous quels types d'emploi vous attendent ? Quels types d'emploi existent à part celui de créer un véhicule ? L'ingénierie automobile est-elle uniquement liée aux véhicules, aux limites de vitesse et feux de circulation ? Que signifie industrie automobile, et comment a-t-elle évolué au cours des dernières décennies ? Puis-je développer et construire un véhicule que j'aime et commencer à rouler ? Y a-t-il des règles dont je devrais tenir compte tout en développant et construisant un véhicule ? Les règles sont-elles les mêmes dans le monde entier ou varient-elles d'un pays à l'autre ? Qu'est-ce qu'un FEO? Qu'est-ce qu'un niveau ?

Peut-être n'aimez-vous pas le développement d'un véhicule, mais êtes-vous très intéressé par le processus de développement. Savez-vous à quoi ressemble le paysage automobile? Quel rôle les utilisateurs jouent-ils dans le développement d'un véhicule ? Qu'en est-il de la technologie moderne ? Tant de questions à poser et si peu de temps pour étudier! Ce chapitre vous donnera un bon aperçu du passé de l'industrie automobile et certaines des innovations passées, car connaître le passé est toujours indispensable pour changer l'avenir! L'innovation n'est pas toujours extrême ; parfois, les idées novatrices du passé peuvent être prises au 'bon moment' et être améliorées pour être utiles plus tard.

Pour ce faire, vous devez être conscient des règlements du passé mais aussi ceux du présent et peut-être même ceux qui seront introduits à l'avenir et qui pourraient changer. Par exemple, vais-je réinventer le moteur à combustion, sachant que le pétrole (ressource limitée) pourrait être très coûteux à l'avenir ? En outre, les ingénieurs de l'automobile d'aujourd'hui doivent être conscients d'un certain nombre de normes, non seulement dans leur pays, mais aussi celles des pays qui achèteront les voitures.

Lors de la conception de la voiture, vous devez prendre en compte le besoin des clients, ainsi que leur culture, parce que même la meilleure voiture ne sera pas vendue si elle ne répond pas aux besoins et à la culture du client. Vous devez connaître les normes de qualité ainsi que la législation des pays acheteurs. La législation peut devenir très coûteuse si elle est ignorée ou mise en œuvre de manière incorrecte.

Un regard sur les autres branches et secteurs est toujours bon car il est important de comprendre ce qui pousse et influence ceux qui travaillent pour vous ou ceux desquels vous dépendez. La pénurie du pétrole va-t-elle influencer la production de vos voitures ? Bien sûr ! La pénurie de coton ou de caoutchouc influera-t-elle sur la production de votre voiture ? Peut-être, selon la quantité de matériel dont vous avez besoin et en fonction des alternatives existantes.

## 1.1 L'industrie automobile

Objectifs de formation

1. Rappeler les moments les plus importants dans l'histoire de l'automobile.
2. Rappeler les principales évolutions au sein de l'industrie automobile.
3. Rappeler les définitions, termes et abréviations les plus couramment utilisés.
4. Décrire la chaîne d'approvisionnement automobile et ses acteurs importants.
5. Comprendre les principaux enjeux de l'industrie automobile.
6. Comprendre les différences avec les autres branches.
7. Décrire à quoi pourrait ressembler l'avenir de l'industrie automobile.

### 1.1.1 Histoire et évolution

Il y a longtemps que l'histoire de l'automobile et de l'industrie automobile a commencé. Beaucoup de gens et d'entreprises ont contribué à la voiture d'aujourd'hui, et de plus en plus de personnes sont aujourd'hui concernées par le développement de la voiture de demain.

Avant l'existence de l'automobile, les habitants circulaient en cheval et en chariot. Le premier véhicule à moteur a été développé par l'officier Français Nicolas-Joseph Cugnot à la fin du XVIIIe siècle. Dans la deuxième partie du XIXe siècle, les premiers véhicules avec moteur à essence ont été construits simultanément par plusieurs inventeurs travaillant de façon indépendante. En 1885, Gottlieb Daimler breveta avec succès le premier moteur à combustion interne à grande vitesse.

En 1889, la société française Panhard et Levassor fut la première entreprise à se concentrer exclusivement sur la production de véhicules. La Benz Velo et le wagon-moteur Duryea étaient considérés comme les premières voitures standards.

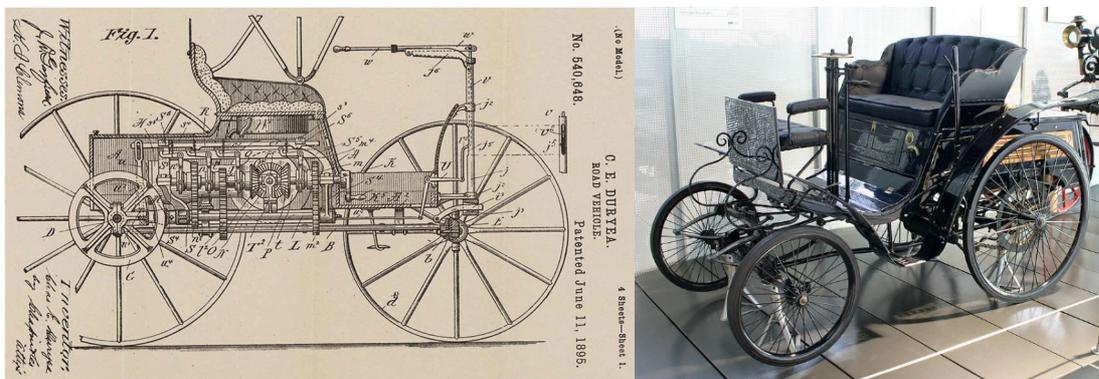


Schéma 1 : Les premières voitures normalisées : le wagon-moteur Duryea et la Benz Velo

L'industrie automobile était née. En quelques années, des centaines de producteurs se sont installés. Ils ont construit des véhicules à vapeur, des véhicules électriques et des véhicules à carburant. La vapeur et l'électricité étaient, au départ, les sources d'énergie les plus largement utilisées pour les véhicules. Plus tard, les moteurs à vapeur rivalisaient avec les moteurs à combustion. A partir de 1910, la plupart des constructeurs de véhicules ont utilisé l'essence et l'intérêt pour la technologie à vapeur a disparu.

### La conception de la voiture standard

En raison d'un grand nombre de producteurs sur le marché, le développement de véhicules a été rapide à cette époque. Toutes les expériences menées sur des modèles de véhicules différents ont conduit à une

conception normalisée. Cette norme a été développée par Panhard et tout d'abord utilisée sur une automobile Panhard en 1895. Cette conception est connue comme le 'Système Panhard' qui est rapidement devenu un produit sous licence dans le monde entier et connu comme la voiture standard. L'innovation consistait à placer le moteur à combustion interne à l'avant de la voiture et le système de direction sur les roues arrières. Les autres principales innovations de cette époque furent l'allumage et le démarreur électrique.

En 1913, La Ford Motor Company vendit 189 088 exemplaires de son modèle T. C'était la première année dans l'histoire où l'on construisit plus de véhicules que de chariots tirés par des chevaux.



Schéma 2 : le modèle T de Ford

### **Après la Première Guerre mondiale**

Après la première guerre mondiale, l'industrie automobile européenne s'est rapidement reconstituée. La demande de véhicules était grande. La production de certains composants fut de plus en plus confiée à des fournisseurs spécialisés. Le véhicule devint beaucoup plus pratique et confortable. Le chauffage de la voiture devint standard et l'on installa la radio. En outre, on y rajouta l'antigel, ce qui permit aux moteurs de refroidissement à eau d'être utilisés toute l'année. Cette voiture était composée d'une seule pédale de frein pour les quatre roues, et d'une direction assistée.

### **Après la Deuxième Guerre mondiale**

L'après-guerre commença en 1949, après la fin de la seconde guerre mondiale. Durant cette période, la ligne d'assemblage fut généralement utilisée. De nouveaux développements technologiques se suivirent très rapidement. Dans la première moitié des années 40, le développement du véhicule en Europe et aux États-Unis fut interrompu en raison de la seconde guerre mondiale. Les développements les plus importants de l'après-guerre furent le système d'injection de carburant, qui fut introduit dans les voitures de luxe vers la fin des années 50; l'utilisation des suspensions indépendantes et un intérêt croissant pour la sécurité dans la conception automobile.

### **Sécurité**

Auparavant, la sécurité n'était guère prise en compte. Les véhicules devaient être fiables et robustes. Après une collision, il était possible qu'un véhicule n'ait que des dégâts de peinture, mais que ses occupants soient tués. Dans les années 60, sous la pression d'un certain nombre de militants, la première législation sur la

sécurité fut adoptée. Les nouveautés furent la ceinture de sécurité et la cage de sécurité. En outre, l'introduction de l'airbag en 1973, le troisième feu de freinage en 1974 et le développement des crash-tests ont été des étapes importantes pour la sécurité dans l'industrie automobile.

### **Crise pétrolière**

La crise pétrolière de 1973 a vu l'introduction des normes d'émission et la consommation de carburant d'un véhicule est devenue important. Les constructeurs japonais ont commencé à jouer un grand rôle dans la fabrication de véhicules, et ce dans le monde entier. Après la crise du pétrole, l'industrie automobile américaine souffrait encore de graves problèmes. Au cours de cette période, les constructeurs automobiles japonais et européens également construisirent leurs usines aux États-Unis. Vers 2000, le Japon est devenu le leader mondial de la production de véhicules.

### **Logiciel**

Les logiciels de conception assistée (CAO) utilisés dans la conception et le développement de produits ont été introduits dans les années 80 dans l'industrie automobile. Ils ont rendu les véhicules à moteur beaucoup plus efficaces. C'était nécessaire après les crises pétrolières. La capacité des moteurs pouvait être maintenue et même augmentée, mais ceux-ci pourraient encore être plus respectueux de l'environnement.

Les années 90 ont été caractérisées par la forte mondialisation de l'économie nationale. Les préoccupations automobiles furent axées sur les coentreprises et les nouveaux marchés. On assista également à d'importantes acquisitions et fusions. Les développements importants dans les années 90 ont été le système de navigation, le programme électronique de stabilité (ESP) et la voiture hybride. La Toyota Prius a été la première voiture hybride commercialisée en production de masse. Cette hybride possède un moteur à combustion et un moteur électrique et est donc beaucoup plus écologique que la plupart des autres véhicules [Voir aussi 1.1.6].

### **La montée du logiciel et de l'électronique dans le véhicule**

Les logiciels n'étaient pas seulement importants dans le développement du véhicule. De nos jours, le véhicule lui-même est composé, dans une large mesure, de logiciels et de l'électronique. En outre, la plupart des développements dans le véhicule se concentrent sur les systèmes avancés d'assistance au conducteur (ADAS). Ces systèmes d'assistance au conducteur sont développés pour améliorer les systèmes de sécurité et de conduite. Voici des exemples d'ADAS:

- Régulateur de vitesse intelligent : un système qui est capable de contrôler la vitesse et la distance d'un autre véhicule.
- Stationnement automatique : système de manœuvre autonome qui déplace un véhicule d'une bande de circulation dans un emplacement de parking.
- Système pour la sortie de bande: système qui avertit le conducteur que le véhicule commence à sortir de sa bande (sauf si l'indicateur de direction est allumé dans cette direction)
- Reconnaissance des panneaux de circulation : technologie par lequel un véhicule est capable de reconnaître les panneaux de circulation sur la route.
- Système de surveillance du conducteur : système utilisé pour contrôler la vigilance du conducteur. Si le pilote ne prête pas attention à la route et une situation dangereuse est détectée, le système avertit le conducteur par des feux clignotants et des sons d'avertissement. Si aucune mesure n'est prise, le véhicule freinera.

Dans un proche avenir, de plus en plus de développements seront exécutés dans le domaine des systèmes de communication et des véhicules autonomes, menant vers la conduite sans chauffeur.

Jusqu'à tout récemment, un véhicule se composait principalement de pièces mécaniques. De nos jours, l'électronique et l'informatique contrôlent jusqu'à 70 % de la fonctionnalité d'un véhicule moderne. Dans un proche avenir, ce sera 90 % ou plus [voir 1.1.6]. Le Schéma 3 montre une vue d'ensemble des technologies les plus importantes dans les véhicules modernes

## The fully Networked Car: Key Technologies VDA Embedded systems in automotive industry (example BMW)

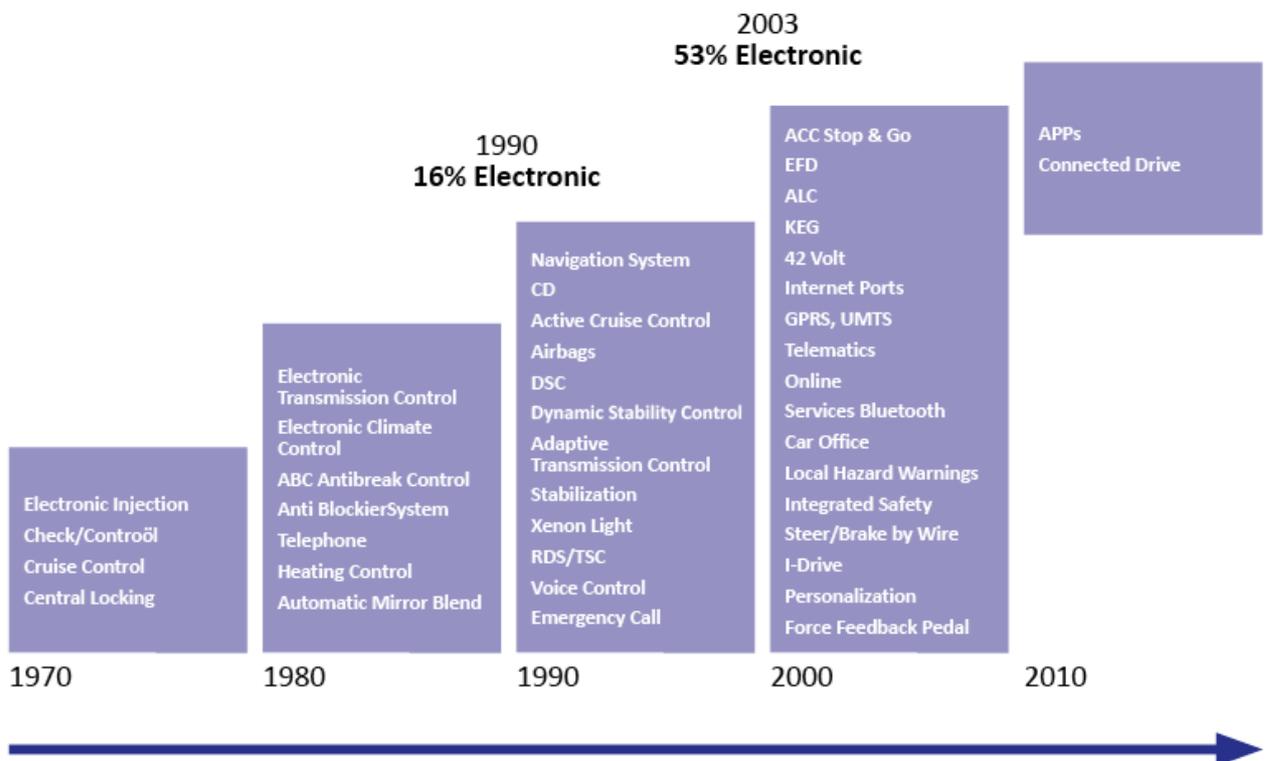


Schéma 3 : développement de systèmes intégrés dans un véhicule

### 1.1.2 Définitions, termes et abréviations

L'industrie automobile est un large éventail de sociétés et organismes impliqués dans la conception, le développement, la fabrication, la commercialisation et la vente des véhicules à moteur. C'est l'un des plus importants secteurs de l'économie mondiale. L'industrie automobile comprend également les industries dédiées à l'entretien d'automobiles après la livraison à l'utilisateur, tels que des ateliers de réparation automobile et des stations de carburant.

Le terme automobile est dérivé du grec autos (soi-même) et Latin motivus (en mouvement) pour représenter une forme quelconque de véhicule autonome. Ce terme a été proposé par la Society of Automotive Engineers (SAE).