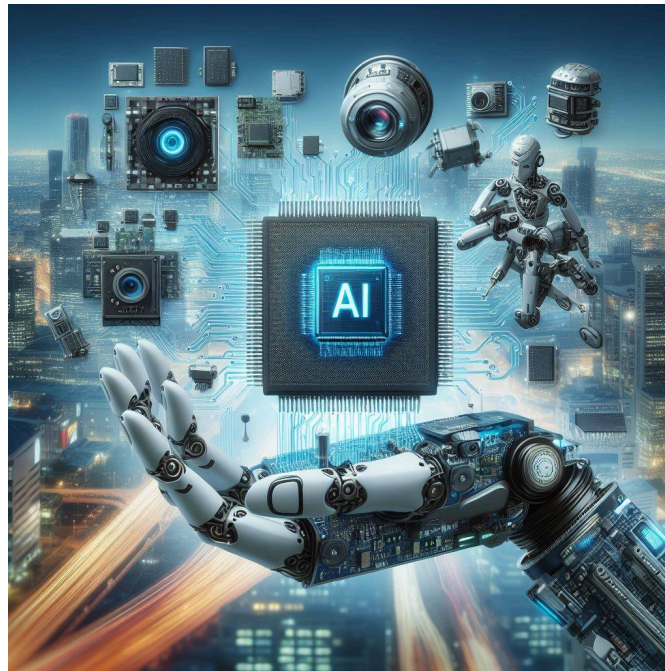


# L'impact de l'IA sur le domaine des système embarqués

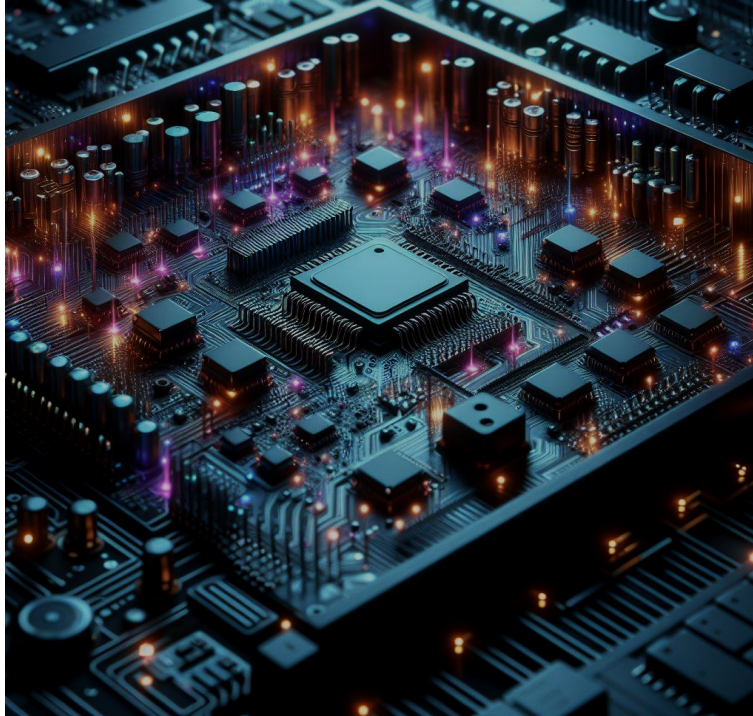


# Sommaire

|  |       |
|--|-------|
| <b>I - Principe de fonctionnement des systèmes embarqués dans notre monde</b>              | ..... |
| A. Définition et caractéristiques des systèmes embarqués                                   | ..... |
| B. Architecture typique d'un système embarqué  | ..... |
| C. Utilisation et importance des systèmes embarqués dans différents domaines               | ..... |
| <b>II - Qu'est ce que L'IA et comment est-elle implémentée dans les systèmes embarqués</b> |       |
| A. Introduction à l'intégration de l'IA dans les systèmes embarqués                        | ..... |
| B. L'impact de L'IA dans l'automobile  | ..... |
| C. Contraintes et défis de l'implémentation de l'IA dans les systèmes embarqués            | ..... |
| <b>III - Le futur de l'automobile avec l'IA</b>  | ..... |
| A. Les niveaux d'automatisation dans l'industrie Automobile                                | ..... |
| B. Considérations éthiques et sociétales de l'IA dans l'automobile                         | ..... |
| C. Fait Divers   | ..... |
| <b>IV - L'IA et l'aviation</b>   | ..... |
| A. D'assaut et l'IA  | ..... |
| B. Le projet DEEL  | ..... |
| <b>V - Les différents débouchés</b>  | ..... |
| <b>VI - Conclusion</b>   | ..... |
| <b>VII - Annexes</b>   | ..... |

## **I - Principe de fonctionnement des systèmes embarqués dans notre monde**

### **A. Définition et caractéristiques des systèmes embarqués**

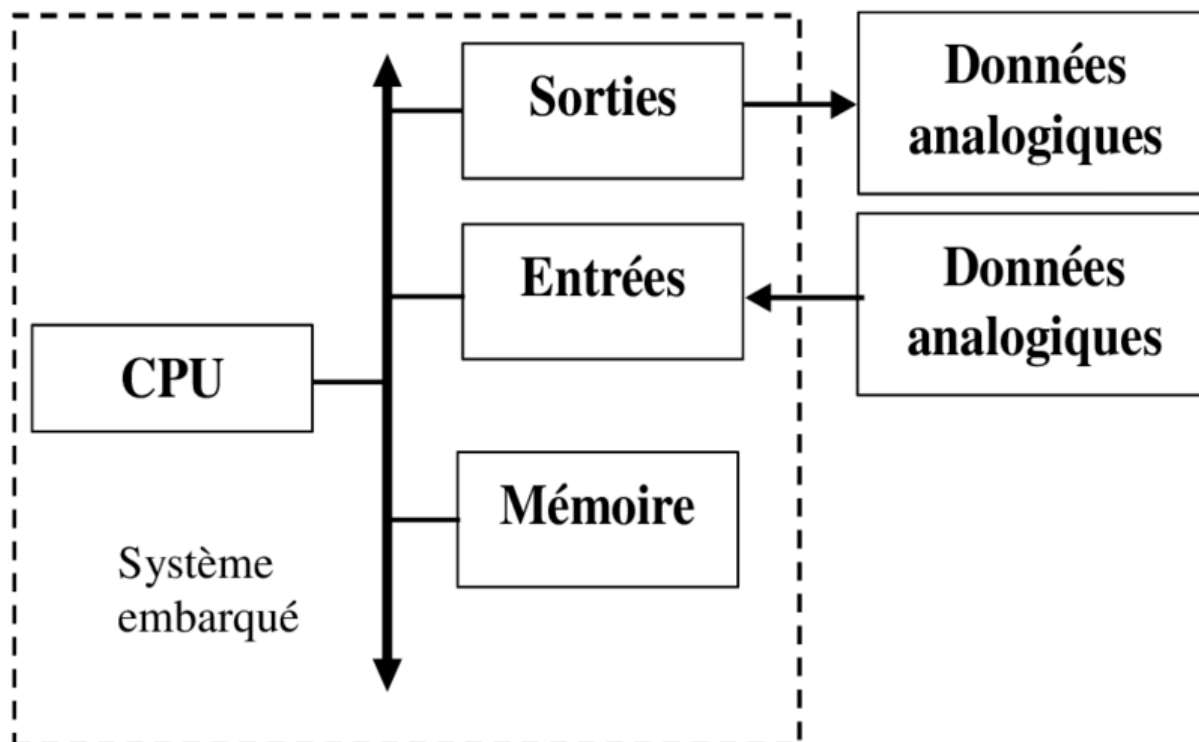


Les systèmes embarqués sont très importants de nos jours . Un système embarqué est un système informatique et électronique autonome qui a pour but de réaliser des tâches spécifiques dédiés à des tâches spécifiques au sein de l'appareil auquel ils sont intégrés. L'avantage principale des systèmes embarqués se trouve dans leur capacité à fonctionner en temps réel. Les systèmes embarqués combinent software et hardware. La conception d'un système embarqué requiert d'avoir des connaissances en électronique et en informatique et également en automatique. Dans la formation Génie électrique et informatique industrielle nous voyons ces domaines.

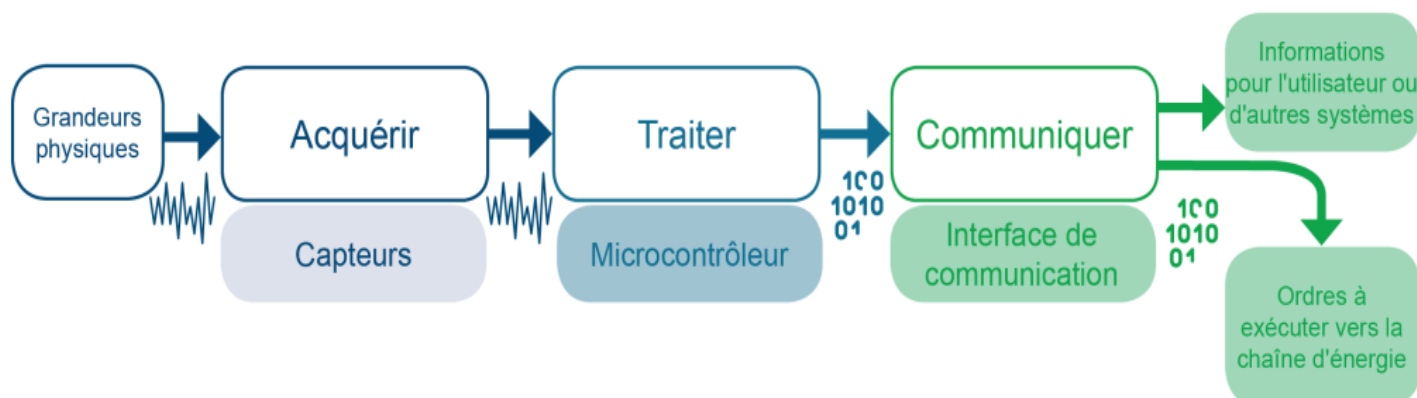
L'histoire des systèmes embarqués remonte aux années 1960 et 1970. L'un des premiers exemples de systèmes embarqués fut conçu pour la mission Apollo. En effet, le système de guidage AGC (Apollo Guidance Computer) est considéré comme le premier système embarqué.

### **B. Architecture typique d'un système embarqué**

Pour pouvoir réagir en temps réel selon son environnement un système embarqué embarque en son sein des capteurs, des actionneurs et des interfaces. Par exemple, dans le cas d'un portail électrique résidentiel, un capteur détecte les contacts, déclenchant ainsi l'ouverture ou la fermeture du portail par l'intermédiaire d'un moteur. Cette capacité à réagir en temps réel selon certaines conditions et le principe fondamental d'un système embarqué.

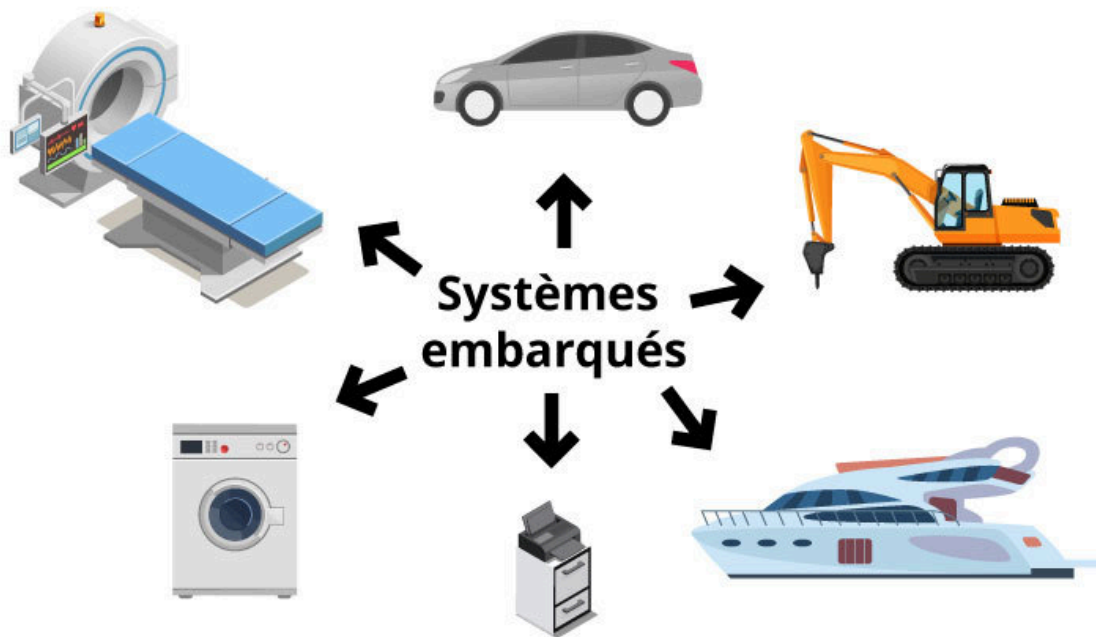


Sur l'image ci-dessus nous pouvons voir un exemple d'architecture pour un système embarqué. Comme dit précédemment pour réagir en temps réel un système embarqué à besoin de capteur pour acquérir des informations analogique comme la température la vitesse la pression etc. Les entrées peuvent également être des boutons. Une fois les données acquises le système pourra si besoin conditionner les données acquises puis les traiter avec le CPU (algorithme etc).





### C. Utilisation et importance des systèmes embarqués dans différents domaines



Les systèmes embarqués se trouvent partout. Dans le secteur automobile, médical, l'électroménager et l'aérospatiale etc.

Ces systèmes jouent un rôle crucial. Ils contribuent à la sécurité, au confort et à l'efficacité des systèmes modernes. Nous allons voir comment est intégré un système embarqué dans l'automobile.



Avec l'augmentation de la demande de voitures intelligentes, les constructeurs ont dû développer des systèmes électroniques de plus en plus perfectionnés pour répondre aux attentes des consommateurs.

En effet, les attentes des consommateurs en termes de confort, de sécurité et de connectivité sont devenues des critères déterminants dans le choix d'un véhicule.

Voici une liste non exhaustive de systèmes qui sont incontournables dans une voiture.

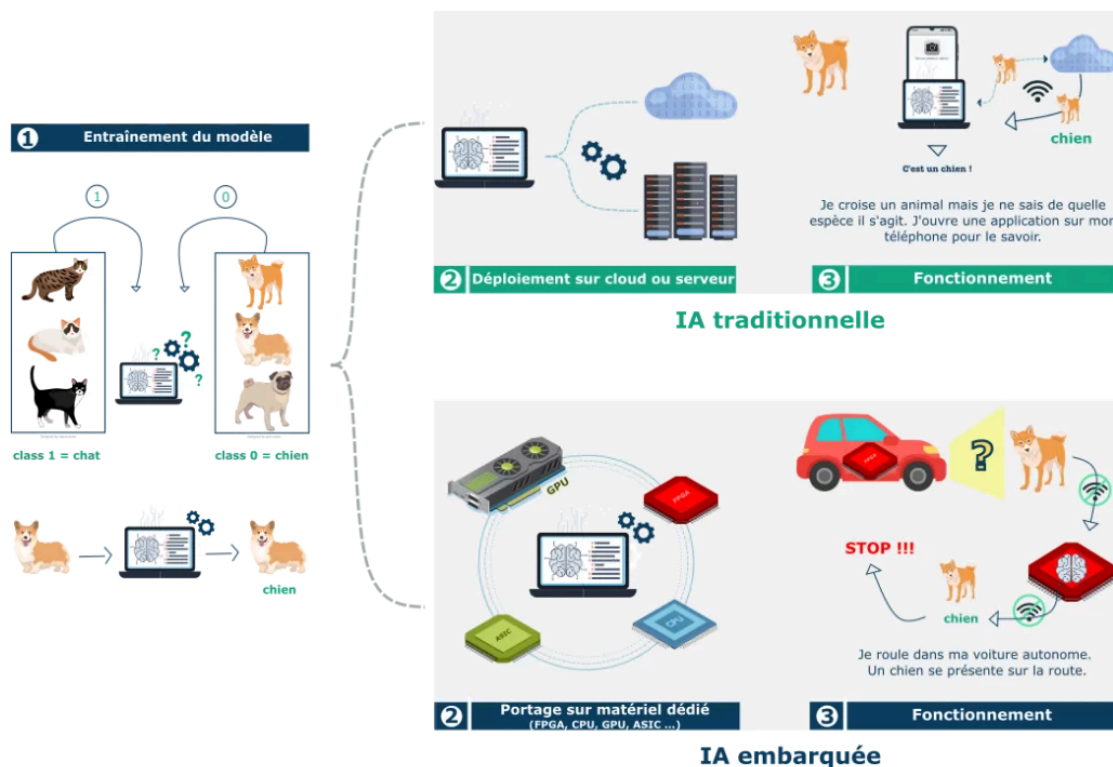
- Système de freinage antiblocage (ABS)
- Assistance au freinage d'urgence (AEB)
- Système de surveillance de la pression des pneus (TPMS)
- Régulateur de vitesse adaptatif (Adaptive Cruise Control)

Ces systèmes d'assistance sont conçus pour améliorer la sécurité, la stabilité et le confort de conduite, en utilisant des capteurs et des calculateurs embarqués pour surveiller en temps réel les conditions de conduite et assister le conducteur dans différentes situations.

## II - Qu'est ce que L'IA et comment est-elle implémentée dans les systèmes embarqués

### A. Introduction à l'intégration de l'IA dans les systèmes embarqués

L'intelligence artificielle embarquée (IA embarquée) représente l'IA qui est intégrée dans des systèmes embarqués. Ceci leur permet de fonctionner de manière autonome et intelligente. L'IA embarquée se distingue par sa capacité à être exécuté localement sans dépendre de connexions externes à des serveurs distants.



Contrairement à l'IA centralisée, qui s'appuie sur des infrastructures de cloud computing pour ses opérations, l'IA embarquée est conçue pour fonctionner sur du matériel dédié.

Cette technologie trouve des applications variées dans des domaines tels que les véhicules autonomes, les drones, les robots industriels et les appareils médicaux ou encore l'électroménager.

Elle doit être capable de prendre des décisions en temps réel en se basant sur les données de l'environnement et des capteurs environnants.

Pour répondre aux contraintes de ressources limitées des systèmes embarqués, l'IA embarquée utilise des algorithmes optimisés pour assurer rapidité et efficacité.

Type de matériel dédiés :

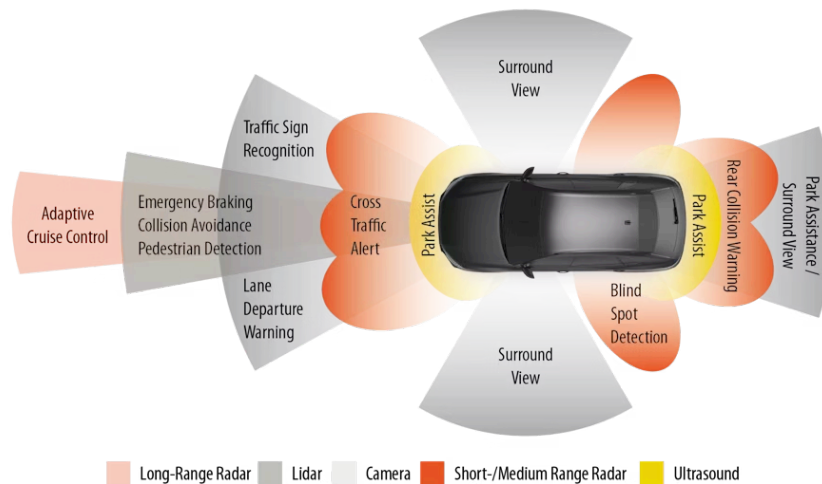
| FPGA  | ASIC   | CPU   | GPU   | NPU  |
|---|--|---|---|--|
| Circuits intégrés reprogrammables. Offres des performances élevées, une faible latence et une grande flexibilité. Souvent utilisé pour des traitements en temps réels | Circuits intégrés pour une application spécifique, comme par exemple des applications de traitement de l'image ou de signal et une faible consommation d'énergie | Processeur principal de l'ordinateur utilisés pour des tâches d'IA peu complexe car ils ont des performances moins élevés que la FPGA ou ASIC | Processeur spécialisés dans le traitement graphique. Souvent utilisé pour des applications de deep learning. Bonnes performances pour le traitement de grandes quantités de données | Processeur conçu pour accélérer les opérations de calculs liées au deep learning, optimisé pour des tâches comme la reconnaissance vocal, image et de geste. |

## B. L'impact de L'IA dans l'automobile

L'intelligence artificielle à révolutionner le domaine automobile. L'IA permet d'apporter de nombreuses innovations technologiques.

Prenons l'exemple des voitures Tesla qui embarquent la technologie Autopilot.

L'Autopilot est un système d'assistance de conduite avancé qui apporte un gain de sécurité et de confort au volant. Les voitures Tesla sont équipées de beaucoup de capteurs et de caméras.



En ce qui concerne la sécurité, L'équipe de Tesla à créer plusieurs fonctionnalités qui sont basées sur l'intelligence artificielle.

Le régulateur de vitesse dynamique ajuste automatiquement la vitesse du véhicule en fonction du trafic environnant, ce qui contribue à réduire le risque de collision.

L'assistance au maintien de cap aide le conducteur à rester dans sa voie en fournissant des corrections de direction si cela est nécessaire.

Le changement de voie automatique permet au véhicule de changer de voie de manière autonome après que le conducteur a activé le clignotant, améliorant ainsi la fluidité du trafic et la sécurité des manœuvres.

Outre les aspects liés à la sécurité, l'IA dans l'automobile permet également d'optimiser l'utilisation de la batterie pour améliorer l'autonomie des véhicules électriques.

Les algorithmes d'apprentissage automatique analysent les habitudes de conduite du conducteur et les conditions de circulation pour optimiser la gestion de l'énergie, prolongeant ainsi la durée de vie de la batterie et l'autonomie du véhicule.

Le plus gros problème aujourd'hui est que l'efficacité de ces technologies peut être réduite à cause des conditions météorologiques.

Par exemple, la détection d'obstacles peut être moins efficace dans des conditions météorologiques défavorables telles que la pluie, le brouillard ou la neige.

Les capteurs et les caméras peuvent être affectés par ces conditions, ce qui peut entraîner des erreurs de détection ou une diminution de l'efficacité des différentes fonctionnalités de l'auto pilot.

Cet exemple démontre comment l'intelligence artificielle et les systèmes embarqués fonctionnent ensemble. L'acquisition des données physiques, qui se fait par l'intermédiaire de caméras, des capteurs et des lidars, est la première étape.

Ensuite, l'IA intervient pour traiter ces données et prendre les meilleures décisions possibles en fonction des données reçues. C'est ainsi que ces deux technologies s'associent pour offrir des fonctionnalités avancées, telles que la détection d'obstacles et les systèmes d'assistance à la conduite, améliorant ainsi la sécurité et le confort des utilisateurs sur la route.

### C. Contraintes de l'implémentation de l'IA dans les systèmes embarqués

L'implémentation de l'intelligence artificielle dans les systèmes embarqués présente plusieurs contraintes :

| Informatique  | Embarqué   |
|---|--|
| <p>Processeur standard</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vitesse élevée &gt; Ghz</li><li>• Consommation électrique élevée</li><li>• Chaleur</li><li>• Taille</li></ul> <p>MMU (mémoire virtuelle)</p> <p>OS</p> <p>Cache</p> <p>Grand nombre de périphériques</p> | <p>Processeur dédié (contrôleur)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Architecture adaptée</li><li>• Vitesse faible (environ 200 Mhz)</li><li>• 8-32 bits mémoire limitée</li><li>• Basse consommation</li><li>• Petite taille, grand volume peu de mémoire</li></ul> |

Les systèmes embarqués ont souvent des ressources matérielles limitées en termes de puissance de traitement, de mémoire et d'énergie.

Ce tableau montre les différences de performance entre les systèmes informatiques standard et les systèmes embarqués.

Par rapport à l'informatique traditionnelle, les puces et la mémoire ont des capacités plus limitées dans le domaine de l'embarqué. Ainsi, lors de l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans les systèmes embarqués, il est crucial de tenir compte de ces limites.

L'IA nécessite des ressources significatives pour l'apprentissage et le traitement des données, ce qui peut poser des défis pour son intégration dans des systèmes embarqués avec des contraintes de ressources. L'apprentissage doit donc se faire sur cloud et non sur le matériel embarqué.

Consommation d'énergie: Les algorithmes d'IA peuvent nécessiter une consommation d'énergie élevée. Ce qui peut être problématique pour les systèmes embarqués alimentés par des batteries. La difficulté est donc de trouver un équilibre entre efficacité et consommation d'énergie.

Sécurité et confidentialité : Les systèmes embarqués doivent s'assurer que les données et les opérations soient sécurisées, en particulier dans les secteurs sensibles tels que l'automobile et la santé. Des mesures de sécurité robustes sont nécessaires pour protéger les systèmes embarqués contre les menaces potentielles car l'IA peut être vulnérable à plusieurs failles de sécurité et attaques.



### III - Le futur de l'automobile avec l'IA

#### A. Les niveaux d'automatisation dans l'industrie Automobile

Précédemment nous avons vu que l'autopilot de Tesla apportent beaucoup de confort et de sécurité mais Tesla n'est pas le seul acteur majeur.

Les constructeurs Mercedes-Benz, Nissan, Audi et d'autres ont également fait d'énormes progrès dans ce domaine. Par exemple, la première voiture à avoir eu la certification de niveau 3 est l'un des derniers modèles de Mercedes-Benz, la voiture a obtenu la certification de niveau 3 en matière de conduite autonome

|          |   |   |  |   |
|----------|---|---|--|---|
| Niveau 0 |    |    |     |  |
| Niveau 1 |    |    |     | Certaines routes  |
| Niveau 2 |    |   |    | Certaines routes  |
| Niveau 3 |  |  |   | Certaines routes  |
| Niveau 4 |  |  |  | Certaines routes  |
| Niveau 5 |  |  |  | Toutes les routes   |

- Niveau 0 - Aucune automatisation : Le conducteur est entièrement responsable de son véhicule.
- Niveau 1 - Assistance au conducteur : Le véhicule peut prendre en charge certaines fonctions comme le maintien de voie ou le régulateur de vitesse adaptatif, mais le conducteur doit toujours être attentif et doit être prêt à reprendre le contrôle du véhicule.
- Niveau 2 Automatisation partielle : Le véhicule peut gérer de manière simultanée plusieurs fonctions du véhicule comme l'accélération et le freinage, dans certaines conditions. Cependant, le conducteur doit toujours surveiller la route et doit être prêt à intervenir.

- Niveau 3 - Automatisation conditionnelle : Le véhicule peut prendre en charge toutes les fonctions de conduite sous certaines conditions mais le conducteur doit être prêt à reprendre le contrôle lorsque le système le demande. En dehors de ces conditions idéales, le conducteur doit reprendre le contrôle du véhicule.
- Niveau 4 - Automatisation élevée : Le véhicule est capable de fonctionner de manière totalement autonome sous certaines conditions prédéfinies sans intervention humaine. Cependant, il peut être limité à certaines zones géographiques ou à certaines conditions météorologiques.
- Niveau 5 - Conduite entièrement autonome : Le véhicule est capable de fonctionner de manière autonome dans toutes les conditions de conduite et sur n'importe quel type de route, sans intervention humaine nécessaire.

De nos jours, la plupart des véhicules se situent encore au niveau 2 d'automatisation. Arriver au niveau 5 d'autonomie est un rêve que beaucoup partagent mais plusieurs problèmes subsistent.

## B. Considérations éthiques de l'IA dans l'automobile



L'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'automobile soulève un ensemble de considérations éthiques.

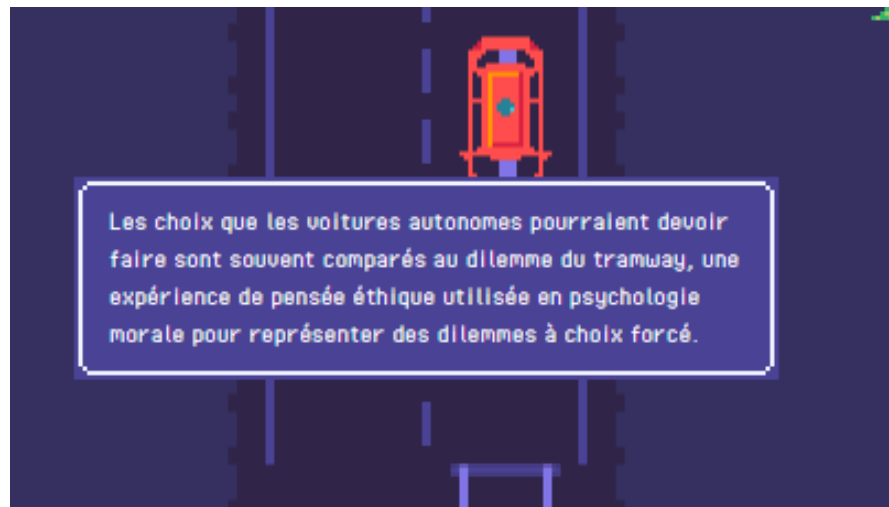
Tout d'abord en cas d'accident lors d'une conduite entièrement autonome, à qui revient la responsabilité ? Le conducteur ou bien la voiture ou alors l'entreprise ?

L'IA est de plus en plus intelligente, elles seront sûrement capables d'arriver à conduire des voitures de manière entièrement autonome.

Il devient crucial de déterminer qui est responsable en cas d'accident ou de dysfonctionnement, cela soulève des questions complexes sur la responsabilité juridique et l'assurance.

De plus, il est nécessaire de garantir que les systèmes d'IA soient éthiquement programmés pour prendre en compte la sécurité des conducteurs, des passagers et des autres usagers de la route.

Exemple d'un dilemme morale :



La même problématique peut se poser lorsqu'il s'agit de choisir entre sauver la vie d'un jeune ou celle d'une personne âgée, ou encore entre sauver la vie d'une jeune personne ou celle de deux personnes âgées.

## C. Fait divers

Une voiture autonome a causé un accident mortel en Allemagne. Le véhicule autonome a provoqué cet accident en roulant à contresens.

Une BMW réalisait un test de conduite autonome avec cinq personnes à bord, l'accident a été provoqué le 15 août en Allemagne.

La voiture roulait en contresens et elle a donc percuté une voiture qui arrivait en face d'elle. Cette voiture est ensuite rentrée en collision avec une autre voiture.

Ce qui a entraîné une réaction en chaîne finalement cet accident a provoqué un mort.

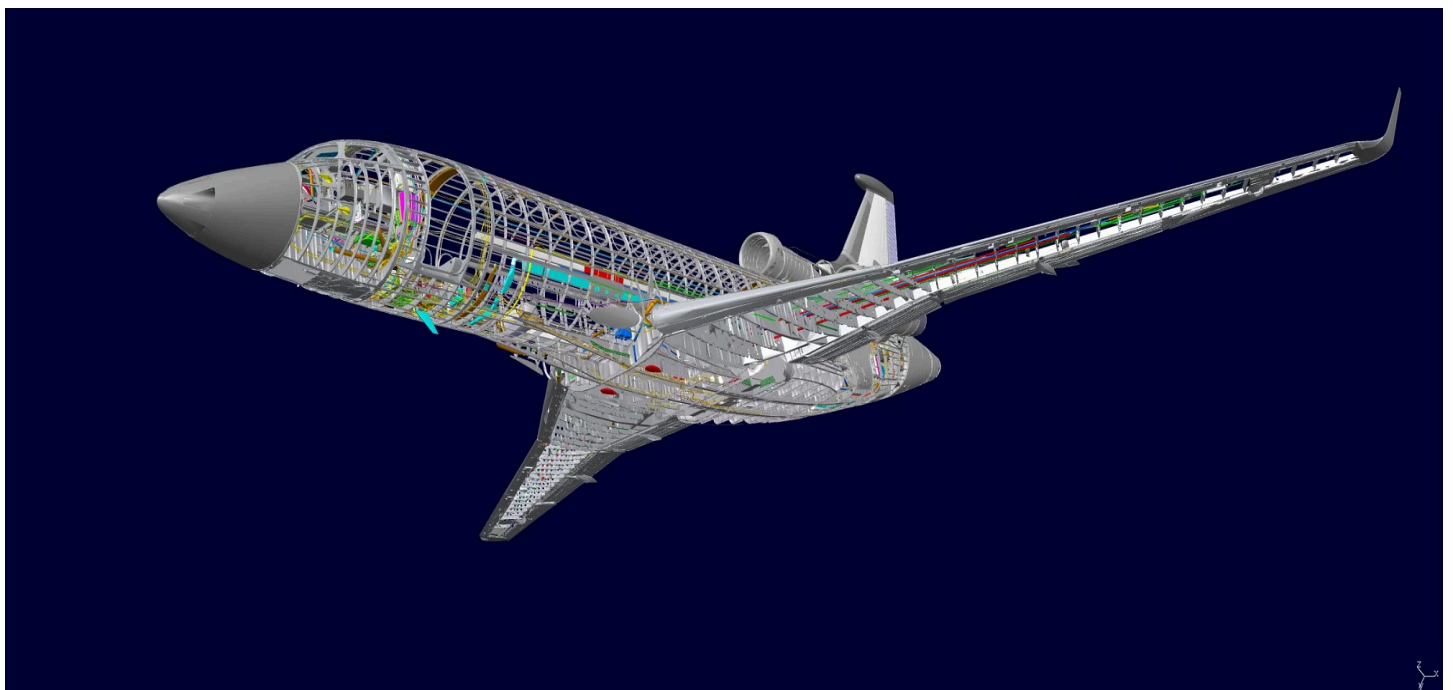
Une enquête est maintenant en cours pour savoir si la faute revient au conducteur ou à la voiture directement.

Ce genre de problème peut alors entraver la confiance des gens envers les véhicules autonomes.

## IV - L'IA et l'aviation

### A. D'assaut et l'IA

Dans le domaine de l'aviation l'intelligence artificielle a un gros rôle à jouer dans les années futures qui viennent par exemple nous avons déjà la société française Dassault qui intègre des systèmes intelligents depuis les années 90 sur ses avions comme pour la maintenance prédictive, d'assistances ou de maintenance au sol, ou bien des systèmes autonomes comme les drones. Ils ont aussi réussi à entièrement développer en maquette numérique, de la conception à la fabrication jusqu'à la maintenance un avion le Falcon 7X. Voici une vue de cet avion sur le logiciel de conception :



## B. Le projet DEEL

Il y a aussi un projet intéressant qui se nomme DEEL (DEpendable and EXplainable Learning), il vise le développement d'une intelligence artificielle (IA) interprétable, robuste, sécuritaire et certifiable, appliquée aux systèmes critiques dans le domaine de l'aérospatiale et des transports. Ce programme de recherche est un programme transatlantique entre le Québec et la France.



Il est axé sur 4 grands axes d'études :

**La robustesse :** Pour l'industrie aéronautique, la robustesse d'un système réfère à sa capacité à opérer hors de ses conditions habituelles tout en maintenant un niveau de performance fixé à l'avance.

**La certifiabilité :** Cet axe vise à faire progresser l'état de l'art en certification avec comme objectif de pouvoir certifier des systèmes incluant des composantes issues d'algorithmes d'apprentissages pour une utilisation en aéronautique.

**L'interprétabilité :** Cet axe de recherche se concentre ainsi sur les aspects fondamentaux des deux principales formes d'interprétabilité : la transparence, qui concerne l'interprétabilité du modèle dans son entier, et l'explicabilité, qui se rapporte à l'interprétabilité des prédictions ou des décisions particulières faites par le modèle.

**Privacy by design :** Cet axe de recherche a ainsi pour objectif de travailler sur les problèmes de sécurité spécifiques à l'apprentissage automatique comme garantir la confidentialité des données et de permettre l'apprentissage collaboratif.



Ces 4 axes sont fondamentaux pour être implémentés dans l'aérospatiale et doivent donc être performant, sans faille. Il veut améliorer l'application de l'apprentissage automatique afin de répondre aux problèmes complexes des industries aéronautiques. Ces domaines possédant de hauts standards de performance et de sécurité, il est donc impératif que ces IA obtiennent les certifications nécessaires pour être implémentés. Donc ces IA doivent être grandement améliorées pour correspondre aux standards demandés.

## **V - Les différents débouchés**

Après un diplôme en BUT Génie Électrique et Informatique Industrielle pour travailler dans le domaine des système embarqué et de l'IA voici une liste de poursuite d'étude possible :

- Master en Systèmes Embarqués
- Master en Intelligence Artificielle :
- Formation spécialisée en Systèmes Embarqués et IA
- Certifications en Programmation Embarquée et en IA

Il y a aussi des métiers comme ceux ci-dessous qui correspondent a nos domaines du GEII :

- Intégrateur IA
- Ingénieur en Robotique
- Spécialiste en automatisation des processus robotiques (RPA)
- Développeur Big Data

## **VI - Conclusion**

Pour conclure, l'intelligence artificielle représente est une technologie très intéressante et elle à révolutionner l'industrie de l'automobile en ce qui concerne le confort, la sécurité.

L'IA intégré dans les systèmes embarqués est également une révolution.

Les systèmes embarqués jouent un rôle essentiel dans cette évolution, en fournissant les capacités de traitement nécessaires pour exécuter des algorithmes d'IA complexes en temps réel.

<https://ici.radio-canada.ca/info/2019/voitures-autonomes-dilemme-tramway/>

<https://www.ornikar.com/code/cours/usagers/voitures-autonomes/actu-prototype-autonome-accident-mortel-allemande>

<https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/2022-10-21/la-voiture-totalement-autonome-restera-sans-doute-une-utopie-voici-pourquoi-95883717-b78b-4da9-a547-9219c30c3b8e>

<https://www.auto123.com/fr/actualites/vehicules-autonomes-niveaux-0-5/64372/>

<https://www.automobile-propre.com/tesla-a-t-il-perdu-la-bataille-de-la-voiture-autonome/#:~:text=Niveau%20%3A%20la%20conduite%20est,exemple%2C%20sur%20une%20autoroute>

<https://www.clubic.com/voiture-autonome/actualite-455244-tesla-se-fait-doubler-sur-la-conduite-autonome-devinez-qui-a-decroche-la-premiere-certification-niveau-3.html>

<https://www.futura-sciences.com/tech/questions-reponses/voiture-avenir-intelligence-artificielle-automobile-12806/>

<https://rtone.fr/blog/ia-embarquee/>

[https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/fr\\_be/GUID-20F2262F-CDF6-408E-A752-2AD9B0CC2FD6.html](https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/fr_be/GUID-20F2262F-CDF6-408E-A752-2AD9B0CC2FD6.html)

[https://www.frandroid.com/marques/tesla/1681855\\_tesla-le-freinage-durgence-devient-encore-plus-performant-voici-comment-lactiver](https://www.frandroid.com/marques/tesla/1681855_tesla-le-freinage-durgence-devient-encore-plus-performant-voici-comment-lactiver)

<https://neovision.fr/quest-ce-que-lia-embarquee/>

<https://www.technologuepro.com/cours-systemes-embarques/cours-systemes-embarques-introduction.htm>

<https://www.catspowerdesign.fr/actualites/systeme-embarque>

<https://start.lesechos.fr/travailler-mieux/salaires/7-metiers-de-lintelligence-artificielle-qui-recrutent-et-paient-plus-de-3500-euros-par-mois-1958146>

<https://www.hostinger.fr/tutoriels/metier-intelligence-artificielle>

<https://deel.quebec>

<https://www.actuia.com/actualite/focus-sur-le-projet-deel-lia-pour-laeronautique-lespace-et-les-systemes-embarques/>

<https://www.dassault-aviation.com/fr/groupe/nous-connaitre/innovation/intelligence-artificielle/dassault-aviation-et-lintelligence-artificielle/>