



ENTRETIENS
**JACQUES
CARTIER**

**Facteurs humains, technologies embarquées et numériques :
Quel rôle pour les politiques de sécurité routière ?**

Toute la programmation des EJC :
www.centrejacquescartier.com

#EJC2016



Facteurs humains,
technologies
embarquées et
numériques :
Quel rôle pour les
politiques de sécurité
routière ?



ENTRETIENS
JACQUES
CARTIER

Denis Gingras



Déploiement à grande
échelle des véhicules
autonomes : la route à
parcourir est encore longue.

01

Sommaire

- Contexte
- Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?
- Pourquoi les déployer sur nos routes?
- Quels sont les défis à surmonter ?
- Impact sur la mobilité
- Le LIV à l'Université de Sherbrooke
- Conclusion



02

Contexte

Le transport routier actuel est totalement inefficace!



“Si ces idiots prenaient simplement le bus, on serait déjà à la maison.”



03

Contexte

Le transport routier actuel est totalement inefficace!

- 90% accidents ont une cause humaine
- Voitures sont inutilisées 95% du temps (parking)
- 5% charge utile (1 passager/voiture)
- 30% efficacité énergétique (combustion)
- Infrastructures routières surchargées et dégradées (congestion)
- Propriété individuelle des véhicules: surpopulation des véhicules.
- Intermodalité faible ou inexistante.



04

Contexte

Nous vivons une révolution technologique majeure à trois niveaux dans le domaine du transport terrestre.

- Électrification des véhicules
- Automatisation de la conduite
- Connectivité





05

Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

Un véhicule autonome doit exécuter les tâches suivantes:

- Positionnement et localisation du véhicule
- Navigation et planification des parcours
- Exécution des manœuvres de conduite
- Évitement d'obstacles
- Respect des lois et règlements de la conduite





06

Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

Un véhicule autonome est capable de:

- Percevoir son environnement
- Prendre des décisions par lui-même quant à la navigation et aux manœuvres qu'il doit effectuer pour atteindre la destination en toute sécurité. Un véhicule autonome ne dépend plus de l'humain pour effectuer la conduite.

Tous les humains à bord du véhicule sont considérés des passagers. Le véhicule peut même se déplacer sans occupants à bord.





Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

Un véhicule autonome doit être muni d'une « conscience » en rapport à:

- Son propre état
- Son environnement immédiat
- Son environnement lointain et étendu
- L'évaluation du risque dans la prise de décision et d'action

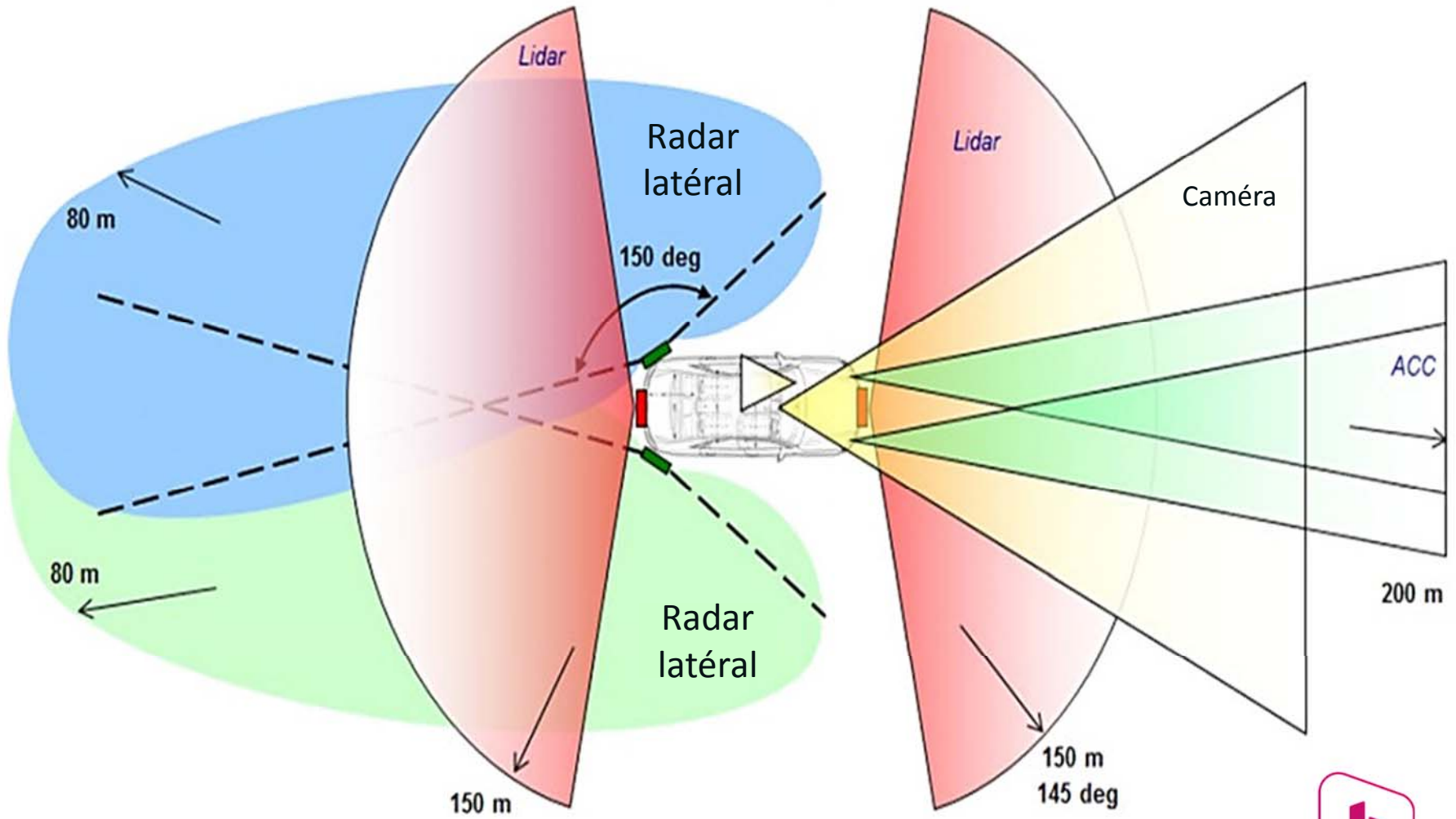
Il faut munir le véhicule autonome d'un «instinct de survie inné », d'une conscience écologique et d'un sens de l'efficacité.



08

Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

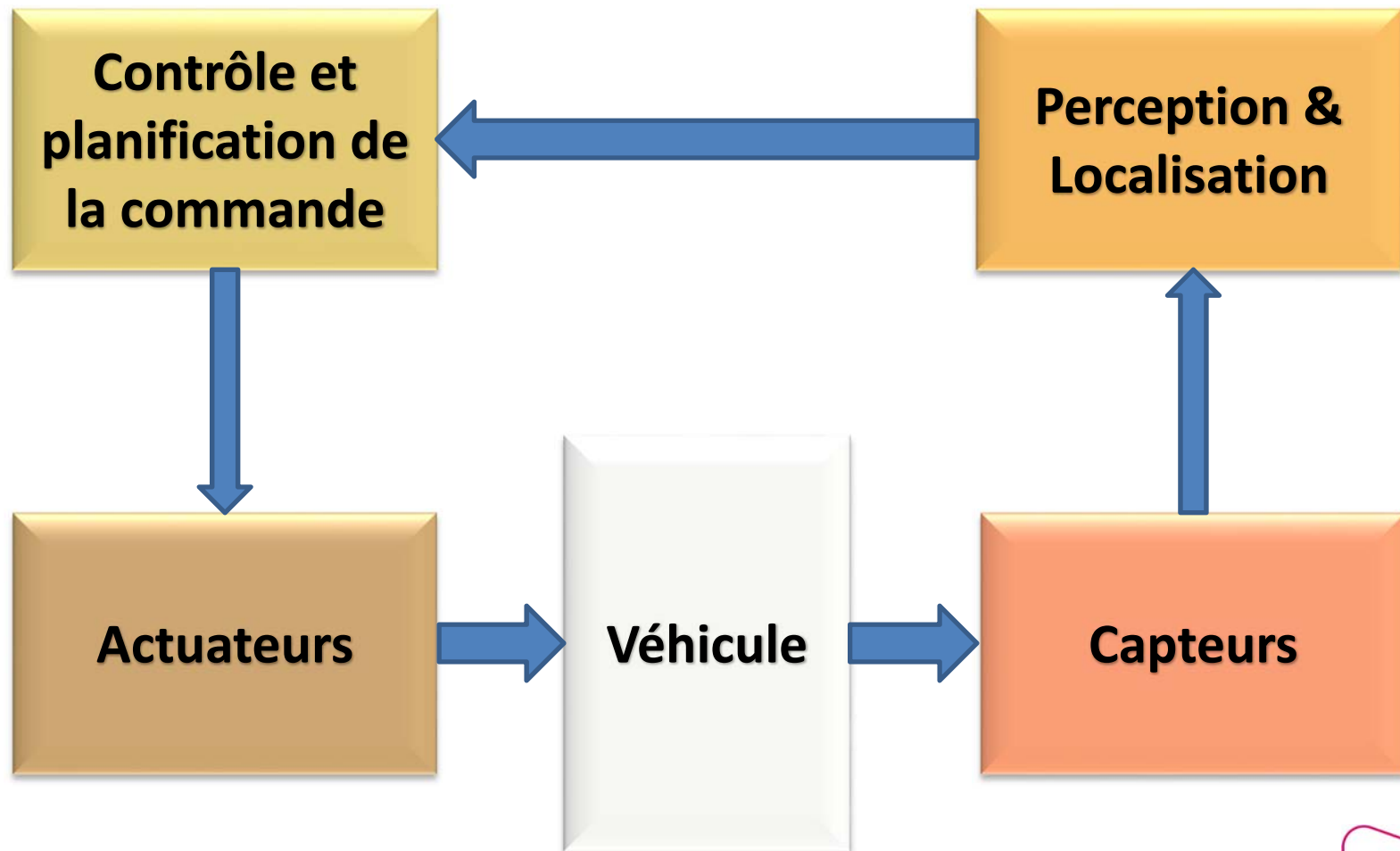
Les principaux capteurs



09

Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

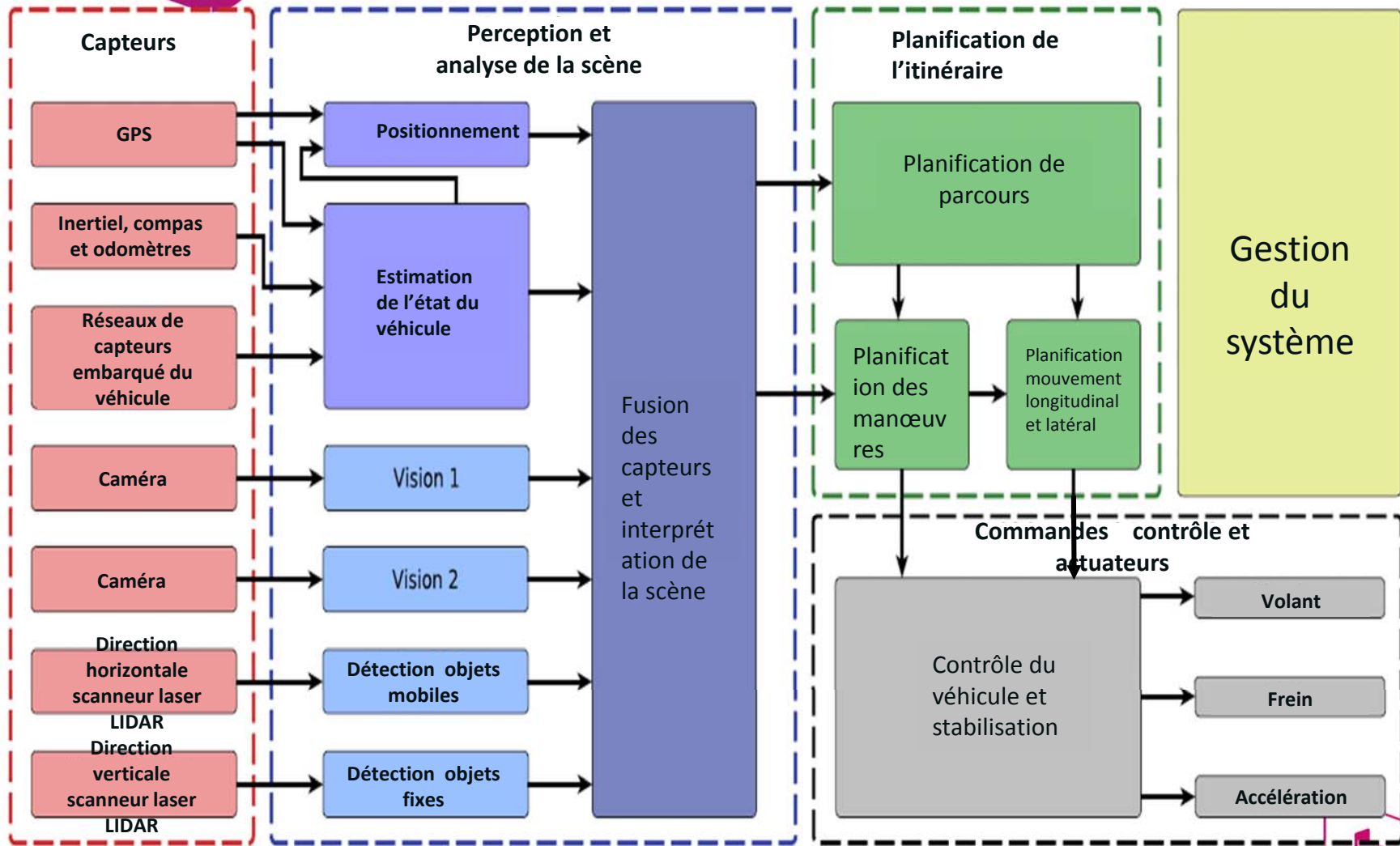
Architecture de base



10

Qu'est-ce qu'un véhicule autonome?

Architecture de base (détails)





11

Pourquoi les déployer sur nos routes?

Vers une plus grande efficacité en mobilité terrestre

- Pour une réduction drastique des collisions et des pertes de vies humaines
- Pour une réduction drastique du nombre de véhicules sur nos routes
- Pour une réduction drastique des pertes de temps par les usagers
- Pour résoudre le problème du « dernier kilomètre » et faciliter l'utilisation du transport partagé et public.



12

Quels sont les défis à surmonter ?

La liste n'est pas exhaustive

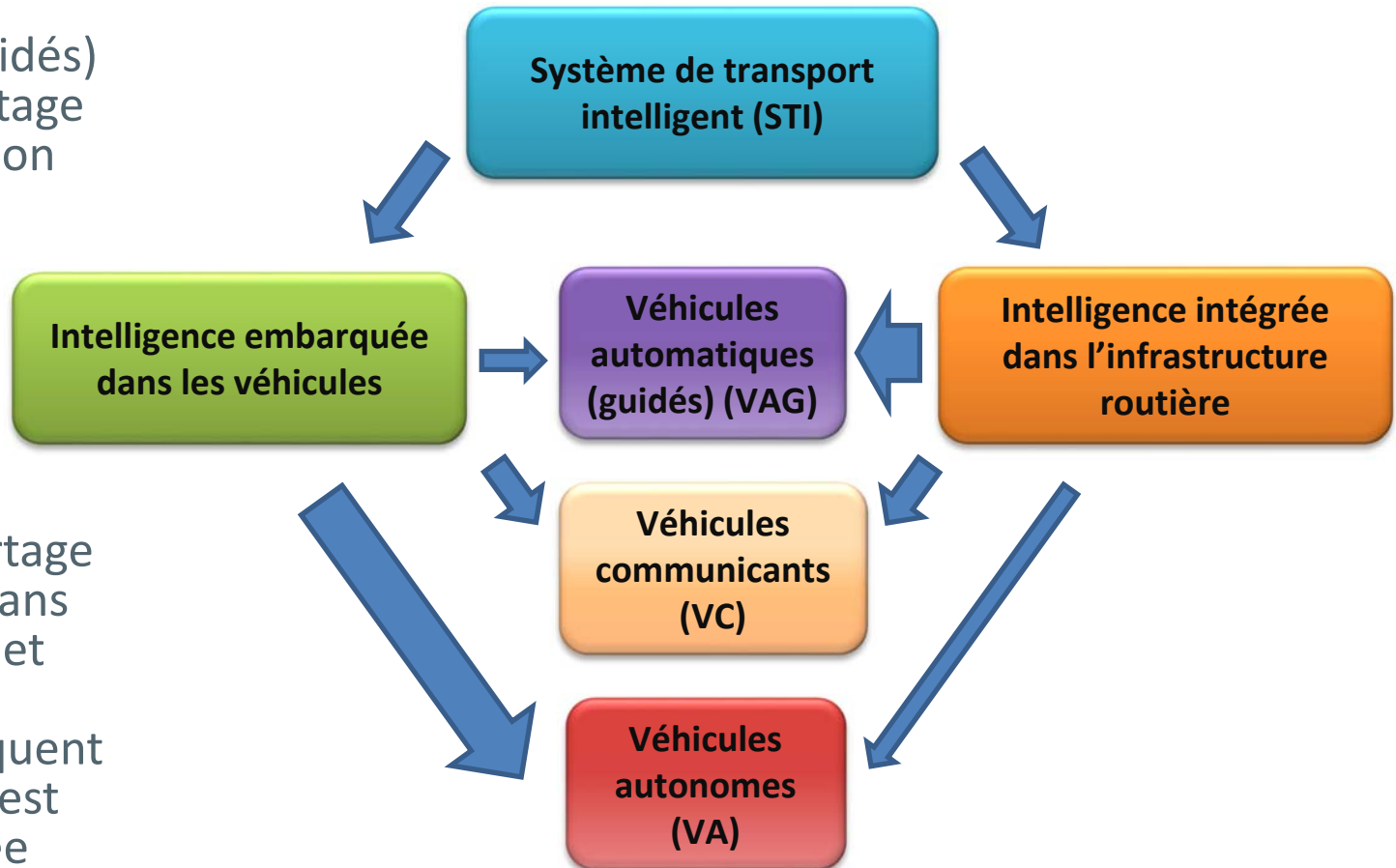
- La maturité technologique
- Les conditions d'opération
- La complexité systémique
- L'acceptation sociale et l'éthique
- La législation.
- L'offre de mobilité
- Le personnel qualifié
- Le cycle de vie



13

Intelligence partagée véhicule-route

Les véhicules automatiques (guidés) dépendent davantage de l'instrumentation intégrée dans les infrastructures routières que les véhicules autonomes. Les véhicules communicants impliquent un partage de l'intelligence dans les scénarios V2V et V2I. Les véhicules autonomes impliquent que l'intelligence est surtout concentrée dans le véhicule.





La maturité technologique

La composante IA (intelligence artificielle) qui touche le raisonnement, l'interprétation, la reconnaissance et l'apprentissage demeure à un stage passablement primitif comparativement au cerveau humain, de même qu'aux avancés réalisées au niveau des capteurs et des algorithmes de traitement des données. À ce jour, la plupart des progrès dans les véhicules intelligents sont dus à la miniaturisation à faible coût des capteurs et des actuateurs.

**Intelligence
artificielle**

**Traitement des
données et contrôle**

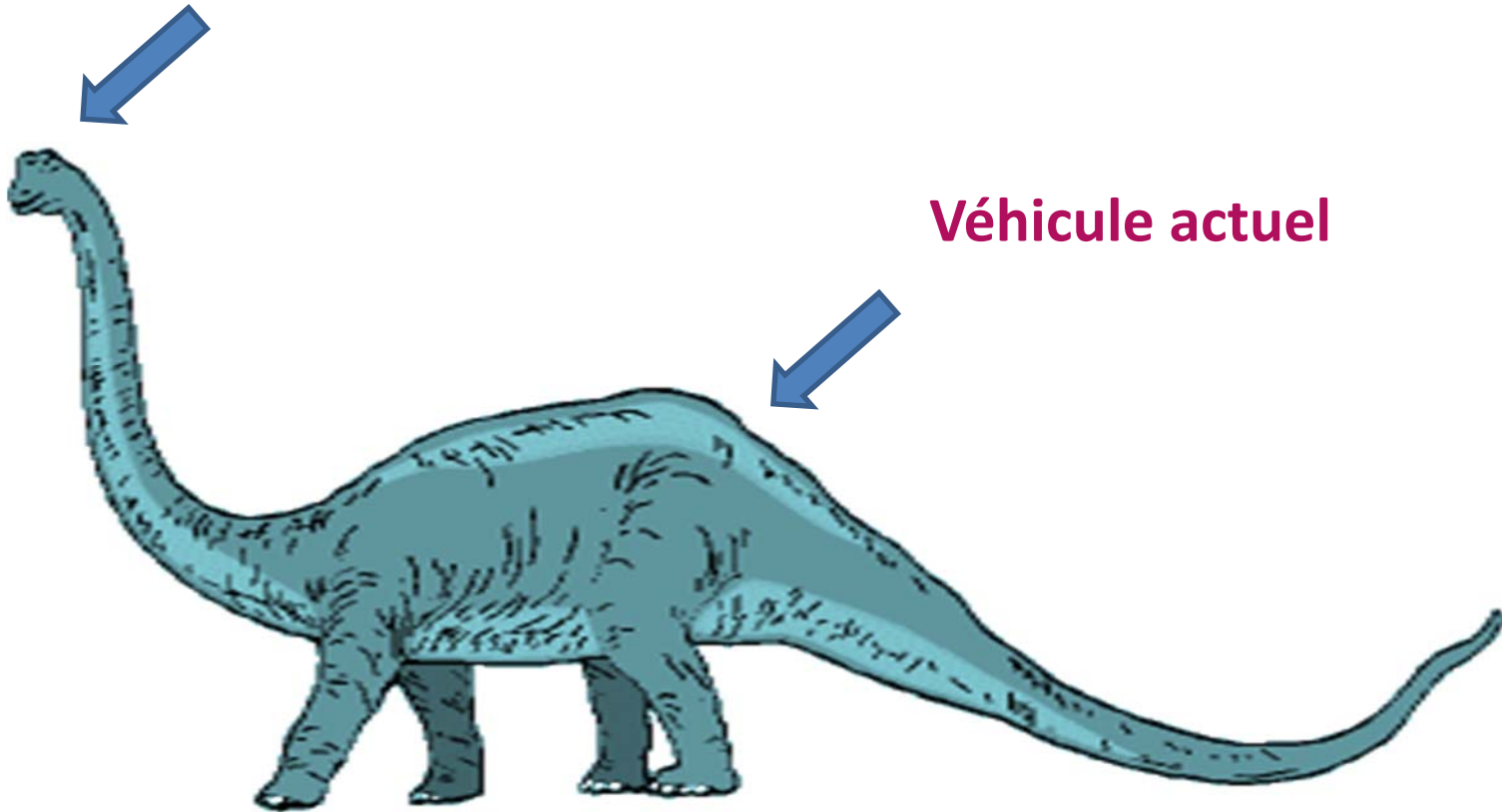
**Capteurs et
actuateurs**



15

La maturité technologique

Cerveau embarqué



Véhicule actuel

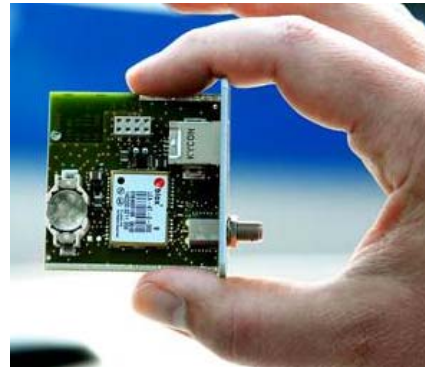


16

La maturité technologique

Contraintes pour la production en masse des véhicules autonomes

- Très bas coût
- Manufacturabilité à grande échelle
- Grande capacité d'intégration
- Fiabilité
- Robustesse
- Modularité
- Efficacité énergétique
- Dimensions, poids
- Standards



17

Qualités requises

La Sécurité des passagers est directement dépendante de la **fiabilité** et de la **robustesse** des systèmes et des capteurs embarqués.

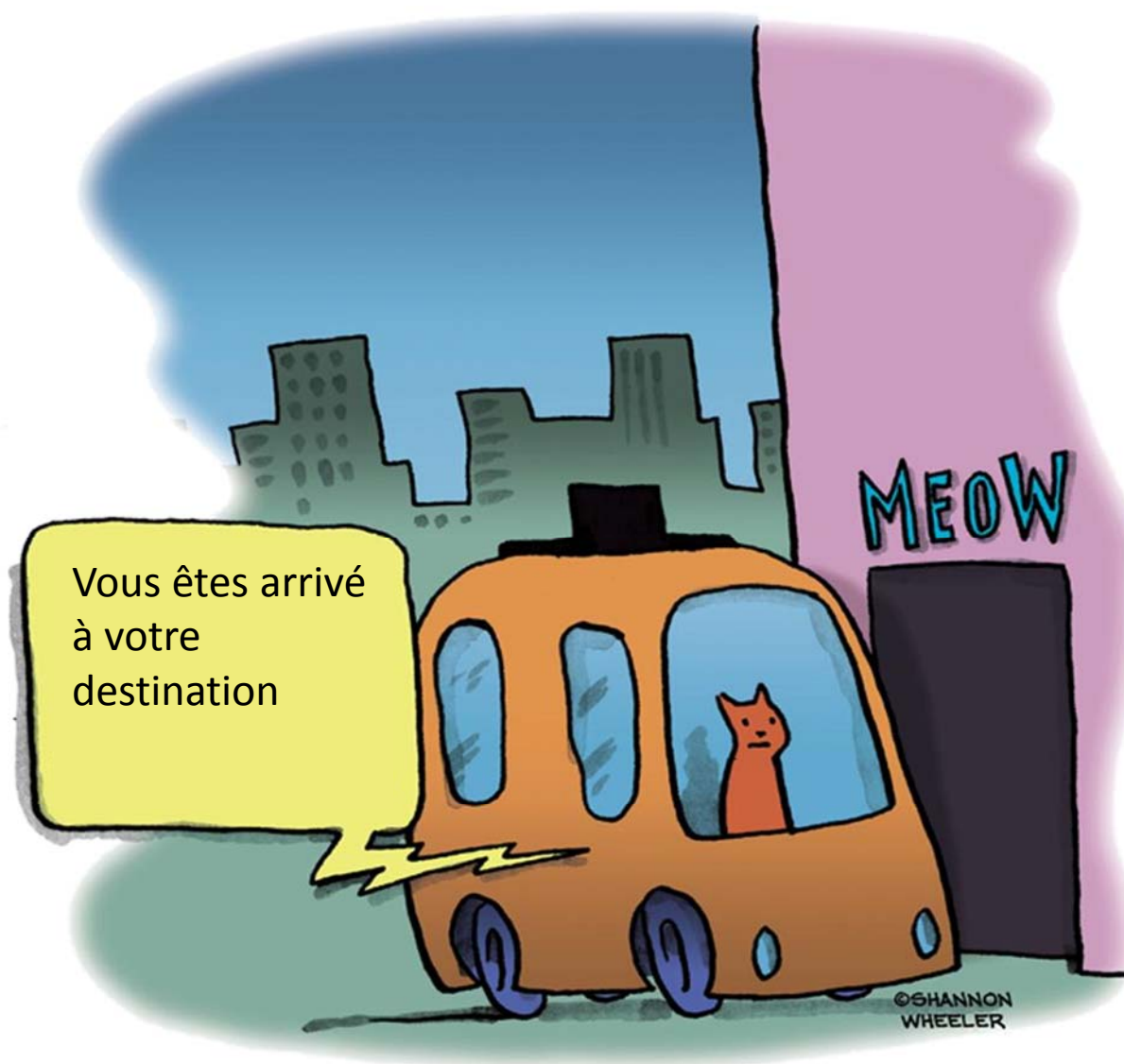
La fiabilité d'un système garantit d'un point de vue statistique une période de temps minimale durant laquelle le système opère correctement, et ce avec un niveau de confiance donné.

La robustesse indique la capacité d'un système à opérer correctement sous une grande variété de conditions et demeure insensible aux perturbations imprévues.



18

Les conditions d'opération



19

Les conditions d'opération

Le véhicule opère dans un environnement ouvert.

Un produit est toujours conçu pour opérer correctement dans des conditions « normales » d'opération et selon des spécifications nominales. Une opération correcte n'est pas garantie si le produit (système) est utilisé en dehors de ses spécifications nominales.



20

Les conditions d'opération

Un véhicule opère dans un environnement ouvert, ce qui amène une infinité d'exceptions possibles, peu importe le nombre de règles utilisées dans le modèle de raisonnement.

Dans ce genre de situation, les processus de décision et d'intelligence artificielle embarquée basée sur des systèmes de type extensionnel (ex. les systèmes experts) demeurent inefficaces.



21

La complexité systémique



Voiture sans conducteur: gaffe no 138



22

La complexité systémique

Le produit de masse le plus complexe fabriqué par l'homme

vitesse(s) de transmission,
torque, engrenage, pression
données de maintenance

Vitesse du moteur, torque,
charge, températures,
pressions,
Données de
maintenance

Véhicules à
proximité:

distance,
Vitesse, freins, volant

location, destination,
vitesse, VIN

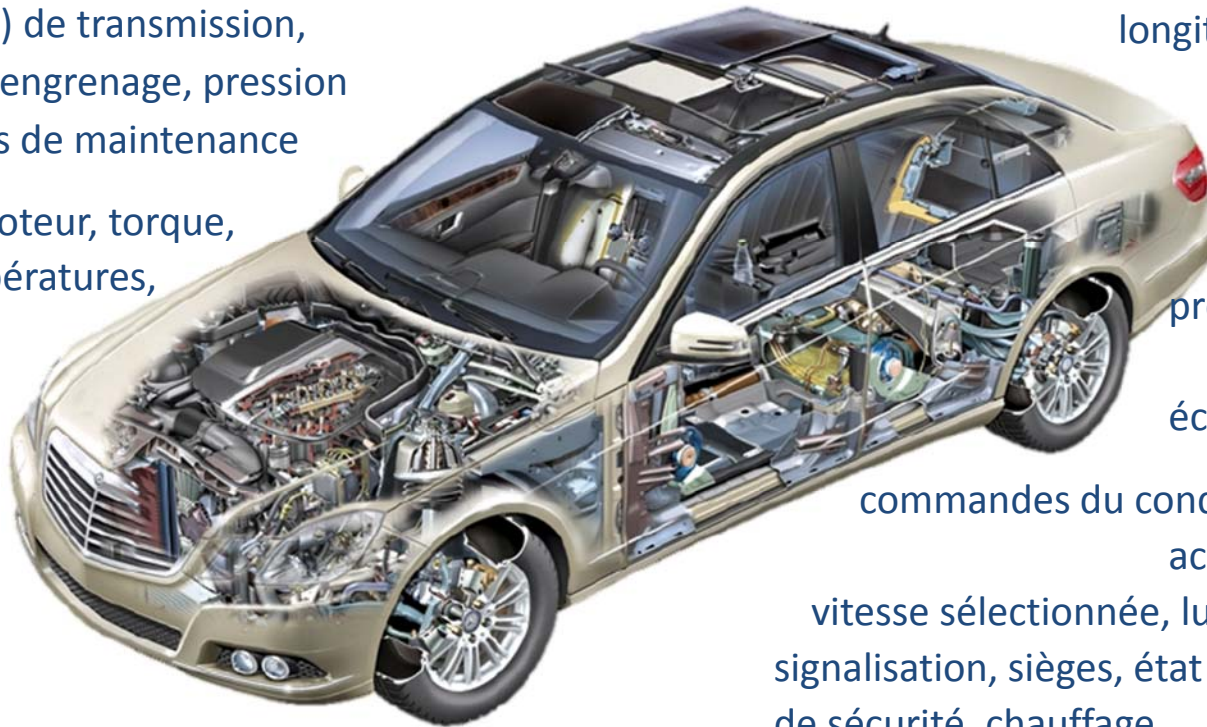
Mouvement du châssis: taux de roulis,
accélération latérale /
longitudinale / verticale

état des portes et
fenêtres
températures et
pressions extérieures
et intérieures, radio
éclairage ambiant, pluie

commandes du conducteur volant, freins,
accélérateur

vitesse sélectionnée, lumières, feux de
signalisation, sièges, état de la ceinture
de sécurité, chauffage,
climatisation, ventilation

4200 signaux différents



23

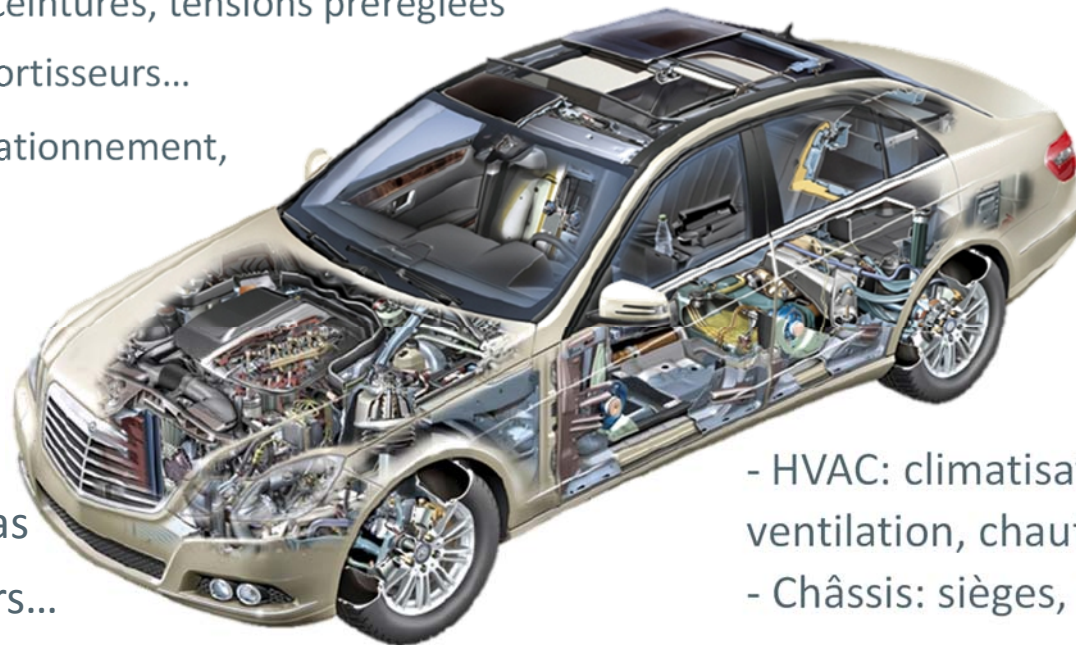
La complexité systémique

Plus de 40% d'un véhicule actuel est relié à l'électronique et à l'intelligence embarquées.

Plus de 100 processeurs

- Propulsion: démarrage, injection, transmission, 4WD...
- Sécurité: sacs gonflables, ceintures, tensions pré réglées
- Châssis: volant, freins, amortisseurs...
- Aide à la conduite: aide-stationnement, vision de nuit
- Loisirs: MP3, CD, radio...
- Vision: phares, caméras, essuie-glaces, miroirs...

- Information: tableau de bord, navigation



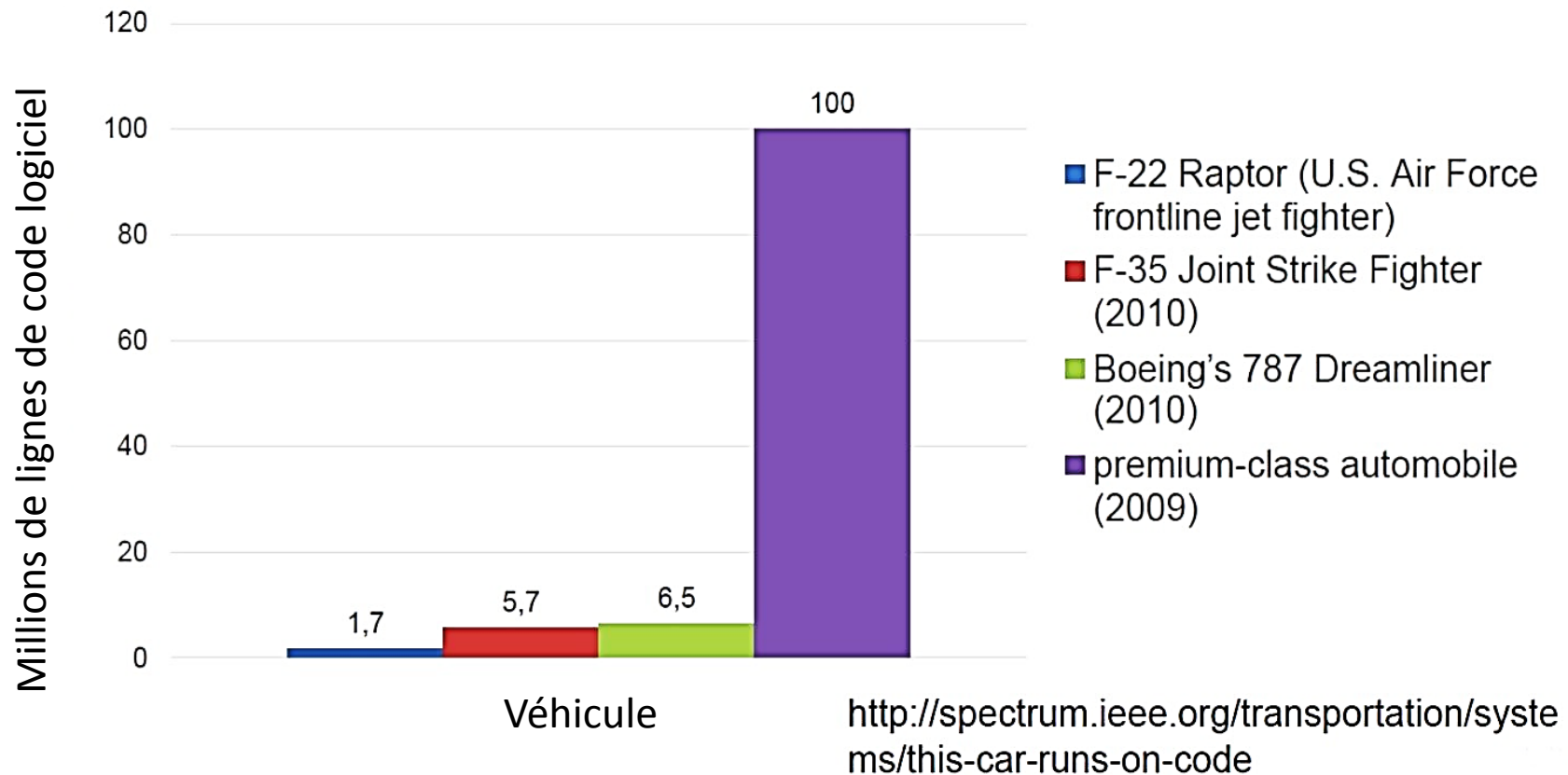
- HVAC: climatisation, ventilation, chauffage
- Châssis: sièges, portes, toit...



24

La complexité systémique

Un véhicule autonome pourra contenir plus de 300 millions de lignes de code logiciel!



25

La complexité systémique

Il ne sera plus possible de tester et de valider systématiquement tous les éléments d'un véhicule autonome.

On devra faire appel à

- À l'échantillonnage.
- À la modélisation mathématique
- À la simulation
- Au rodage sur route

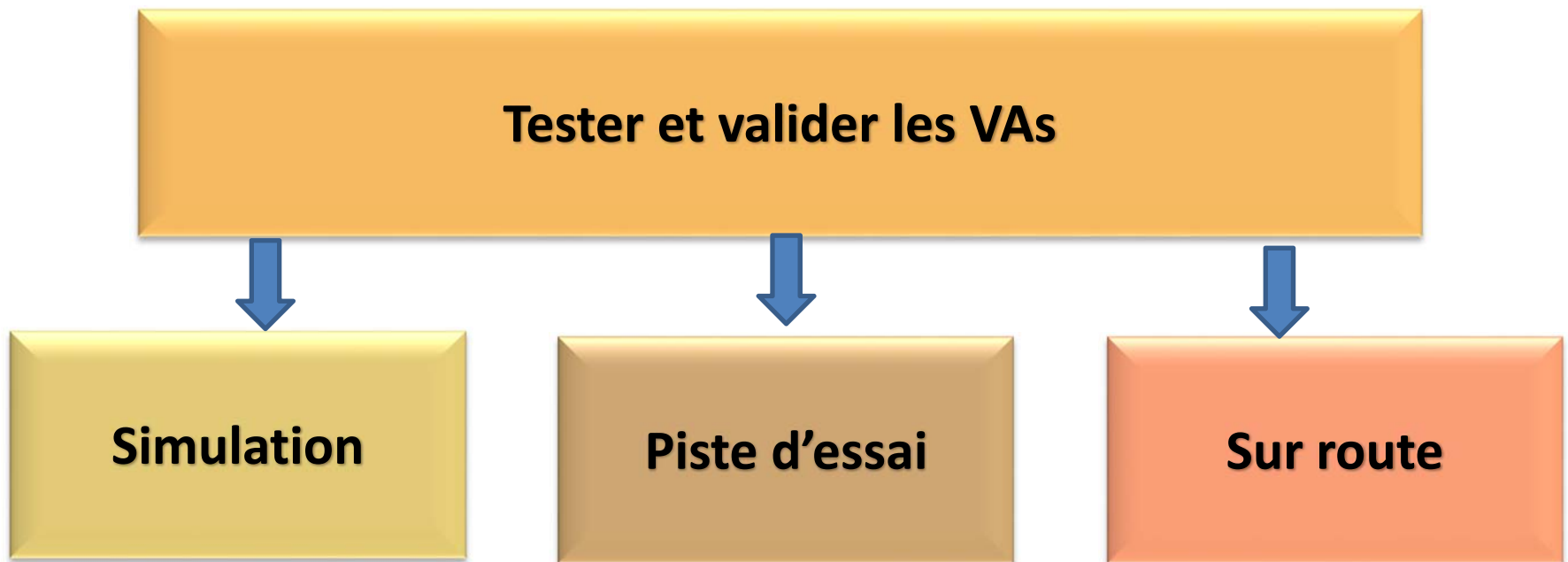
Cela va entraîner une explosion de la quantité de données à analyser et à traiter



26

La complexité systémique

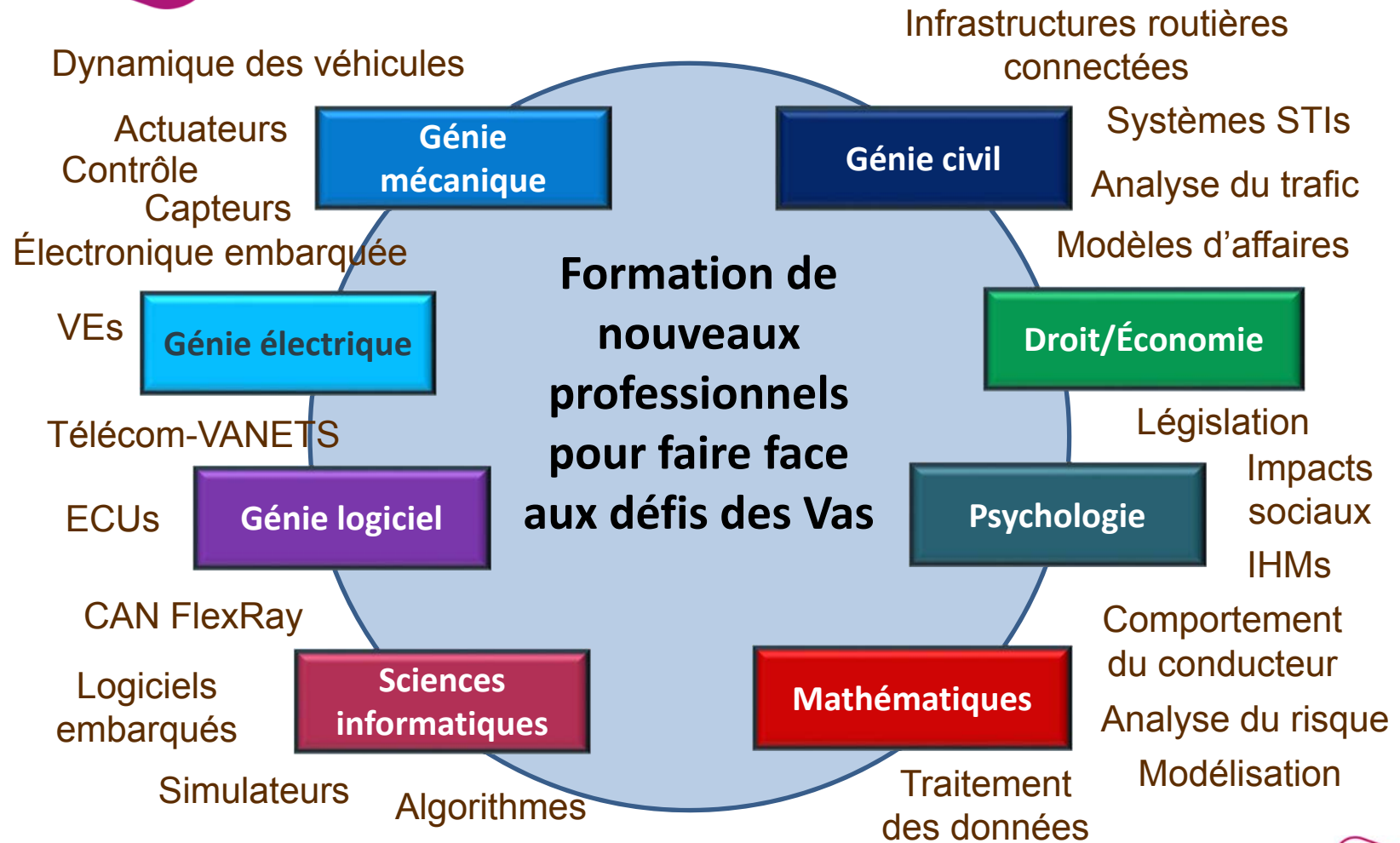
Il y a 3 approches principales pour tester et certifier les systèmes de conduite automatisée ainsi que les systèmes d'aide à la conduite



27

Le personnel qualifié

Un cursus multidisciplinaire sera nécessaire





29

Impact sur la mobilité

Passer d'un modèle de propriété individuelle des véhicules à un modèle de service en mobilité

- Apparition d'entreprises de services de mobilité procurant des véhicules sur demande (ex Uber).
- Résolution du problème du « dernier kilomètre ».
- La distinction entre les déplacements privés et les transports publics va diminuer.
- Les constructeurs devront s'adapter à de nouvelles sources de revenus très différentes de celles d'aujourd'hui.
- Impact majeur sur les compagnies d'assurance, le permis de conduire, etc.
- Nouveau partage des responsabilités et sur la répartition des torts.



30

Le LIV à l'Université de Sherbrooke



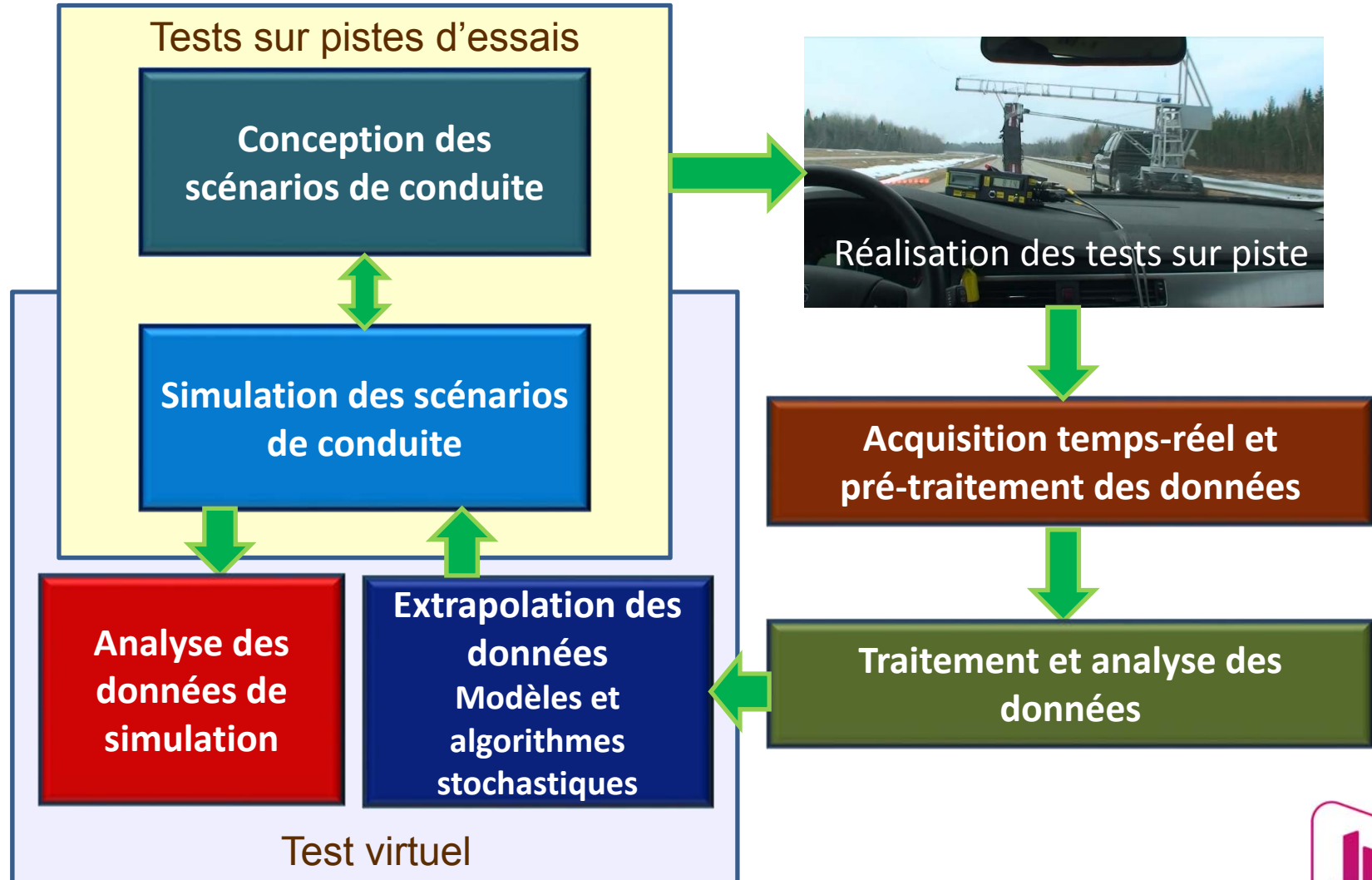
Notre laboratoire en intelligence véhiculaire

- Laboratoire de recherche de la Faculté de génie de UdeS dédié à la conception, à l'intégration et à l'exploitation des systèmes d'information et d'intelligence artificielle embarqués dans les véhicules routiers.
- Contribue à la R et D et à la formation d'ingénieur spécialisé dans les STI.
- Œuvre dans le domaine des véhicules intelligents et des STI, en particulier en systèmes d'information et intelligence artificielle.
- Actuellement 3 projets majeurs de recherche avec l'industrie et financement CRSNG, PROMPT et MITACS.
- Collaborations avec la France (IFSTTAR, Mines Paristech, VEDECOM), Californie, Allemagne, Australie



31

Exemple de projet au LIV





33

Conclusion

- Le déploiement des véhicules autonomes fera face à de nombreux obstacles et prendra du temps (20 à 30 ans).
- La transition impliquant un trafic mixte humain-robot sera également longue.
- Impact fort sur la sécurité routière: réduction drastique des incidents et du nombre de véhicules sur les routes.
- Impact important sur les modèles d'affaires en transport terrestre et sur la mobilité.
- Plusieurs défis technologiques, en législation, acceptation sociale, éthique, confidentialité et responsabilité.
- Attribution des responsabilités encore incertaines en mode de conduite automatisée.



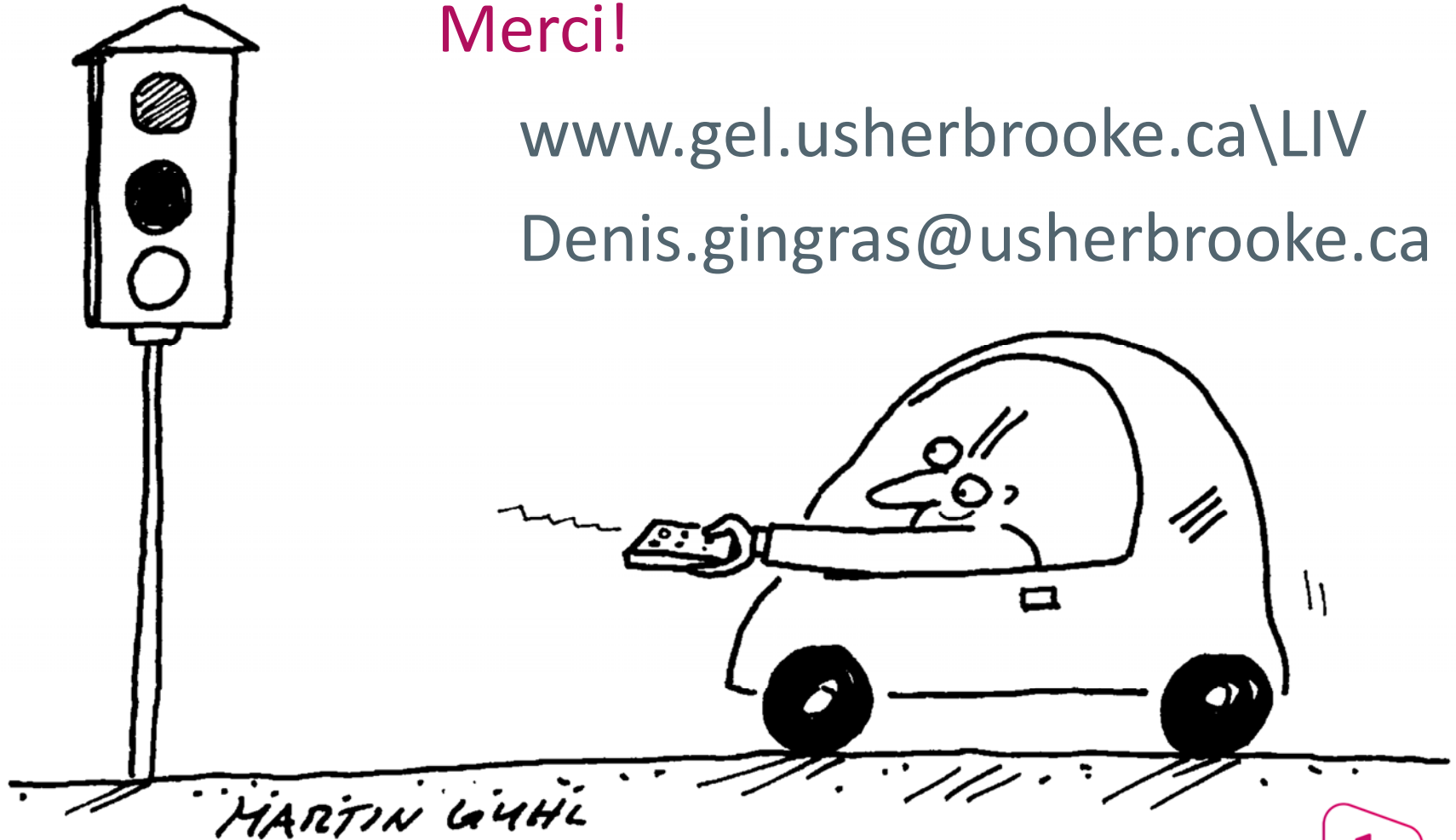
34

Questions?

Merci!

www.gel.usherbrooke.ca\LIV

Denis.gingras@usherbrooke.ca





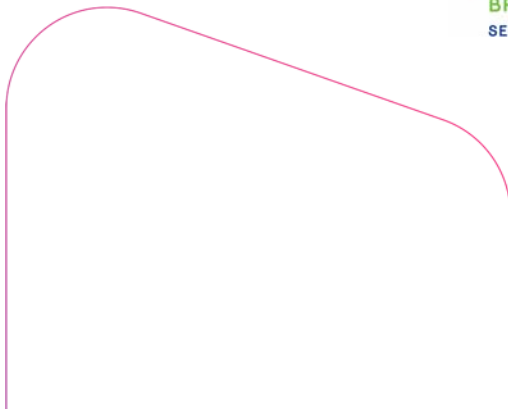
RÉSEAU DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ ROUTIÈRE



CIRRELT



SÉCURITÉ ROUTIÈRE
TOUS RESPONSABLES





ENTRETIENS
JACQUES
CARTIER



contact@centrejacquescartier.com



www.centrejacquescartier.com