

# Le machine learning au secours du diagnostic moteur

Matlab Expo 2018, 19 juin, Paris

Contact(s) : **PSA : Yves Français**

*yves.francais@mpsa.com*

**Acsystème : Gireg LANOË**

*gireg.lanoe@acsysteme.com*

**acsystème**

**Plan**

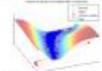
**Présentation du problème**

**L'étude avec Matlab<sup>®</sup> /Simulink<sup>®</sup>**

- Analyse des données
- Mise en place des solutions par Machine Learning
- Validation

**Déploiement des outils Matlab<sup>®</sup>**

**Conclusion**



**acsystème**

**Diagnostic Moteur**

**PRÉSENTATION DU PROBLÈME**



**acsystème**

**Du prototype à la production**

**ÉTUDE MATLAB<sup>®</sup> /SIMULINK<sup>®</sup>**



**acsystème**

**Solution clé en main**

**DÉPLOIEMENT DES OUTILS MATLAB<sup>®</sup>**



**acsystème**

**CONCLUSION**



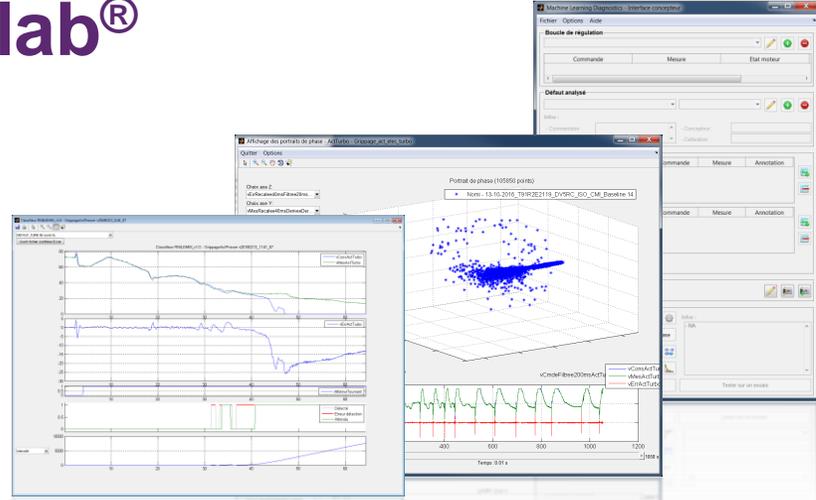
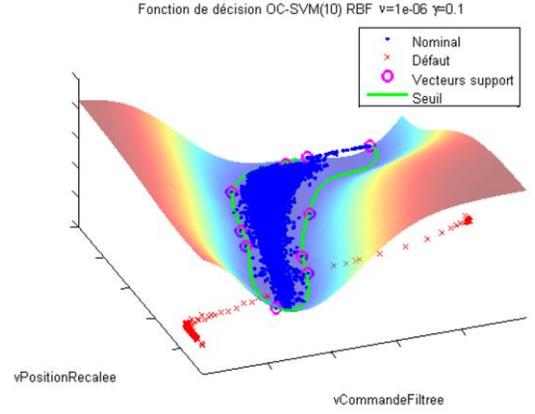
## Présentation du problème

## L'étude avec Matlab® /Simulink®

- Analyse des données
- Mise en place des solutions par Machine Learning
- Validation

## Déploiement des outils Matlab®

## Conclusion

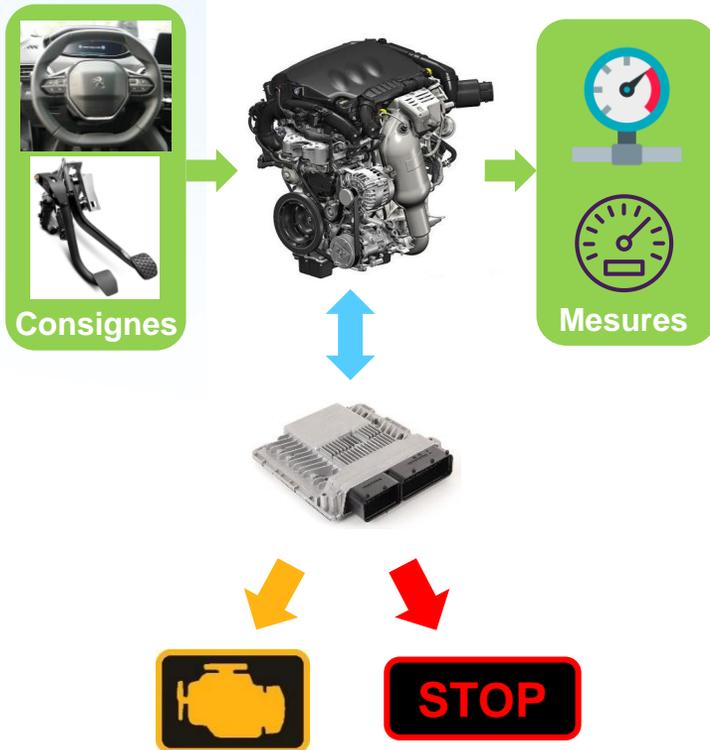




**Diagnostic Moteur**

# PRÉSENTATION DU PROBLÈME

## Le diagnostic : analyse de cohérence



- Envoi de consignes (couple, frein...)
- Réception d'information (températures, positions actionneurs, pressions...)
- Analyse entre les signaux renvoyés par le moteur et les consignes
- Si écart → **alerte**

Sur véhicule ou en concession



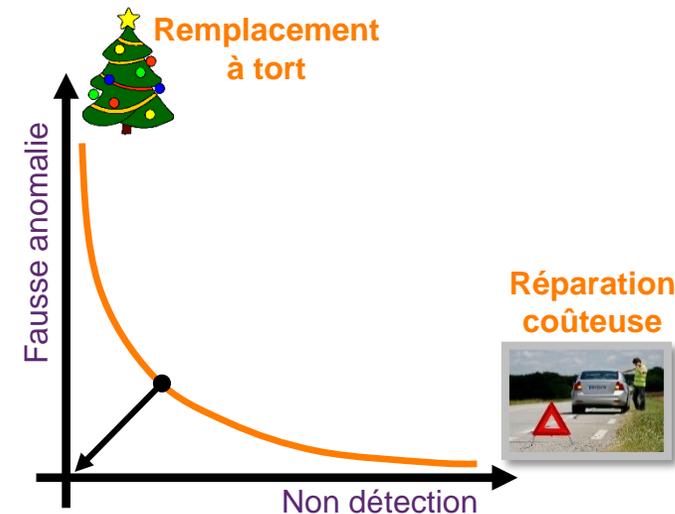
## Réduire le nombre de déposes en SAV

- Coût de traitement des pannes mal diagnostiquées
- Satisfaction client



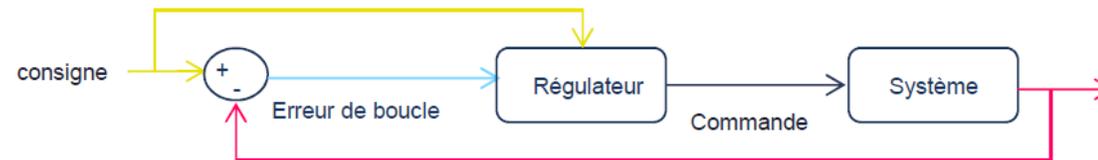
## Améliorer la qualité des diagnostics moteurs

- Identification de la source
  - Risques d'aller-retour au garage
- Bon compromis de détection
  - Fausse anomalie
  - Non détection



## Les limites du diagnostic actuel

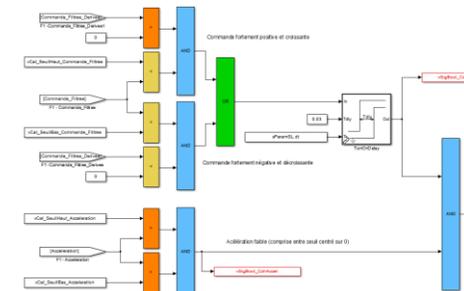
- Basé sur l'observation d'un seul critère :
  - Une tension, un écart de régulation, etc...
  - Calibration (seuil et temps confirmation) difficile : risque non détection
- Difficultés pour qualifier certains types de défaillance et orienter vers la cause

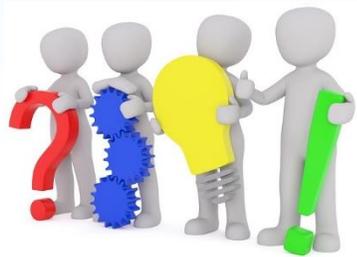


## Une autre approche est possible

- Utilisation de l'ensemble des signaux enregistrés
- Création de modèles expert Simulink® pour la détection

→ Mise au point via les portraits de phase





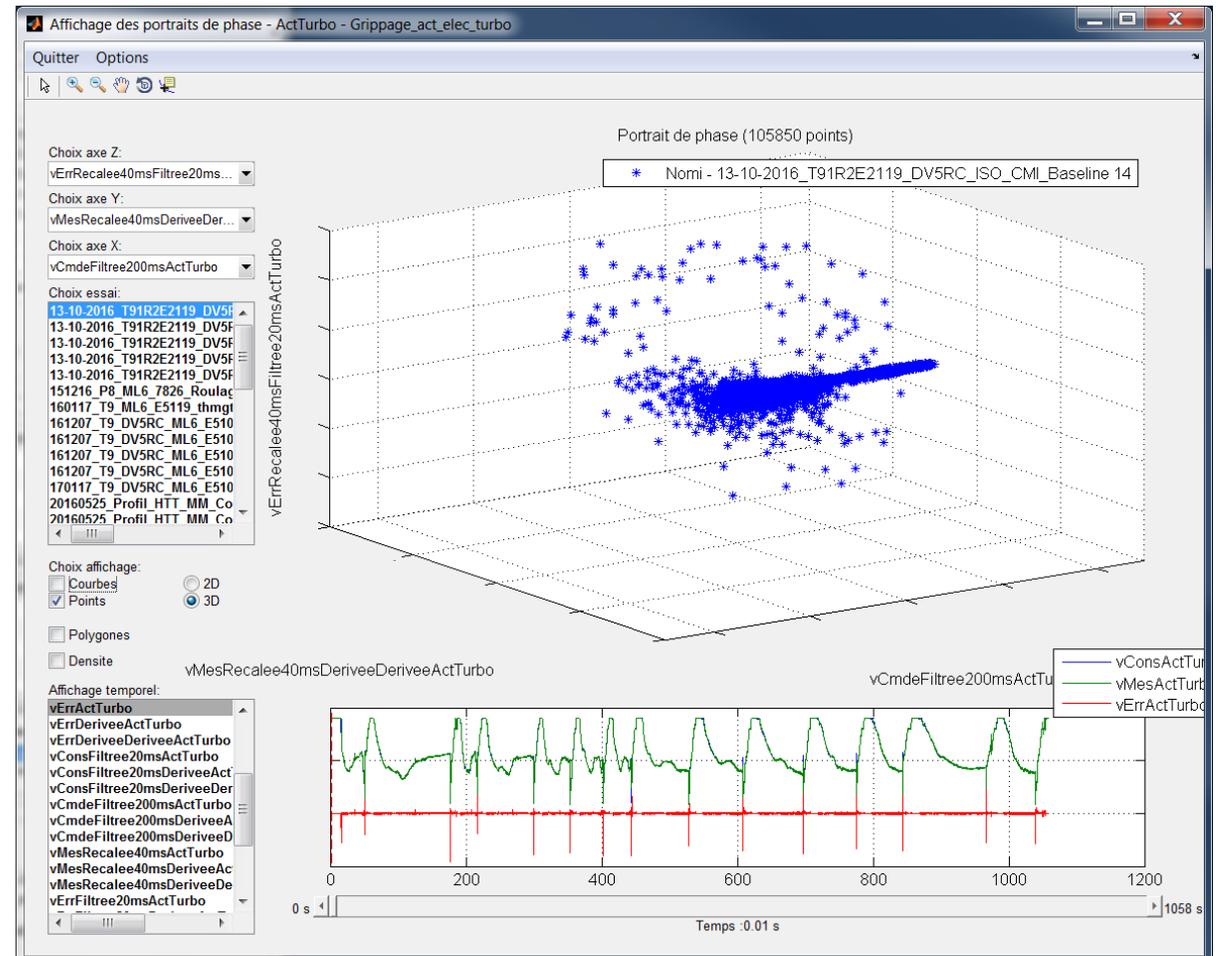
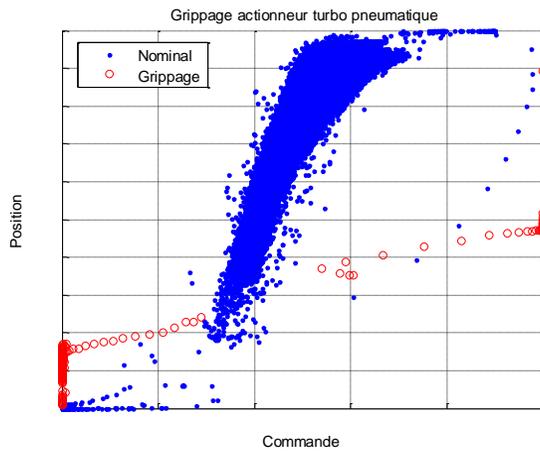
Du prototype à la production

# ÉTUDE MATLAB® /SIMULINK®

# Les portraits de phase

Étude

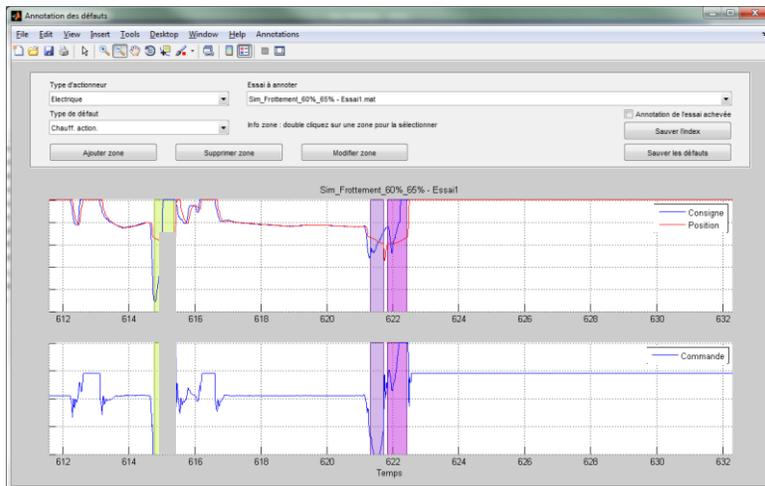
- Visualisation des espaces et trajectoires des variables
- Recherche d'espaces discriminants entre les essais nominaux et en défaut



## 1. Création BDD



**Annotation** des différents défauts pour création de la BDD des essais



## 2. Apprentissage

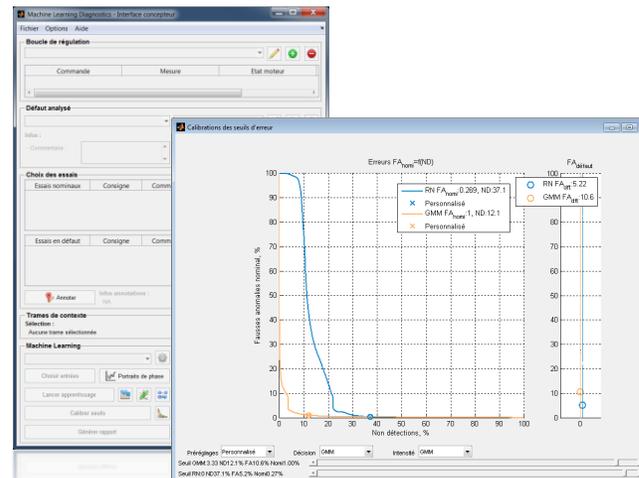


Choix expert des entrées (via les portraits de phase)

Normalisation des entrées

Apprentissage / **différentes méthodes**

**Calibration des seuils**

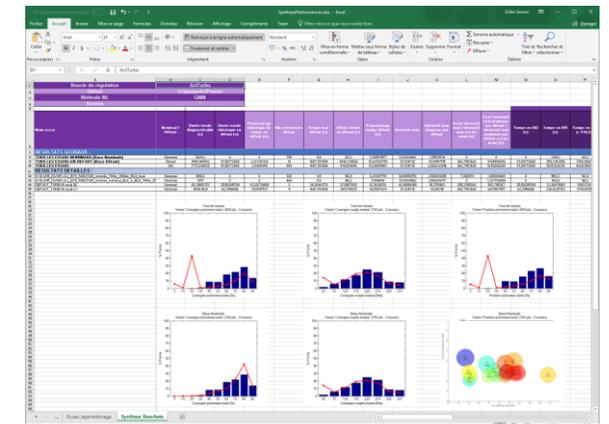


## 3. Validation



Analyse des taux de bonnes détections / fausses alarmes

Génération de rapports Excel, Word via l'**Acsystème Report Toolbox**



## Test de méthodes de complexités croissantes

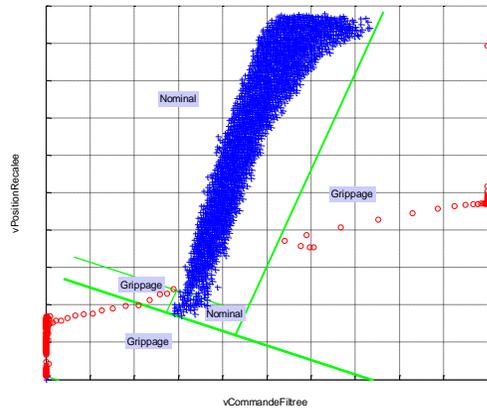
- Arbres de décision
- Polygones convexes englobant
- Réseaux de neurones (RN)
- Mélanges de Gaussiennes (GMM)
- Support vecteurs machines (SVM) : complexité du modèle plus difficile à maîtriser (nombre de vecteurs supports)

**Utilisation des toolbox Stats & Neural Networks**

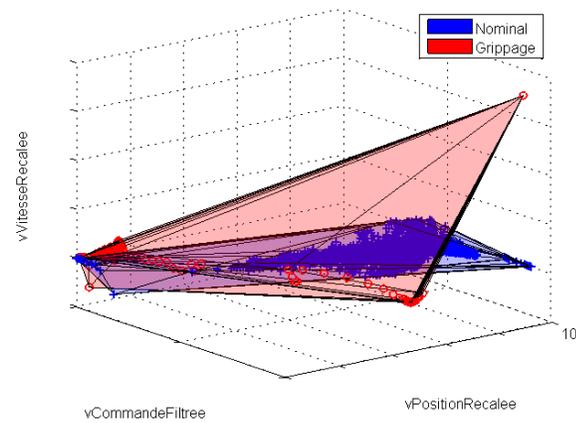
**Adaptation des visualisations pour la compréhension**

## Test de méthodes de complexités variées

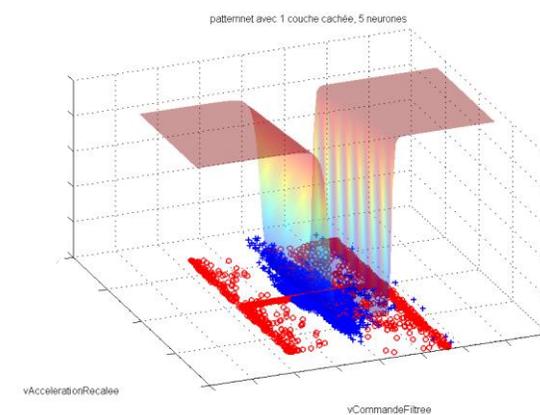
Arbres de décision



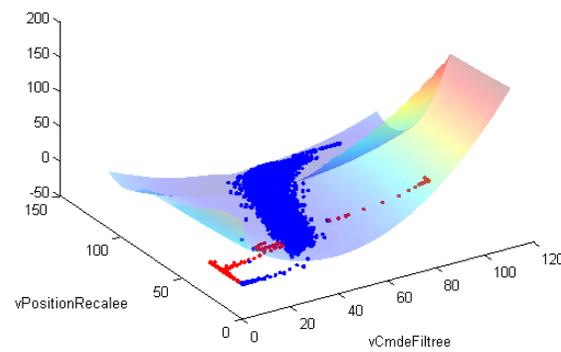
Polygones englobant



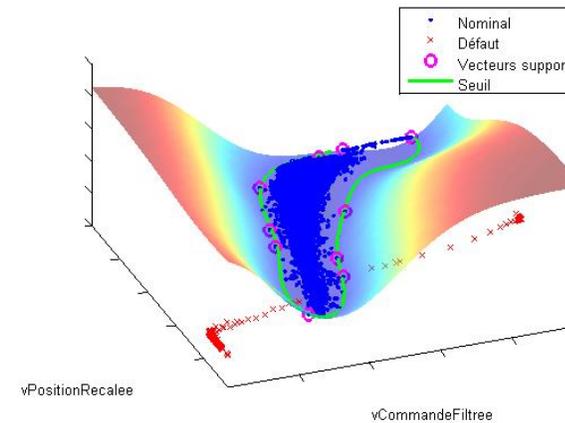
Réseaux de neurones



Mélange de Gaussiennes



Support vecteur machine



## Solution Retenue : RN + GMM

- Compromis performance / embarquabilité
- Possibilité de travailler sans défaut pour les GMM (One-Class)

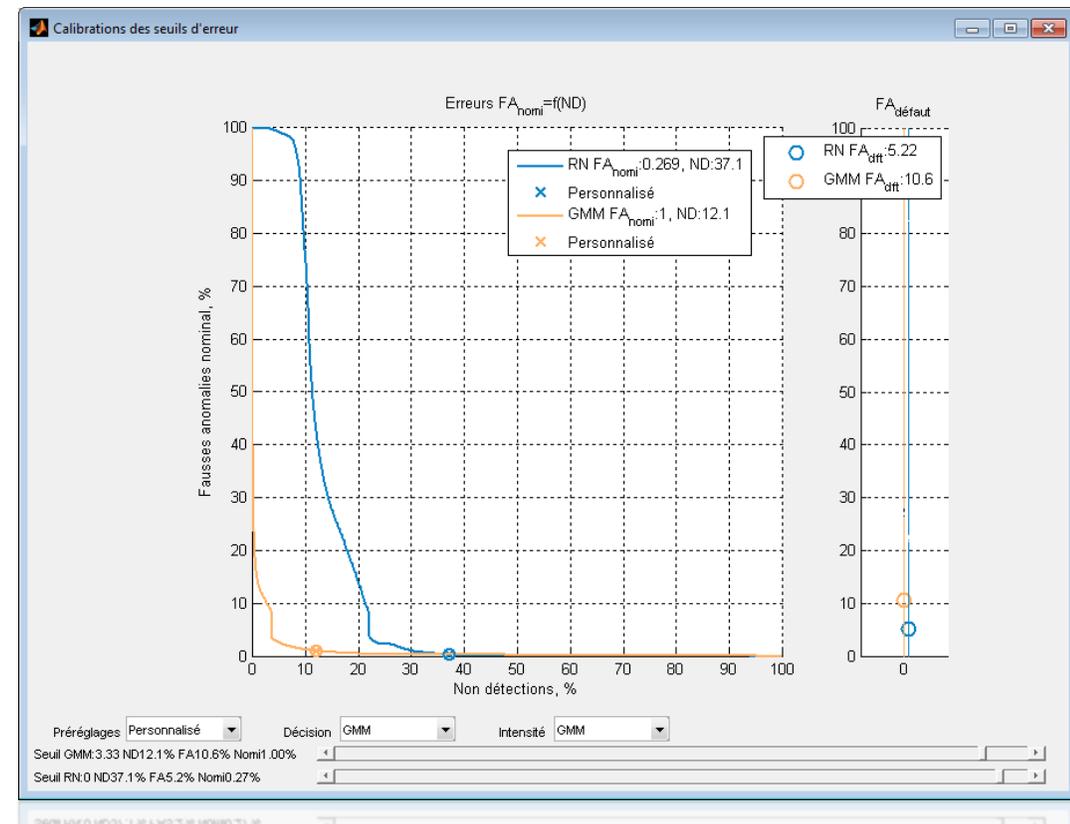
## Optimisation du compromis « fausse alarme » / « non détection »

- Calibration des seuils
- Fausses alarmes faibles en nominal

## Résultats

- Les détections affinent les annotations
- La référence d'évaluation est biaisée

→ Machine Learning plus performant que l'approche métier





**Solution clef en main**

# **DÉPLOIEMENT DES OUTILS MATLAB<sup>®</sup>**

## Outil concepteur / expert

- Analyse des défauts
  - Conception de nouveaux modèles
  - Annotations des essais
  - Gestion d'une BDD de défauts : capitalisation
- **Utilisation en bureau d'étude / expert métier**

## Outil utilisateur / novice

- Test d'un nouvel essai sur la BDD existante
  - Détection de défauts potentiels
- **Utilisation en après-vente / novice**

## Compilation des outils

- Outils exécutables sans licence Matlab®
  - Automatisation de la procédure de compilation
- **Passage direct du prototype à la production**

## Génération de modèles Simulink®

- Direct pour les RN via la Neural Network Toolbox®
- Codable pour les GMM
- Prise en compte de contraintes (auto-codable)

## Limitations

- Outil supplémentaire nécessaire pour compilation de modèles Simulink®



# CONCLUSION

## **Méthode générique**

### **Fournit à l'après-vente des détails sur l'origine des défauts**

- Actionneur en défaut, défaut électrique, défaut mécanique...

### **Fonction intégrable sur calculateur**

- Export Simulink pour détection temps-réel sur véhicule

### **Perspectives de mise en œuvre en maintenance prédictive**



Acsystème SAS

4 rue René Dumont  
35700 Rennes  
France

tél. : +33 2 99 55 18 11  
[www.acsysteme.com](http://www.acsysteme.com)



Yves Français, ADN

118 Route Nationale  
78140 Velizy Villacoublay  
France

[yves.francais@mpsa.com](mailto:yves.francais@mpsa.com)  
[groupe-psa.com](http://groupe-psa.com)

