

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[®] /Simulink[®]

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

Déploiement des outils Matlab[®]

Conclusion



acsystème

Diagnostic Moteur

PRÉSENTATION DU PROBLÈME



acsystème

Du prototype à la production

ÉTUDE MATLAB[®] /SIMULINK[®]



acsystème


Solution clé en main

DÉPLOIEMENT DES OUTILS MATLAB[®]



acsystème

CONCLUSION



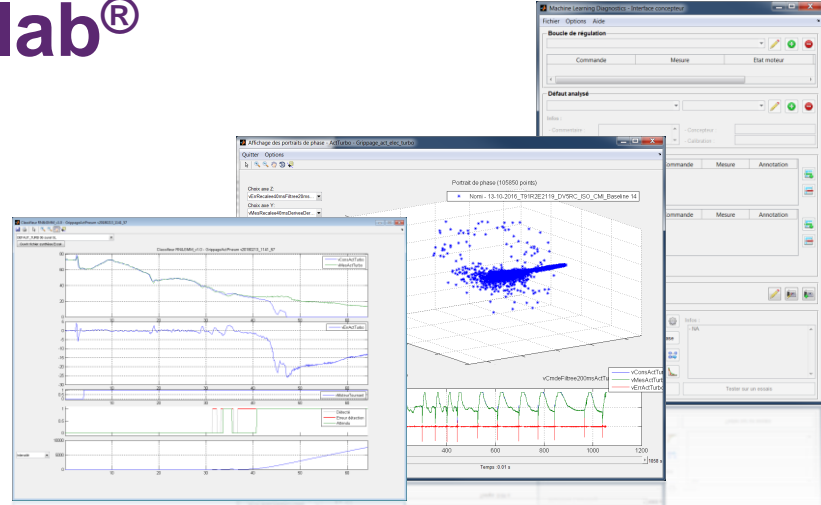
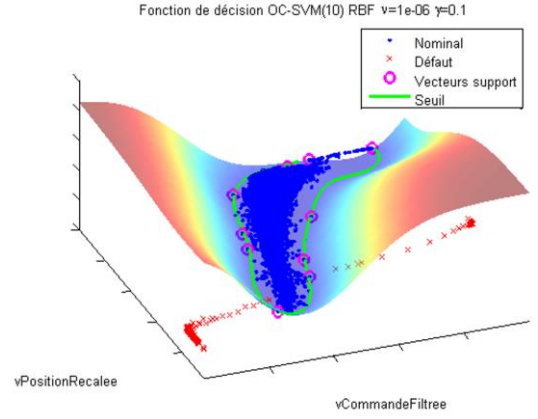
Présentation du problème

L'étude avec Matlab® /Simulink®

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

Déploiement des outils Matlab®

Conclusion

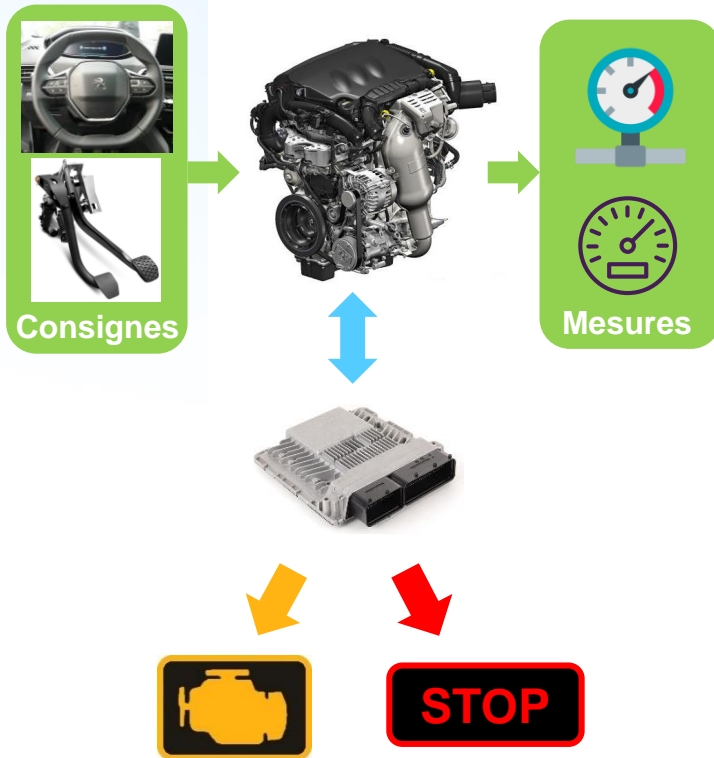




Diagnostic Moteur

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



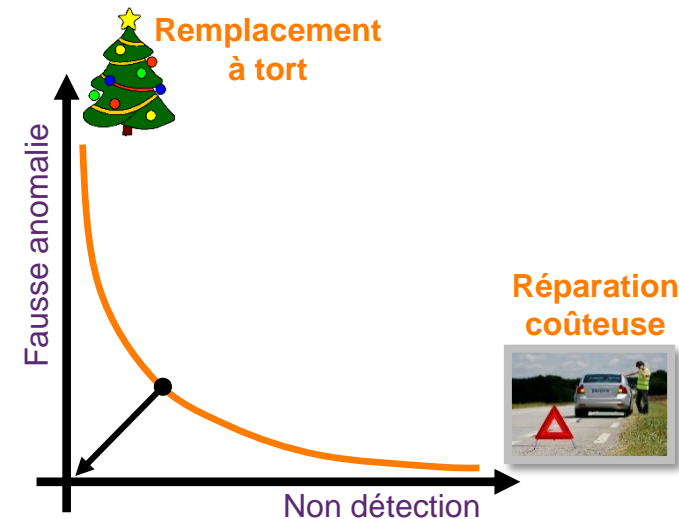
Réduire le nombre de déposes en SAV

- Coût de traitement des pannes mal diagnostiquées
- Satisfaction client



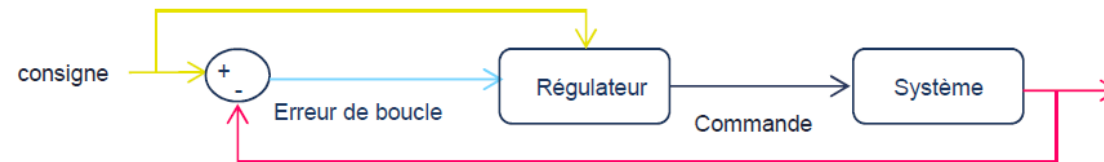
Améliorer la qualité des diagnostics moteurs

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



Les limites du diagnostic actuel

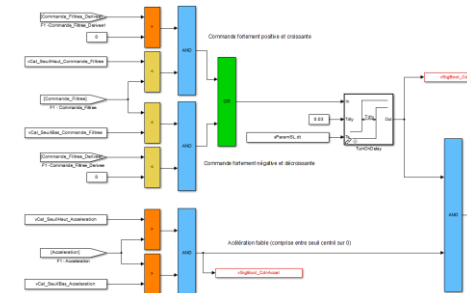
- Basé sur l'observation d'un seul critère :
 - Une tension, un écart de régulation, etc...
 - Calibration (seuil et temps confirmation) difficile : risque non détection
- Difficultés pour qualifier certains types de défaillance et orienter vers la cause



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





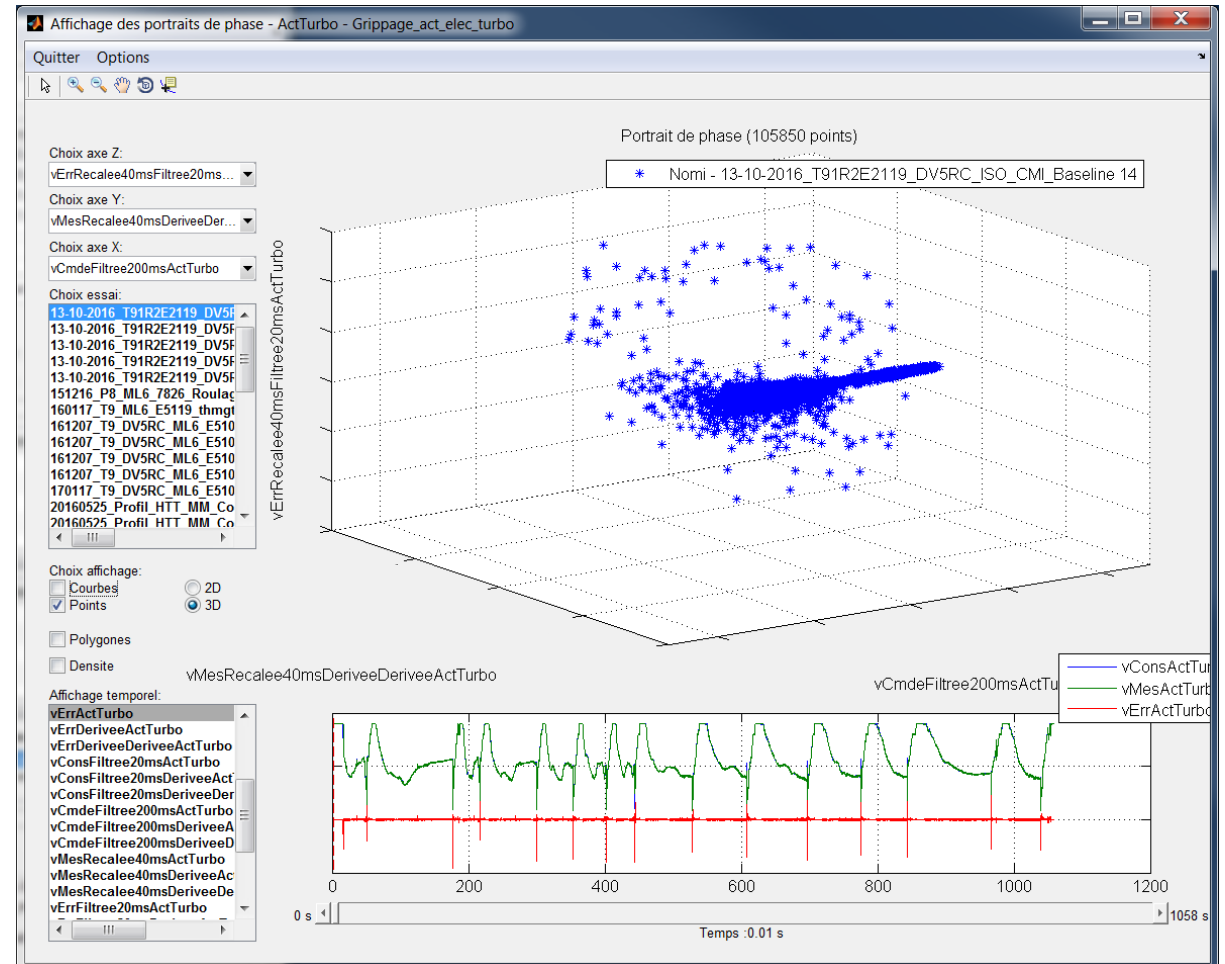
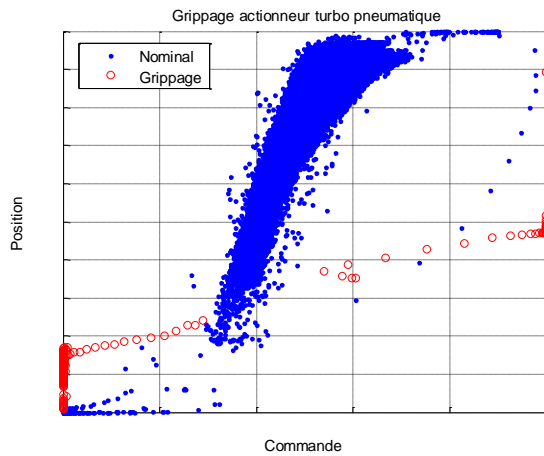
Du prototype à la production

ÉTUDE MATLAB® /SIMULINK®

Les portraits de phase

Étude

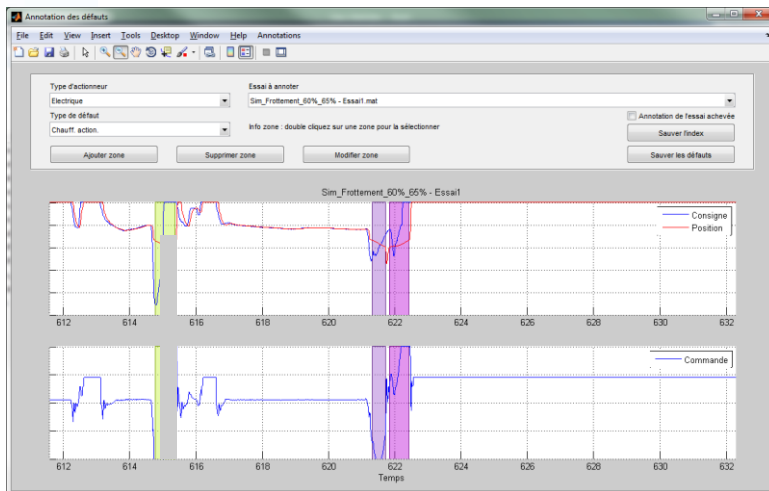
- Visualisation des espaces et trajectoires des variables
- Recherche d'espaces discriminants entre les essais nominaux et en défaut



1. Création BDD



Annotation des différents défauts pour création de la BDD des essais



2. Apprentissage

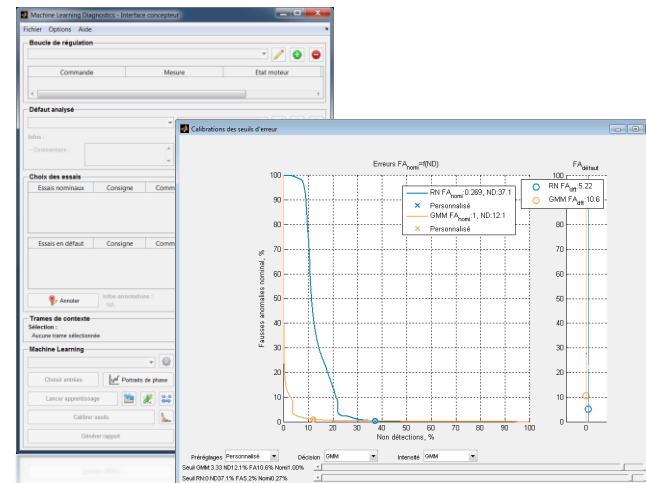


Choix expert des entrées (via les portraits de phase)

Normalisation des entrées

Apprentissage / **différentes méthodes**

Calibration des seuils

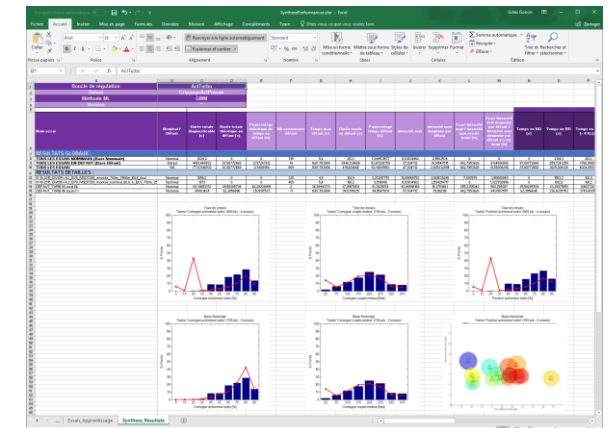


3. Validation



Analyse des taux de bonnes détections / fausses alarmes

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



Test de méthodes de complexités croissantes

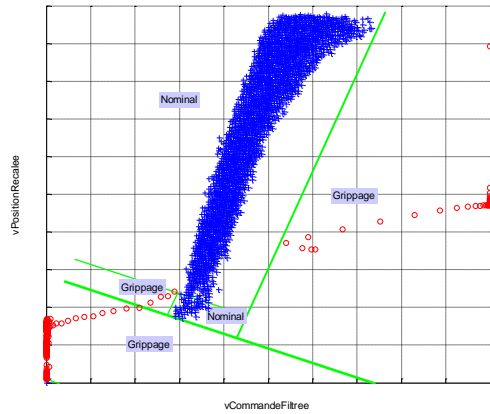
- Arbres de décision
- Polygones convexes englobant
- Réseaux de neurones (RN)
- Mélanges de Gaussiennes (GMM)
- Support vecteurs machines (SVM) : complexité du modèle plus difficile à maîtriser (nombre de vecteurs supports)

Utilisation des toolbox Stats & Neural Networks

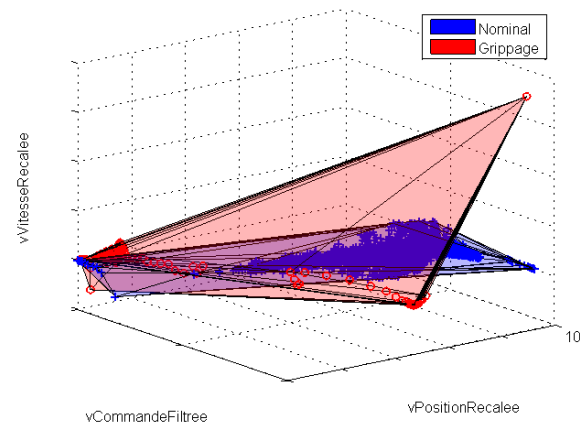
Adaptation des visualisations pour la compréhension

Test de méthodes de complexités variées

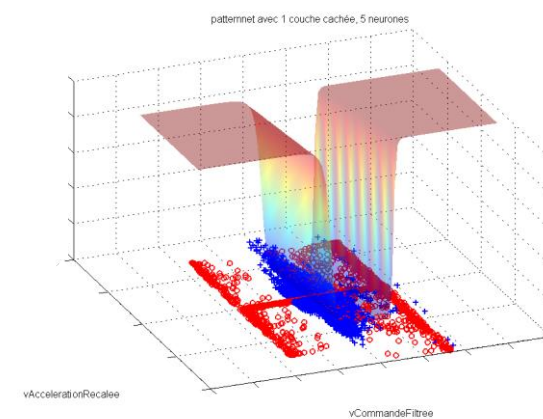
Arbres de décision



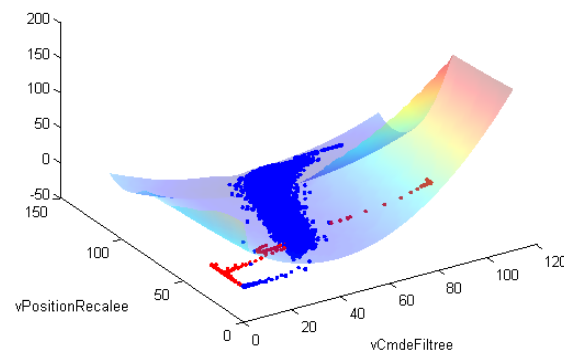
Polygones englobant



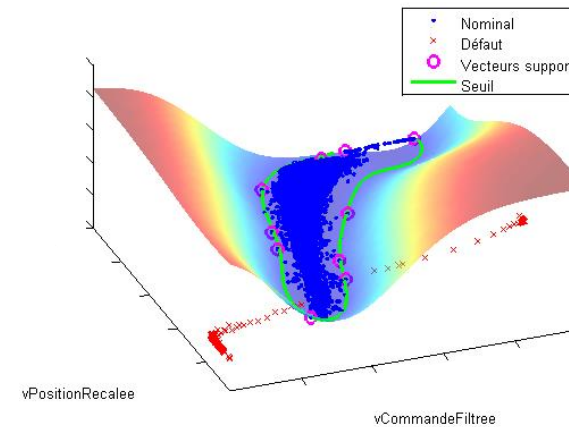
Réseaux de neurones



Mélange de Gaussiennes



Support vecteur machine



Solution Retenue : RN + GMM

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

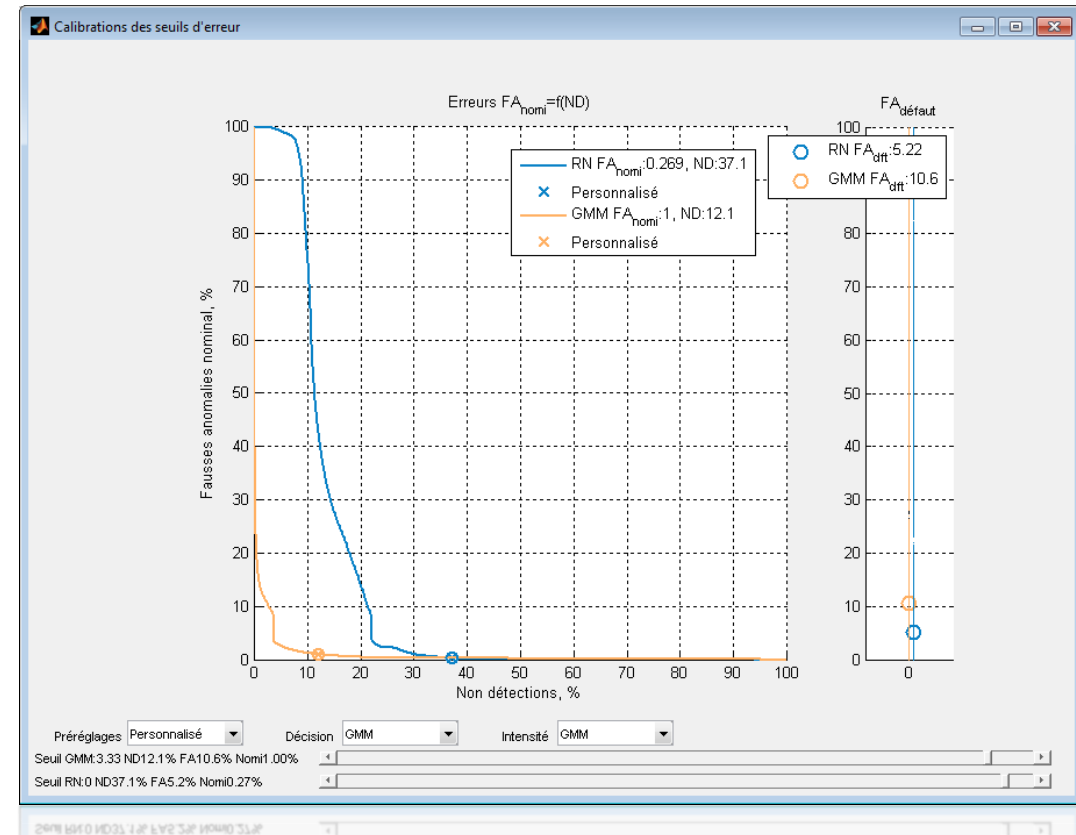
Optimisation du compromis « fausse alarme » / « non détection »

- 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[®]

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



Yves Français, ADN

118 Route Nationale
78140 Velizy Villacoublay
France

yves.francais@mpsa.com
groupe-psa.com

