

Ce document ne peut être reproduit, modifié, adapté, publié, traduit, d'une quelconque façon, en tout ou partie, ni divulgué à un tiers sans l'accord préalable et écrit de Thales - ©Thales 2020 Tous Droits réservés.



CentraleSupélec

université  
PARIS-SACLAY



# Maîtriser et prédire les défaillances des composants hyperfréquences de puissance jusqu'à la brique d'émission RADAR

Hic ha me MAANANE, Séminaire FREECO, 06/10/2022

**THALES**  
Building a future we can all trust



Centre Français Fiabilité



# Thales dans l'histoire des Radars

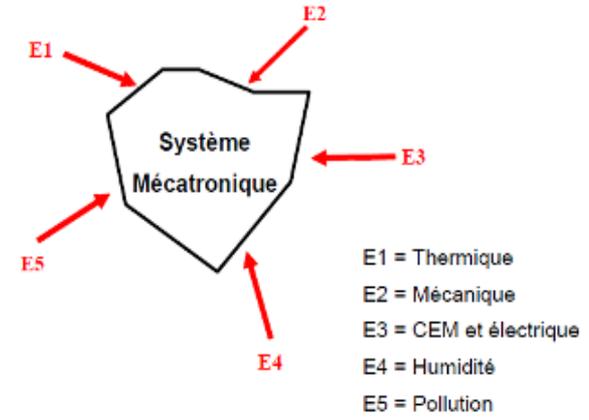
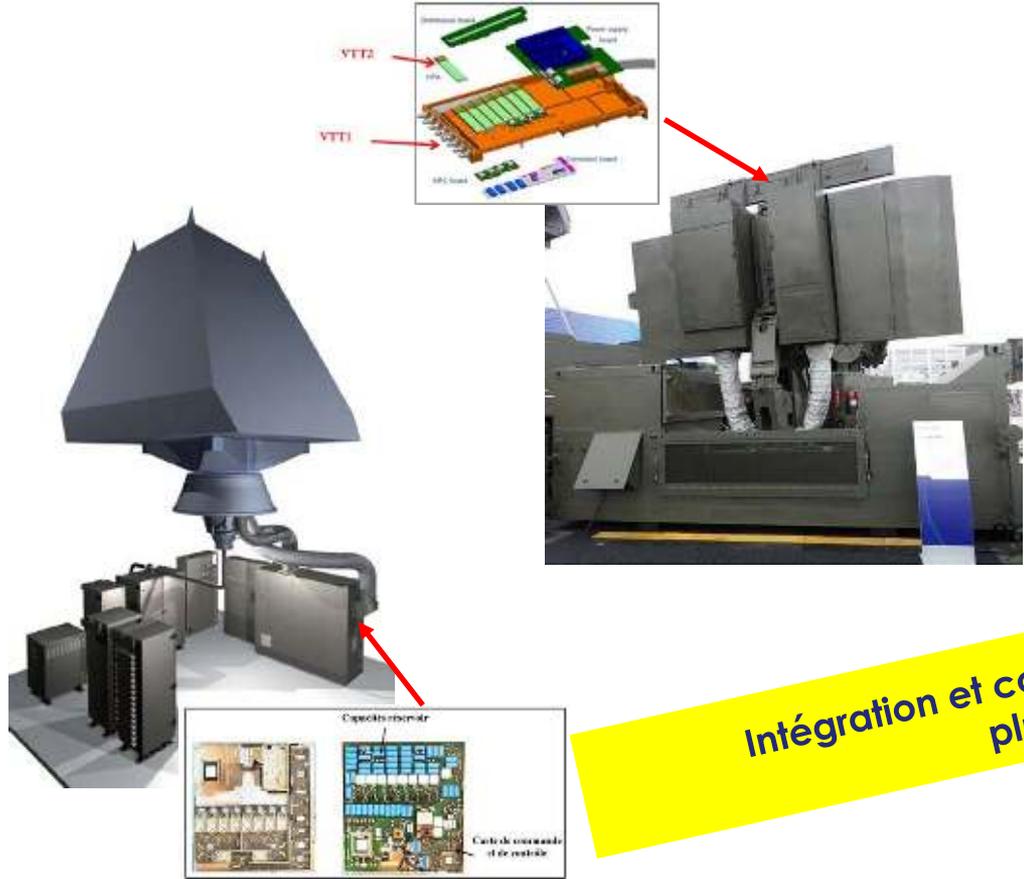


Une longue histoire dans le monde des radars. Dès 1938 aux Pays-Bas, au début des années 1950 en France et depuis 1963 en Allemagne. Nous travaillons sur des solutions **qui rendent demain possible dès aujourd'hui.**



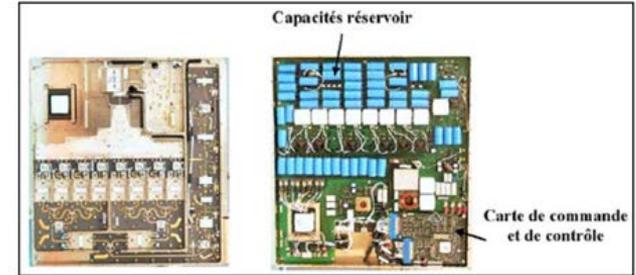
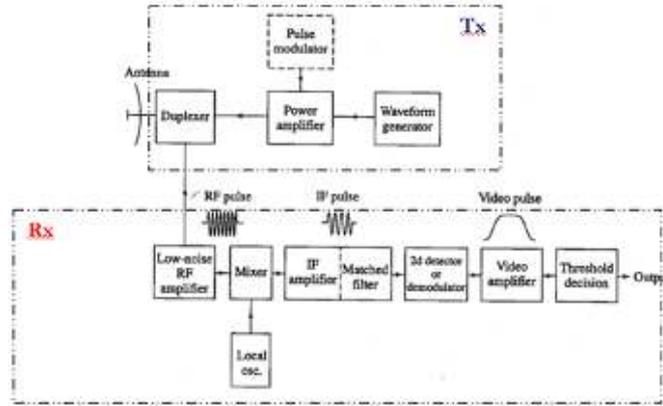
# Contexte et la problématique posée au niveau de la bricole mécanique d'émission RADAR

Ce document ne peut être reproduit, modifié, adapté, publié, traduit, d'une quelconque façon, en tout ou partie, ni divulgué à un tiers sans l'accord préalable et écrit de Thales. ©Thales 2020 Tous Droits réservés.



**Intégration et contraintes d'environnement plus importantes**

# Le contexte et problématique posée au niveau du composant RF RADAR (1)



**Compréhension et amélioration de la fiabilité des étages d'amplification des  
RADAR en bande S (2-4 GHz)**

# Le contexte et problématique posée au niveau du composant RF RADAR (2)

**La fiabilité et la disponibilité des équipements RADAR a un impact sur le coût de possession.**

➤ **Besoin d'une définition précise de ce paramètre pour les clients.**

**Les estimations de fiabilité actuelles sont imprécises car les équations:**

➤ **ne prennent pas en compte l'ensemble des contraintes opérationnelles,**

➤ **sont obsolètes en ce qui concerne les nouvelles technologies/topologies (HBT, LDMOS, GaN...).**

**Nécessité d'une méthode et de moyens matériels pour quantifier la fiabilité de tout type de technologie dédiée à une application RADAR**

# Le contexte et problématique posée au niveau du composant RF RADAR (3)

## Les objectifs

- Mise en œuvre des **moyens matériels de tests** permettant d'estimer la fiabilité des composants hyperfréquences de puissance en fonctionnement pulsé.
- Élaboration d'une **méthodologie de travail** et des **moyens de caractérisations** pour comprendre la dégradation de la fiabilité des composants hyperfréquences de puissance dans les conditions opérationnelles RADAR (CW pulsé et bande S).

# Contexte et la problématique posée sur le pronostic des défaillances dans le RADAR et ses conséquences sur sa maintenance ... prédictive

## Les clients subissent des pannes en exploitation qui génèrent :

- des échecs de mission,
- des coûts de réparation importants,
- des pertes de confiance, stress des utilisateurs (appréhension de la panne),
- une dégradation de l'image de marque...

## S'il est difficile, voire impossible d'éviter les pannes, il est possible d'en maîtriser certaines en :

- détectant l'état dégradé précédant la panne (diagnostic),
- indiquant la date optimale de maintenance (« pronostic »).

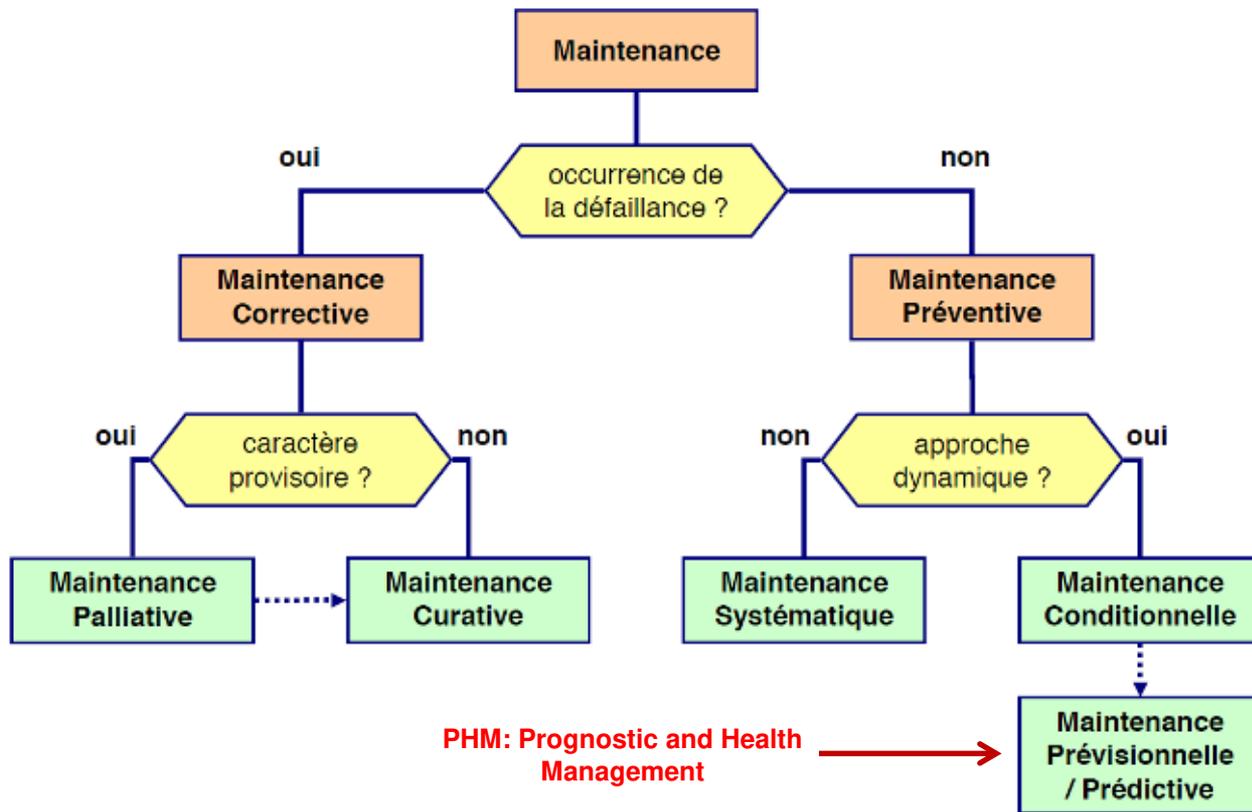
# CHALLENGE

Comment prédire les risques techniques (i.e. défaillances) pour le RADAR et ses services associés?



Le Défaut zero est un GRAAL ou de plus en plus accessible?

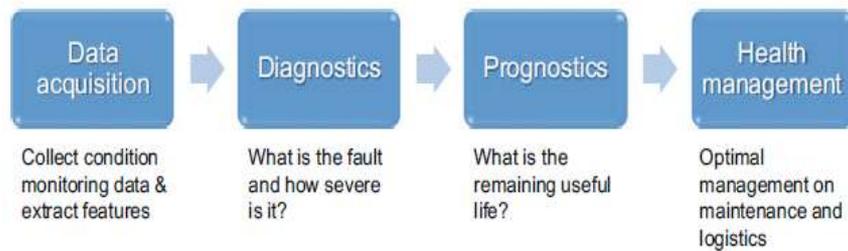
# La maintenance, les phénomènes des défaillances et le PHM « Prognostics and Health Management » (1)



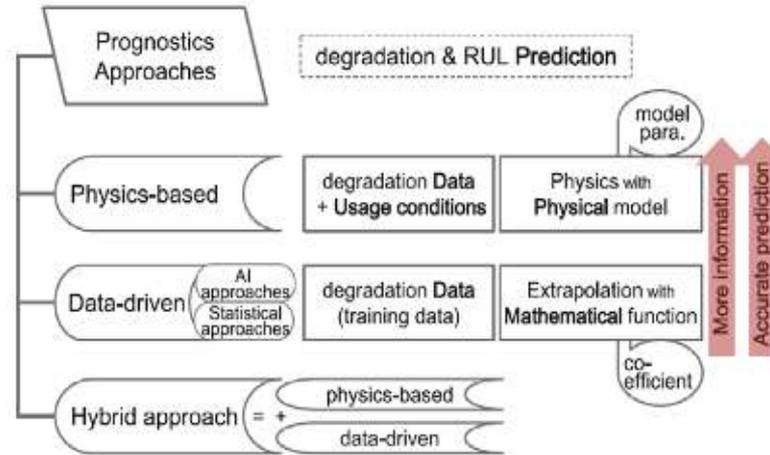
# La maintenance, les phénomènes des défaillances et le PHM « Prognostics and Health Management » (2)

PHM = Prognostic and Health Management (**mesurer l'état de santé des équipements et pronostiquer leurs états futurs**) permet:

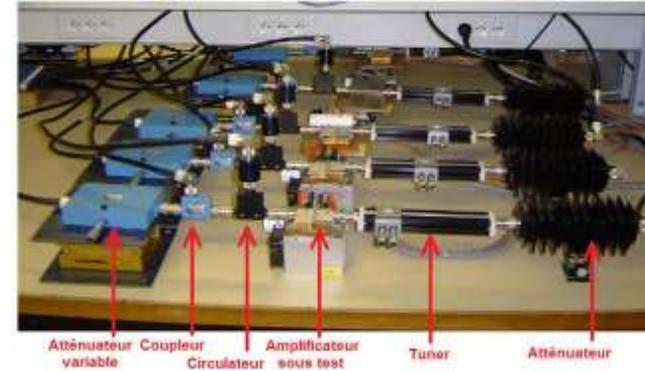
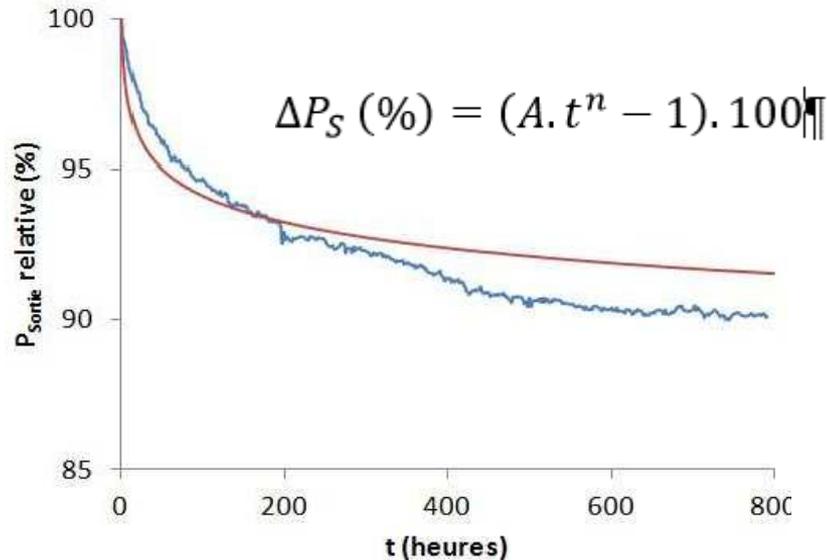
- Enregistrer les conditions d'environnement et d'utilisation de l'équipement,
- Évaluer l'état de santé de l'équipement,
- Alerter et Pronostiquer sur les dérives de fonctionnement,
- Optimiser les opérations de maintenance.



Le pronostic consiste à prévoir les dommages/dégradations futurs et la durée de vie utile restante (i.e. RUL: **R**emaining **U**seful **L**ife en mécanique ou TIF: **T**ime **T**o **F**ailure en électronique) des systèmes en service sur la base des données de dommages mesurées



## Les approches pronostics/prédictives basées sur la physique

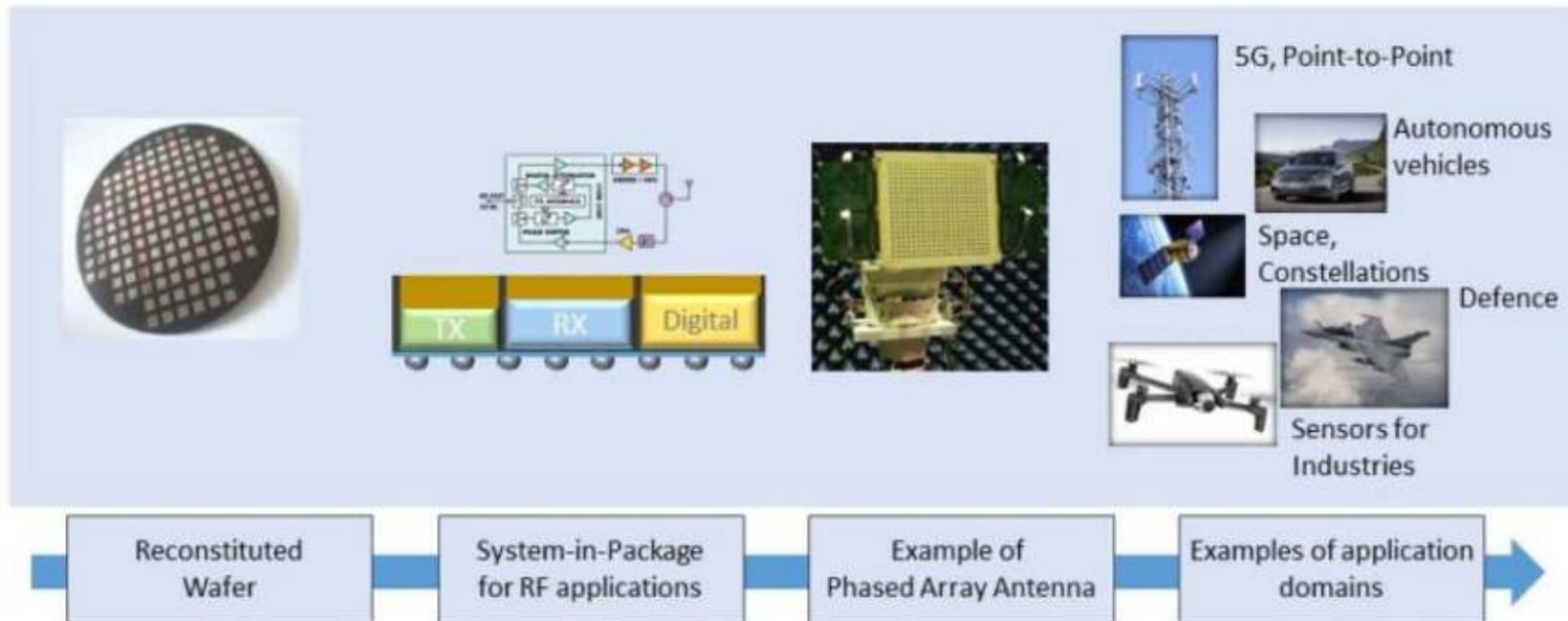


Référence : NPIB00050, marque : NIIRONEX (technologie GaN)

[3] J. B. Fonder. Analyse de s mécanismes de défaillance dans les transistors de puissance Radiofréquence s HEMTAIGaN/ GaN, 2012.

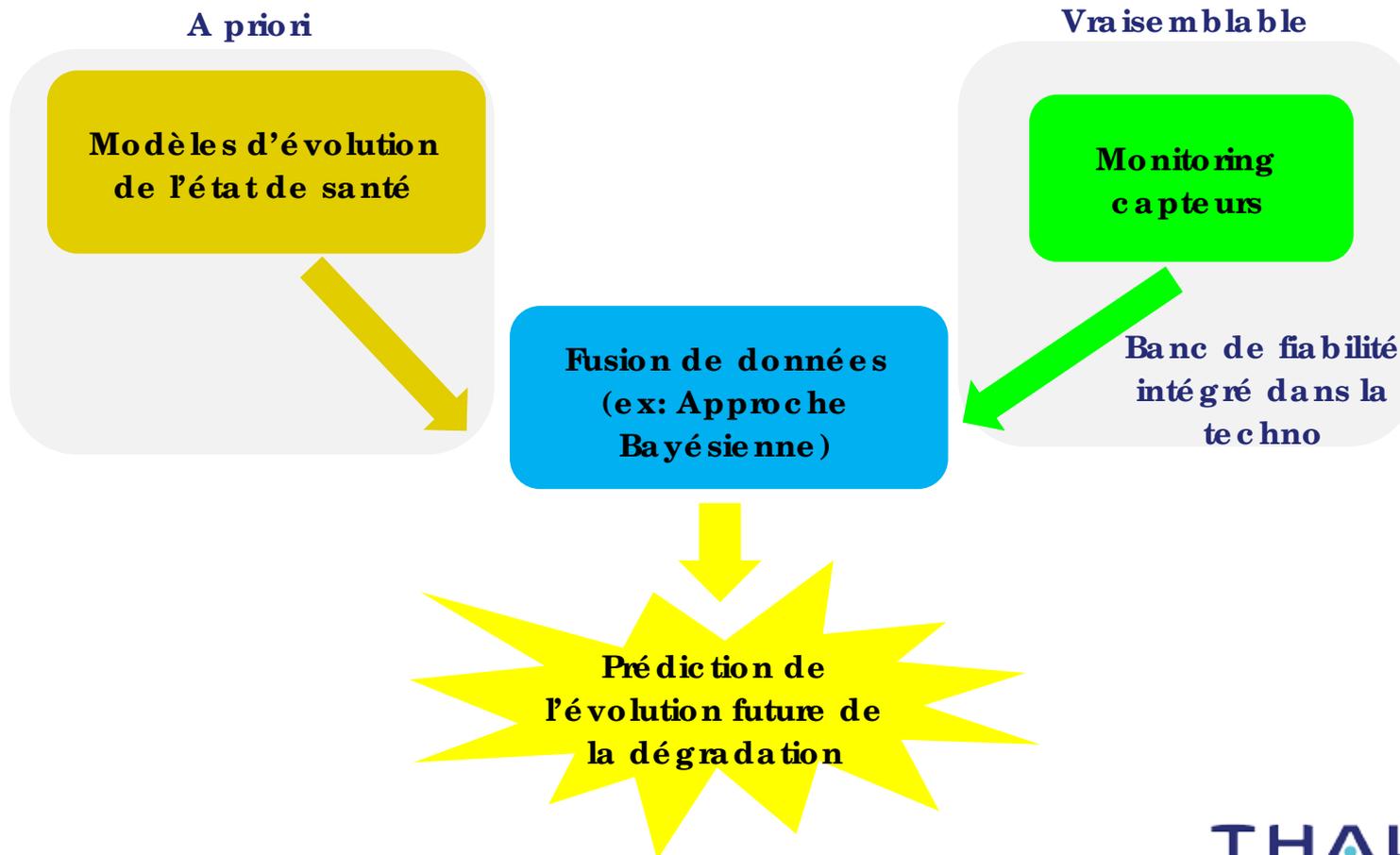
# Brique mécanique d'émission RADAR orientée PHM et sa maintenance prédictive (1)

## Ex: Le projet SMART3 dédié au System-In-Package



Ce document ne peut être reproduit, modifié, adapté, publié, traduit, d'une quelconque façon, en tout ou partie, ni divulgué à un tiers sans l'accord préalable et écrit de Thales. ©Thales 2020 Tous Droits réservés.

# Brique mécanique d'émission RADAR orientée PHM et sa maintenance prédictive (2)



Ce document ne peut être reproduit, modifié, adapté, publié, traduit, d'une quelconque façon, en tout ou partie, ni divulgué à un tiers sans l'accord préalable et écrit de Thales - ©Thales 2020 Tous Droits réservés.

## ROADMAP SIMPLE

➤ **Aujourd'hui:** Maintenance déclenchée selon un échéancier prédéfini ou lors d'une panne.

➤ **Demain :**

- Fournir une alerte avancée (i.e. prédiction avec un niveau de confiance) en cas de défaillance;
- en minimisant les opérations de maintenance imprévues,
- en optimisant les cycles de maintenance et en maintenant l'efficacité grâce à des actions de réparation rapides.



