

LABCOM PHM-FACTORY

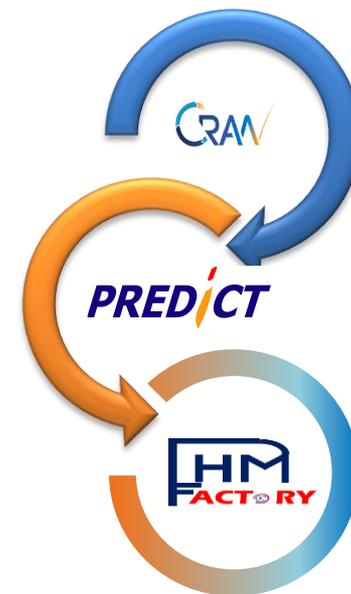
BENOÎT IUNG



CID - ISET

AM2I

INS2I
INSIS



LABCOM ... Un programme ANR

- Une des 15 mesures pour l'innovation – **Dynamique de transfert de la recherche publique** (Mme PUECH, Mme TOURNE)
- Accompagner la croissance des **PME/ETI** par l'accès à la recherche publique (initiative lancée en 2013)
- Aider à la mise en place de **laboratoires communs** de recherche entre unité de recherche et PME/ETI
 - Développer **l'innovation** par la synergie des acteurs et créer de nouvelles connaissances valorisables
 - **Partenariat bilatéral** de recherche avec des résultats à la fois en innovation et en production scientifique
 - Laboratoire porté par **l'organisme de recherche**



LABCOM .. Un programme ANR

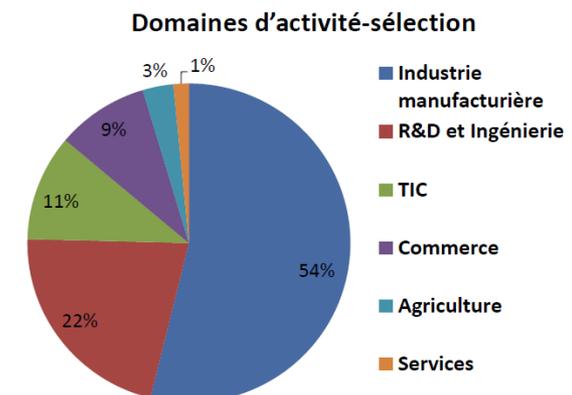
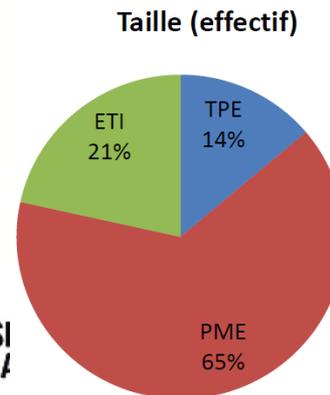
- Création de **valeur** ...
 - Développement de produits, technologies et services ... impactant la compétitivité, l'emploi Innovation ...
 - Se **nourrir des besoins** des PME/ETI pour alimenter la création de nouvelles connaissances
- Un engagement sur **3 ans** (300k€ pour l'organisme de recherche) ... avec **pérennité** à assurer
- Défini par la signature d'un **contrat** précisant son fonctionnement (gouvernance commune, feuille de route de recherche et d'innovation, mise en commun de moyens de travail, stratégie de valorisation ...)

LABCOM ... Un programme ANR

- Procédure : Dépôt au fil de l'eau (**20/09/17**) – dossier papier (25 pages); Audition; Contractualisation [phase montage 6-12 mois; phase d'opérationnalité]; suivi avec rapports & visite
- Labellisation par les **pôles de compétitivité**
- Environ 25% de succès; de 2013 à 2016 environ 100 LabCOMs de créés (très peu en INS2I)
- **7 à l'UL** (1 CRAN, 3 Jean Lamour, 1 LEMTA, 1 LEM3, 1 LRGP)

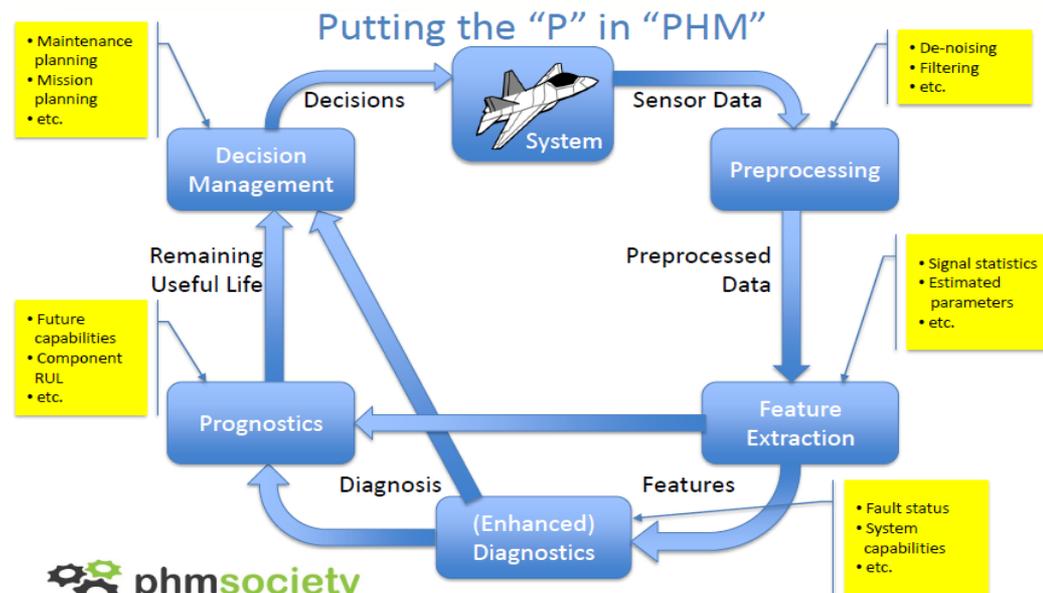
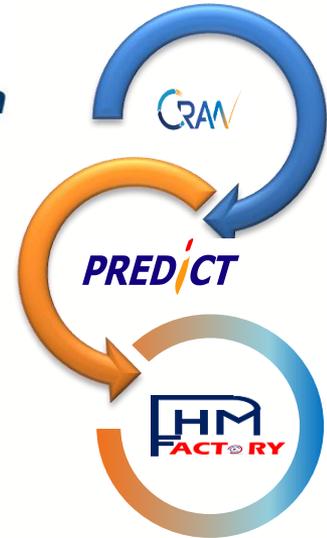


UMR
7039



LABCOM ... PHM-FACTORY

- Pourquoi la **PME PREDICT** ?
 - Problématique partagée en **PHM** (Prognostics and Health Management)
 - Lien historique avec le CRAN
- Qui est PREDICT (www.predict.fr) ?



UMR
7039

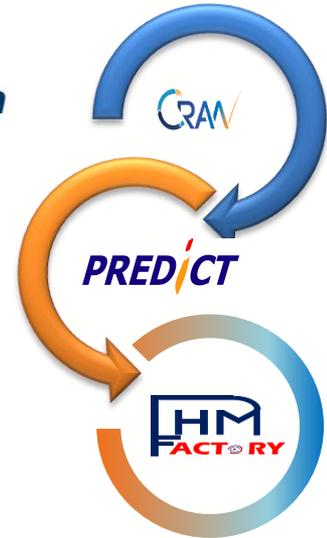


UI
DE



LABCOM ... PHM-FACTORY

- Pourquoi la **PME PREDICT** ?
 - Problématique partagée en **PHM** (Prognostics and Health Management)
 - Lien historique avec le CRAN
- Qui est PREDICT (www.predict.fr) ?



PME innovante (lauréate des concours de création d'entreprise de technologies innovantes en 1999 et 2000, ex. JEI, BPI France Excellence, Deloitte Fast 50, Comité Richelieu et Pacte PME)

- Créée en 1999, 16 collaborateurs
- Forte culture R&D & Innovation (ex. nombreux projets Européens)
- Conception et développement de solutions numériques de surveillance en temps-réel ou en continu, détection précoce anticipative, diagnostic prédictif, pronostic, thérapie proactive et de bilan de santé (vision PHM)
- Offre structurée verticalisée autour d'une ligne de produits: CASIP Engineering / CASIP / KASEM

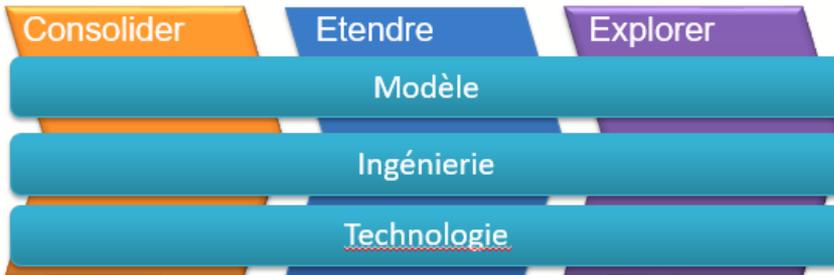
LABCOM ... PHM-FACTORY

- **LabCOM PHM-FACTORY** « Fabrique de technologies cyber pour la mise sur le marché de solutions innovantes, modulaires, génériques, communicantes, à coût objectif et attractif »
- Quels besoins d'innovation chez PREDICT ?
 - **Besoin d'évolutions des solutions CASIP & KASEM pour attaquer de nouveaux marchés** - systèmes cibles de la grande série (ex. robots, engins, véhicule, MO) – **CREATION DE BRIQUES LOGICIELLES**
 - Développement de **modèles/algorithmes métiers/génériques** du PHM adaptés aux spécificités de ces systèmes cibles et de leur contextualisation
 - Développement d'une **ingénierie agile** de ces processus pour déployer par particularisation une **solution « customisée »**
 - Adaptation des **technologies cyber-physiques** pour embarquer les modèles/algorithmes sur ces nouvelles cibles (IoT, HUMS, Raspberry Pi)



LABCOM ... PHM-FACTORY

Feuille de Route



Vers une progression partagée de compétences scientifiques, techniques, d'innovation, de valorisation

- **Consolider** ... par une étape de transfert, la boîte à outils d'algorithmes. Se confronter à la réalité (**INDUSTRIALISATION**)
- **Etendre** ... par une étape de **création de connaissances**, les fonctionnalités des plateformes logicielles (**INVESTIGATION**)
- **Explorer** ... **par des études très en amont**, de nouvelles pistes / visions en PHM (ex. en s'appuyant sur la FCH: LORIA, IECL) ... pour pérenniser le LabCOM

- **T0+18**: Fourniture d'une **nouvelle version de la toolbox** d'algorithmes de la solution CASIP/KASEM
- **T0+36**: Mise à disposition d'une **solution innovante complète** (technologie cyber-physique PHM ciblée)
- Tendre vers une « **autonomie de financement** » par différents leviers de pérennisation
 - Poursuivre l'implication de PREDICT sur fonds propres ; Dégager du budget des « outputs » du LabCOM en lien avec le « time to market »; Initier d'autres leviers de financement de l'innovation (AAP, prestations de services...)



LABCOM ... PHM-FACTORY

- Initié en 04/2014, audité en 12/2014, resoumis en 2/2015, accepté en 3/2015, débuté en 10/2015, contractualisé en **1/2016**, inauguré en **3/2016**
- Locaux au CRAN au 4^{ième} étage
- 132,5 HM pour le CRAN, 114 HM pour PREDICT
- Gouvernance (JB Léger, D. Wolf, D. Theilliol, B. lung, F. Peysson) + M. Bilon, S. Quatravaux ...



CID - ISET

P. Do Van

B. lung

E. Levrat

C. Simon

D. Theilliol

A. Voisin

P. Weber

W. Mechri

H-C Vu

T. Klingelschmidt

B. Liu

K. Shahin

J.B. Léger (Dr.)

F. Barbier

D. Morel

C. Mozatti

F. Peysson (Dr.)

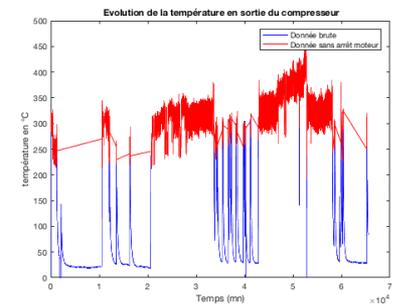
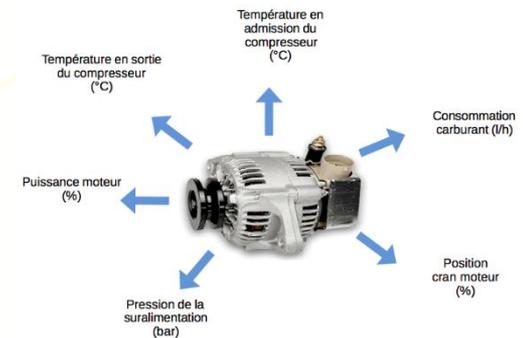
LABCOM ... PHM-FACTORY

- Exploitation de **jeux de données (continues)**

réelles issus de:

- **Moteurs alternateurs** de bateaux
(ex. contrat DCNS)
- **Machines outils** type COMAU (ex. RENAULT)

- **Diagnostic** ... pour aider à identifier la ou les causes
- **Pronostic** ... pour évaluer de façon crédible des RUL
- **Combinaison** Diagnostic/Pronostic
- Génération **d'indicateurs** de niveau système
- *Du niveau composant au niveau système à des flottes*
- *Ingénierie (système) pour le déploiement d'architecture CPS*
- *Aide à la décision (dynamique) en maintenance prévisionnelle – Optimisation à base d'opportunités*

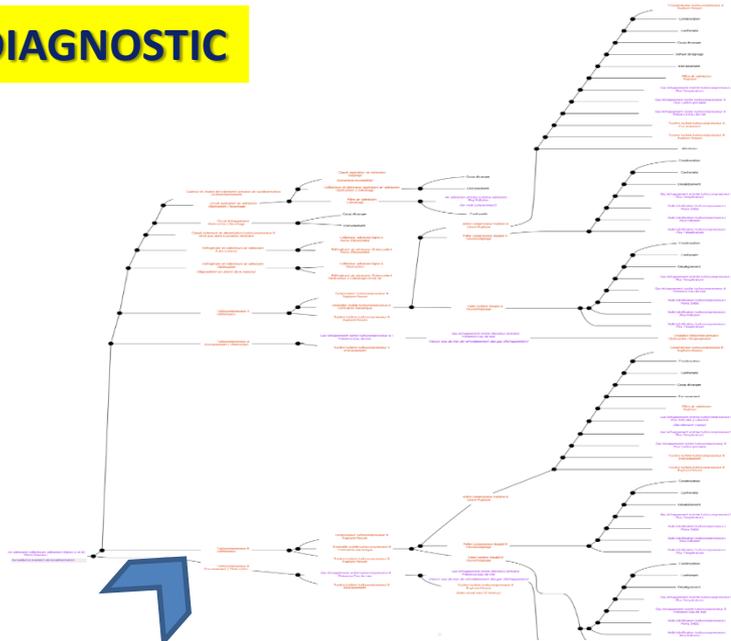


3 papiers en conférence, 2 rapports de contrats, plusieurs articles en préparation (ARC, RESS)

LABCOM ... PHM-FACTORY

Arbre causal non probabiliste
d'un système de turbo-propulsion de bateaux

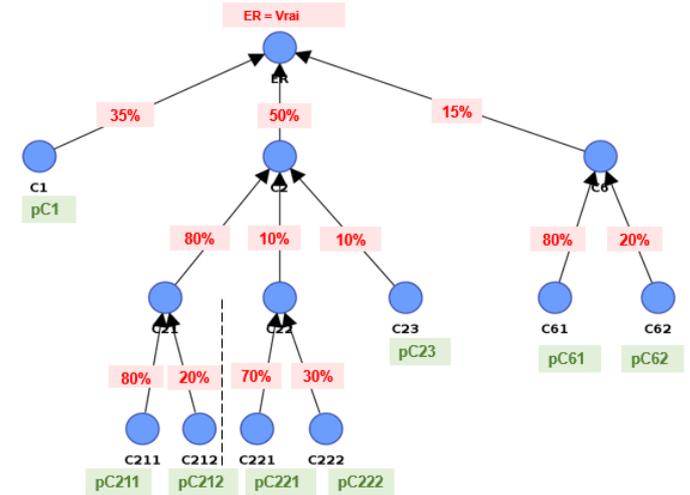
DIAGNOSTIC



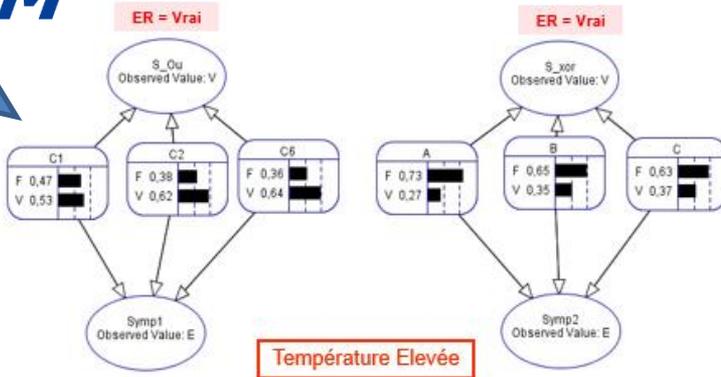
KAS-EM

CRAM

Transformation - Exploitation des RB



Comment estimer les p_{Ci} des nœuds racines du RB pour avoir $P(\text{Cause}|\text{Conséquence})$ données par l'expert ou définie par le REX ... **Algos. d'optimisation**

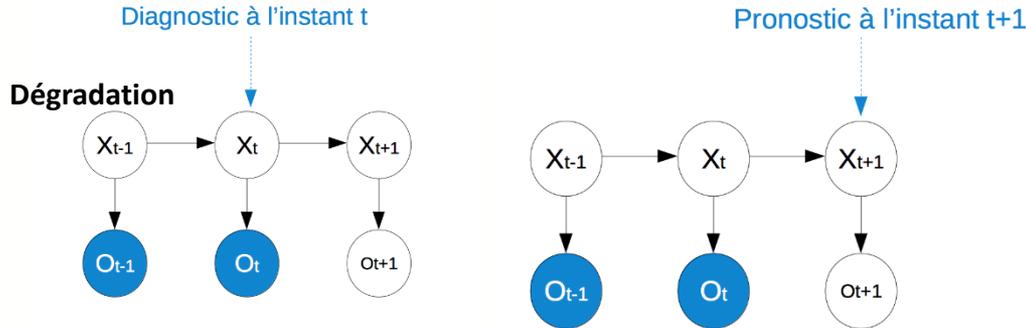


Comment considérer les **symptômes** pour préciser les TPC afin de réduire les groupes d'ambiguïté?

LABCOM ... PHM-FACTORY

Modèle graphique probabiliste supervisé

Hidden Markov Model (HMM)



DIAGNOSTIC - PRONOSTIC

Séquence d'observations $O_{1:t}$

Matrice de transition

$$Transition = \begin{bmatrix} 0,98 & 0,02 & 0 \\ 0 & 0,94 & 0,06 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matrice d'observation

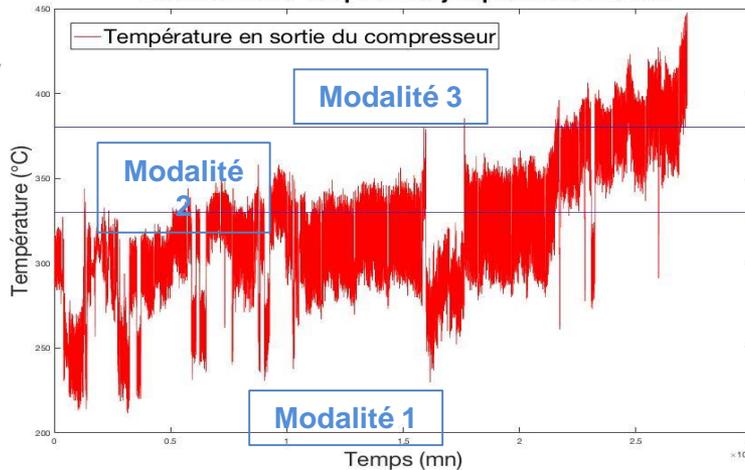
$$Emission = \begin{bmatrix} 0,9 & 0,05 & 0,05 & 0 \\ 0 & 0,80 & 0,1 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,05 & 0,95 \end{bmatrix}$$

Classification
(moteur
d'inférence)

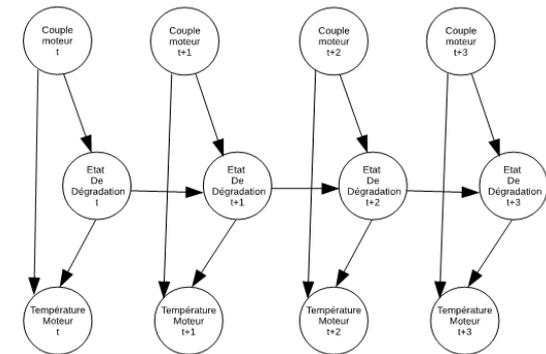
La distribution de
probabilité sur les
états cachés
 $X_{1:t}$

Température

Evolution de la température jusqu'à la défaillance



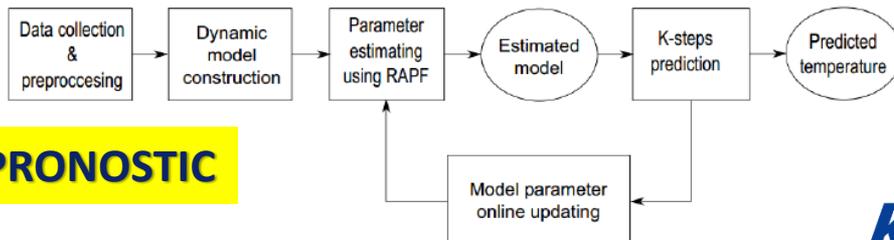
Input/Output Hidden Markov Model (I/O HMM)



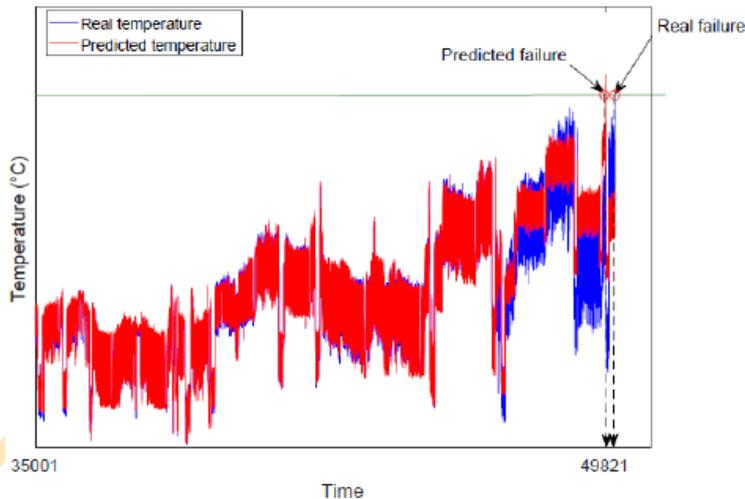
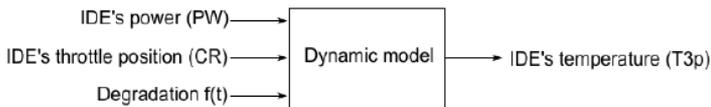
LABCOM ... PHM-FACTORY

Filtre Particulaire (Particle Filter)
 Inférence Bayésienne – Solution approchée

Regularized Auxiliary Particle Filter (RAPF)

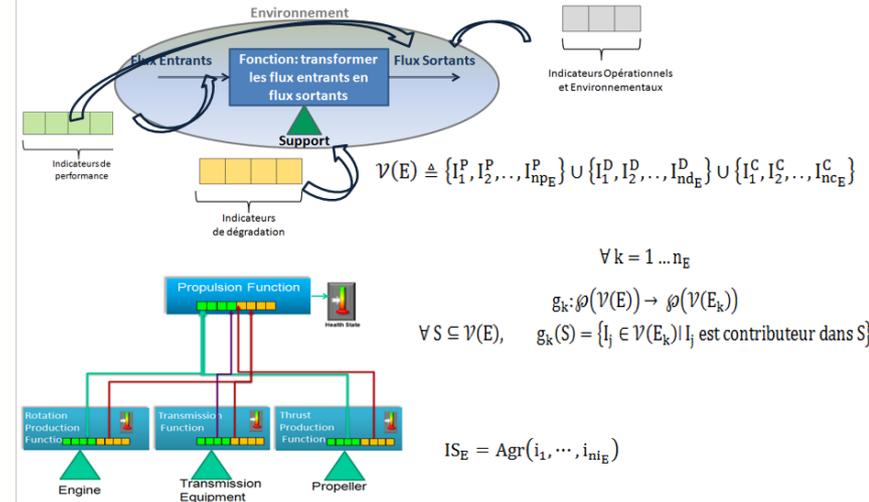


PRONOSTIC



BILAN DE SANTE

Agrégation d'indicateurs
 Intégrale de Choquet

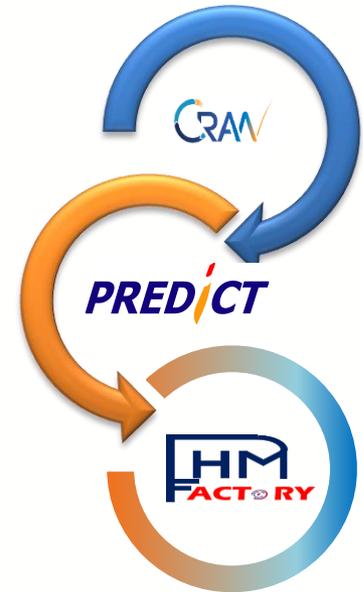


UMR
7039



LABCOM PHM-FACTORY

BENOÎT IUNG



CID - ISET

AM2I

INS2I
INSIS

