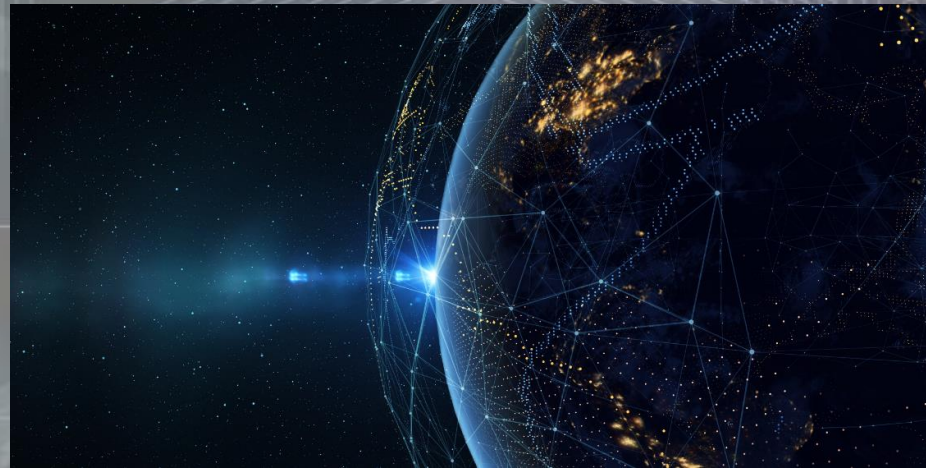


Quels systèmes d'IA pour aller du signal capteur à la compréhension du comportement observé



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle



1. **Berger Levrault**
et son Laboratoire de recherche avancée
2. **« World sensing » ?**
3. **Quels systèmes d' IA pour aller du capteur
au comportement ?**



1.

Berger Levraut

Laboratoire de recherche avancée

CHIFFRES CLÉS 2018

€

160 M€

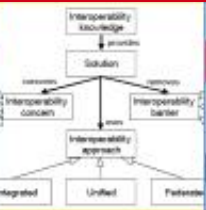
CHIFFRE D'AFFAIRES



1700

COLLABORATEURS

LABORATOIRE RECHERCHE AVANCEE

 Tracability, testability • User paths analysis • Software usages • Quality Knowledge • Improve customer support services	 Sustainable Development • Detection of singularities/ episodes • Detection of urban objects • Sanitation network reconstruction • Sandflow fluid dashboard • TreeTech: Diagnosis of Trees' Health	 Home-HealthCare • Planning for Healthcare • Management of elders frailty	 Artificial Intelligence and management tools • Chatbot for Citizen portals • Bots to improve software maintenance • NLP for citizen forums • NLP for documents analysis • AI for HR and financial predictions	 e-Tourism • Personalized Visits for Museums • Analysis and Tracking mechanisms of Tourism Flows
 Advanced HCI • Devices composition • RPM • Augmented Reality	 Patients flows and Health • Management of Patients in and between emergency services	 Software Interoperability	 Architecture Multi-Agent and Web 3.0 • Change languages and technologies • Deal with technical debt • Keep same UI • Migrate towards Microservices for SaaS	 Blockchain • Software interoperability • Electronic signature

The slide features a solid red vertical bar on the left side. The background is white with faint, light blue geometric shapes resembling mountains or abstract peaks. The number '2.' is displayed in white inside a red square.

2.

World sensing et IA ?

World sensing et IA ?

► Observer les événements # mesurer / superviser :

- Contextualisation des événements collectés
- Si l'on observe on suppose une faible connaissance à priori, la connaissance du phénomène est acquise par l'observation
- L'observation se fait sur un temps indéterminé
- Si l'on supervise on a une connaissance à priori du phénomène, on cible l'élément à superviser
- Observer impliquerait une interaction entre l'observateur et l'observé !

Comment observer ➔ apprentissage non supervisé ? Exploration ?

Apprentissage stochastique ?

Un principe ➔ l'espace – temps seront des propriétés intrinsèques de chaque information!

Une hypothèse ➔ le monde est information ?

VERROUS SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

➤ CERTIFICATION et CONFIANCE dans les données

- **Confiance et certification de données de capteurs** : la détection d'anomalies et de valeurs aberrantes dans les séries temporelles

➤ WORLD SENSING

- Sémantisation de chaque mesure pour en faire une information spatio-temporelle puis la contextualiser ➔ « informatique hautement distribuée »
- Intelligence distribuée ➔ analyse au plus près de l'observation (edge computing, voir nano edge computing)
- Observation en continu ➔ adaptation de l'échantillonnage de collecte ➔ capacité et vélocité des réseaux de collecte et optimisation du stockage
- Technologie orienté séries temporelles

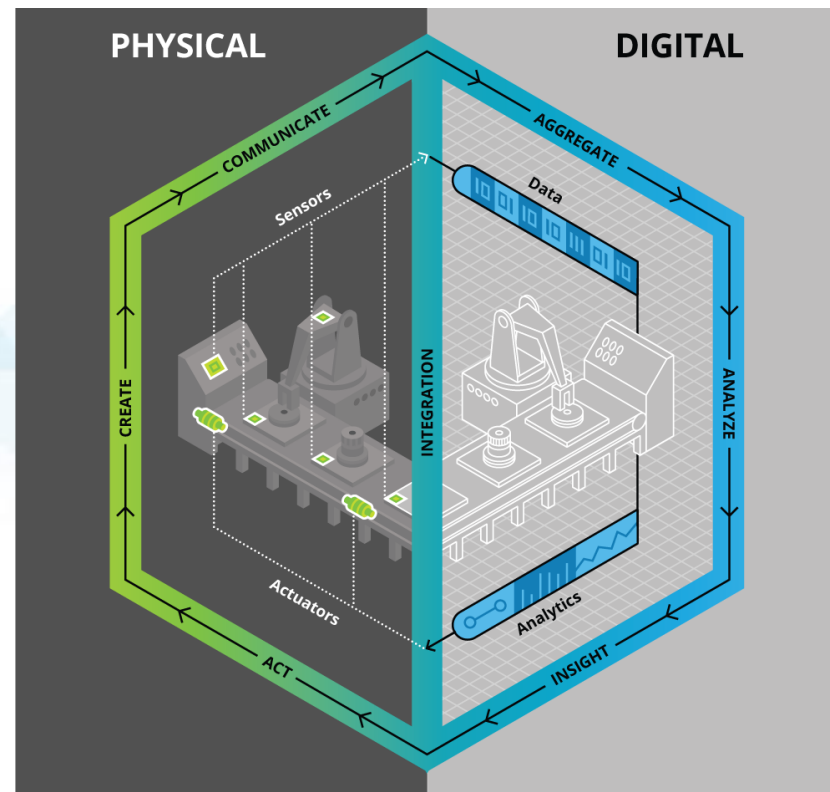
VERROUS SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

➤ AUTO MODELISATION

- **Identification automatique des meilleurs algorithmes de classification** permettant de détecter les modes de fonctionnement et les défaillances en fonction du contexte identifiable dans l'ensemble des données. Cette identification pourra prendre la forme d'un agent en capacité de déterminer « automatiquement », c.à.d. avec le moins de supervision possible, les paramètres à appliquer aux différentes méthodes de classification mises en compétition

PKOI FAIRE ?

- Système cyber-physique
- 2^{de} approche de la cybernétique
 - l'approche systémique de la complexité pour comprendre le comportement



3.

Quels systèmes d' IA : travaux / résultats

DÉMARCHE SCIENTIFIQUE POUR NOS TRAVAUX / WORLDSensing

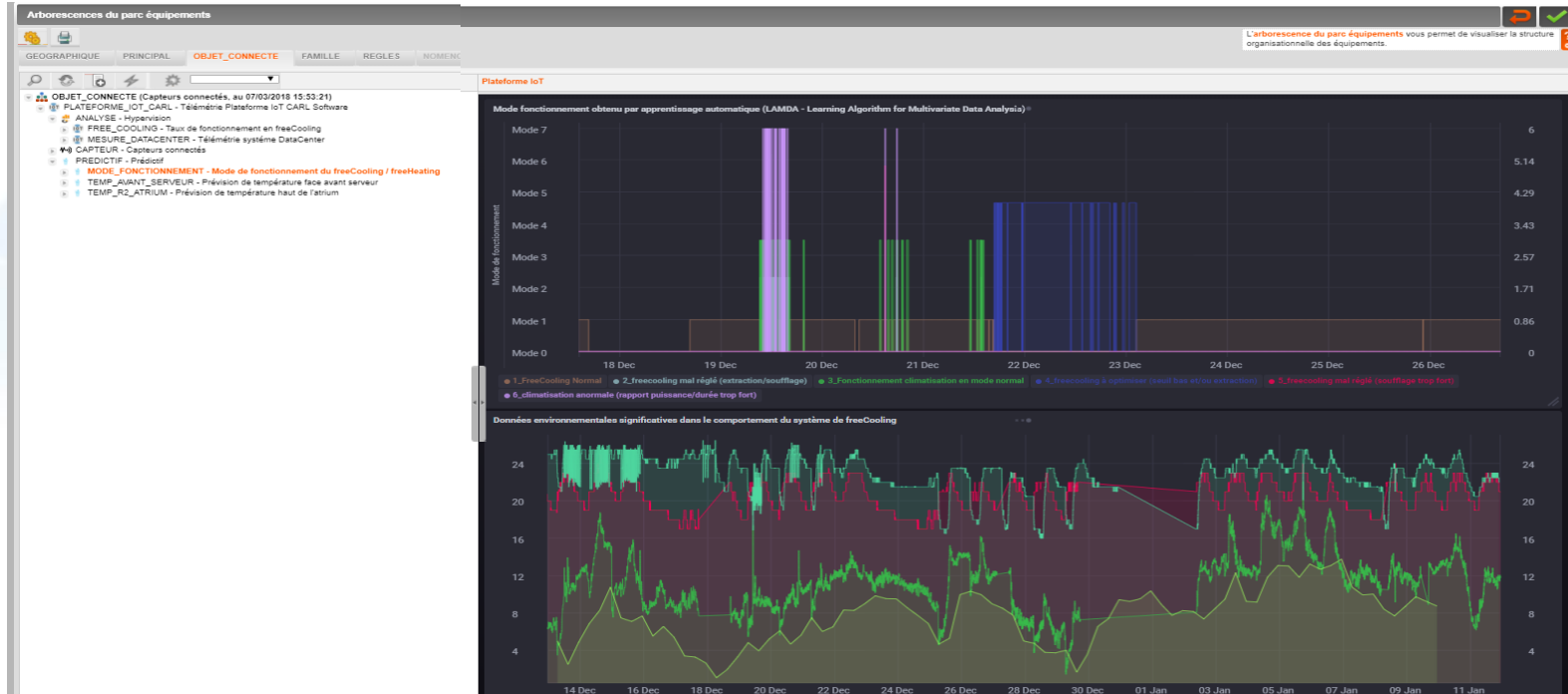
- Choix de la démarche scientifique empiriste au lieu de rationaliste
 - Démarche inductive : O.H.E.R.I.C (« la théorie ancrée¹ »)
 - Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion
- L'approche inductive : consiste en observer le réel pour en tirer, par induction, les lois qui le régissent

Autrement dit :

A partir de cas singuliers nous allons chercher à accéder aux énoncés universels (par itération)

EN PRATIQUE – NUMERISATION DU REEL ET EXTRACTION DU « SENS »

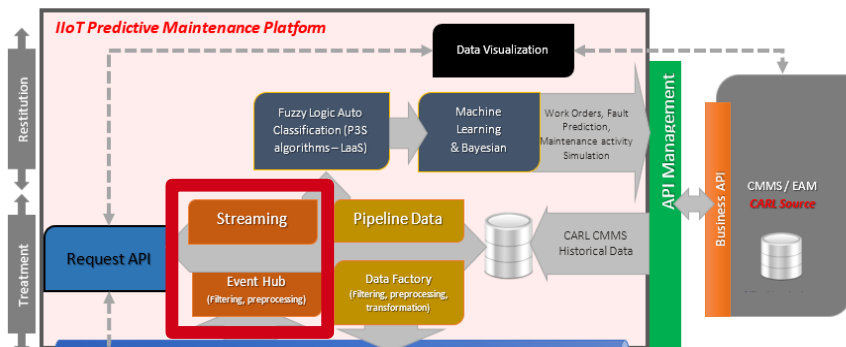
Détection automatique de mode de fonctionnement à partir de données de capteurs (optimisation énergétique du bâtiment, maintenance prévisionnelle, ...)



CERTIFICATION ET CONFIANCE DANS LES DONNÉES

DETECTION ANOMALIES

IIoT Services Platform

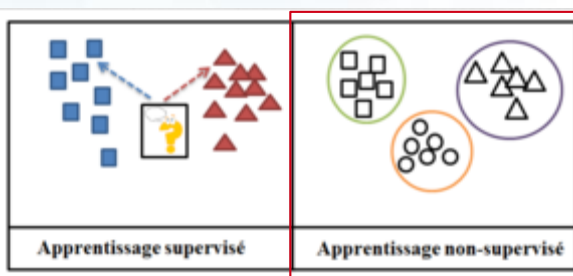


Supervisé

- essai avec des RNN / LSTM
- inefficace car base d'apprentissage complexe à réaliser

Non supervisé – semi supervisé

- ✓ Systèmes multi-agents adaptatifs
- ✓ Classification non supervisé



CLASSIFICATION ET SUIVI EPISODE DANS LES SIGNAUX - CLASSIFICATION LAMDA

Process Sensor Selection & Situation assessment

Outil d'aide à l'opérateur pour la sélection des capteurs (variables),
la détection de défaillances et le diagnostic des procédés industriels

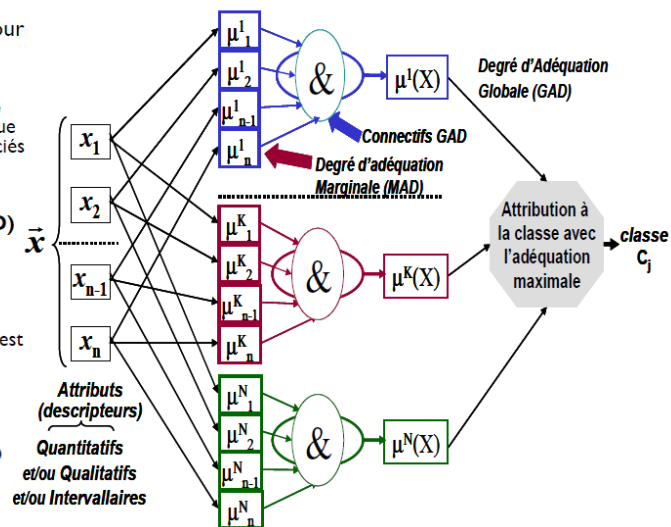
Base

- LAMDA - Learning Algorithm for Multivariable Data Analysis
- MEMBAS - MEMbership Margin Based feAture Selection

La méthode consiste à déterminer le degré d'**adéquation** (appartenance)
d'un élément (ou individu) à des classes existantes.

- Procédure: pour chaque élément X et pour chaque classe k

1. Le **profil (caractéristiques) de la classe** est obtenu en calculant la moyenne de chaque attribut selon les valeurs des éléments associés à la classe.
2. Le **Degré d'Adéquation Marginal (MAD)** est calculé pour chaque attribut : analyse la contribution de chacun des attributs de l'individu aux caractéristiques des classes.
3. Le **Degré d'Adéquation Global (GAD)** est calculé pour chaque élément à partir des MADs en utilisant des opérateurs logiques d'agréation.
4. L'élément est affecté à la classe avec le GAD maximum



SYSTÈME MULTI-AGENTS ADAPTATIFS

Système Multi-Agents pour la détection d'anomalies dans les bâtiments intelligents

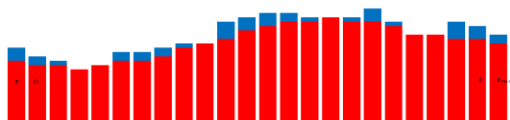
Cas d'applications

- **Système ouverts** : intégrer de nouvelles sources de données provenant de nouveaux senseurs
- **Hétérogénéité** qui autorise le système à agréger des données de natures différentes
- **Apprentissage** tout au long de la vie du système car la structure d'un bâtiment ou son emploi peut évoluer
- **La détection de nouveaux types d'anomalies** à partir d'exemples donnés par la supervision humaine

Une multitude de capteurs



Chaque capteur c calcule sa **disparité** Δ_c^t à l'instant t à partir des données mesurées récentes et d'un **profil** de référence.



Le **profil** de chaque capteur est mis à jour en permanence grâce aux données acquises.

Un poids p_c est affecté à chaque capteur c pour représenter son importance dans une anomalie

Pour chaque temps t une **contrainte** C_t est posée

$$C_t = \Delta_0^t * p_0 + \Delta_1^t * p_1 + \dots + \Delta_c^t * p_c \leq \text{Seuil}$$

Un expert humain peut faire des retours au système si une **contrainte** est mal classifiée



L'évènement à $t=2$ est en fait une **anomalie** !

Le Système Multi-Agents met à jour les **poids** liés aux capteurs de manière à placer la **contrainte** en $t=2$ au dessus du seuil sans changer la classe (normale ou anormale) des autres **contraintes** existantes

EN PRATIQUE – NUMERISATION DU REEL ET EXTRACTION DU « SENS »

Comment détecter des objets urbains et leurs caractéristiques à partir d'images pour les référencer automatiquement, les géolocaliser et suivre leurs évolutions ?



Imageries aériennes

Détection de tombes
Détection couvert
végétal



Images prises au sol

Inventaires
patrimoines
techniques
outdoor et indoor



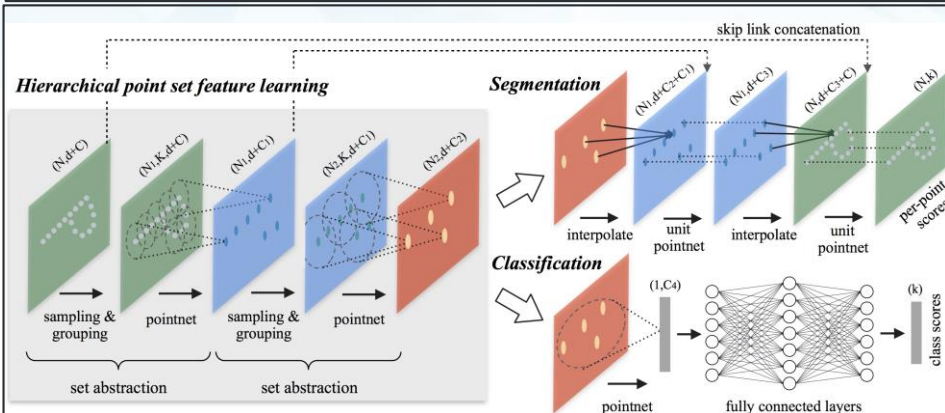
DEEP LEARNING – RECONNAISSANCE D'OBJET



Figure 1 – de gauche à droite, un arbre, une voiture, un panneau de signalisation, un piéton, un poteau.



Figure 2 – Vue globale de notre acquisition LiDAR terrestre. On peut y distinguer des arbres, un arrêt de tramway ainsi qu'une petite résidence. A droite, un arbre est isolé puis sous échantillonné en un nuage de 512 points



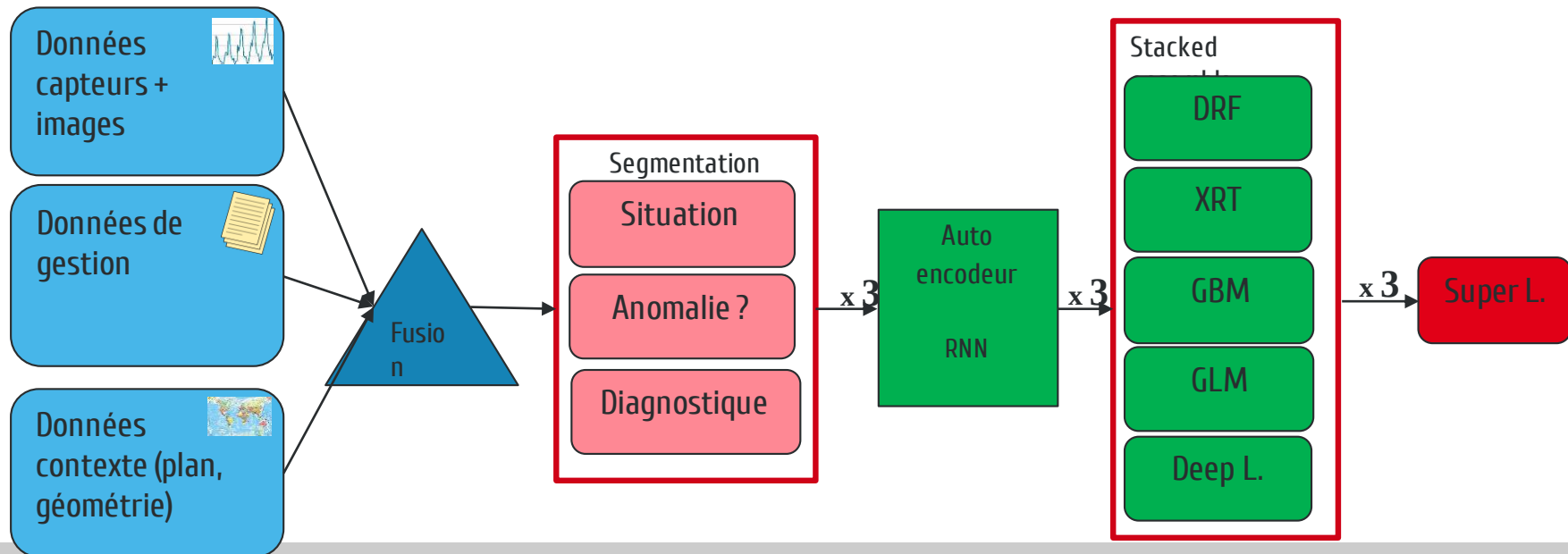
		Vérité terrain (annotations)				
		arbre (75)	voiture (39)	signalisation (8)	poteau (23)	piéton (15)
Classification	"arbre"	58	2	0	4	0
	"voiture"	3	34	0	0	0
	"signalisation"	1	0	4	18	2
	"poteau"	0	0	1	1	0
	"piéton"	0	0	3	0	10
	"bâtiment"	6	3	0	0	3
F mesure		0.835	0.895	0.242	0.080	0.714

Table 4 – Matrice de confusion pour l'augmentation virtuelle avec $k = 5$. F mesure globale : 0.669

« INTELLIGENCE AUGMENTEE »

IDENTIFICATION DE CONTEXTE GLOBALE, DE SITUATIONS ET DE « COMPORTEMENTS »

Détection de situation, d'anomalie et auto diagnostique → jumeau numérique et modèle comportementale d'un « système » (réseau, équipements, bâtiments, ...) pour optimiser la gestion d'équipement et du territoire (adaptabilité, gains d'efficacité et de flexibilité).



« STACKED ENSEMBLES ET « SUPER LEARNER »

A la fin de l'apprentissage des différents modèles nous exécutons un algorithme de méta apprentissage (« Super Learner »).

Le principe du Super Learner est de ne faire aucune hypothèse en fournissant une librairie la plus riche possible en modèles paramétriques et non paramétriques. L'algorithme détermine ensuite à partir des données en utilisant la validation croisée et une fonction de perte appropriée quel est, au sein de la librairie, le modèle le plus adapté pour modéliser les données. Les modèles sont classés en fonction de leur performance et un nouvel algorithme hybride et original est construit sous la forme d'une combinaison pondérée des meilleurs modèles inclus dans la librairie.

Données d'apprentissage

Librairie de modèles

Paramètres W

$X_i = (Y_i, W_i), i = 1, \dots, n$
 L dans $K(n)$

W est un ensemble de covariables de p -dimension

Aptitude du métamodèle

$$\hat{\Psi}_{SL}(W) = \sum_{k=1}^K \hat{\alpha}_k \hat{\Psi}_k(W)$$

