

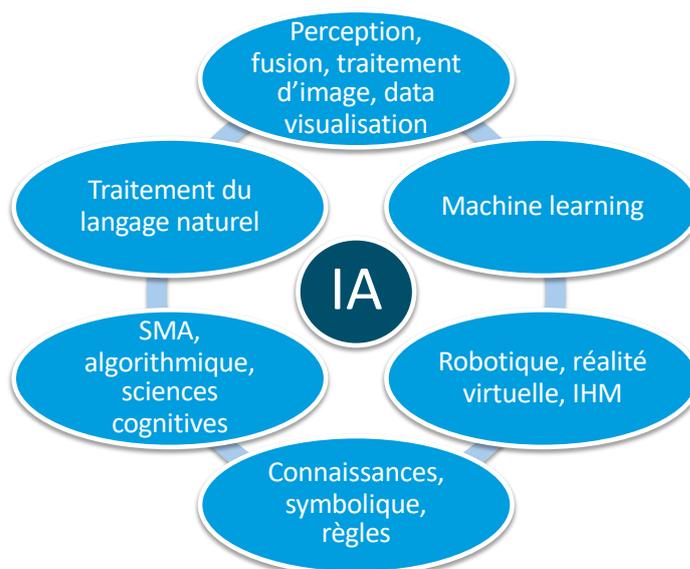
## Programme IA2

# Intelligence Artificielle et Ingénierie Augmentée

*Ou comment hybrider IA, Connaissances Métier et Modèles Physiques?*

Patrice AKNIN, IRT SystemX

Journée AFIA – 11/4/2019



## Des réussites spectaculaires

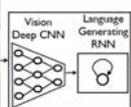
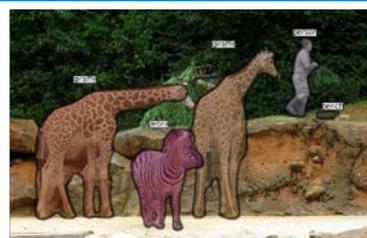
- IBM Watson (2011) gagne le jeu Jeopardy (cluster de 2880 cœurs sous hadoop, réponses/questions en langage naturel)
- Google Deepmind
  - [Deep Q-learning](#) (2013) gagne les jeux Atari (renforcement learning)
  - Alphago (2016) bat Lee Sedol, le n°2 mondial de Go en 2016 et Ke Jie, le n°1 en 2017 (deep learning et reinforcement learning).
- Softbank robotics (2016), apprentissage robot ([Pepper - bilboquet](#))
- NVIDIA (2016), autopilote pour [voiture autonome](#), (CNN, RL)



3

## Des réussites spectaculaires

- Facebook AI
  - M (2015) assistant personnel inclus dans Messenger
  - Reconnaissance d'image « [Embed the world](#) » (2014)  
1 Md d'images analysées chaque jour dans 2 CNN
- NVIDIA (2018) [StyleGAN](#) (GAN, Goodfellow 2014)
- Google, Stanford (2014) [Caption generator](#),  
CNN + Recurrent NN



A group of people shopping at an outdoor market.  
There are many vegetables at the fruit stand.



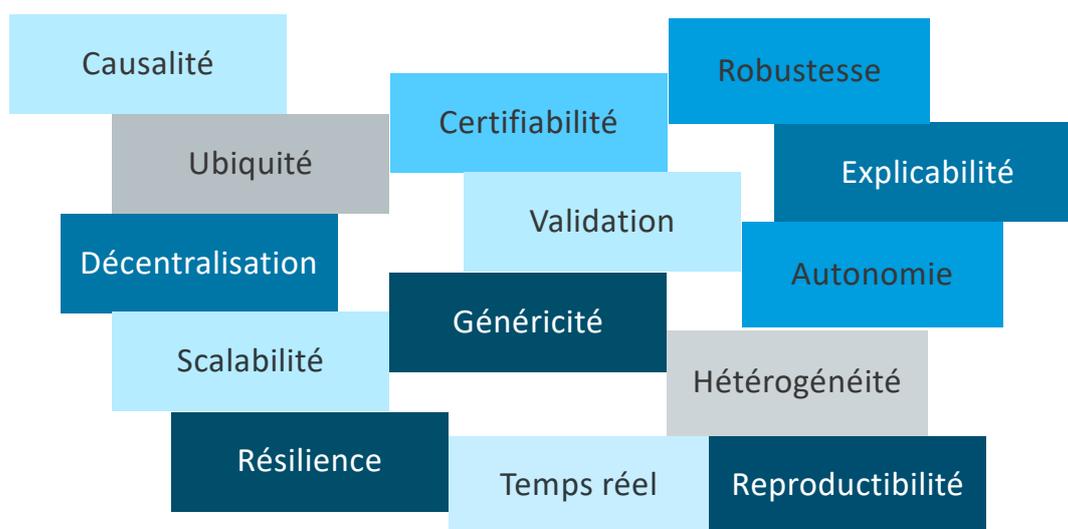
4

## Pourquoi l'IA (revient-elle) aujourd'hui ?

- Masses de données
- Puissance de calcul disponible
- Des algorithmes puissants
- Des réussites exemplaires
- Beaucoup d'applications dans les services
- ....
- Et pour le métier d'ingénieur ??

5

## Quelles attentes pour les systèmes industriels ?

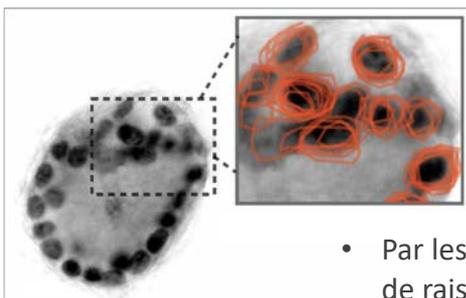
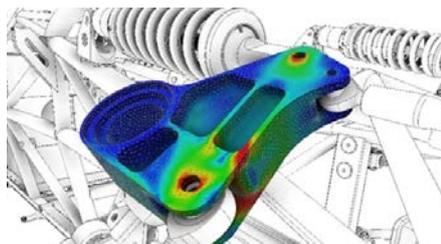


6

## Les approches traditionnelles de l'industrie

Chez les industriels, les connaissances sont capitalisées généralement :

- Dans des codes de calcul de simulation



- Par les experts, formalisées sous forme de règles, de raisonnement, parfois moins bien formalisées

7

## Des domaines scientifiques rarement rapprochés

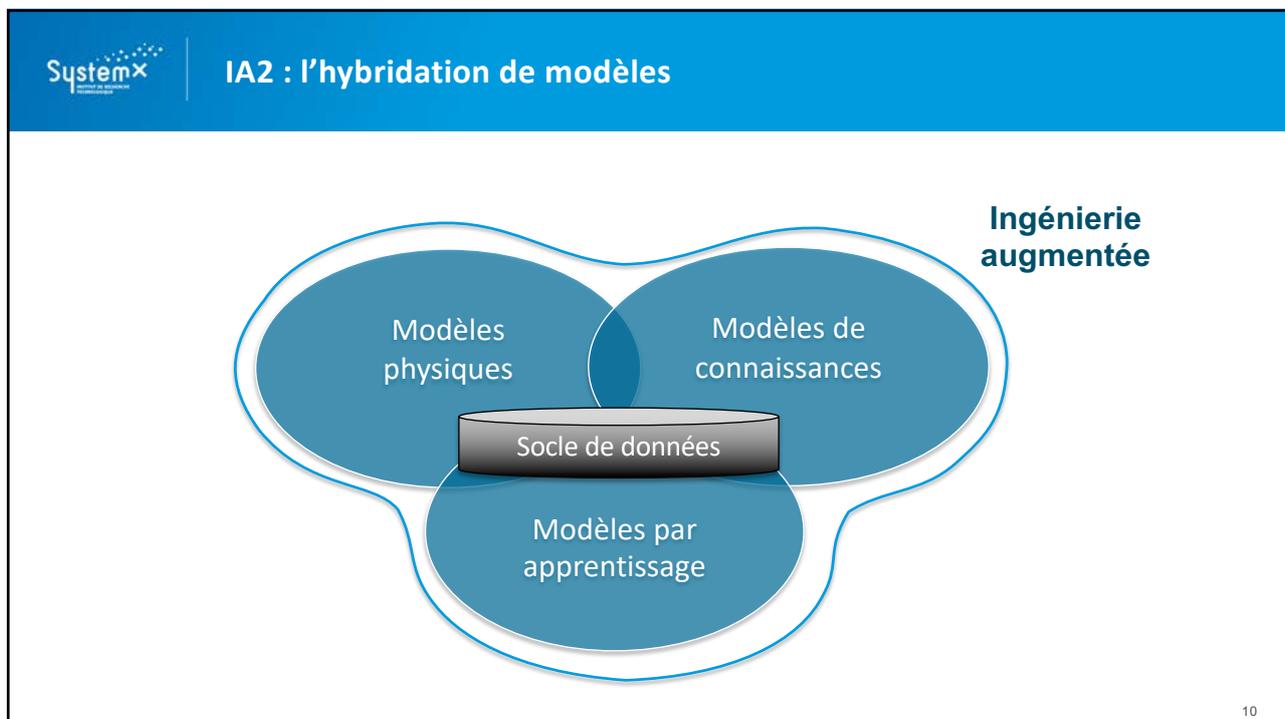
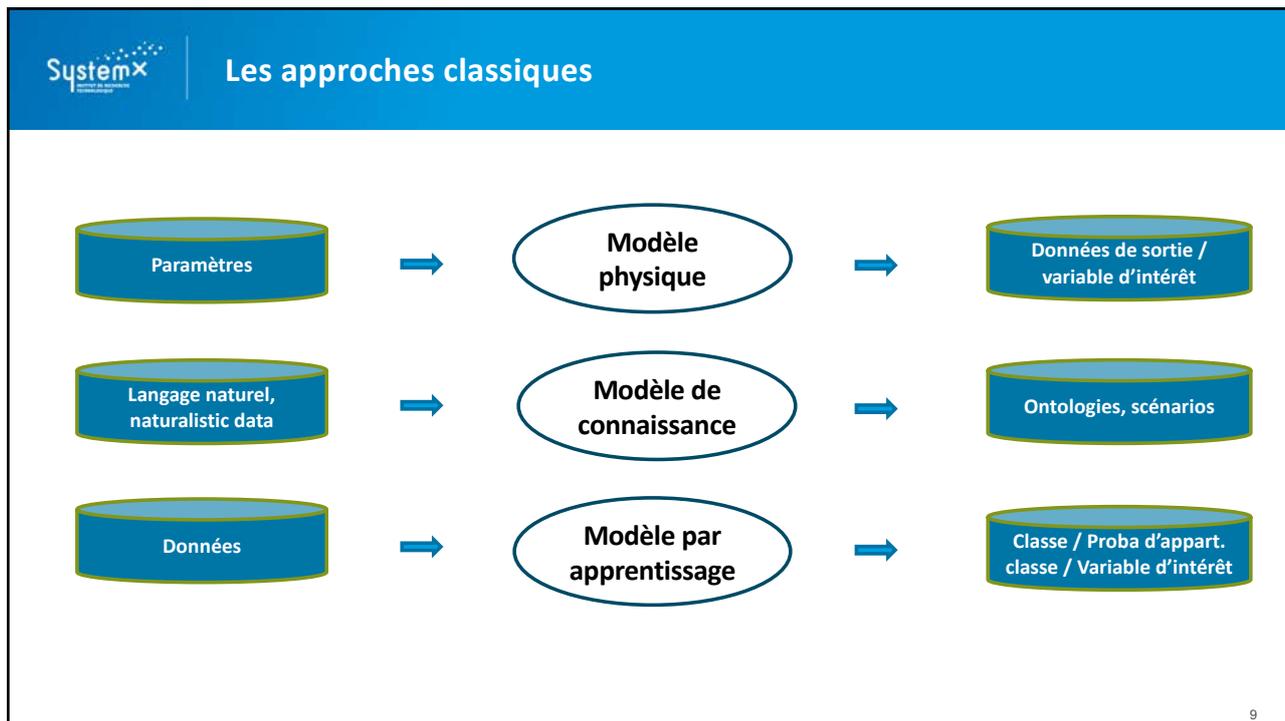
Domaines scientifiques :

- Le **calcul scientifique**, les modèles physiques, la simulation
- La **représentation des connaissances**, le raisonnement
- L'**apprentissage automatique**, principalement numérique

Chacun de ces champs scientifiques est aujourd'hui bien outillé mais souffre de limitations :

- Une difficulté à modéliser « fidèlement » un système physique réel
- Des temps de calculs parfois prohibitifs pour certains codes de calcul scientifique
- Difficulté à disposer d'un nombre suffisant d'exemples pour un apprentissage de qualité
- Une difficulté à couvrir tous les cas possibles. Gestion des exceptions à l'aide de connaissances et de modèles de comportement proposés par des experts
- Une difficulté à guider et expliquer l'apprentissage

8



- 1. Simulation augmentée par l'IA**
- 2. Hybridation de données**
- 3. Hybridation de modèles**
- 4. Évaluation de la robustesse, interprétation et explication des résultats**

- Aide à la définition et à l'évaluation de la qualité des maillages
- Choix des sorties de la simulation par « stream mining » au cours de l'exécution
- Revisite des approches classiques de calage avec les avancées récentes du machine learning
- Revisite des approches de construction de meta-modèles avec le Deep Learning
- Système d'aide intelligent pour la mise en place d'un projet de simulation physique

## 2 - Hybridation de données

- Utilisation conjointe de données réelles et de données synthétiques issues de simulations dans un modèle d'apprentissage (transfert learning)
- Génération de données synthétiques par simulation (modèles physiques ou SMA) pour une bonne couverture de l'espace d'entrée de l'apprentissage
- Hybridation de données sémantiques et de données numériques (active learning)
- S'aider de données complémentaires générées par des modèles adversariaux

13

## 3 - Hybridation de modèles

- Insérer un modèle « appris » à l'intérieur d'un modèle physique
- Insérer un modèle physique dans un processus d'apprentissage
- Coupler un modèle physique et un modèle appris
- Ajouter des capacités d'apprentissage dans une simulation multi-agents
- Ajouter de la connaissance experte dans un processus d'apprentissage

14

## 4 - Évaluation de la robustesse, explication des résultats

- Dataviz pour le dépouillement des simulations
- Utilisation de modèles physiques pour la simulation des cas extrêmes difficilement observables et l'évaluation de la robustesse des modèles appris
- Explication et interprétation par ajout de connaissance experte dans le processus d'apprentissage
- Construction de « jumeau explicatif » à côté des modèles d'apprentissage « boîtes noires »

15

## Interopérabilité des données, des connaissances et des modèles

## Un point de passage obligé →

- **Interopérabilité des données / connaissances**
  - Standards du web sémantique
- **Interopérabilité des modèles**
  - Simulink/FMI pour la co-simulation
  - PMML/PFA/ONNX/NNEF pour les modèles neuronaux



16

## Travaux déjà en cours à l'IRT SystemX

- Le **réglage de procédés industriels** comme la fabrication additive ou les chaînes de fabrication spécifique à haute technicité
- L'utilisation conjointe de données de simulation obtenues par un **modèle physique et de données issues d'essais réels** pour la conception de systèmes industriels
- La **génération automatique de scénarios** pour la validation de la fonction de décision d'un autopilote de voiture autonome construite par apprentissage
- La surveillance, le diagnostic et le pronostic de l'état d'installations industrielles, aidées par des connaissances exprimées dans les standards du **web sémantique** en complément de données issues de capteurs

17

## Construction du programme IA2

- Un **programme ambitieux**, spécifiquement financé par le PIA
- Une articulation de **projets de R&D collaboratifs** (autour de nombreux usecases partagés) et d'un **programme doctoral** en « chapeau »
- Démarrage **T4 2019**
- Un **consortium large** en construction (industriels et académiques)

18

# Merci

patrice.aknin@irt-systemx.fr