

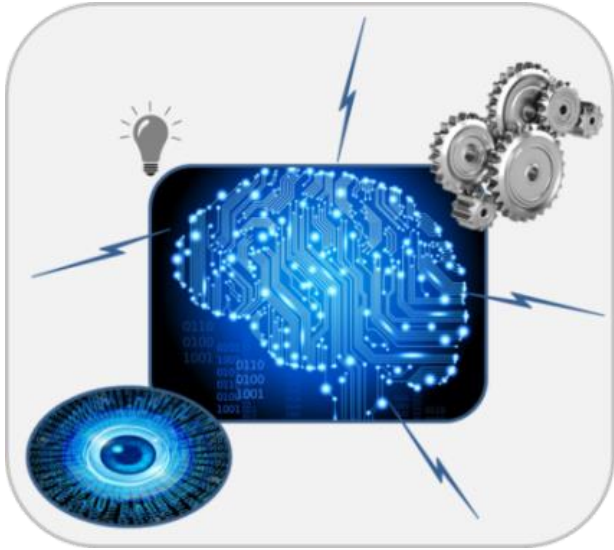
L'IA dans la collaboration Humain- Machine pour les avions de combat

Cours HSI CentraleSupélec – Mars 2025

Pierre de BODMAN

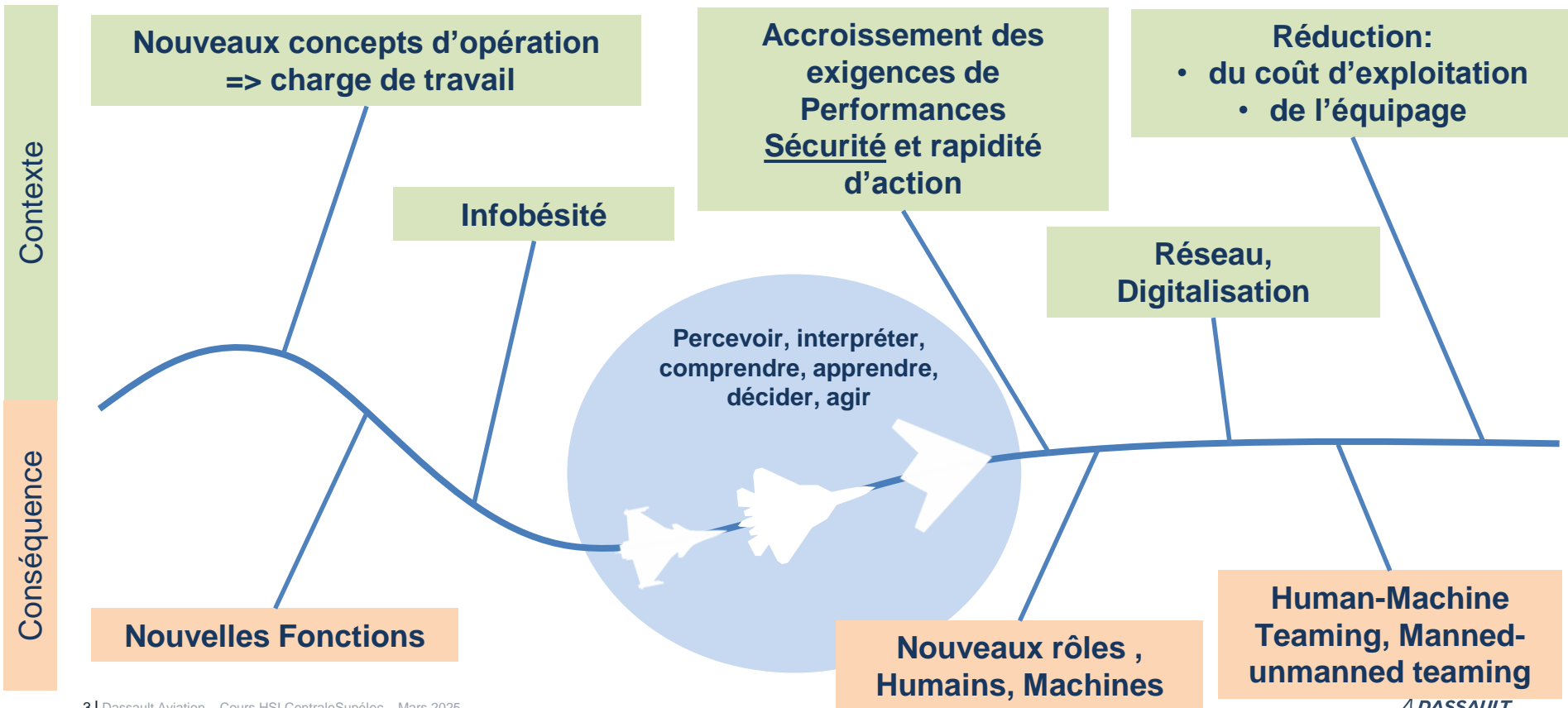
SYSTÈME AÉRIEN COGNITIF

Machine cognitive – Collaboration – Adaptation



Perception – Sens – Apprentissage – Connaissances – Action

ÉVOLUTION DES MISSIONS COMPLEXITÉ DU CONTEXTE OPÉRATIONNEL



LA RÉVOLUTION DU COMBAT COLLABORATIF

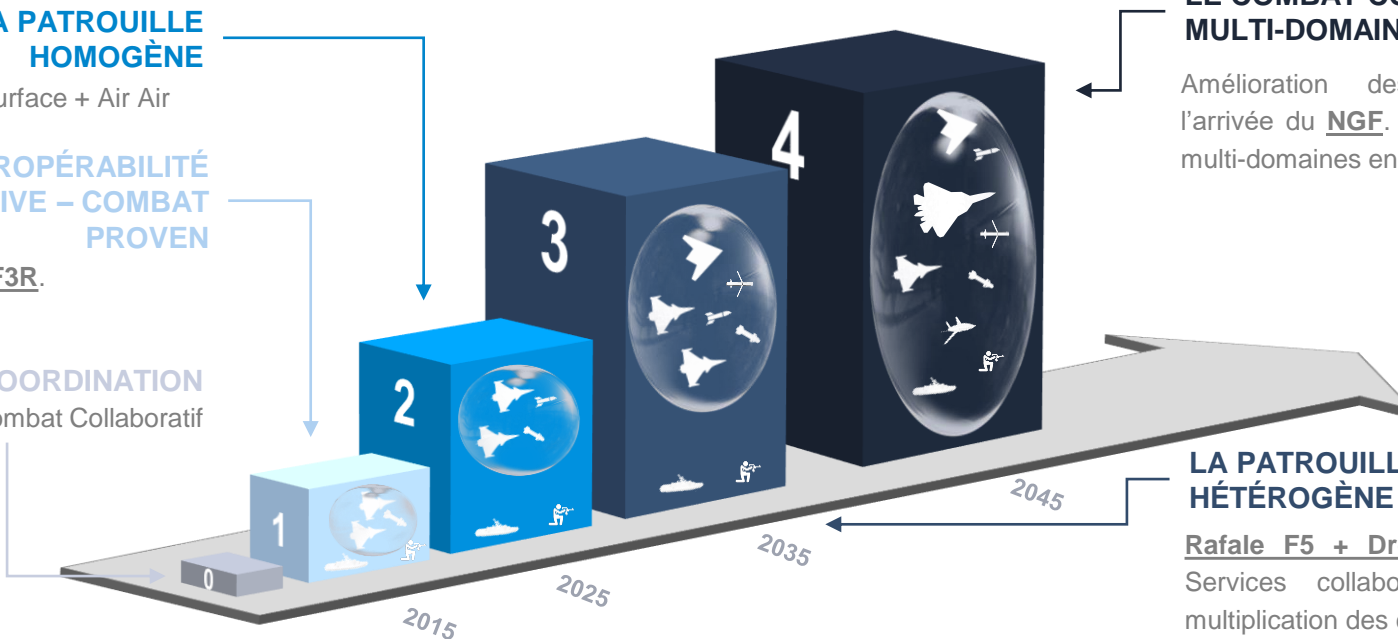
LA PATROUILLE HOMOGENÈME

Rafale F4 : Air Surface + Air Air

INTEROPÉRABILITÉ COLLABORATIVE – COMBAT PROVEN

Rafale F2 puis F3R.

LA COORDINATION Prélude du Combat Collaboratif



LE COMBAT COLLABORATIF MULTI-DOMAINES

Amélioration des services avec l'arrivée du NGF. Combat Collaboratif multi-domaines en espace dénié.

LA PATROUILLE HÉTÉROGÈNE

Rafale F5 + Drone de combat : Services collaboratifs étendus et multiplication des capacités du Rafale

ÉVOLUTION DES COCKPITS



MB.152



M2000C



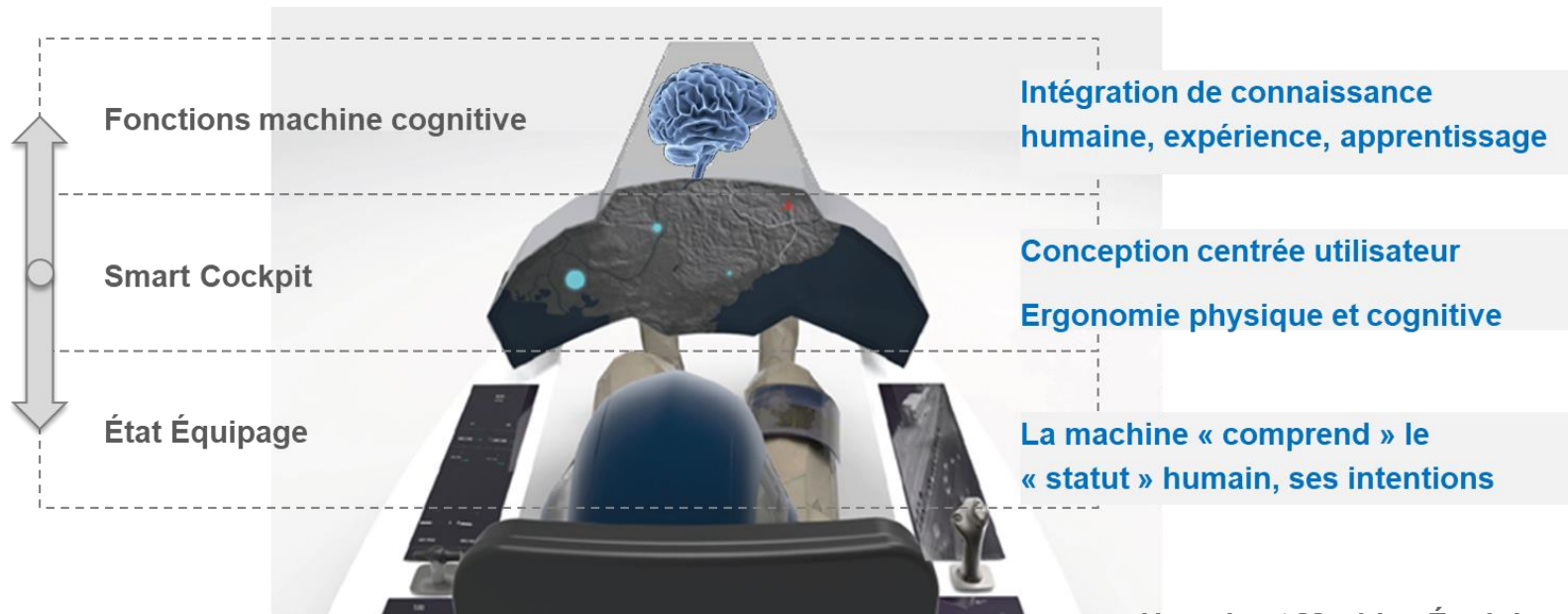
Rafale



Concept futur

Évolution des cockpits militaires

ENJEU – COLLABORATION HUMAIN-MACHINE



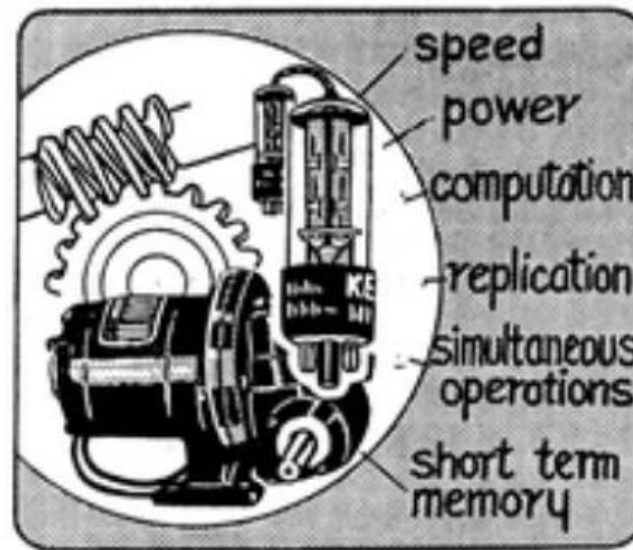
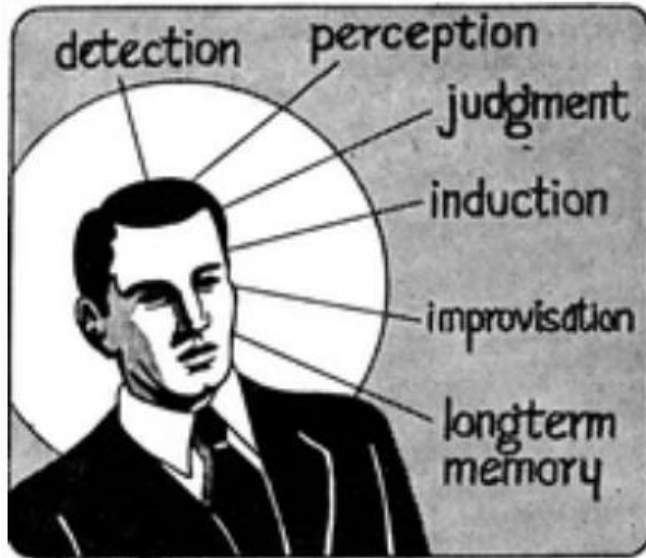
➔ Enjeux dans la conception RHS

**Rôle de l'équipage, rôle de la machine ? Confiance des Utilisateurs ?
Qualification, certification ?**

Humain et Machine Équipiers



QUELS RÔLES POUR L'HOMME ET LA MACHINE ?

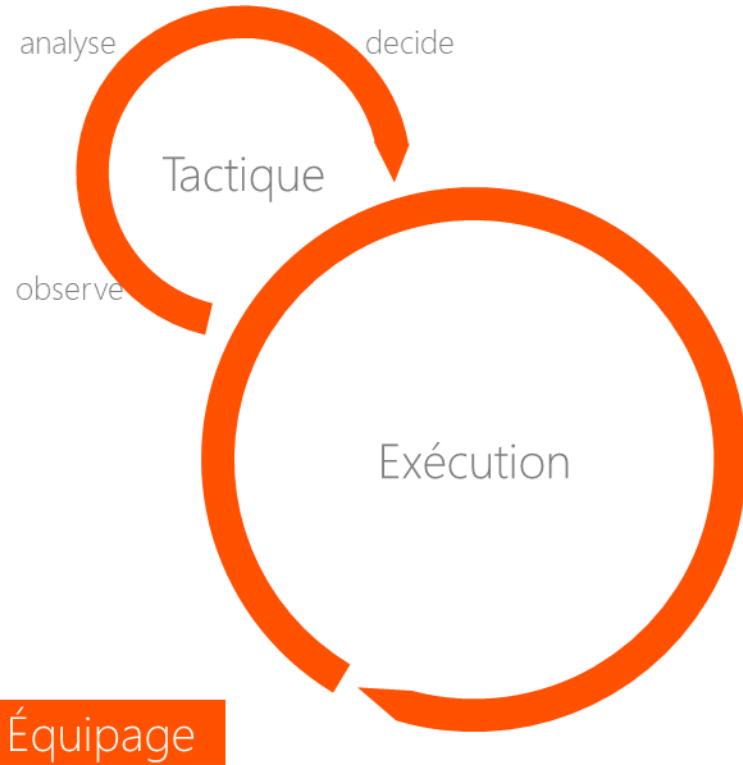


Fitt's list (1951)

« Concept de contrôle » : tâches machine / tâches équipage = niveaux d'automatisme

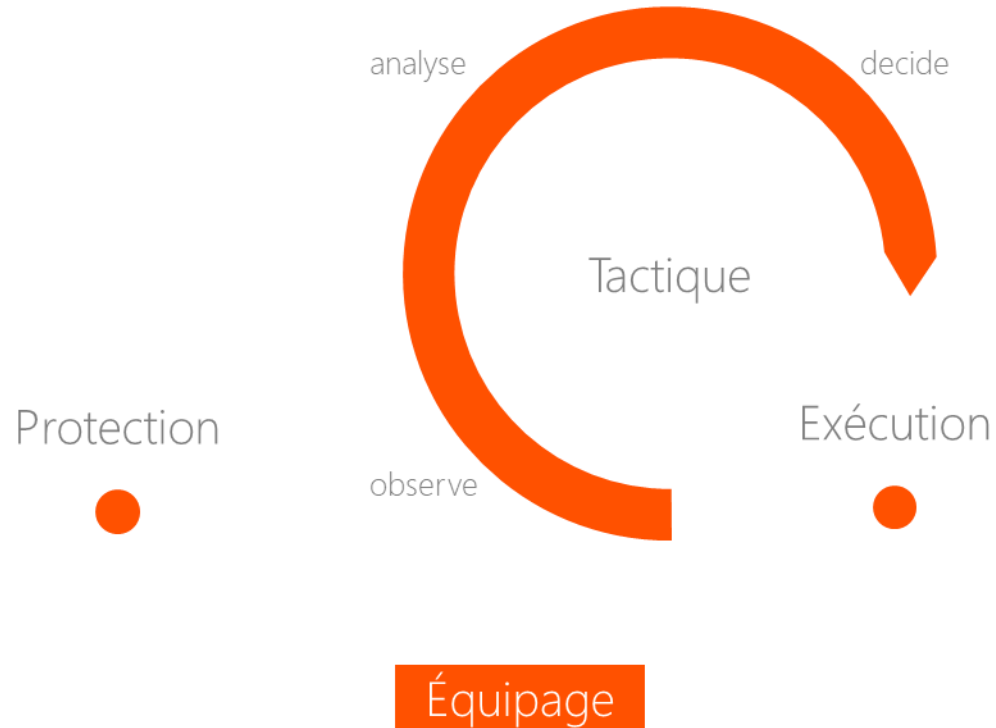
QUELS RÔLES POUR L'HOMME ET LA MACHINE ?

Aujourd'hui

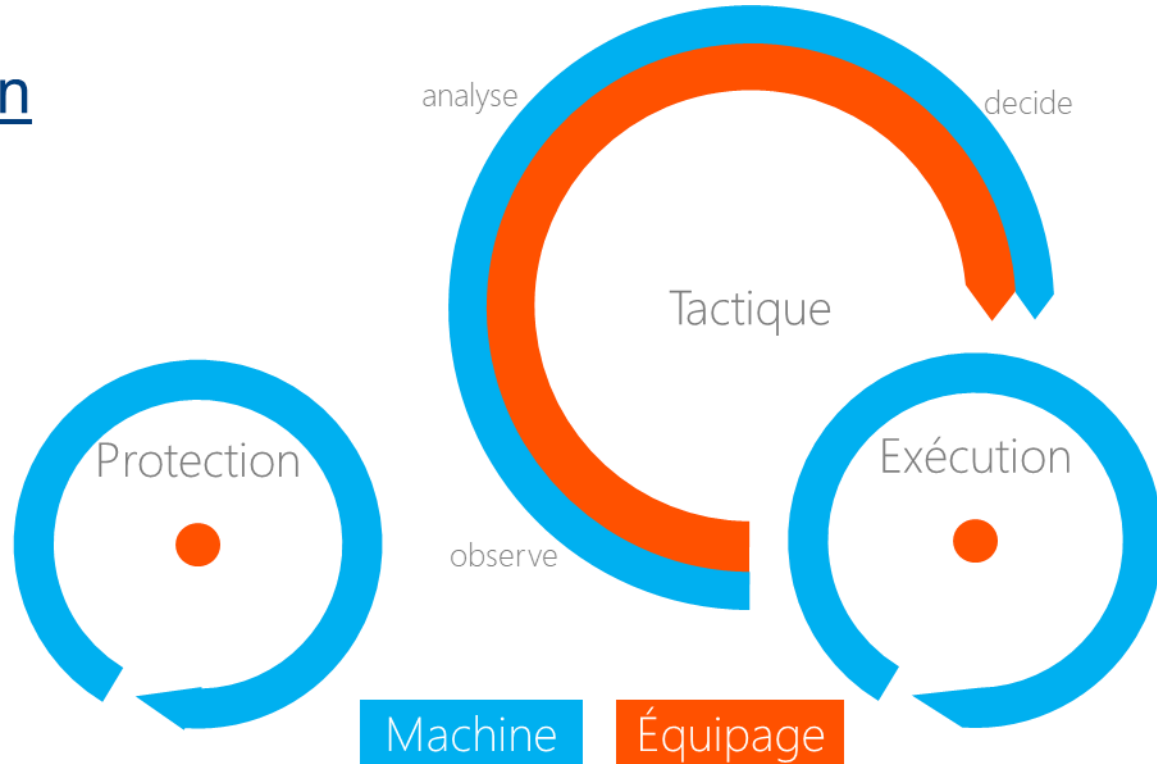


QUELS RÔLES POUR L'HOMME ET LA MACHINE ?

Demain



Demain



AUTOMATISME - AUTONOMIE

Source : CICDE CEIA-3.0.2_I.A.&SYST-AUT(2018), *Emploi de l'intelligence artificielle et des systèmes automatisés*

Automatisme

La capacité d'un système à agir sans supervision humaine. Le niveau d'automatisme d'une fonction / d'un système est variable.

Exemples : commandes de vol numériques, suivi automatique de plan de vol du, AGCAS, Fusion de données, ...

Autonomie

La capacité d'un système à être gouverné par ses propres règles.
Hétéronomie ou semi-autonomie : un système automatisé, gouverné par des règles imposées par l'homme.

=> l'autonomie n'existe pas dans les systèmes opérationnels, est-elle souhaitable ?

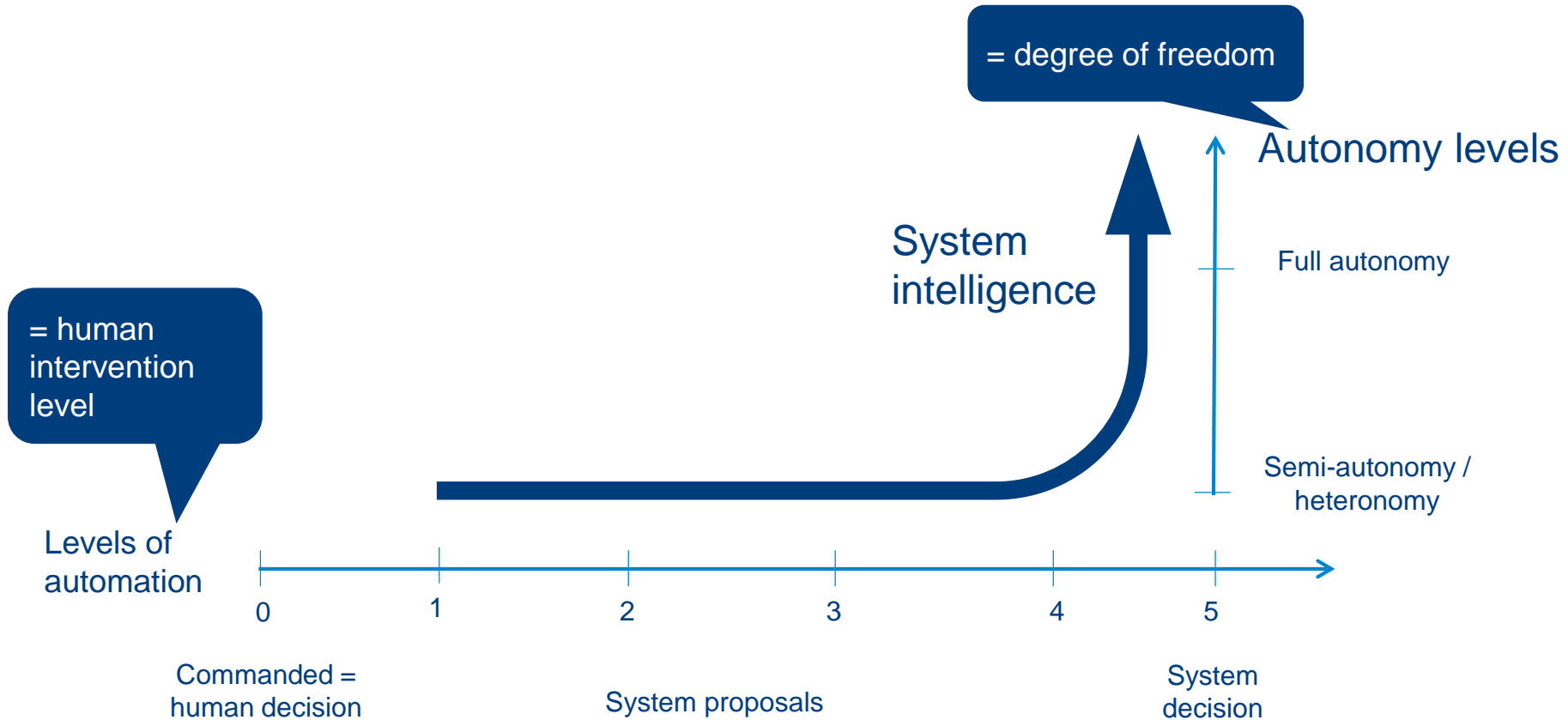
Humain versus machine cognitive

Au-delà de la conscience de situation, de la charge de travail :
Confiance, sur-confiance, explicabilité, désengagement, effet falaise

⇒ **Collaboration Homme-Machine**



AUTOMATISME - AUTONOMIE



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

Apprentissage

- Arbres de décision
- Réseaux de neurones profonds
- SVM
- Apprentissage probabiliste

...

Modèles & résolution de problèmes

- Arbres et exploration
- Heuristiques
- Algorithmes génétiques
- Problèmes à satisfaction de contraintes (CSP)

...

IA

Architecture
Infrastructure
Hybridation

Connaissance & raisonnement

- Représentation de la connaissance, Ontologies
- Logique (premier ordre, ...)
- Inférence logique
- Représentation probabiliste
- Raisonnement probabiliste

...

Communication, perception, action

- Natural Language Processing (NLP)
- Nouveaux capteurs
- Contrôle du mouvement
- Traitement des images/vidéos

...

AVION COGNITIF – BOUCLE COGNITIVE

Exemple de scénario à analyser (Auto Land)



Inspiré du rapport « Prospective Intelligence Artificielle : État de l'art et perspective pour la France », février 2019, PIPAME

Tâches Cognitives	Exemples	Complexité Croissante de l'IA
Perception	<ul style="list-style-type: none"> Détecter la piste Reconnaître un animal sur l'image Reconnaître la piste sur l'image 	Mature
Compréhension	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre que l'animal est à coté de la piste Comprendre que l'animal est imprévisible Comprendre que l'animal pourrait avancer sur la piste Comprendre que l'on est dans une situation à risque 	Recherche exploratoire
Décision	<ul style="list-style-type: none"> Décider de remettre les gaz (Go Around) 	

COCKPIT ET IA

Fonctions tactiques

Monitoring de l'équipage

Dialogue Humain-Machine

Assistant Virtuel

...



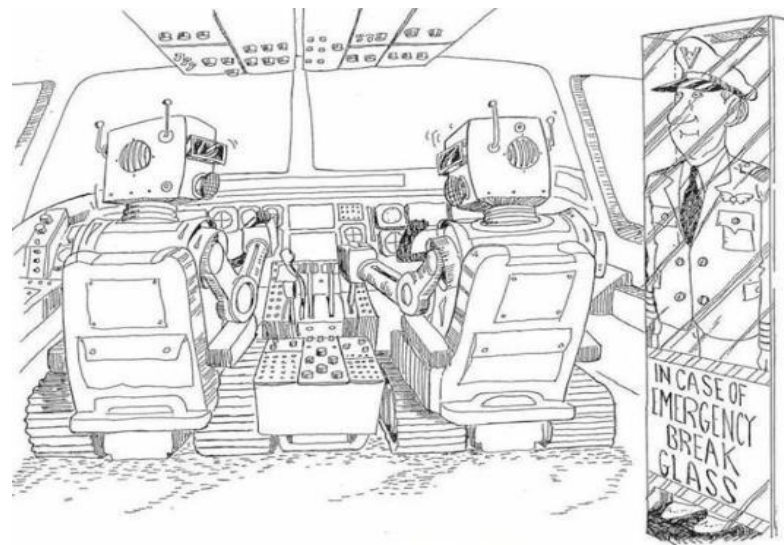
ASSISTANT VIRTUEL

Systeme capable:

- d'engager un dialogue avec l'équipage, dialogue Homme – Assistant
- de répondre à ses interrogations et d'alerter (aide à la décision),
- De prioriser l'information et reconfigurer l'IHM
- De gérer la délégation d'actions: changer le niveau d'automatisme de certaines tâches afin d'alléger la charge de travail équipage :
 - reconfigurer automatiquement les systèmes
 - générer dynamiquement le plan de tâches

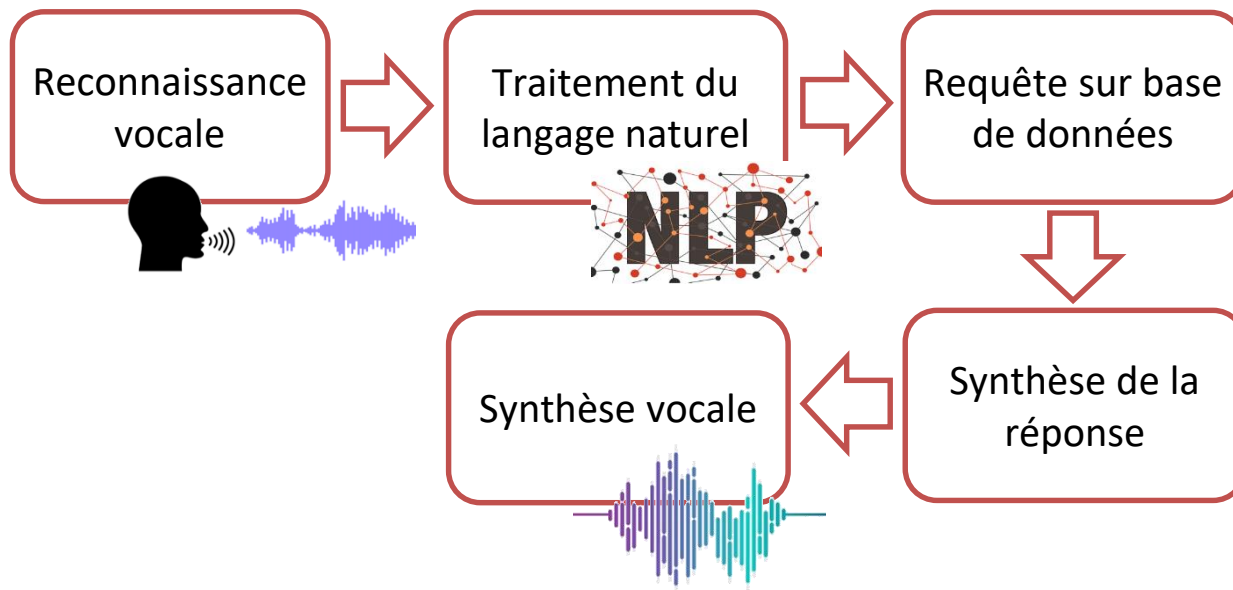
Deux axes de travaux :

- Interface / représentation du copilote virtuel
- Domaine fonctionnel et de connaissances



DIALOGUE EN LANGAGE NATUREL

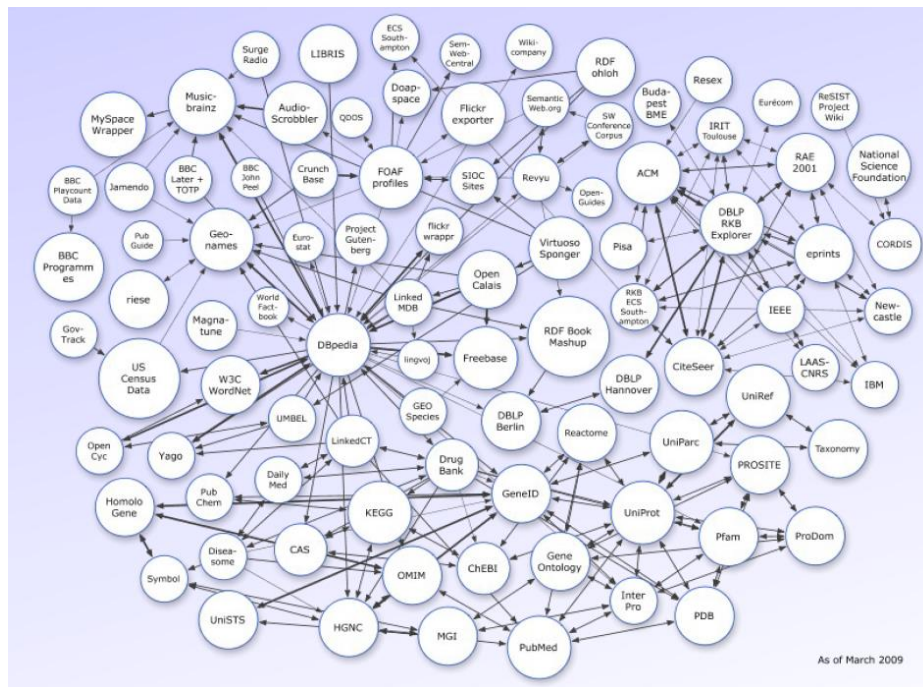
Chaîne de dialogue en langage naturel, de la parole à la réponse




ONTOLOGIES

Formalisation des connaissances du domaine en vue de traitements informatisés

Google knowledge graph



Ob	
	<p>Barack Obama 44th U.S. President Barack Hussein Obama II is an American politician currently serving as the 44th President of the ... Source: Wikipedia, available under License</p>
	<p>Oblivion 2013 film Oblivion is a 2013 post-apocalyptic science fiction film based on Joseph Koeinski's unpublished g... Source: Wikipedia, available under License</p>
	<p>Obsessed 2009 film Obsessed is a 2009 American thriller film directed by Steve Shill. The Rainforest Films productio... Source: Wikipedia, available under License</p>
	<p>OB OBrien</p>

IA EXPLICABLE ? CONFIANCE ?

Une nécessité pour « garder » l'Homme dans / sur la boucle

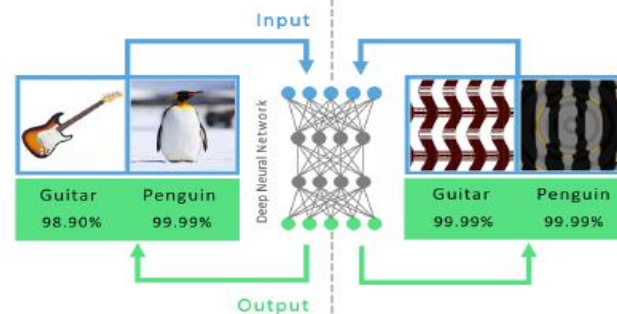
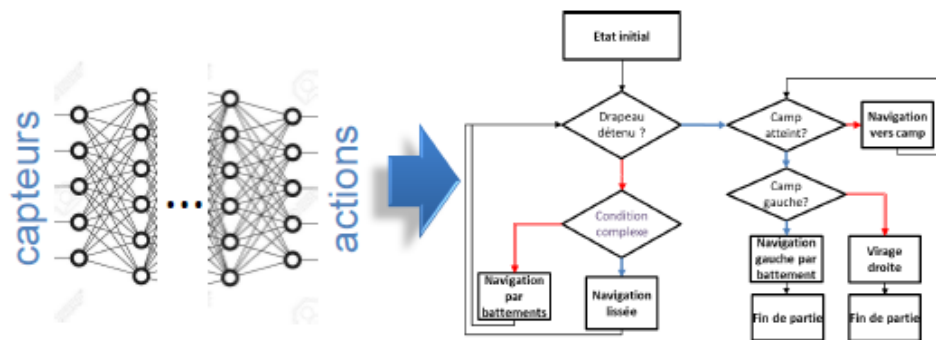
Mais pas forcément nécessaire partout :

Une analyse d'image doit elle être expliquée ?

Sur des boucles de réaction rapide a-t-on le temps d'expliquer ?

Connaissance / confiance vs explicabilité

Un enjeu technique majeur pour certaines formes d'IA



RHS ET IA – LE DÉBAT

De l'IA pour la Relation Humain-Système dans les avions de combat ?

Place de l'homme ?

IA ?

Quelle IA pour quoi faire dans les cockpits ?

IA numérique vs. IA symbolique ?

Confiance, explicabilité, ...

...



pierre.de-bodman@dassault-aviation.com