

# Maîtrise des Risques dans les Systèmes complexes: enjeux de confiance dans l'IA

Juliette MATTIOLI  
Expert Senior in Artificial Intelligence

[www.thalesgroup.com](http://www.thalesgroup.com)





# Artificial intelligence: ability to process information by artificial means

Inputs

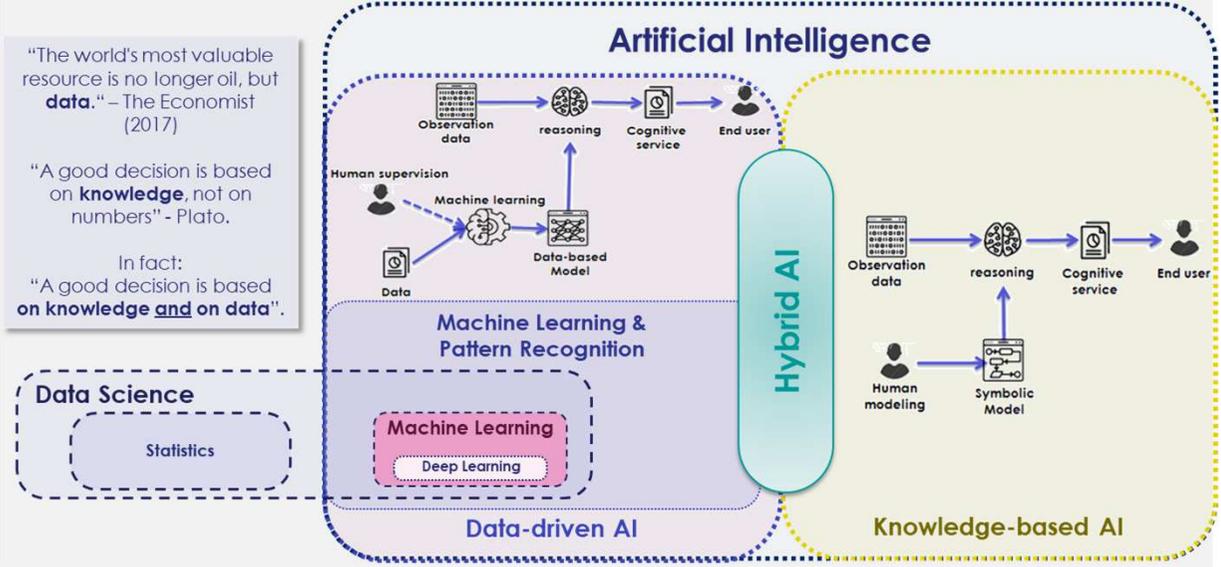


AI Algorithm

Outputs

Data  
Information  
Knowledge

"The world's most valuable resource is no longer oil, but **data**." – The Economist (2017)  
"A good decision is based on **knowledge**, not on numbers" - Plato.  
In fact:  
"A good decision is based on **knowledge and on data**".



## Cognitive Capacities

- Perception / Recognition / Identification
- Understanding / Abstraction
- Reasoning / Decision
- Planning / Anticipation

# Scope: AI paradigm illustrated with some technics

**Communication:** Ability to understand language and communicate

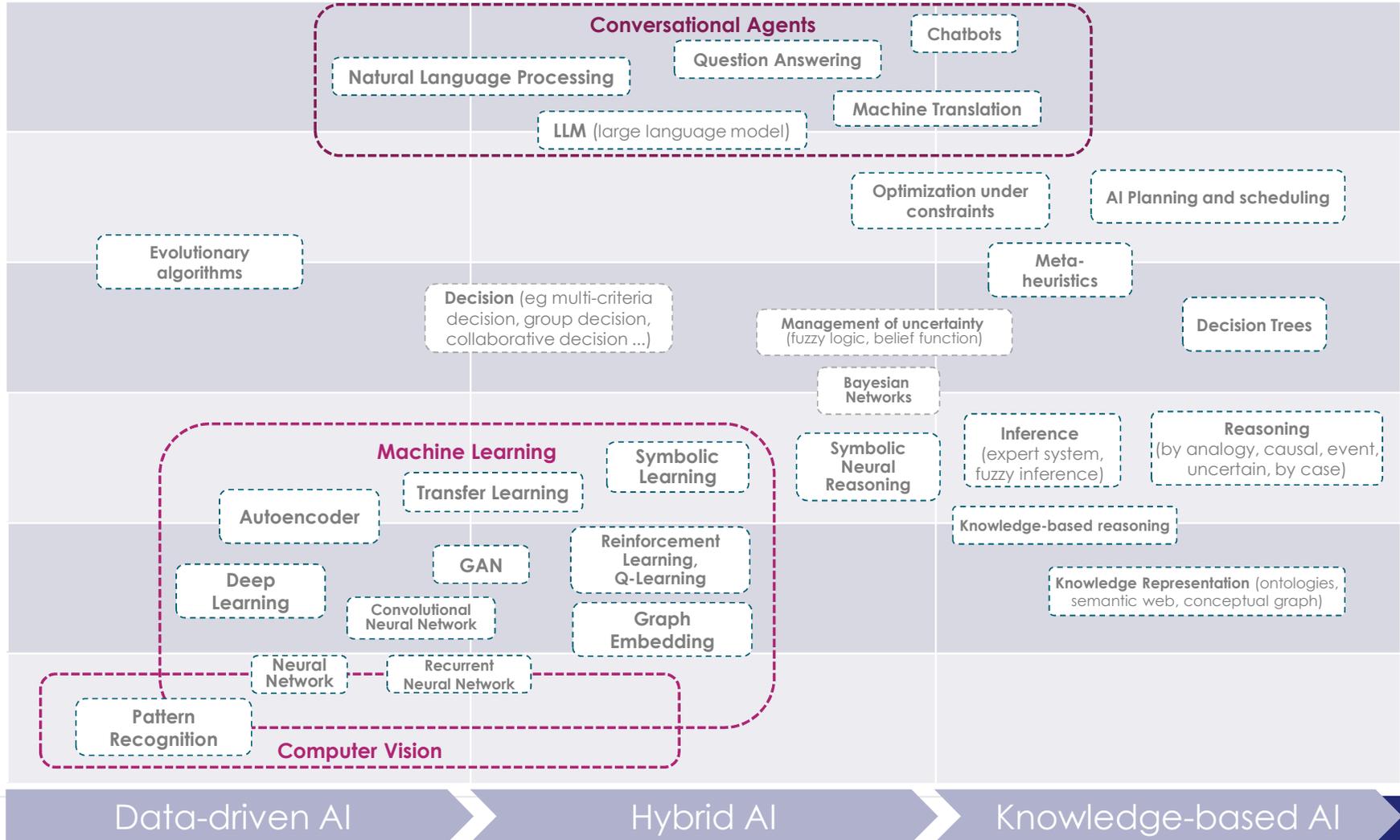
**Planning:** Capability of setting and achieving goals

**Decision:** Process of making choices among possible alternatives

**Reasoning:** the capability to solve problems

**Knowledge:** Ability to represent and understand the world

**Perception:** Ability to transform raw sensorial inputs (e.g., images, sounds, etc.) into usable information.



# AI-based critical system issues





# The Thales Trustworthy AI Strategy

## Validity

To guaranty that an AI-based system will do what it is meant to do, **all** what it is meant to do and **only** what is meant to do

## Security

To ensure **robustness and resilience** to adversarial conditions, such as decoying and cyber-attacks

## Explainability

To be able to provide **human-level, understandable and context-relevant** justifications and explanations

## Responsibility

To be compliant with **ethical, legal** and **regulatory** frameworks



# Trustworthiness in AI-based critical system impacts the overall engineering lifecycle

Needs for engineering methods and tools to support the overall lifecycle of critical AI-based systems...

... To ensure qualification and compliance with regulations and standards



# Confiance.ai: AI Engineering





## AI Engineering: a national strategy at the service of French industry

- > Provide industrial companies with solutions that enable them to develop new critical systems based on trustworthy AI

AIRBUS

AirLiquide

Atos



Inria

NAVAL GROUP

Renault Group

SAFRAN



sopra steria

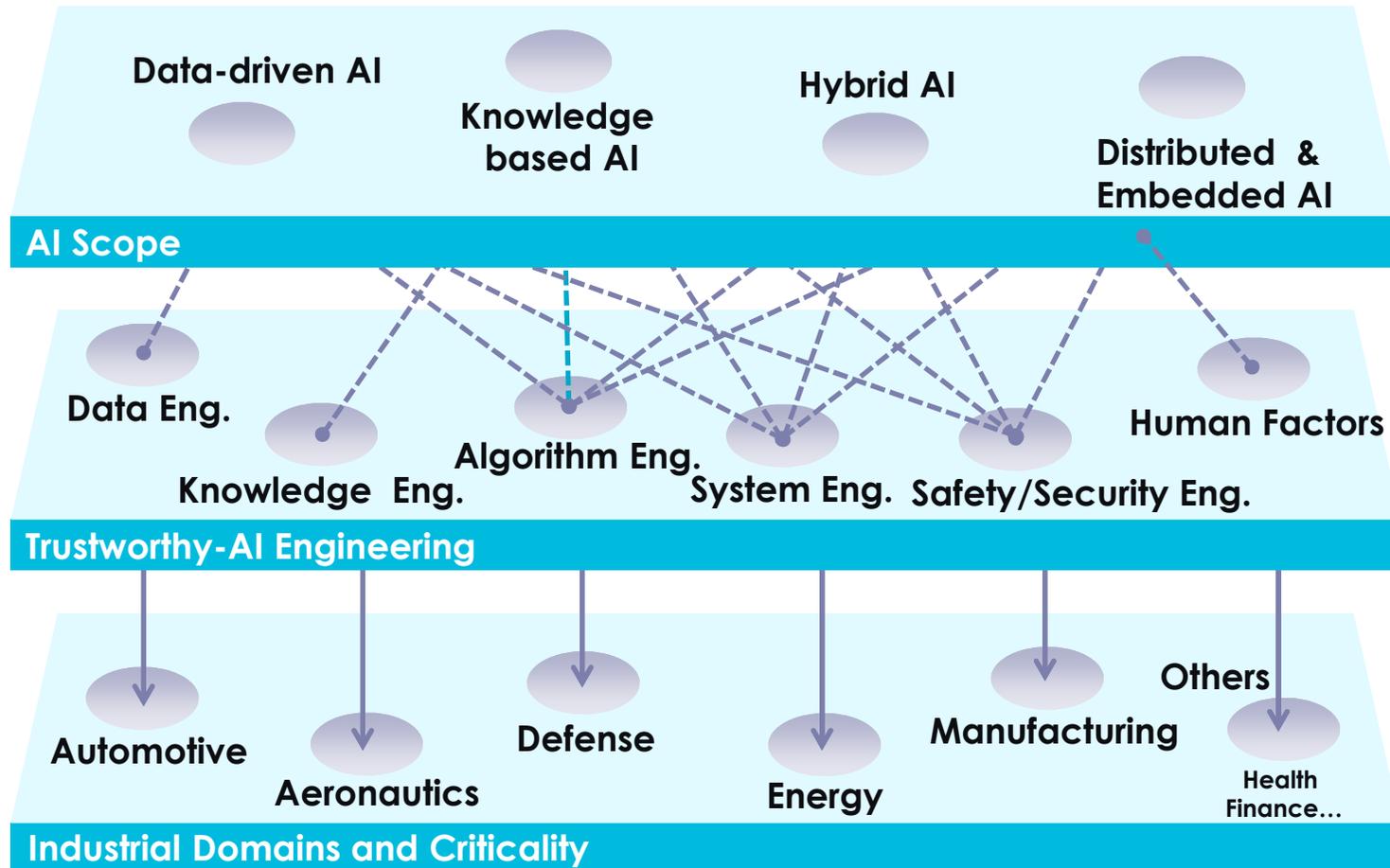
SystemX

THALES  
Building a future we can all trust

Valeo



# Confiance.ai (Budget: 44M€, Duration: 4 years, Kick-off: Oct. 2020)



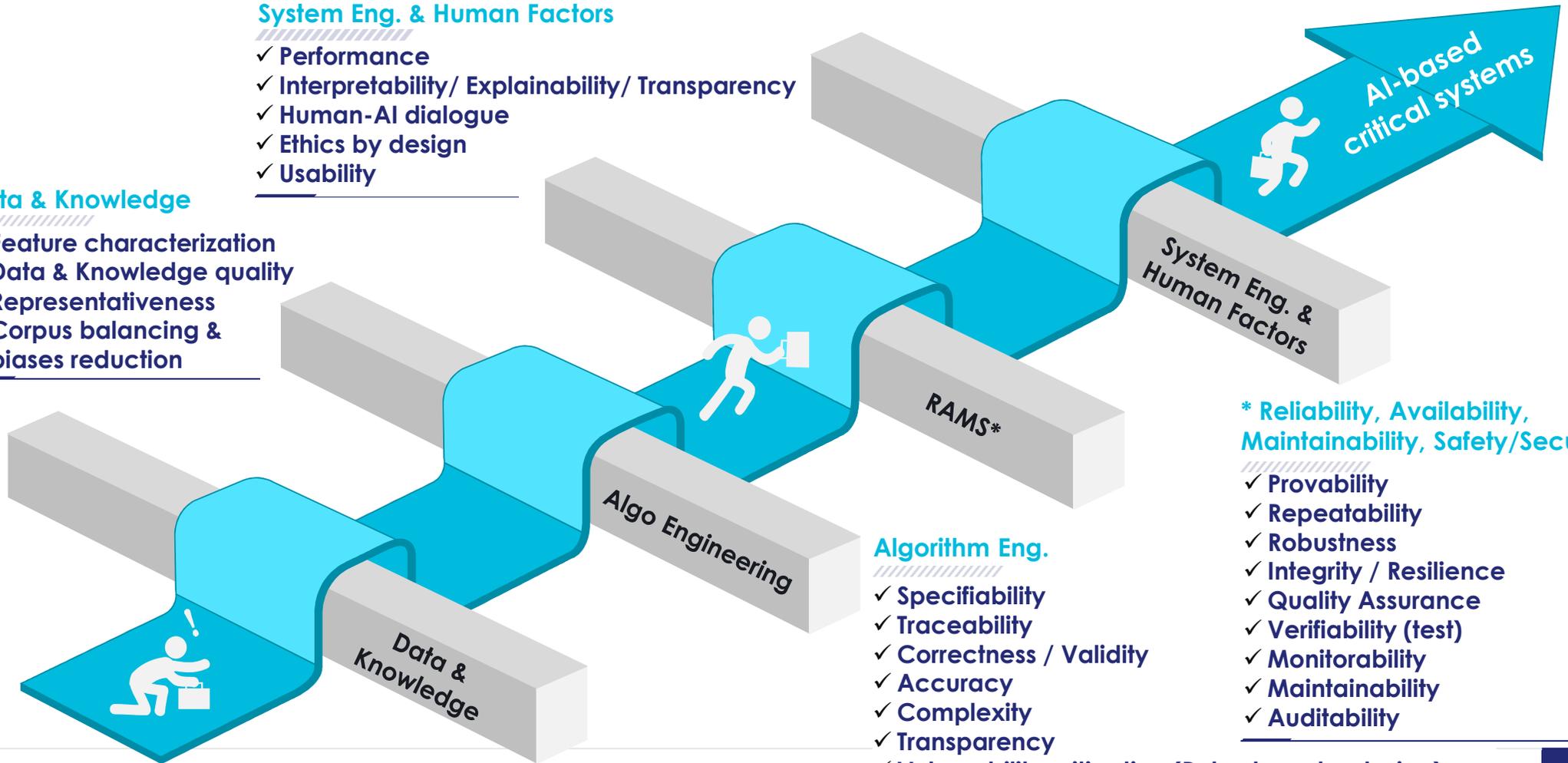
# AI/ML deployment induces some (engineering) challenges...

## System Eng. & Human Factors

- ✓ Performance
- ✓ Interpretability/ Explainability/ Transparency
- ✓ Human-AI dialogue
- ✓ Ethics by design
- ✓ Usability

## Data & Knowledge

- ✓ Feature characterization
- ✓ Data & Knowledge quality
- ✓ Representativeness
- ✓ Corpus balancing & biases reduction



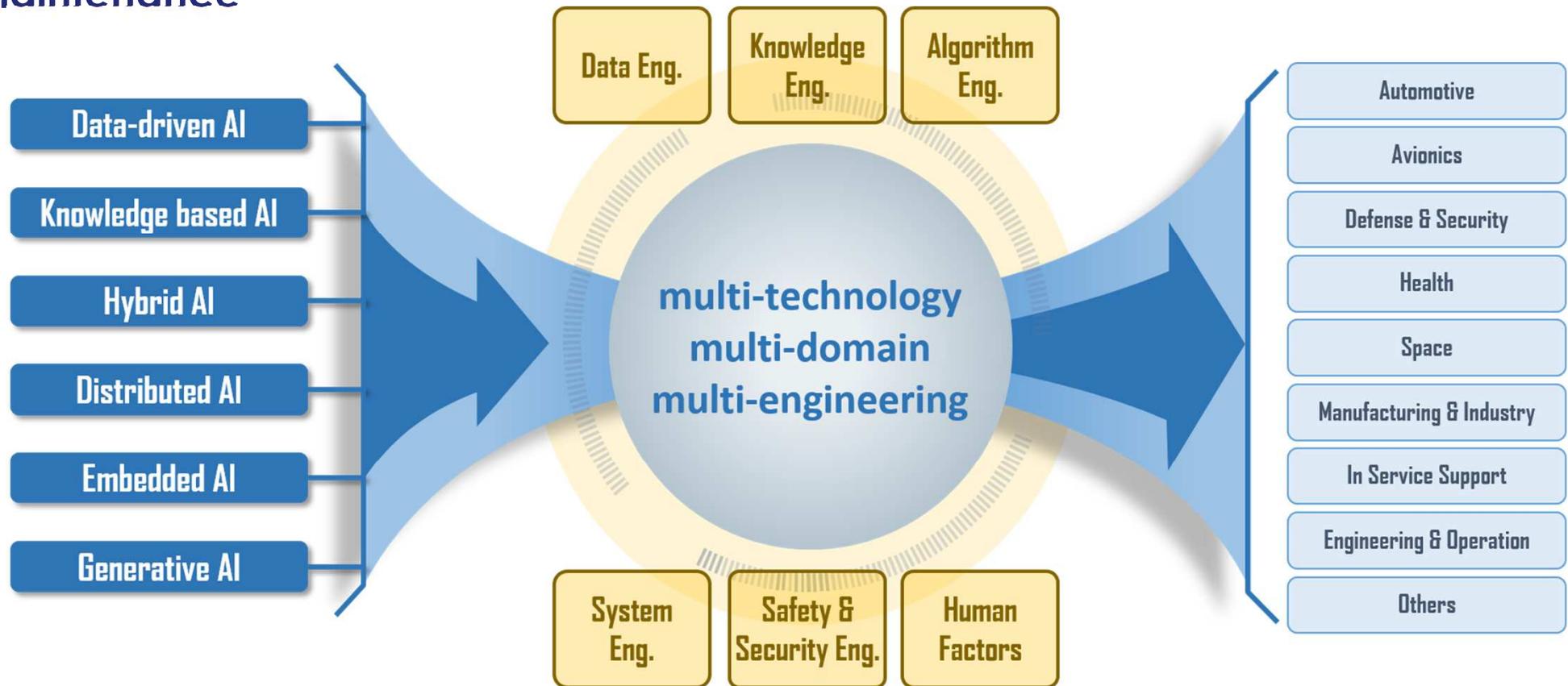
## Algorithm Eng.

- ✓ Specificifiability
- ✓ Traceability
- ✓ Correctness / Validity
- ✓ Accuracy
- ✓ Complexity
- ✓ Transparency
- ✓ Vulnerability mitigation (Robustness by design)

## \* Reliability, Availability, Maintainability, Safety/Security

- ✓ Provability
- ✓ Repeatability
- ✓ Robustness
- ✓ Integrity / Resilience
- ✓ Quality Assurance
- ✓ Verifiability (test)
- ✓ Monitorability
- ✓ Maintainability
- ✓ Auditability

... that lie behind the integration of AI in reliable systems from specification to maintenance



Franco-German position paper on "Speeding up industrial AI and trustworthiness". Secrétariat général pour l'investissement, 2021. Julien Chiaroni, et al. - hal-03488324v1



# Confiance.ai: 3 years in a nutshell

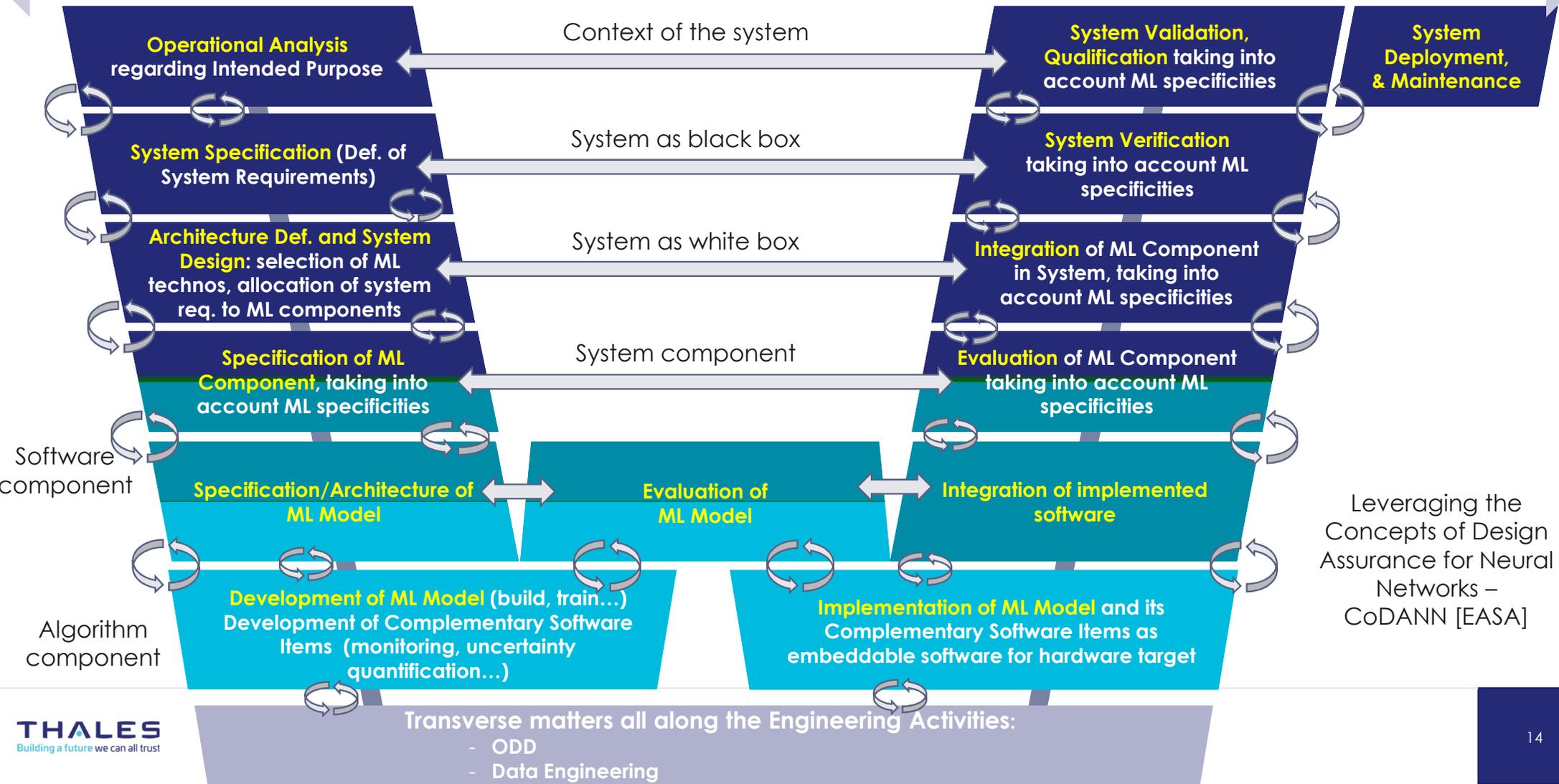


# End-to-End Engineering Methodology



Formalization of a **workflow to ensure trustworthiness** of AI from the design phase up to validation & maintenance

Systems/Software/Algorithm/Data Engineering lifecycle to design a ML-based System

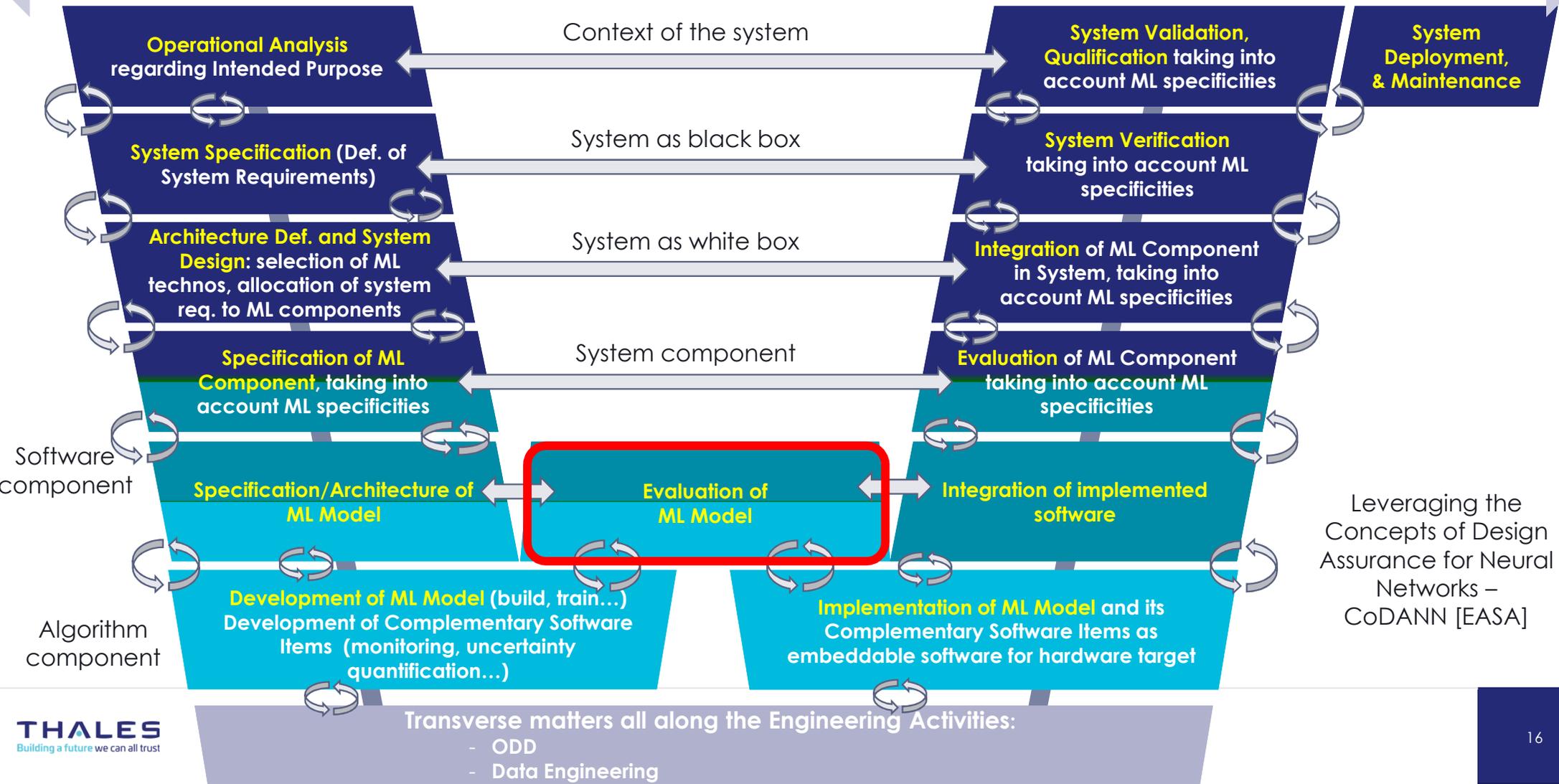


# Trustworthy AI Assessment



Formalization of a **workflow to ensure trustworthiness** of AI from the design phase up to validation & maintenance

Systems/Software/Algorithm/Data Engineering lifecycle to design a ML-based System



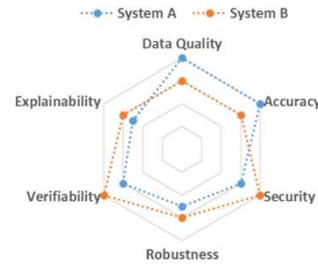
# Confiance.ai trustworthiness assessment methodology

Refining trustworthy attribute definitions from Taxonomy, norms/standards & other EC action sheets

## Stage 1

## Structuring the problem

Clustering characteristics to meta attributes into a semantic tree:  
Data Quality, Dependability, Operability Robustness, Human centred quality, Human agency & oversight



## Stage 3

## Assessing AI trustworthiness

Multi-criteria aggregation methodology to capture operational trade-offs and evaluate higher-level attributes

## Defining trustworthy characteristics

Accuracy, Correctness, Effectiveness, Efficiency, Explainability, Integrity, Local Robustness, Maintainability, Stability, Representativeness, Replicability, Timeliness, Traceability...

## Stage 2



Knowledge graph of trustworthy attributes

## Handling commensurability

To compare any numerical KPIs, metrics or evaluation methods of each attributes

## Stage 4

Provide to a BoK, Assessment KPI/Methods

Trustworthy interpretability

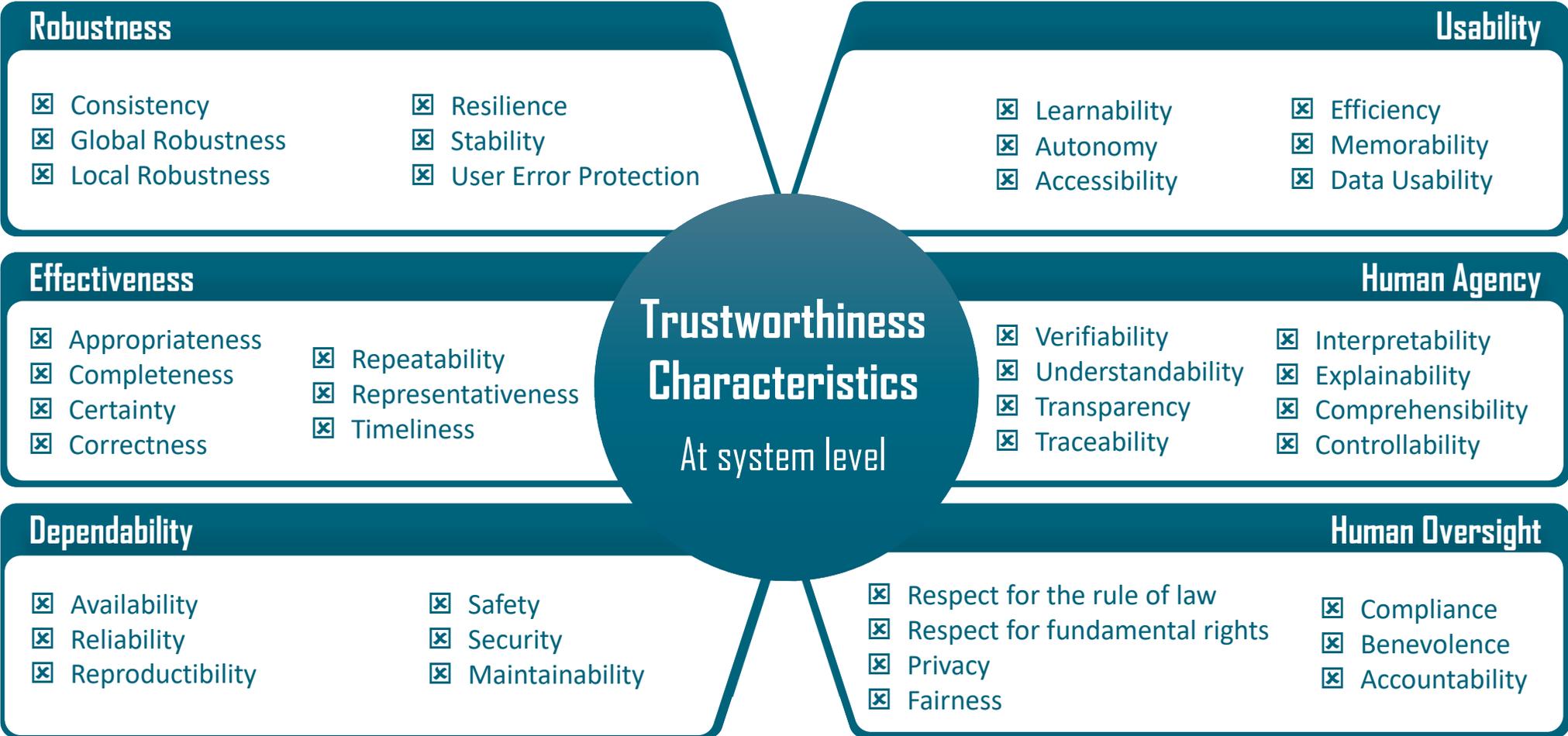
With respect to the usage (specs & ODD, data flow, MLOps, ModelOps, System Eng, Safety Eng, Cybersecurity...)

Thales/PCC - 2024

Genierie Systeme et Gestion des Risques - Juin 2024

{OPEN}

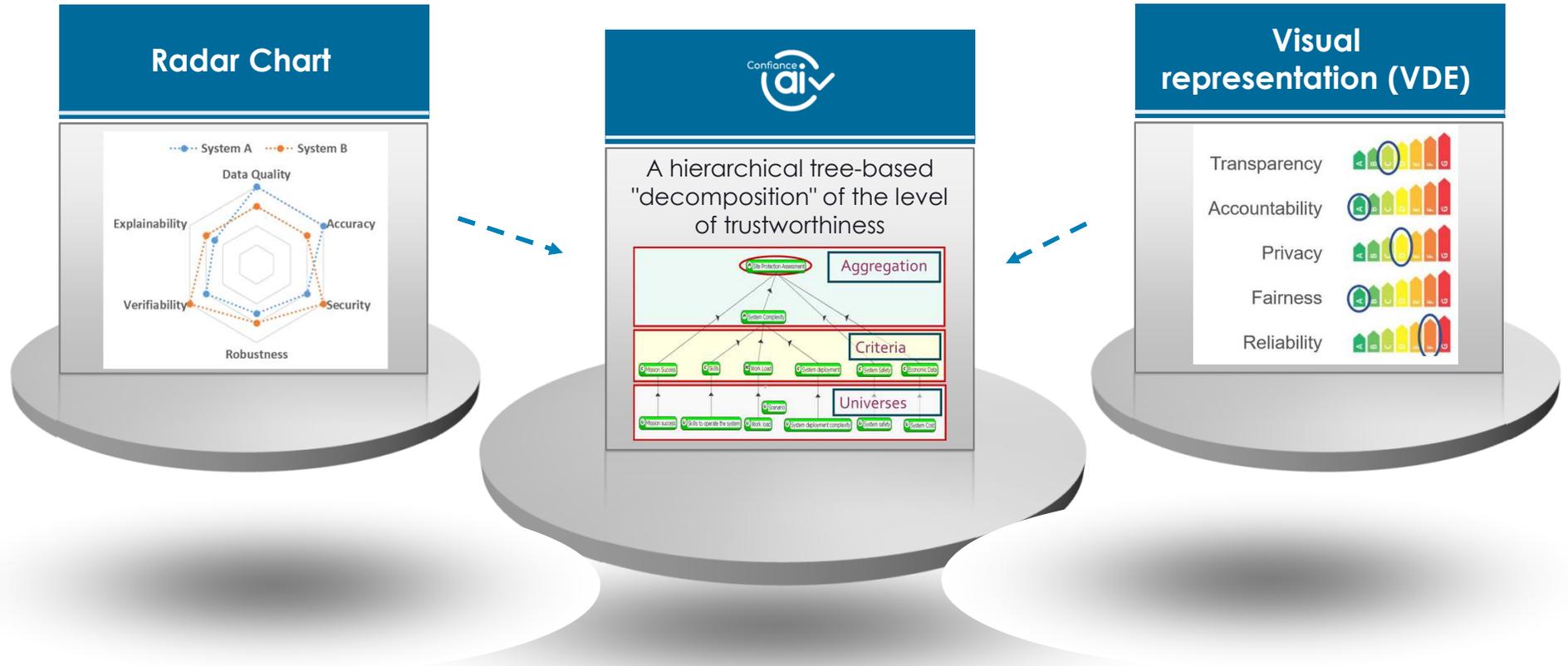
# Over #100 Trustworthiness attributes



An overview of key trustworthiness attributes and KPIs for trusted ML-based systems engineering. – J. Mattioli et al. In AI Trustworthiness Assessment (AITA) @ AAAI Spring Symposium, 2023.



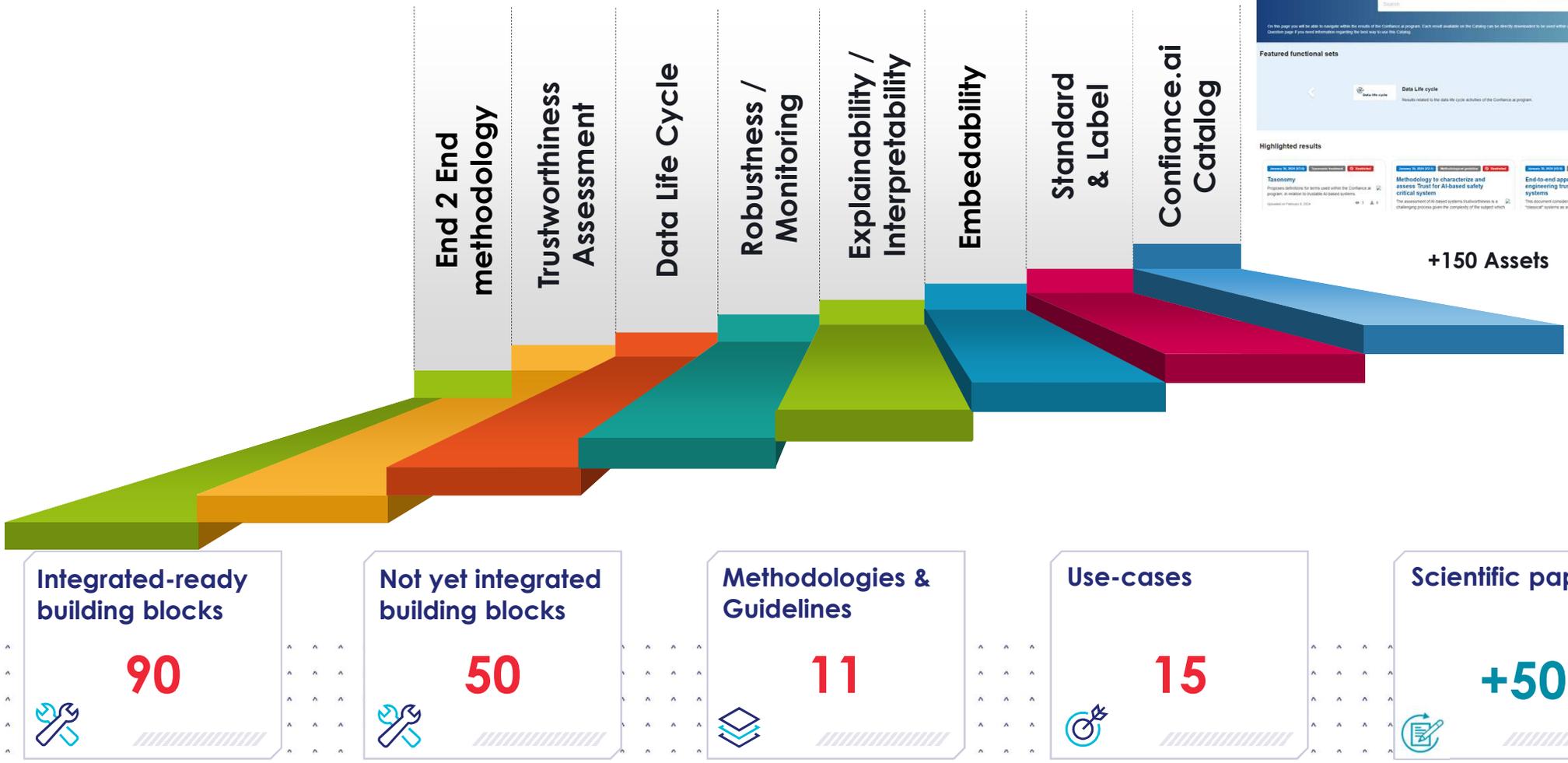
# Assessing AI trustworthiness



# Wrap-up and Conclusion



# The outcomes...



\* <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/CONFIANCEAI>

# The body of Knowledge

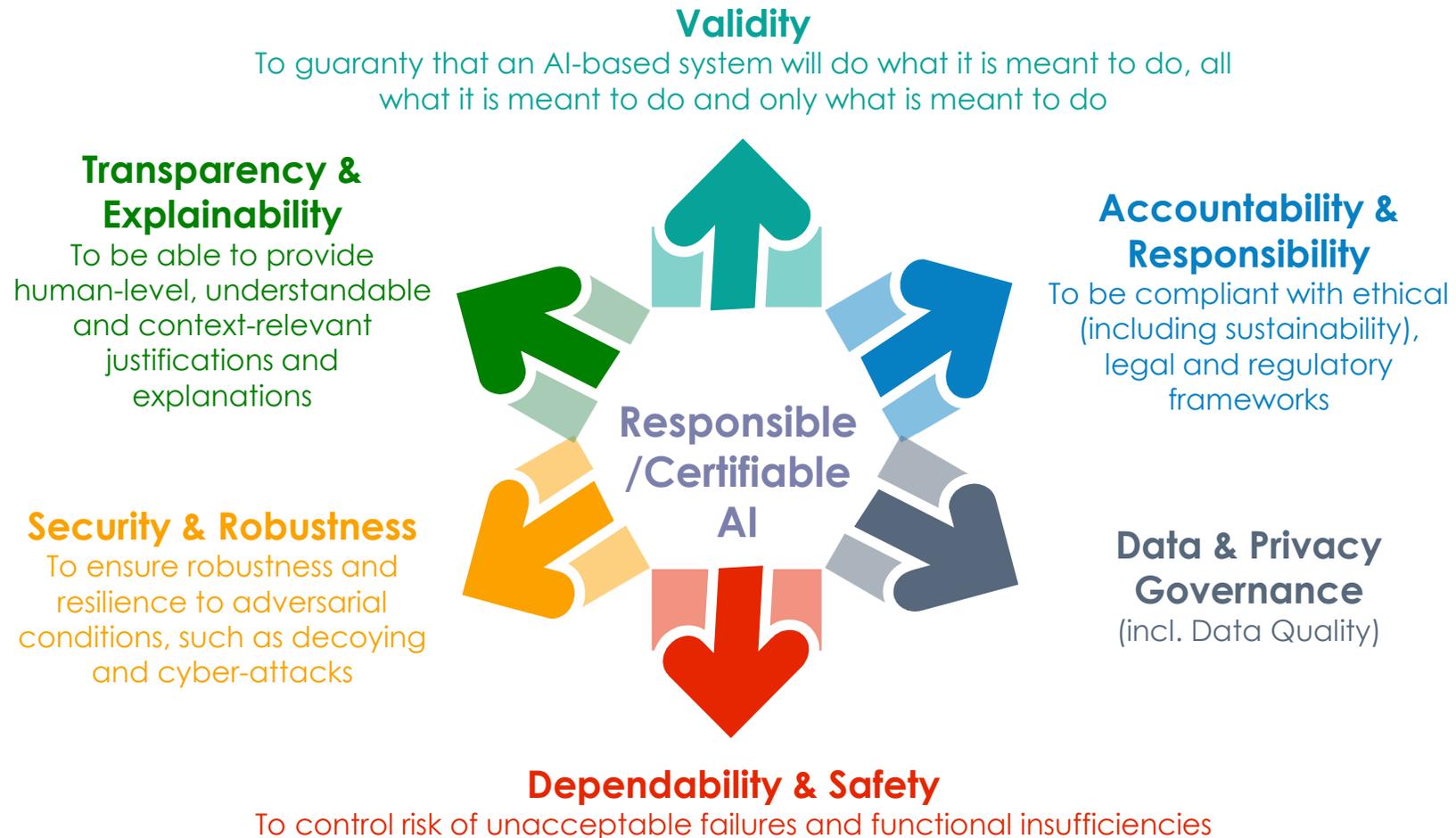
> Available at <https://bok.confiance.ai/>  
(beta)

# The catalog

> Available at <https://catalog.confiance.ai/>



## Wrap-up: Toward Responsible/Certifiable AI





**Thank you**

[www.thalesgroup.com](http://www.thalesgroup.com)

# Gestion d'actifs : le défi du décloisonnement des organisations et des communautés scientifiques

---

Thomas GUILLON

RTE – Direction de la R&D – Département gestion des actifs

# Sommaire

---

1. Gestion d'actifs et piliers scientifiques
2. Les effets du cloisonnement : des alternatives à la science
3. Le rôle des sociétés savantes pour répondre au défi du décroisonnement

# 1. La gestion d'actifs

---

**Gestion d'actifs** : activités coordonnées d'une organisation dans le but de réaliser de la valeur à partir d'actifs.

Note 1 : La réalisation de valeur suppose normalement de parvenir à un équilibre entre les bénéfices des coûts, des risques, des opportunités et des performances.

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
55000

Première édition  
2014-01-15

---

**Gestion d'actifs — Aperçu général,  
principes et terminologie**

*Asset management — Overview, principles and terminology*

Cadre privilégié pour la gestion des infrastructures, série de normes :

- ISO 55000 les **principes fondamentaux** : valeur, alignement, rôles et responsabilités
- ISO 55001 **exigences organisationnelle** :
  - Portefeuille(s) d'actifs
  - Politique de gestion d'actifs
  - Plan stratégique de gestion d'actifs (Objectifs de gestion d'actifs)
  - Planification (plan de gestion d'actifs)  
dont la **documentation de la méthode pour la prise de décision**
- ISO 55002 Lignes directrices pour la mise en œuvre.

# Les difficultés d'alignement aux objectifs de l'entreprise

Doctrine de développement vs. Doctrine d'exploitation

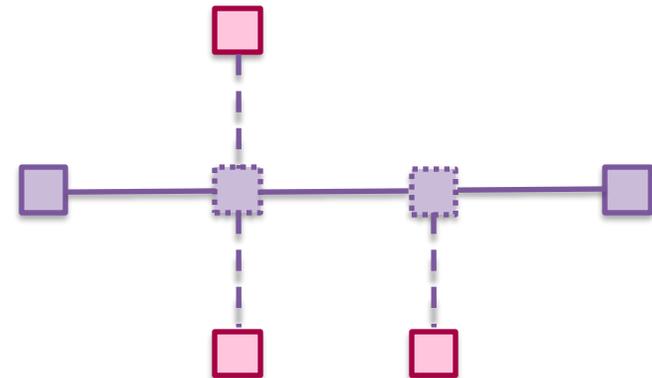
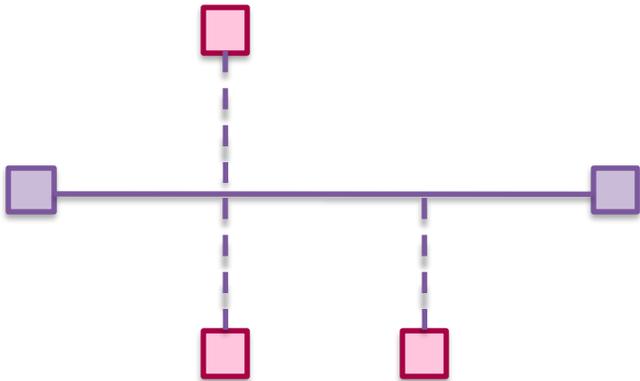
- Planning des chantiers et parade en cas d'événement redouté sur le réseau

Contraintes de ressources et arbitrage des investissements

- Raccorder des data centers et des ENR ou renouveler le réseau vieillissant ?

Doctrine de raccordement vs. Doctrine de renouvellement/maintenance

- Raccordement au moindre coût en piquage ou plus onéreux en antenne ?



# Planification et questions clés pour la gestion d'infrastructures

---

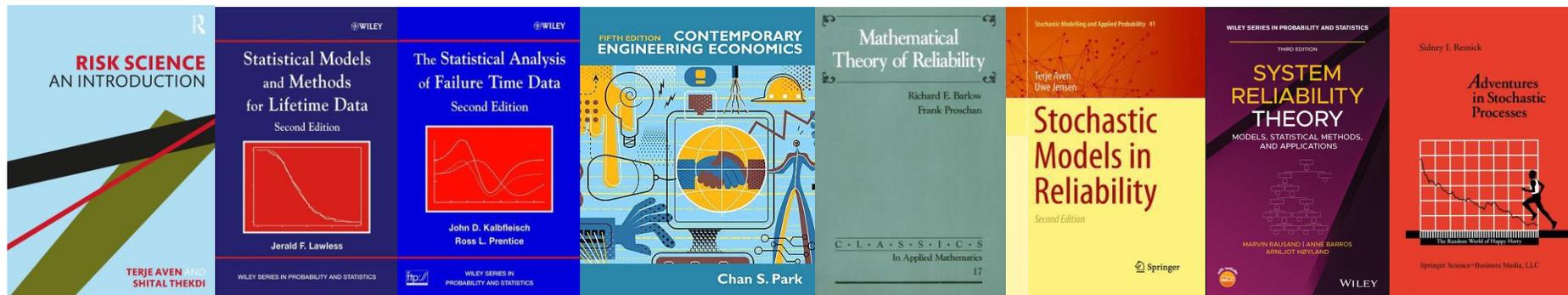
Quelques préoccupations habituelles des gestionnaires d'infrastructures :

- Quelle est la **durée de vie** de cet actif ?
- Quand faut-il le **remplacer préventivement** ?
- Est-il pertinent d'installer un **système de monitoring et d'IA** pour décider du remplacement ?
- Comment anticiper les **besoins d'approvisionnement** : combien de défaillances/remplacements sont attendus les prochaines années ?

# Quels piliers scientifiques pour la gestion d'actifs ?

Travaux bibliographiques et état de l'art dans l'équipe *data science* département gestion des actifs :

- Gérer les risques liés à l'actif en fonction des objectifs et connaissance : **science des risques**
- Déterminer les distributions de probabilité des durées de vie : **statistiques des durées de vie**
- Déterminer les politiques de de remplacement préventif optimisant un critère économique : **théorie de la fiabilité et évaluation socio-économique**
- Prévoir les défaillances et remplacements sur les prochaines années : **processus de renouvellement, processus non-homogène de Poisson, etc.**



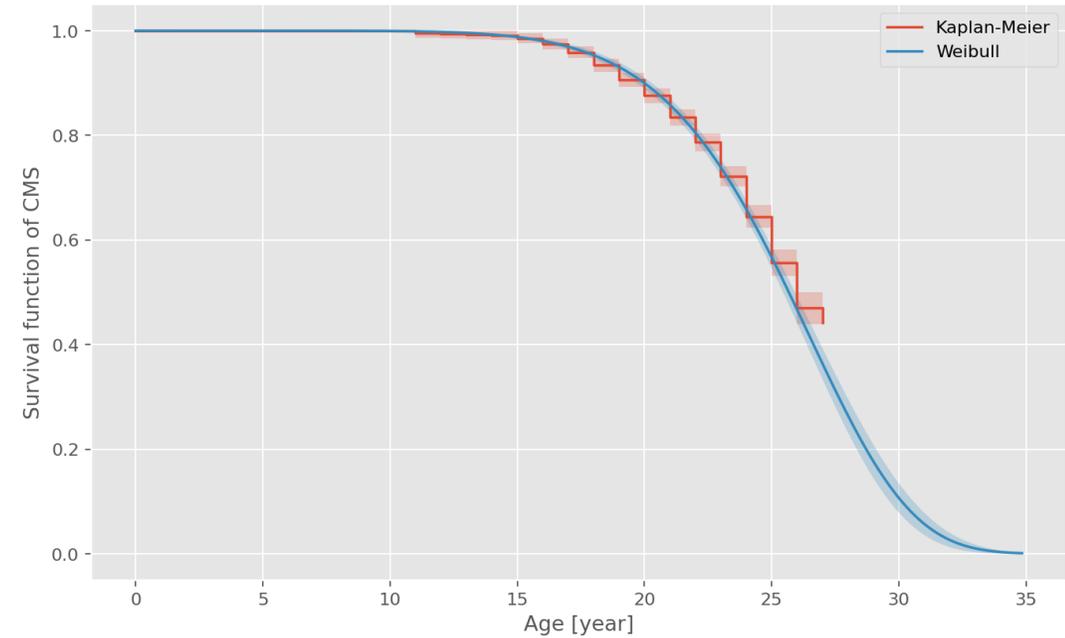
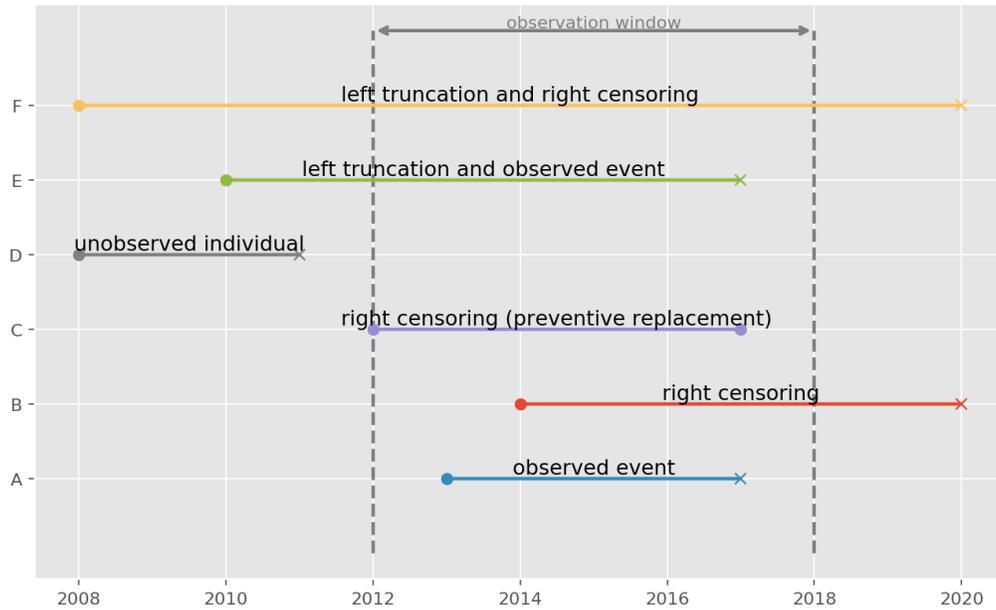
# Les 3 grandes stratégies de gestions de risque

Stratégie	Contexte	Objectif
<b>Évaluation quantitative des risques</b>	La <b>connaissance disponible</b> permet de représenter l'incertitude par des probabilités et les conséquences sont exprimés par des coûts.	Analyse de solutions de réduction risques qui minimise l'espérance du coût équivalent annuel. Comparaisons de la performance en fonction de la solidité des hypothèses.
<b>Principe de prudence</b>	<b>Niveau d'incertitudes important</b> , manque de connaissances ou de compréhension des phénomènes impliqués.	Plan d'action pour améliorer la connaissance et collecter des données. Mise en œuvre de mesures temporaires telles que la protection, la résilience, l'avertissement, la limitation de l'activité.
<b>Stratégie discursive</b>	Il existe une <b>différence de valeur</b> parmi les parties prenantes dans la description du risque ou sur les actions de réductions de risque.	Partage de la connaissance, des croyances et des objectifs. Renforcer la confiance et rechercher un compromis.

Ces stratégies sont complémentaires et il est souvent nécessaire de les mettre en œuvre de manière concomitante.

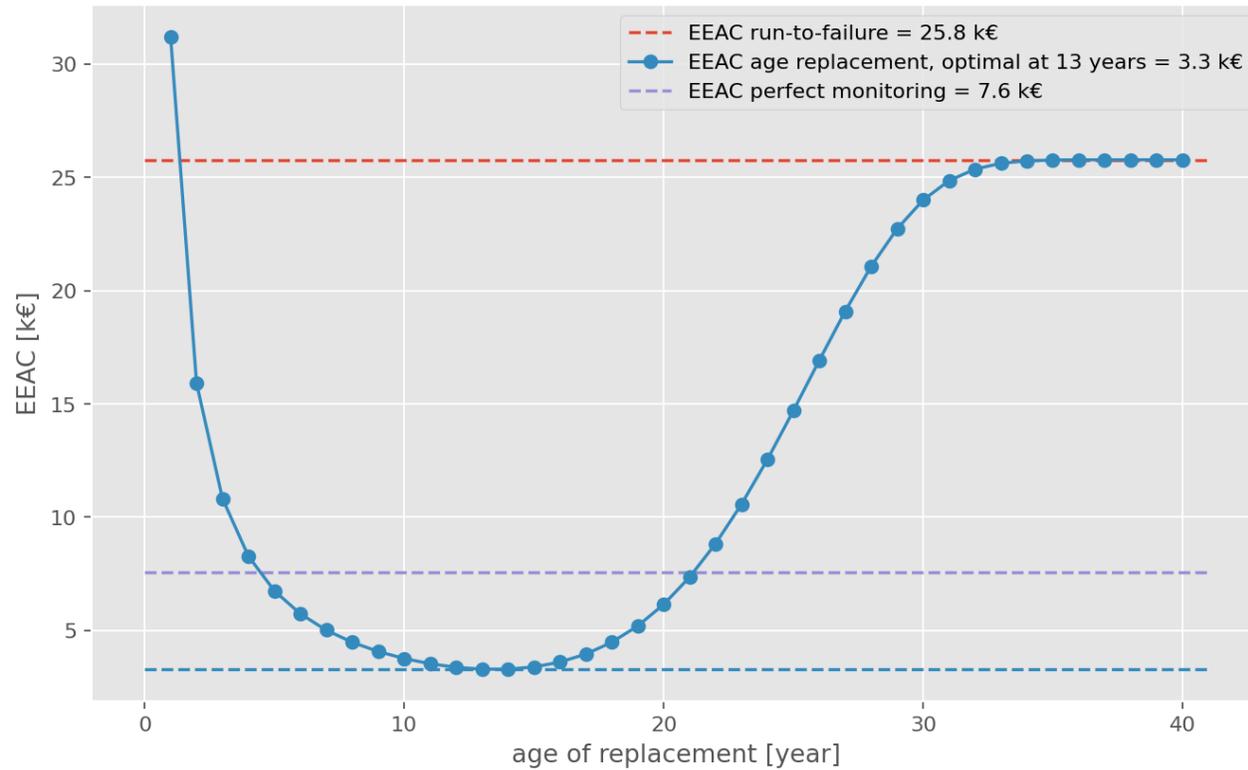
# Statistiques des durées de vie

## Biais d'observation & Analyse de survie

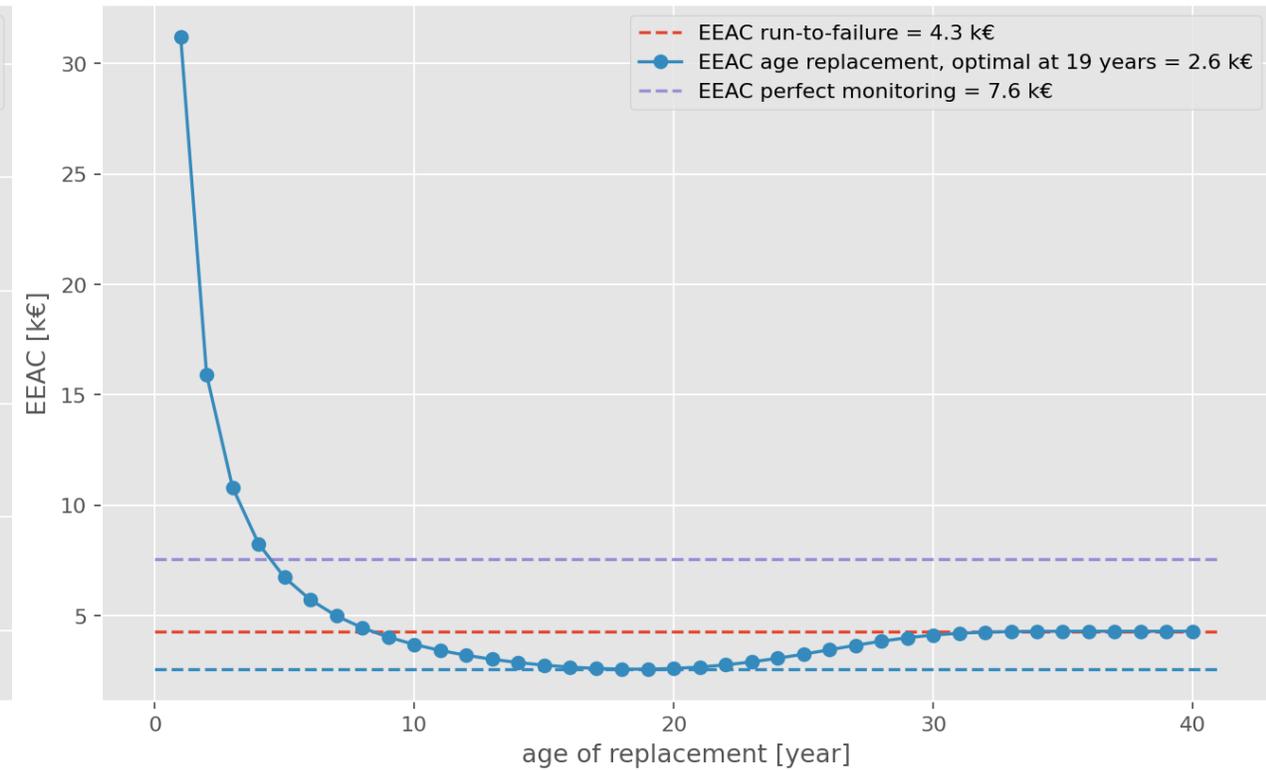


# Théorie de la fiabilité et évaluation socio-économique

Conséquence de la défaillance  $c_f = 1000$  k€



$c_f = 100$  k€



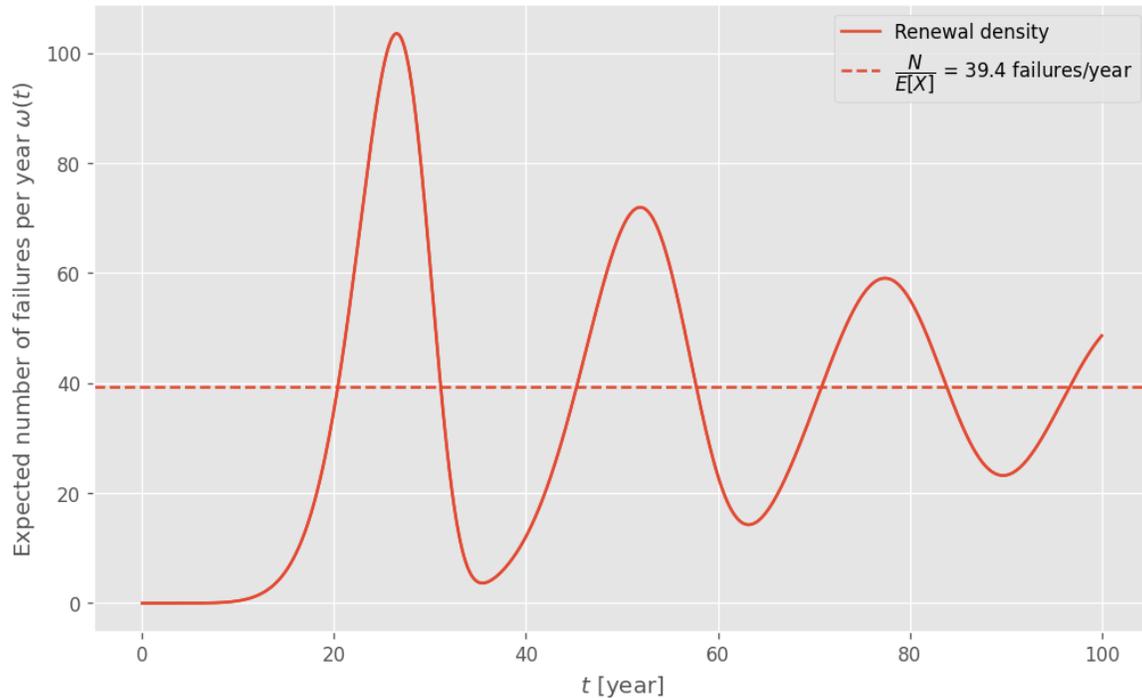
$$EEAC_{\text{run-to-failure}} = \sum_{k \geq 1} \left( \frac{rc_0}{1 - (1+r)^{-k}} + \frac{rc_f}{(1+r)^k - 1} \right) \cdot p_k$$

$$EEAC_{\text{age replacement}}(n) = \sum_{k=1}^n \left( \frac{rc_0}{1 - (1+r)^{-k}} + \frac{rc_f}{(1+r)^k - 1} \right) \cdot p_k + \left( \frac{rc_0}{1 - (1+r)^{-n}} + \frac{rc_p}{(1+r)^n - 1} \right) \cdot \left( 1 - \sum_{k=1}^n p_k \right)$$

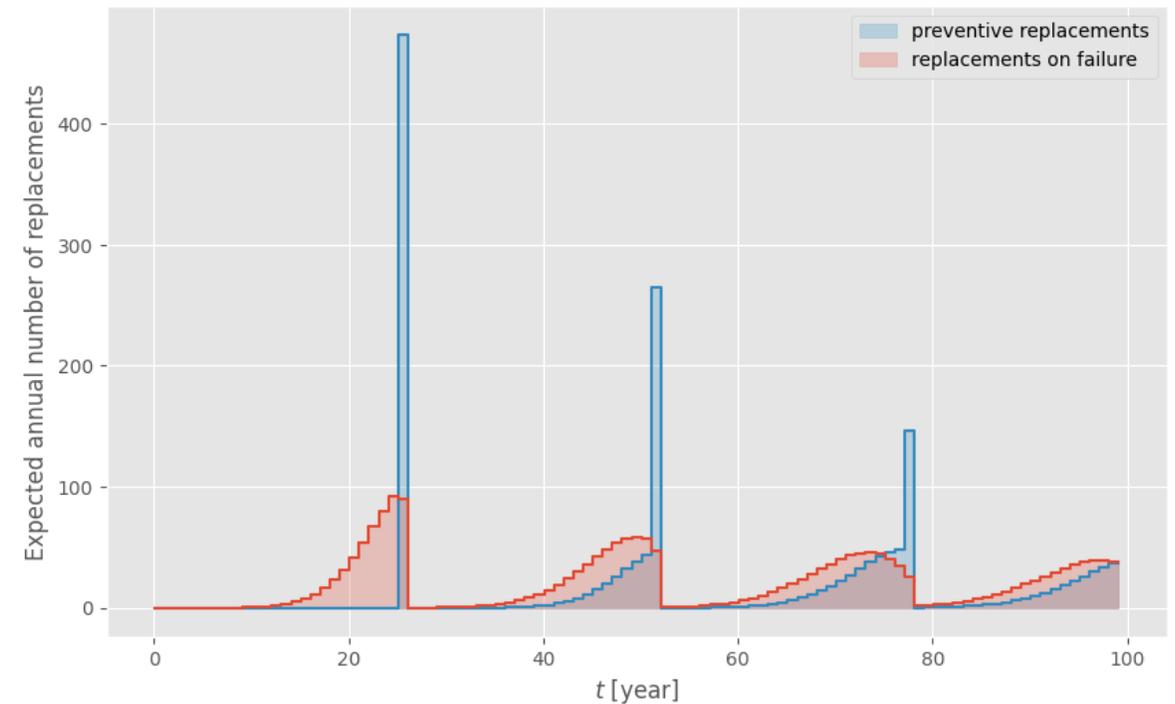
$$EEAC_{\text{perfect monitoring}} = \sum_{k \geq 1} \left( \frac{rc_0}{1 - (1+r)^{-k}} + \frac{rc_p}{(1+r)^k - 1} \right) \cdot p_k + c_m$$

# Processus de renouvellement (retardé, à récompense)

Densité de renouvellement *run-to-failure*

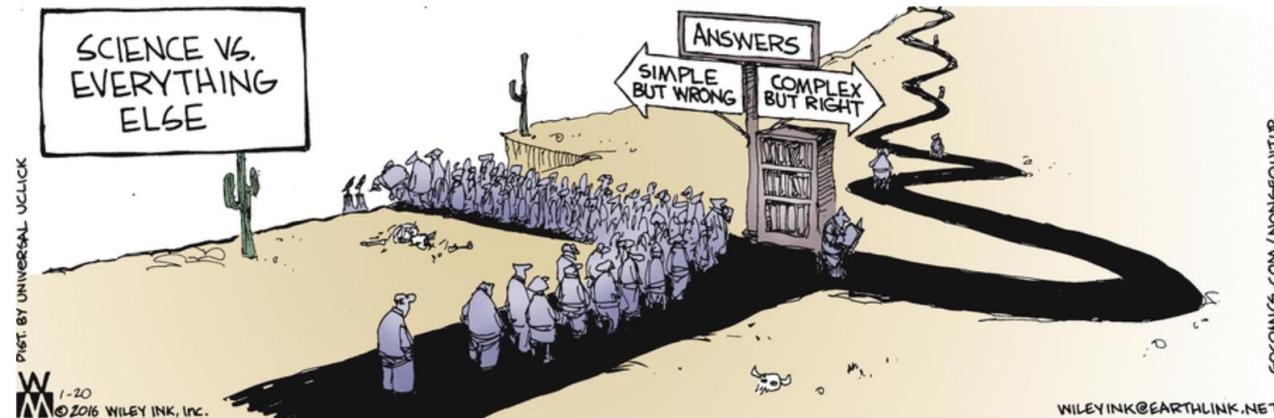


Remplacements annuels sur défaillance et préventifs

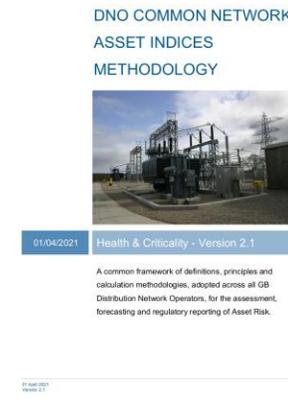
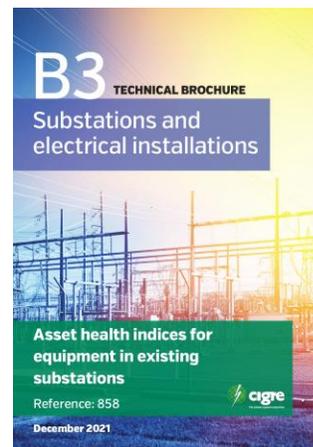


Développement d'une bibliothèque de calculs **ReLife** en langage python  
(La version 2 est à venir pour le congrès Lambda-Mu 2024 !)

## 2. Les effets du cloisonnement : des alternatives à la science



Dans leurs activités quotidiennes, les collègues n'ont **pas le temps et/ou les compétences** pour réaliser un travail bibliographique. En l'absence de normes, les pratiques de certains homologues publiées en dehors des relectures scientifiques deviennent la référence.



# La malédiction de la gestion d'actifs : *Health Index, PoF & Risk Matrix*

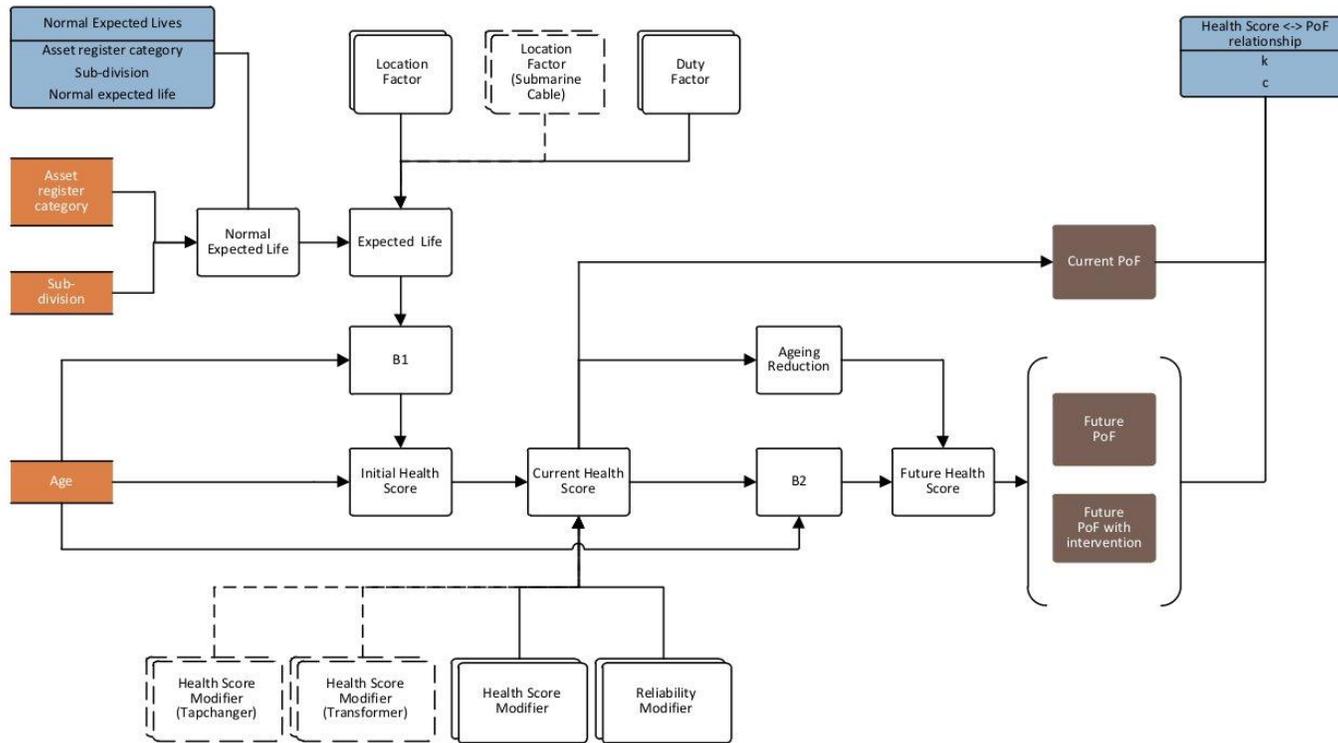


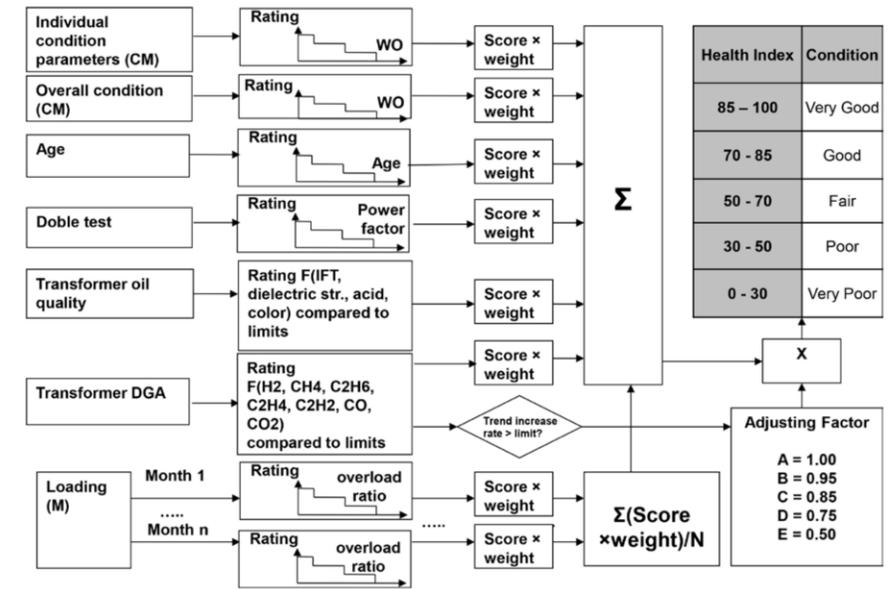
FIGURE 4: PROBABILITY OF FAILURE

$$PoF = K \times \left[ 1 + (C \times H) + \frac{(C \times H)^2}{2!} + \frac{(C \times H)^3}{3!} \right]$$

EQ. 3

Where:

- *H* is a variable equal to Health Score (Current or Future), unless Health Score  $\leq 4$  then  $H = 4$
- *K* and *C* are constants



**Reliability** <of an item> (IEV 192-01-24): Ability to perform as required, without failure, for a given time interval, under given conditions

**Health** (CIGRE 858): State of an asset which represents its ability to perform the function for which it is required and for the timescale defined by the user.

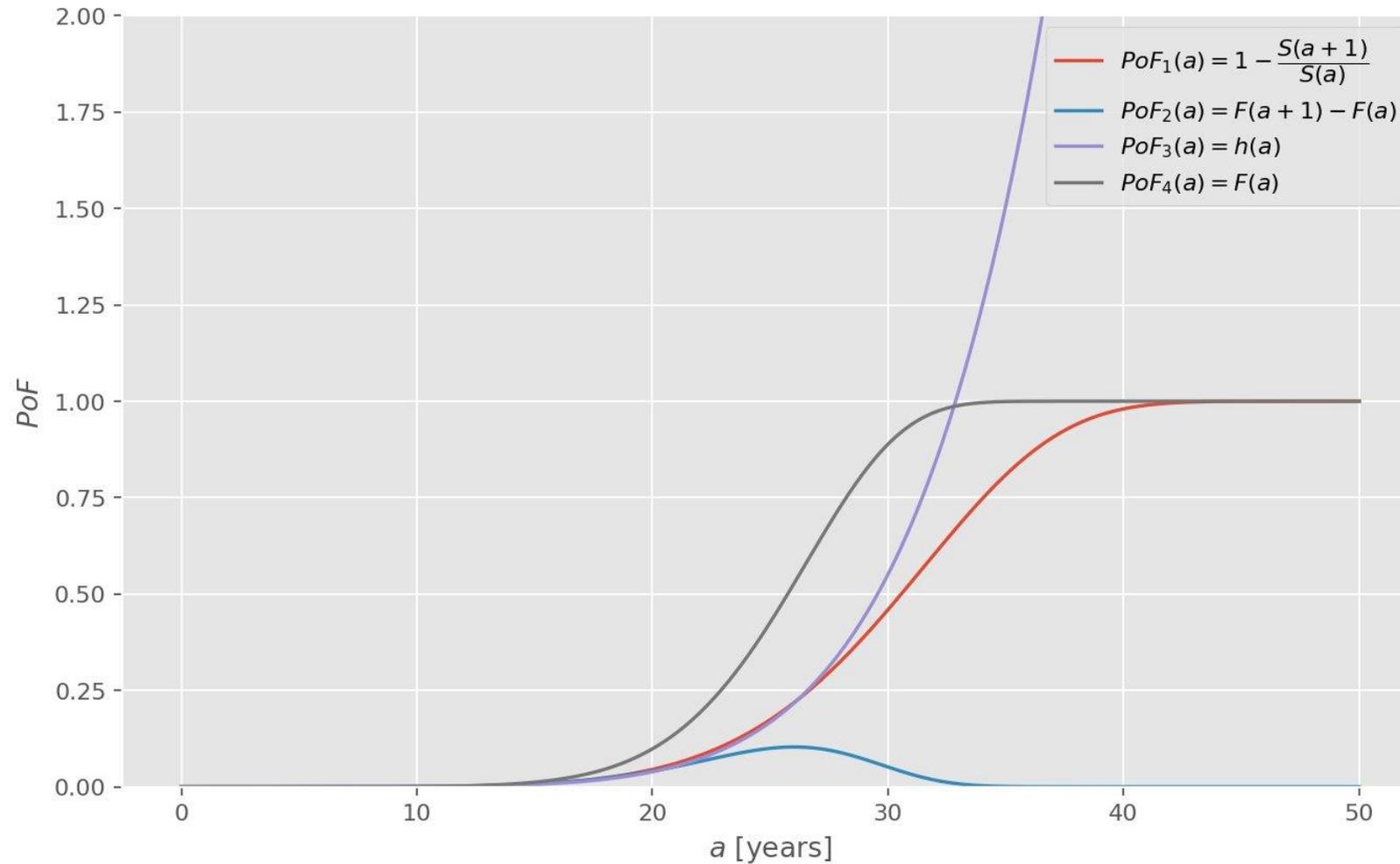
# Que signifie *PoF* ?

**Probability of Failure** (WG1 Terminology): likelihood that a failure mode will occur in a given time interval.

Quel est le **lien entre *PoF* (Probability of Failure) et la distribution de probabilité** des temps avant défaillance ? Souvent interprété comme une probabilité annuelle, les possibilités sont :

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad PoF_1(a) &= P(T \leq a + 1 | T > a) = 1 - \frac{S(a + 1)}{S(a)} \\ \textcircled{2} \quad PoF_2(a) &= P(a < T \leq a + 1) = F(a + 1) - F(a) \\ \textcircled{3} \quad PoF_3(a) &= \lim_{\Delta a \rightarrow 0} \frac{P(a < T \leq a + \Delta a | T > t)}{\Delta a} = h(a) \\ \textcircled{4} \quad PoF_4(a) &= P(T \leq a) = F(a) \end{aligned}$$

# Les possibilités pour la définition de $PoF$ ne sont pas équivalentes !



# Retour d'expérience sur *PoF* avec les membres de l'IEC

- Les formules pour calculer une *PoF* ressemblent à une estimation de la probabilité conditionnelle de la défaillance à la période suivante *PoF1*
- Les utilisateurs pensent qu'ils obtiennent le taux de défaillance *PoF3*
- Ils utilisent ensuite le résultat pour calculer la valeur actualisée nette (VAN) comme si c'était *PoF2* (voir CNAIM)

$$\text{Present value of future risk}_{0-n} = \left[ \sum_{i=0}^n (PoF_i \times (1+r)^{-i}) \right] \times CoF$$

EQ. 1

Where:

- $i$  = number of years subsequent to current year (where current year is year 0)
- $n$  = number of future years considered;
- $PoF_i$  = the expected number of functional failures in year  $i$ ;
- $CoF$  = the Consequence of Failure (£ at 2020/21 prices); and
- $r$  is the discount rate.

# Les conséquences du cloisonnement

## L'illusion d'un consensus sur l'état de l'art

Initiative IEC TC 123 avec la création du WG4 "Asset risk mitigation"  
Puis du projet IEC 63223-2 (123/47/NP)

Un projet de norme atteint par la **malédiction de la gestion d'actifs !**

**Table 18 – Probability of failure**

REQUIREMENT	GUIDELINE
<p><b>Probability of failure</b></p> <p>The organization <b>shall</b> develop, document and operate a methodology and process for estimating the probability of failure of (populations of) assets.</p>	<p>Commonly, different methodologies apply to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– strategic or high value assets</li> <li>– commodities or low value assets.</li> </ul>

**Table 21 – Health and risk indexing**

REQUIREMENT	GUIDELINE
<p><b>Health indexing system</b></p> <p>The organization <b>shall</b> develop, document and operate methods, tools and systems to keep track of the health of large amounts of assets.</p>	<p>We refer to the following practices and case studies...</p>
<p><b>Risk indexing system</b></p> <p>The organization <b>shall</b> develop, document and operate methods, tools and systems to keep track of the risks associated with large amounts of assets.</p>	<p>We refer to the following practices and case studies...</p>
<p><b>Health assignment</b></p> <p>For all relevant assets the health indexing system <b>shall</b> contain the health / condition / remaining life as based on condition indicators.</p>	<p>Condition indicators <b>may</b> be physical, empirical or statistical in nature. The choice of indicators depends on the level or urgency of the risk, the available technology and competences and skills, the availability of statistical data, the cost of implementation, et cetera.</p> <p>We refer to the following practices and case studies...</p>
<p><b>Risk assignment</b></p>	

# 3. Le défi du décloisonnement pour la gestion d'infrastructures

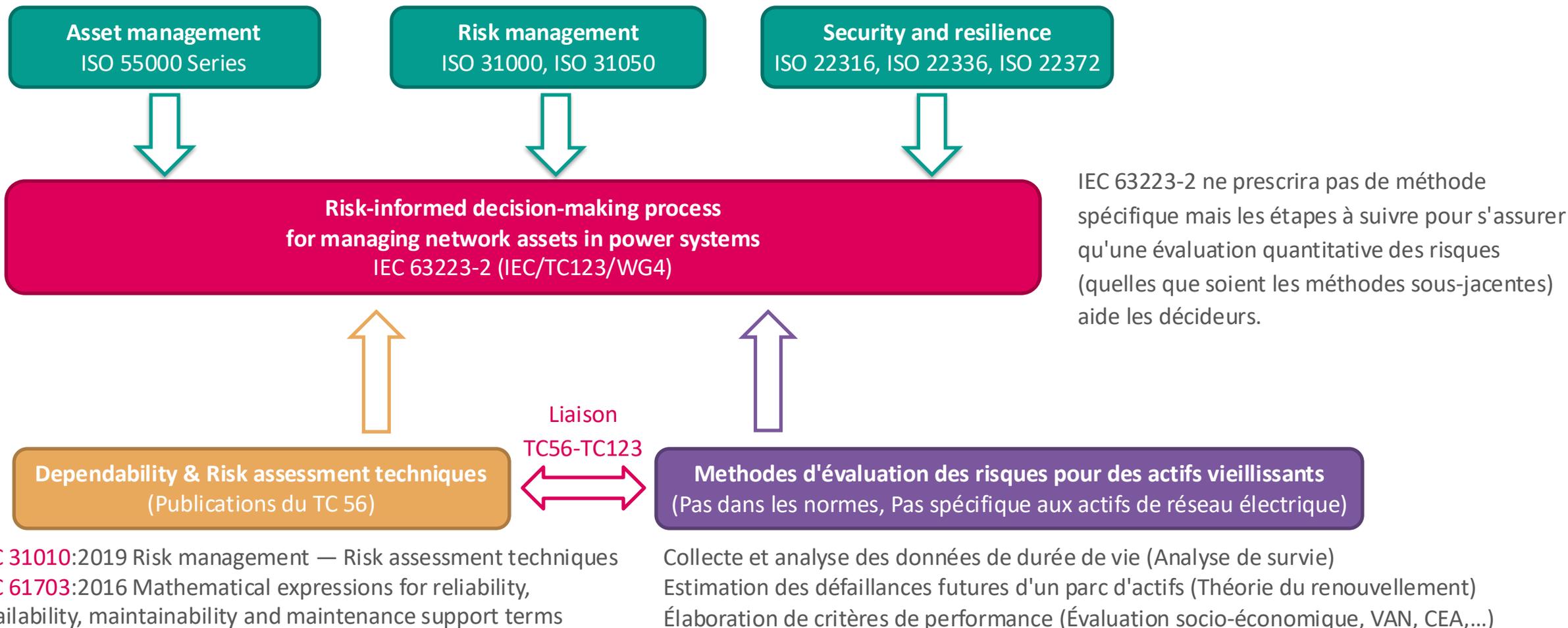
---

Des communautés à connecter :

- Les gestionnaires d'infrastructures
- Les comités techniques des organismes de normalisation
- La communauté académique :
  - science des risques,
  - statistiques des durées de vie,
  - théorie de la fiabilité,
  - évaluation socio-économique
- Les sociétés de conseil et éditeurs de logiciel

# Normalisation : un nouveau consensus

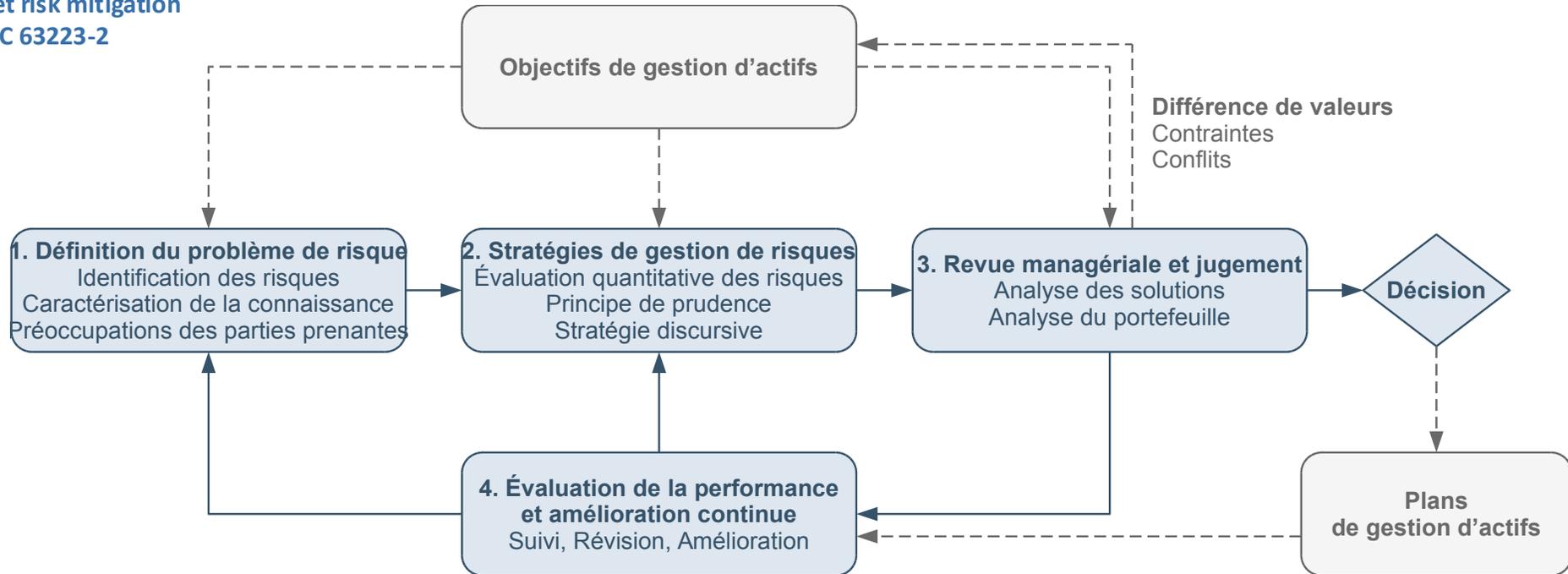
## Organizational guidelines and requirements



# Le processus de décision éclairé par les risques



TC 123 Management of network assets in power systems  
WG4 Asset risk mitigation  
Project IEC 63223-2



## 2. Stratégies de gestion de risques

### 2.1 Évaluation quantitative des risques

1. Identification des options de réduction de risque
2. Modèle de probabilité (Modèle, Données, Calibration)
3. Évaluation des conséquences
4. Évaluation et calibration des options de réduction de risque
5. Robustesse de la connaissance

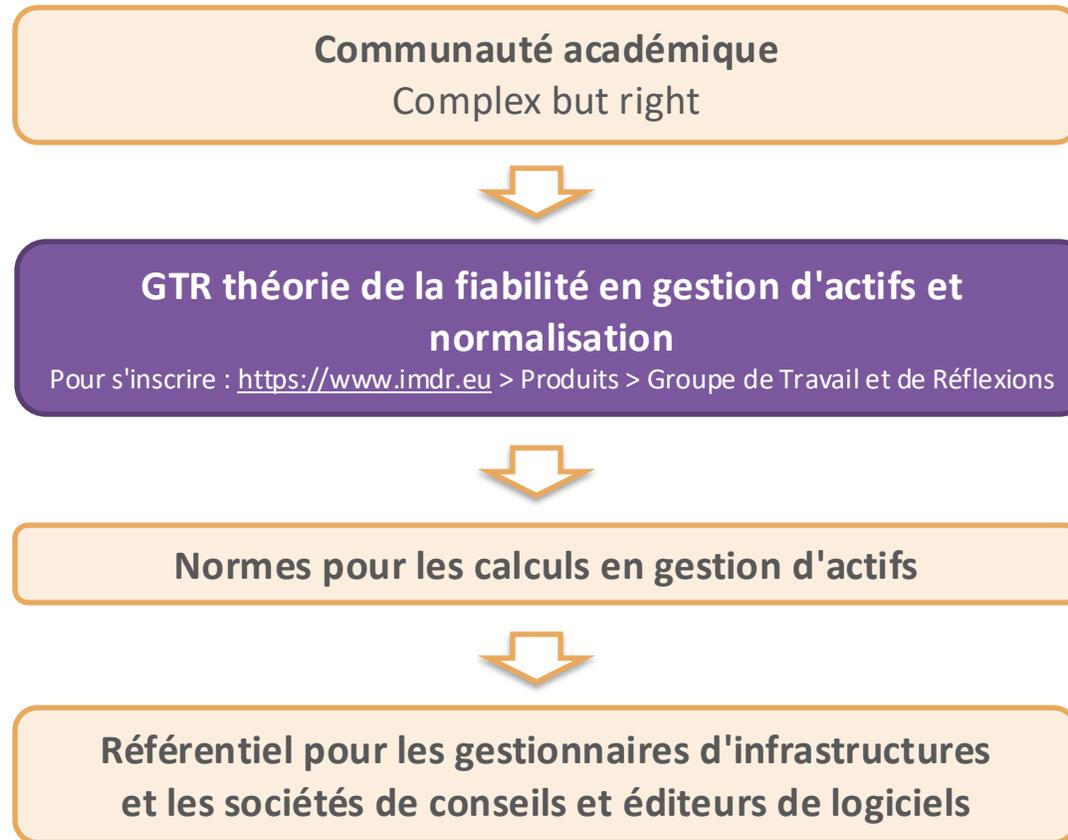
### 2.2 Principe de prudence

1. Action pour améliorer la connaissance
2. Identification de mesures de prudence (protection, résilience, avertissement, limitation d'activité)
3. Impact des mesures pour les parties prenantes

### 2.3 Stratégie discursive

1. Partager de connaissances, croyances et objectifs entre les parties prenantes
2. Recherche de compromis

# L'IMdR et les sociétés savantes pour réunir les communautés



Grâce aux conseils de l'UF56 à l'AFNOR et de la commission normalisation de l'IMdR

**Création d'un Groupe de Travail et Réflexion (GTR) à l'IMdR** réunissant tous les acteurs : gestionnaires d'infrastructures, enseignants chercheurs, sociétés de conseil et éditeurs de logiciel.

- Recueillir et formuler les besoins
- Réaliser l'état de l'art
- Proposer un référentiel accessible avec des exemples et illustrations
- Réaliser des projets de normes
- Promouvoir les approches scientifiques dans les pratiques industrielles (IEC, Conférences, etc.)



Risques – Architecture du risque – Management intégré des risques  
Architecture systèmes – Ingénierie des systèmes

Bénéfices des réseaux associatifs

Date : 28/05/2024

{OPEN}

# Contenu de la présentation

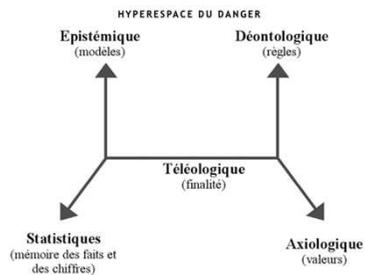
1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives

# Contenu de la présentation

1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives

# Analyse stratégique de l'IMdR

Des Cindyniques à l'utilisation d'une méthode d'analyse de dynamique de systèmes pour définir la stratégie de l'IMdR



Concepts clés :

- **Données** (expériences ou observations répétées)
- **Modèles** (sur quels modèles se fondent-on pour comprendre?)
- **But, Finalités, Enjeux** (quel est l'objectif fondamental ?)
- **Valeurs** (au nom de quoi va-t-on juger?)
- **Règles. Lois. Normes** (quelles sont les règles d'action?)



**RECENSER ET DECRIRE LES VARIABLES DU SYSTEME « IMdR »**  
Deux sessions de travail en synchrone et de préférence en présentiel



**DEFINIR L'INFLUENCE ET LA DEPENDANCE DE CHAQUE VARIABLE  
REPERER LES RELATIONS DES VARIABLES DANS LE CANEVAS SYSTEMIQUE**  
Une session individuelle. Proposition d'utiliser RiDi Strategic Decision Analysis Deux sessions de travail en synchrone et de préférence en présentiel



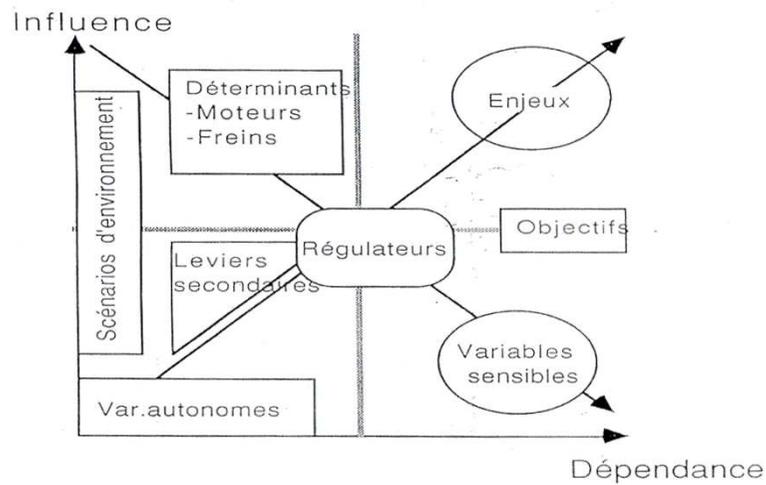
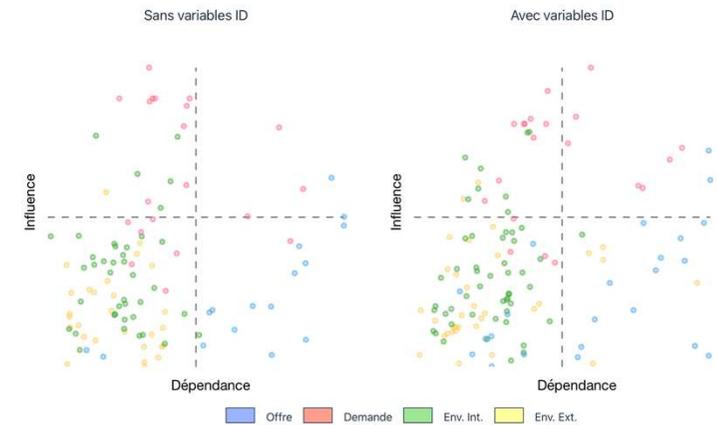
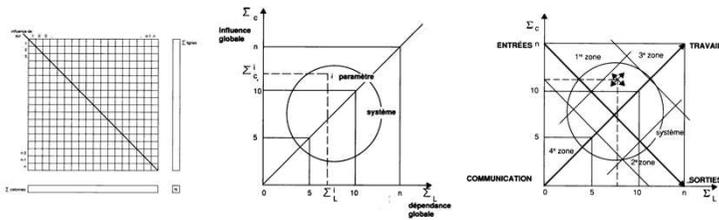
**RECHERCHER LES VARIABLES CLES SUR UN PLAN MOTRICITE (INFLUENCE) DEPENDANCE  
INTERPRETATION (STABILITE / INSTABILITE)  
MISE EN EVIDENCE DES VARIABLES CACHEES**  
Une session en présentiel et/ou distanciel



**...STRATEGIES D'ACTEURS (ENJEUX ET OBJECTIFS ASSOCIES, CONVERGENCE / DIVERGENCE, TACTIQUES POSSIBLES)  
...DEFINITION DES SCENARIOS (BLOCS MENUS-SOLUTIONS), REDUCTION DE L'INCERTITUDE (QUANTIFICATION PAR DES EXPERTS)**

# Analyse stratégique de l'IMdR

Des Cindyniques à l'utilisation d'une méthode d'analyse dynamique de systèmes



## Enjeux

Produire des connaissances pour sa communauté  
Développer les compétences des collaborateurs de ses membres

## Variables régulatrices

Orientations thématiques

- Complexité
- Systèmes techniques et socio-techniques
- Systèmes socio-économiques
- Systèmes socio-environnementaux

Au centre du « système » IMdR

# Activités de l'IMdR

- Les **GTR** (Groupe de Travail et de Réflexion) de l'IMdR
- Les **Projets**
- Les **Journées**
- Les **formations**
- Le **Congrès Lambda Mu**
  - Une fois tous les deux ans
  - LM 24 du 14 au 17 octobre 2024 à Bourges

→ favorise les interactions entre industriels, labos de recherche,...hors relations contractuelles

# Contenu de la présentation

1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives

# Les prémices

2009 – 2012



## Projet ANR : **Germa** (570 k€ de subvention ANR)

ARTELIA, EGIS, TRACTEBEL, VCF, Universités de Paris Est Marne-la-Vallée, Bordeaux I et le GRID – groupe de recherche associant l'ENSAM, l'ESTP et l'IAE. Labélisé par les pôles de compétitivité Advancity (Cap Digital). Les Syntec à appuyé le projet Germa ainsi que la publication d'un Cahier du Moniteur.



**Gestion des risques liés au management et à la maîtrise des risques des projets complexes de génie civil et urbain**



Enseignant – chercheur à l'ESTP

- Contextualisation de l'ISO 31 000 aux projets de génie civil et urbain
- 4 métriques pour le risque (langage parlé, langage parlé + règles logiques → échelle d'intervalle, mesure de distance)
- Tenir compte des biais de jugement et des biais cognitifs :
  - Biais d'estimation des probabilités
  - Prise en compte conjointe des gains et des pertes
  - Probabilités d'événements disjoints sous-estimées (A ou B ou C,...)
  - Probabilité d'événement conjoints surestimées (A et B et C,...)
  - Paradigme de gestion : performance du Produit – Qualité – Coût - Délais

**Accueil favorable de la profession → Besoin d'un outillage**

2016 - ...



## IMdR : Membre du Conseil d'administration



Déclaration de candidature : identifier les différences et complémentarités entre Sûreté de fonctionnement, Maîtrise des Risques, Gestion des risques, Gestion intégrée des risques et Management des risques de l'entreprise au profit d'une meilleure intégration du risque dans l'entreprise industrielle.

# Les prémices

2015 – 2018

## Projet FUI : **RiD** (2,3 M€ budget de R&D)

BOUYGUES CONSTRUCTION (BYBAT OPB), VCF, L'AGENCE VERTE, CADLM, L'ESTP. Labélisé par les pôles de compétitivité Advancity (Cap Digital) et Finance Innovation



Fiabiliser à toutes les échelles de l'entreprise la probabilité de réaliser les objectifs de chaque projet, d'un portefeuille de projets, en tenant compte de l'appétit pour le risque de l'entreprise



Proposer aux managers et à leurs équipes un ensemble d'outils d'analyse et d'aide à la décision pour les aider à fiabiliser la réalisation de leurs objectifs (20 ETP – académiques transdisciplinaires et professionnels, par an sur 3 ans) .

### 2018 : Création de la SAS RiD afin de valoriser à travers des outils digitaux, les concepts et connaissances élaborés dans le projet FUI.

- Techniques des matrices probabilités impacts non qualifiées, idem criticité et Amdec pour le secteur de la construction
    - Aucune trace de qualification de cette méthode en ingénierie des systèmes
    - ISO 310 10 : identifier des Classes de risques et des Catégories de risques. Preuve du contraire (Claude & Nouet, 2016)
    - Prendre des décisions en fonction des risques (Cox, 2008)
  - Le management intégré des risques comme alternative au management de la qualité comme choix de mode de gouvernance interne
    - The key word in *risk management* : management
    - Maîtriser les risques des systèmes sociotechniques
    - Passer l'ingénierie d'un centre de coût à un centre de création de valeur pour les clients et de profit pour l'entreprise
- Optimiser la prise de risque des systèmes socio-économiques (projet, portefeuille de projets, entreprise) / préférences en matière de risque de l'entreprise

### Souhait de l'Equipe N°5 de l'Institut de Recherche de l'ESTP de qualifier la technologie au-delà du secteur de la construction

# Contenu de la présentation

1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
- 3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)**
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives

# Le GTR GiRC (les métiers du risque)

2017 – ....

GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégrée du Risque et de la Complexité : pilotage des résultats de l'entreprise et apprentissage)



Difficultés S&T dans l'architecture des produits complexes, des projets complexes et d'un ERM



Proposer des indicateurs de clés de risques (KRI) et de la complexité (KCI) aux professionnels qui intègrent leurs objectifs afin de leur permettre de gérer au plus juste les écarts par rapport aux attentes.

1<sup>ère</sup> étape  
2017–2023

GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégrée du Risque et de la Complexité)



Experts en Cindyniques, SdF, maîtrise des risques, normalisation du risque, risque projet, management intégré des risques, assurance, finance, ERM



Incompréhension sur des concepts clés « risque », « opportunité », « sécurité », « sûreté »,...



Application du raisonnement systémique et de l'architecture système à chaque expertise et à leurs interactions

23 réunions de travail

# Le GTR GiRC (les métiers du risque)



(Krob, 2014)

- Quelle est la finalité de l'expertise, autrement dit quels sont les services rendus par l'expertise à l'entreprise, quelle est sa mission ? Ce questionnement revient à répondre à la question POUR QUOI ?
- Quel est son « vocabulaire » de base ?
- Quelles sont les grandes fonctions à réaliser par l'expertise ? Ce questionnement revient à répondre à la question QUOI ?
- Quelles sont les ressources concrètes utilisées, autrement dit quelles sont les ressources humaines et techniques mobilisées et notamment les méthodes ? Ce questionnement revient à répondre à la question COMMENT ?



## Identification de 10 métiers du risque dans l'entreprise industrielle

Les Cindyniques

La sûreté de fonctionnement

La maîtrise des risques industriels (FOH, REX, Risques Pro)

Le management des risques projet

Le management des risques par la Qualité (analyse de risques)

Le management intégré des risques

Le management des risques de l'entreprise (ERM)

Le management des risques assurables

La compliance

La continuité d'activité et la gestion de crise



## Identification de deux disciplines transverses

L'ingénierie dirigée par les modèles

L'IA de confiance

# Le GTR GiRC (les métiers du risque)

1<sup>ère</sup> étape  
2017–2023

## GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégré du Risque et de la Complexité)



Définition d'un glossaire commun au sein de la communauté IMdR sur les notions de risque et structuration des expertises de l'IMdR en Métiers du risque.



Constitution d'un état de l'art et identification des connaissances manquantes pour la résolution de verrous scientifiques et techniques rencontrés par les entreprises dans le cadre de leurs activités concernées par :

- l'intégration du risque globalement encouru dans le cadre de leurs activités
- la complexité de leur organisation



Ouvrage collectif en cours de publication



Prochain Congrès Lambda Mu 24 sur le thème :

« *Les métiers du risque : clés de la réindustrialisation et de la transition écologique* »

- 130 communications reçues
- 3 conférences – débats programmées
- 10 ateliers
- ...

# Contenu de la présentation

1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives

# Le GTR GiRC (Sustainable Dependability et Ingénierie)

2<sup>ème</sup> étape  
2023-2024

## GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégrée du Risque et de la Complexité)

Constats initiaux



Thème du Congrès Lambda Mu 23 à EDF Saclay Oct. 2020  
« Innovations et maîtrise des risques pour un avenir durable »



Analyse de dynamique de systèmes « Technologies et environnement » réalisées en 1995...rien n'a changé...le modèle fonctionne toujours...

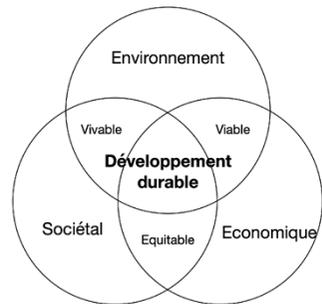
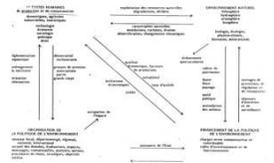


Impossibilité de définir le « développement » à partir de la définition du « développement durable » dans le rapport Brundtland (Brundtland, 1987)

Retour à la 1<sup>ère</sup> définition du développement soutenable dans (IUCN, 1980)

Le développement vise à atteindre les objectifs humains en grande partie grâce à l'utilisation de la biosphère et d'énergie. La conservation vise à les atteindre en garantissant que cette utilisation puisse continuer. Le souci de la conservation et de la soutenabilité est une réponse rationnelle à la nature des ressources vivantes (renouvelabilité si elles sont conservées et destructible si elles ne le sont pas). (Claude & Maire, 2024).

(IUCN, 1980) discute de maintenabilité, systèmes de soutien à la vie,...de la sûreté de fonctionnement pour les écosystèmes naturels.



**Le développement soutenable sera une émergence à la condition de modifier tous les comportements des systèmes techniques et...des humains.**

**① Le comportement des systèmes techniques est un problème d'ingénierie. ② On ne reviendra pas en arrière en matière de Dependability**

# Le GTR GiRC (Sustainable Dependability et Ingénierie)

2<sup>ème</sup> étape  
2023-2024

## GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégrée du Risque et de la Complexité)

Constats initiaux



Avantage du réseau associatif

Tel à J-P Signoret qui venait de publier (Signoret, Leroy, 2021) une référence internationale en matière de SdF



Est-ce que la propriété de « soutenabilité écologique » est prise en compte par la SdF ? non



Cloisonnement normatif des disciplines (environnement et sécurité non pris en compte pour la SdF)

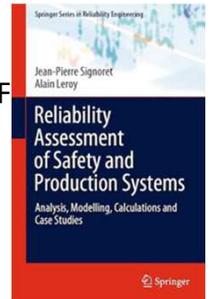
Propriété de Soutenabilité écologique du système technique # propriété de durabilité (cycle de vie)

Une propriété (mathématique) est une qualité (= condition) concernant les objets qui est telle qu'un objet la vérifie (= l'a, = la possède) ou sinon ne la vérifie pas.

→ Sustainable Dependability # de éco-conception. Qu'est-ce qu'un système bien éco-conçu ?

→ Ajouter la propriété de soutenabilité écologique aux systèmes techniques en sus de :  
Fiabilité, disponibilité, durabilité, maintenabilité,...

La soutenabilité écologique devient une propriété embarquée dans les systèmes techniques dès l'échelle composant.

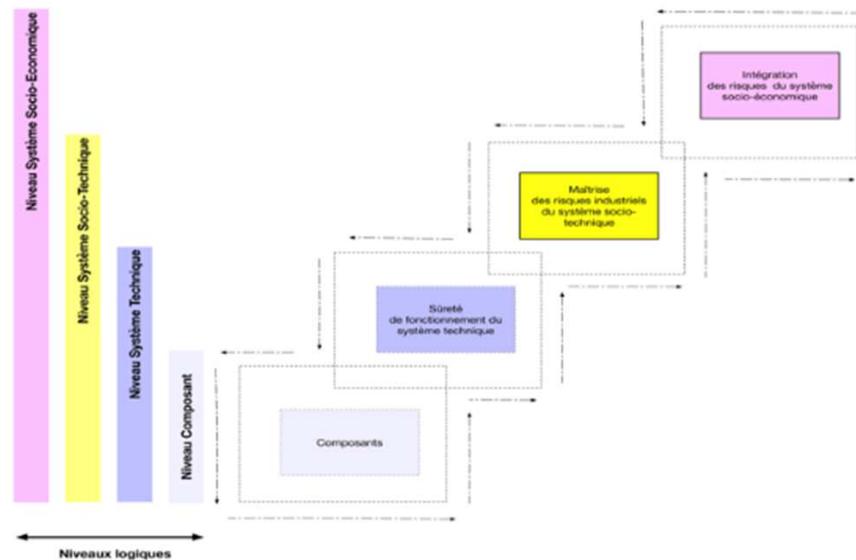


# Le GTR GiRC (Sustainable Dependability et Ingénierie)

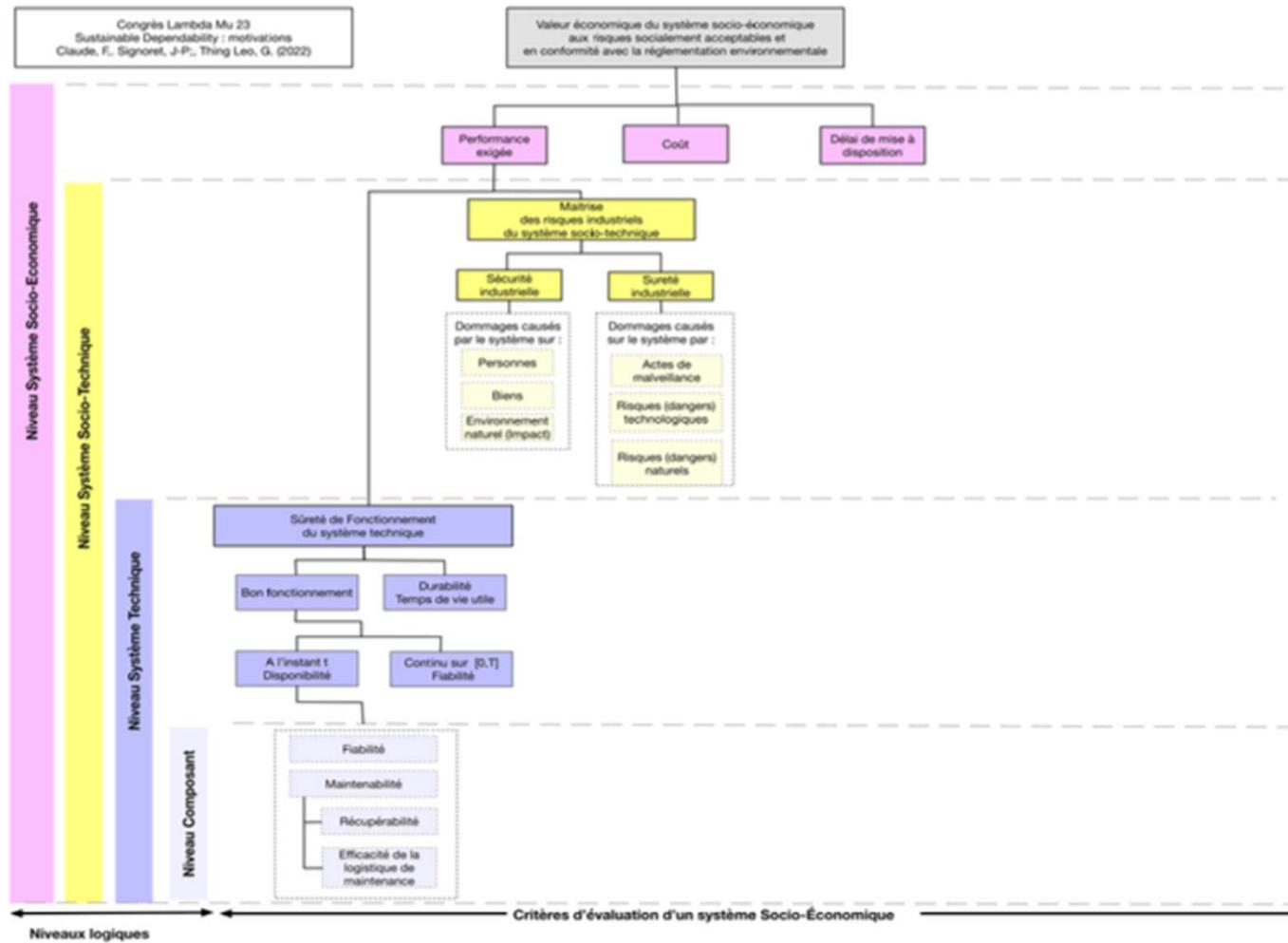
2<sup>ème</sup> étape  
2023-2024

GTR de l'IMdR : **GiRC** (Gestion intégrée du Risque et de la Complexité)  
1ers travaux

- État de l'art de la SdF depuis 1938 (Lusser – fiabilité), de la maîtrise des risques et du management intégré des risques (Claude & Signoret, 2022).
- Correspondance entre les métiers du risque et l'ingénierie des systèmes par niveaux logiques (niveaux systèmes)



# Le GTR GiRC (Sustainable Dependability et ingénierie)



# Le GTR GiRC (Sustainable Dependability et ingénierie)

2<sup>ème</sup> étape  
2023-2024

## GTR de l'IMdR : **GIRC** (Gestion intégré du Risque et de la Complexité)

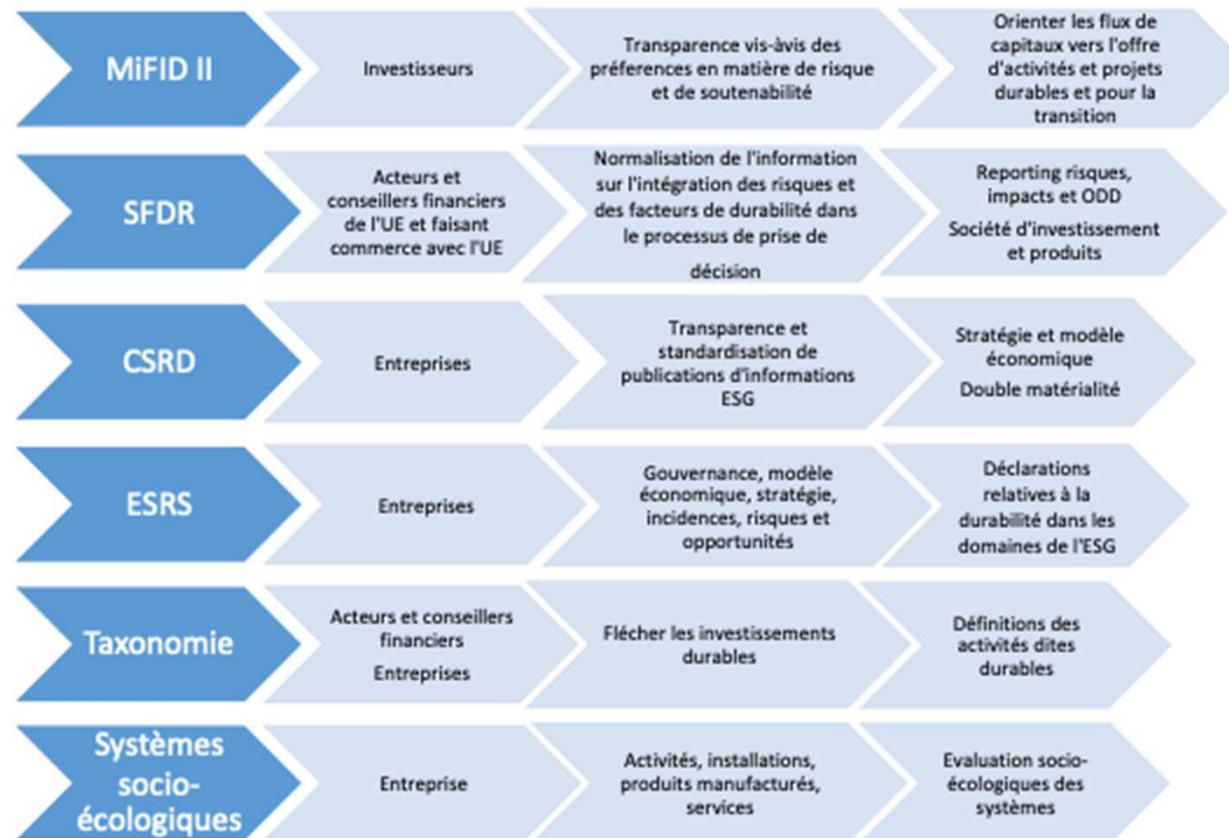
1ers travaux

-  Intégration de la propriété de soutenabilité écologique  
Stocks et flux énergétiques. Stocks et flux de matière premières. Puits de carbone naturels.  
(Claude et al, 2022)
-  Groupe de travail ESTP, TotalEnergies Professeur associés, Schneider Electric,...
-  Vision européenne  
Le Pacte Vert a pour ambition de transformer « *l'Union Européenne en une économie moderne, efficace dans l'utilisation des ressources et compétitive, garantissant : la neutralité carbone à horizon 2050, une croissance économique dissociée de l'utilisation des ressources et que personne ne soit laissé de côté* » (UE, 2024).
-  Etude des réglementations européennes transcrites en droit national  
Etude de la Stratégie Nationale Bas-Carbone de la France, prospective énergétique RTE,...
-  Ajout d'un quatrième niveau logique (système) d'analyse : le système socio-écologique duquel dépend l'entreprise et que l'entreprise influence.

23 réunions de travail

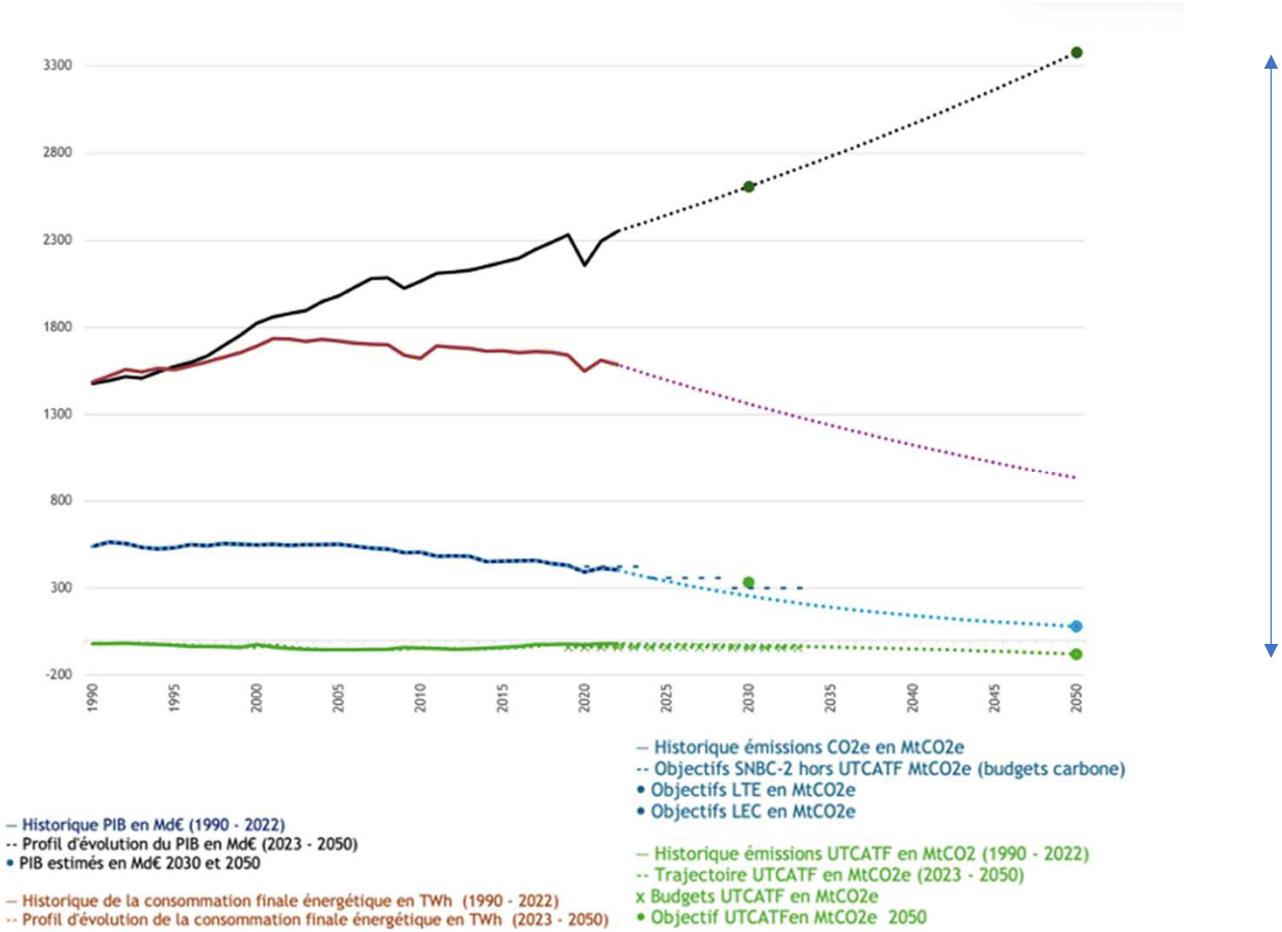
# Le système réglementaire européen de finance durable

Système réglementaire pour le financement durable des systèmes ingénierés (installations, produits manufacturés et entreprise)



# La Stratégie Nationale Bas Carbone de la France (SNBC)

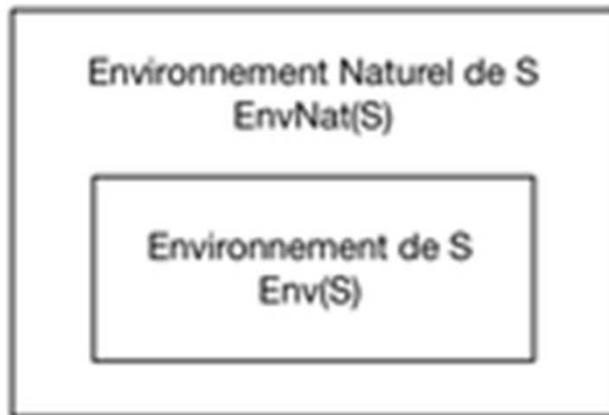
## Hypothèses et objectifs de la SNBC



# Implication en matière d'architecture

## Installations et produits manufacturés

Environnement naturel d'un environnement (formel) d'un système



## Entreprise

Création de valeur : compétition ET coopération



# Le principe de double matérialité

## Le nouveau principe de création de valeur et donc de gouvernance interne et externe

**Publier des informations à la fois sur les incidences des activités de l'entreprise sur la population et l'environnement et sur la manière dont les questions de durabilité influent sur l'entreprise.** Il s'agit de la perspective de la "double importance relative" (*double materiality*), selon laquelle la notion d'importance relative est envisagée de deux points de vue : celui des risques pour l'entreprise et celui des incidences de l'entreprise.

### La matérialité financière ou matérialité simple

correspond à la vision « Outside-In » : cette matérialité ne prend en compte que les impacts positifs (opportunités) et négatifs (risques) générés par l'environnement économique, social et naturel sur le développement, la performance et les résultats de l'entreprise. Cette première dimension concerne donc les aspects financiers : les revenus, les bénéfices, les flux de trésorerie, etc.

### La matérialité d'impact ou matérialité extra-financière socio-environnementale

correspond à la vision « Inside-Out ». Cette matérialité prend en compte les impacts négatifs ou positifs de l'entreprise sur son environnement économique, social et naturel et englobe donc les impacts environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG).

SFDR = 14 critères obligatoires + 2 aux choix soit 16 critères.

En matière de décision multi-attributs et multicritères pour :

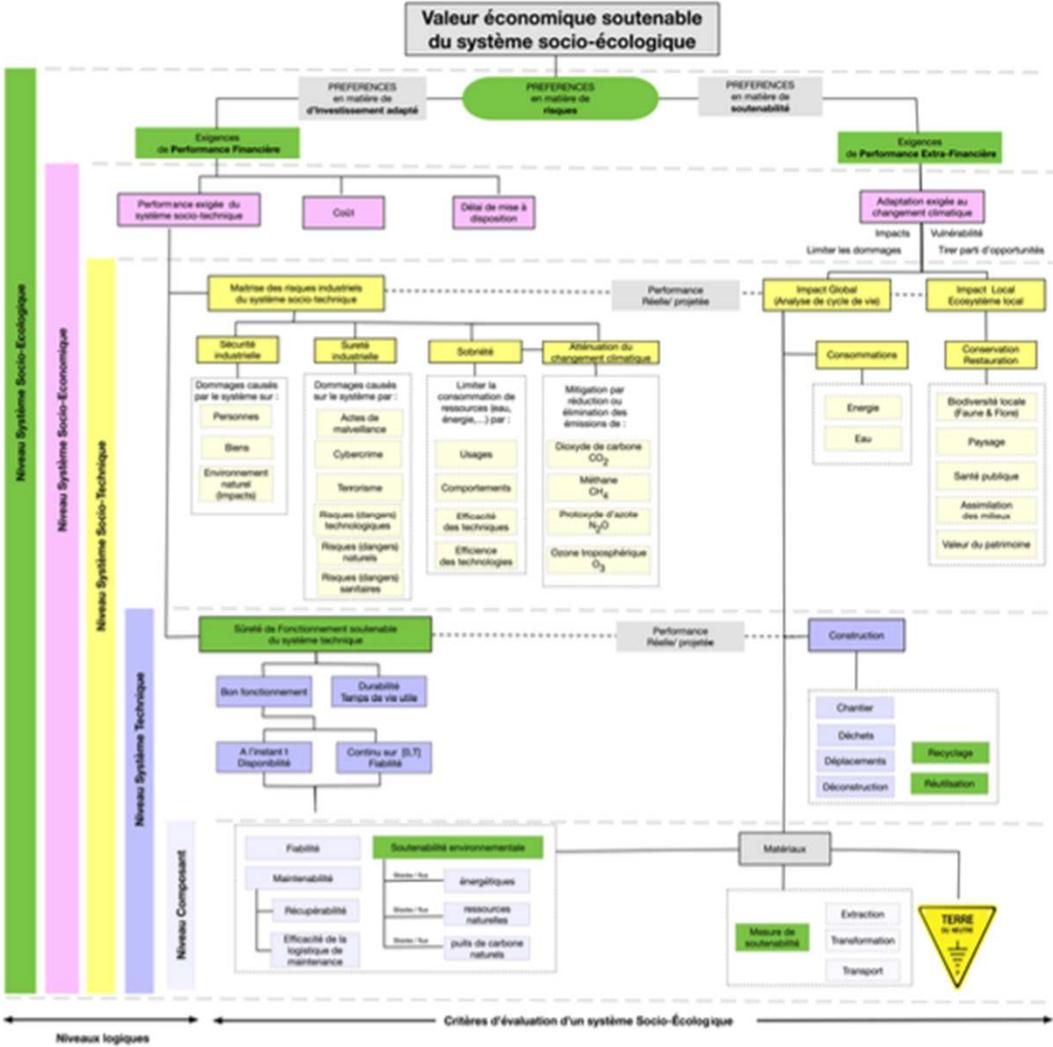
- tenir compte des préférences en matière de durabilité et
- des interactions entre attributs (atténuation, adaptation, eau, ...)

=  $2^{16}$  = 65 534 variables à identifier pour classer les investissements en 3 catégories.

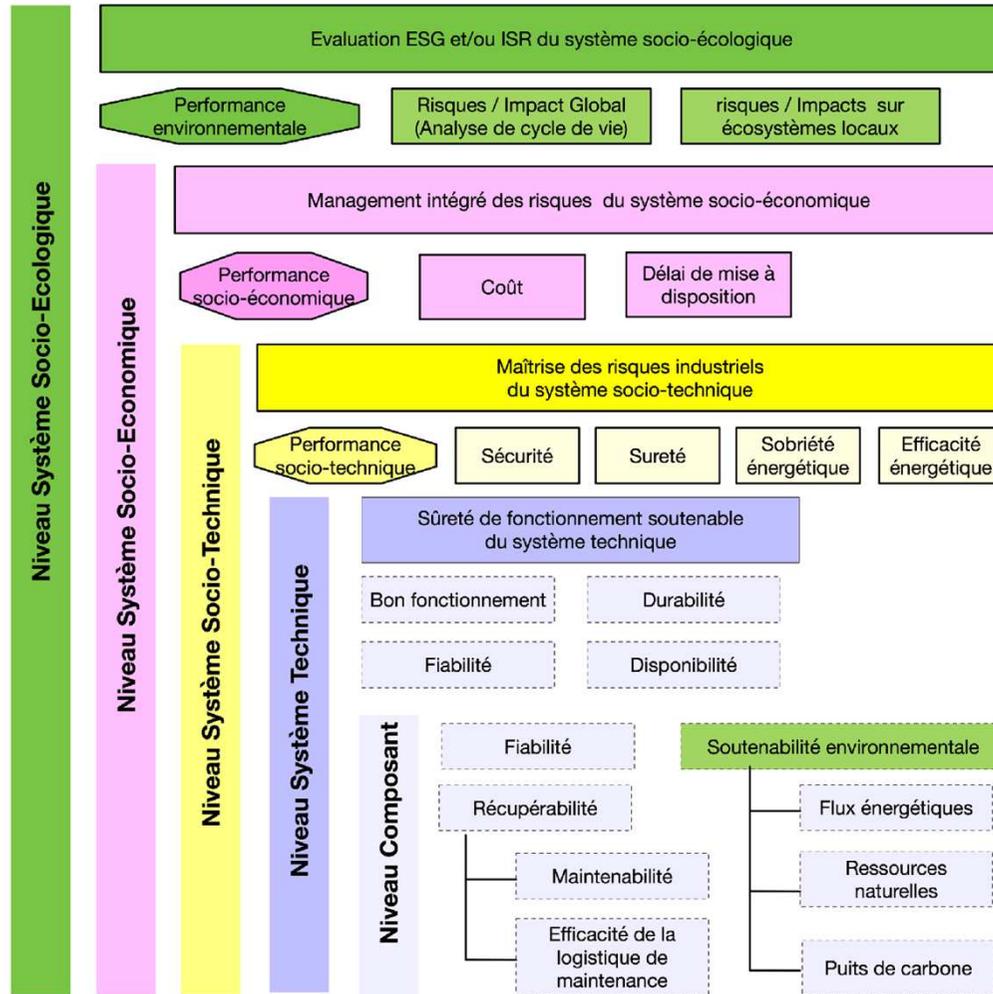
Six objectifs environnementaux sont fixés à l'article 9 avec des précisions apportées à différents articles du texte (UE) 2020/852 du 18 juin 2020 :

- l'atténuation du changement climatique (article 10) ;
- l'adaptation au changement climatique (article 11) ;
- l'utilisation durable et la protection des ressources aquatiques et marines (article 12) ;
- la transition vers une économie circulaire (article 13) ;
- la prévention et la réduction de la pollution (article 14) et enfin,
- la protection et la restauration de la biodiversité et des écosystèmes (article 15).

# Poser le problème à résoudre : un modèle décisionnel



# Poser le problème à résoudre : un modèle décisionnel



# Contenu de la présentation

1. Analyse stratégique et activités de l'IMdR
2. Les prémices
3. Les travaux du GiRC (Les métiers du risque)
4. Les travaux du GiRC (Sustainable Dependability & Ingénierie)
5. Sustainable Dependability : perspectives et synthèse
6. Bibliographie

# Perspectives en matière de R&D

Chaires de Recherche et d'Enseignement de l'ESTP – Grande École d'ingénieurs de la construction :

- dans les domaines du bâtiment (résidentiel et tertiaire) et celui de l'industrie-construction, respectivement avec la Chaire *Sustainable Buildings for the Future (SBF)*, portée par Socotec,
- la Chaire *Sustainable Dependability*, portée par Sector et Risk intelligence & Decisions (RiD) et
- La Chaire *Génie Civil et Écologique* portée par l'ESTP et AgroParisTech ; soutenue par l'Union professionnelle du génie écologique, VINCI Construction Terrassement et Eiffage Construction Gestion et Développement.



# Perspectives en matière de R&D



À paraître en 2024

Claude, F., Garatti, A., Thing Leo, G. (2024a). Stratégie Nationale Bas Carbone de la France à l'échelle d'une organisation .

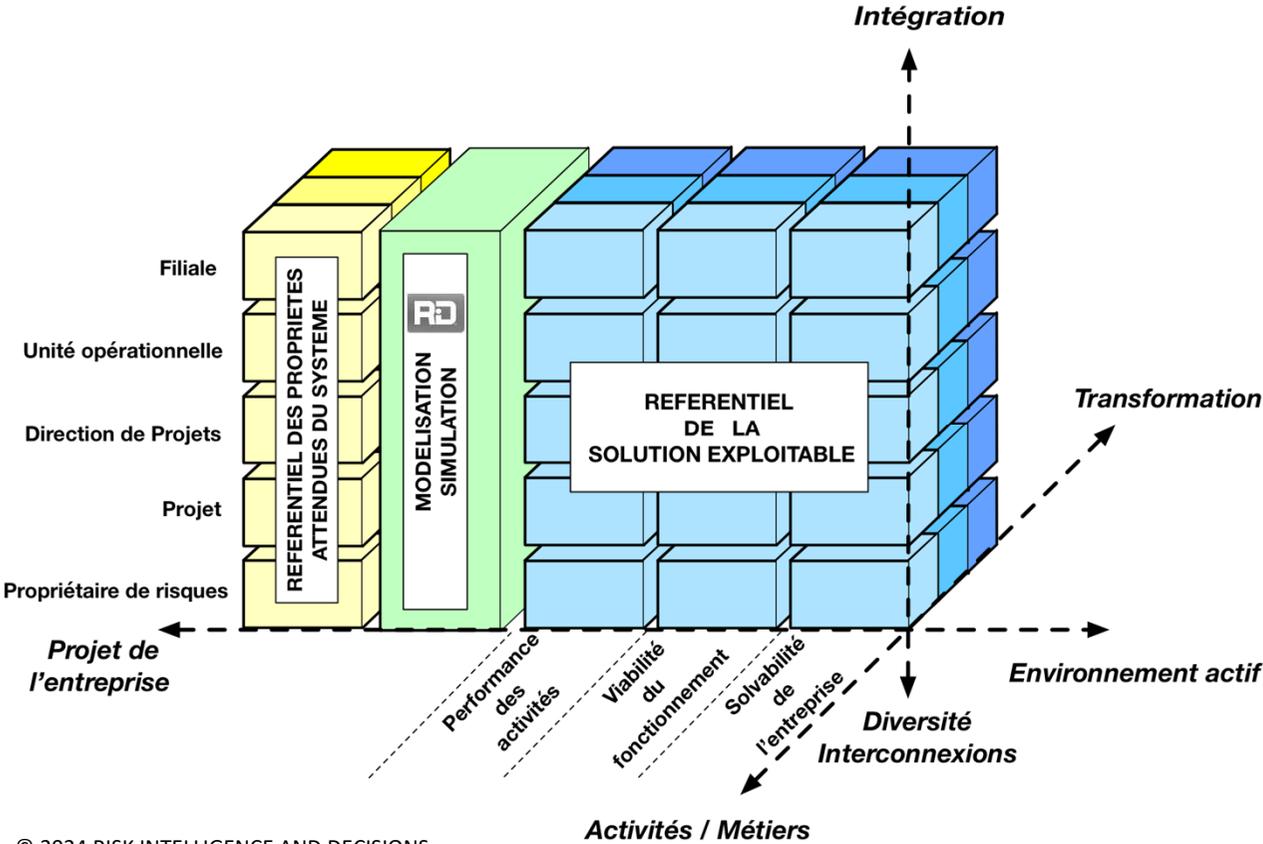
Claude, F., Rodrigues, P., Gauthier, E. (2024b). Architecture et ingénierie pour des systèmes ingénierés soutenables.

Jeong. J., Thing Leo, G. Claude, F. (2024). Nouveau béton pour l'économie circulaire : enjeu de conception et de normalisation.

Thing Leo, G., Claude, F. (2024). Sûreté de fonctionnement soutenable : revue des modèles de quantification d'impacts environnementaux et de risques écologiques.

In : Congrès Lambda Mu 24 « *Les métiers du risque, clés de la réindustrialisation et de la transition écologique* ». 24e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Bourges, France.

# Architecture du risque et management des décisions en pratique



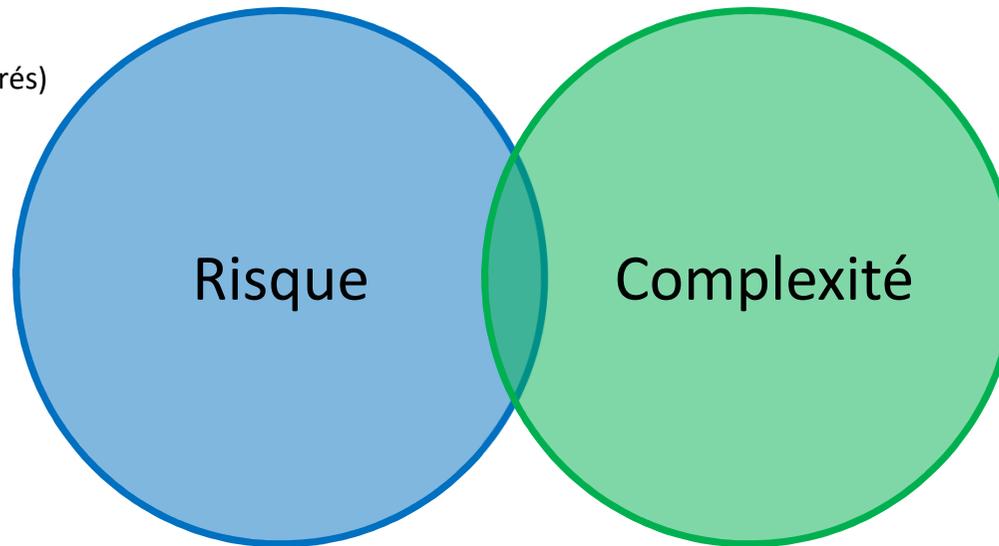
# Synthèse d'une démarche dans un réseau associatif

Produit industriel  
(Installations & produits manufacturés)

Projet

Portefeuille de projets

Entreprise



Produit industriel  
(Installations & produits manufacturés)

Projet

Portefeuille de projets

Entreprise

Systemic Risk Manager ?



**Plateforme technologique :**

*Architecture du risque et management des décisions*

- +30 publications depuis 2015
- 2 Chaires

**Expertises :**



**GTR Gestion intégrée des risques et de la complexité (GiRC)**

- Les métiers du risque dans l'entreprise industrielle (ouvrage collectif)
- Sustainable Dependability
- Congrès LM 24 : les métiers du risque clé de la réindustrialisation et de la transition écologique

# Bibliographie

- Brundtland, G. H. (1987). *Notre avenir à tous*. rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies. Oxford University Press.
- Claude, F., Nouet, S. (2016). Les matrices conséquences-probabilités pour décider de l'acceptabilité du risque : un paradoxe économique. In : « *Maîtriser les risques dans un monde en mouvement* », Congrès Lambda Mu 20 de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, 11-13 Octobre 2016, Saint Malo, France
- Claude, F., Maire, S. (2024). *Résilience des territoires : la soutenabilité des régions face aux défis écologiques*. Working paper de l'ESTP
- Cox Jr, L. A. (2008, April). What's Wrong with Risk Matrices? . *Risk Analysis*, 18(2), 497-512.
- IUCN. (1980). *World Conservation Strategy*. International Union for Conservation of Nature and Natural Ressources.
- Krob, D. (2014). Eléments de systémique. Architecture des systèmes. in : *Complexité - Simplexité*. Collège de France. Paris : Collège de France: OpenEdition books.
- Claude, F., Signoret, J-P. (2022). La sûreté de fonctionnement soutenable : motivations. Etat de l'art, verrous et hypothèses scientifiques (1). Congrès Lambda Mu 23 « *Innovations et maîtrise des risques pour un avenir durable* » - 23e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Institut pour la Maîtrise des Risques, Oct. 2022, Paris Saclay, France. hal-03877915v3
- Claude, F., Signoret, J-P., THING LEO, G. (2022). La sûreté de fonctionnement soutenable : motivations. Etat de l'art, verrous et hypothèses scientifiques (2). Congrès Lambda Mu 23 “ *Innovations et maîtrise des risques pour un avenir durable* ” - 23e Congrès de Maitrise des Risques et de Sureté de Fonctionnement, Institut pour la Maîtrise des Risques, Oct. 2022, Paris Saclay, France. hal-03877927v3
- UE. (2024). *Le pacte vert pour l'Europe. Notre ambition : être le premier continent neutre pour le climat*. Commission européenne. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_fr](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr)

## À paraître 2024:

- Claude, F., Garatti, A., Thing Leo, G. (2024a). Stratégie Nationale Bas Carbone de la France à l'échelle d'une organisation.
- Claude, F., Rodrigues, P., Gauthier, E. (2024b). Architecture et ingénierie pour des systèmes ingénierés soutenables.
- Jeong, J., Thing Leo, G. Claude, F. (2024). Nouveau béton pour l'économie circulaire : enjeu de conception et de normalisation.
- Thing Leo, G., Claude, F. (2024). Sûreté de fonctionnement soutenable : revue des modèles de quantification d'impacts environnementaux et de risques écologiques.

In : Congrès Lambda Mu 24 « *Les métiers du risque, clés de la réindustrialisation et de la transition écologique* ». 24e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Bourges, France.

# La Vision AFIS des challenges de l'Ingénierie Systèmes



# AGENDA



1. Introduction

2. Vision

3. CT et Projets

4. Q/R

# Présentateurs

## Mickael Bouyaud

Architecte Système  
Thales SIX GTS



Première expérience d'une quinzaine d'année d'architecte télécom et système dans la téléphonie mobile chez Renesas, Philips puis Ericsson. Architecte business chez Ingenico et Worldline sur des solutions de paiements EMV. Architecte Système chez Thales SIX depuis octobre 2023.

INCOSE TLI Cohort 6.  
Directeur Technique AFIS (2020-2024)

## Pascal Hubert

PhD., Directeur R&D  
AFNeT Services  
IS, JN, Smart Manufacturing



Successivement, chercheur à Polytechnique de Turin, ingénieur de recherche au Laboratoire de Planétologie de Grenoble, puis 15 ans dans le domaine aéronautique au sein de différentes directions de SAFRAN sur des postes de Chef de Projet, Responsable Méthodes et Outils, et Responsable de Pôle de Solutions dédiées à l'Ingénierie, Il est membre des commissions de normalisation IQLS et JN de l'AFNOR et expert auprès de la Commission des Titres d'Ingénieur.

Directeur Technique AFIS (2024-)  
Co-animateur Chapitre IdF

# AGENDA



1. Introduction

2. Vision

3. CT et Projets

4. Q/R

# Une association à la pointe de l'Ingénierie Système



## Association Française des Ingénieurs Systèmes

Créée en 1998 par 13 Grands groupes, membres fondateurs

Missions : promouvoir, favoriser l'usage, la dissémination, la recherche en IS et favoriser l'échange de ses utilisateurs

Environ 1000 adhérents, 50 organisations membres (académiques et industriels), 5 chapitres régionaux

12 comités techniques, une dizaine de projets transverses, des missions pour soutenir les activités techniques

Evénements : Congrès, RobAFIS, prix de thèses, Webinaires, Journées Thématiques

[www.afis.fr](http://www.afis.fr)



Ref:

AFIS © - Ce document est la propriété de l'AFIS - Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation écrite.

{OPEN}

# La vision – Une réflexion continue, des productions jalons



En 2021, l'AFIS a publié sa vision 2030+. Elle influence la stratégie technique de l'association pendant près d'une décennie.

En 2024, la Direction Technique a produit la roadmap technique dans un magazine de l'INCOSE.



# Le SWOT de l'ingénierie système



Les SWOT pour une démarche As-Is/To-Be de l'IS dans son contexte

- L'application de l'IS pour des systèmes types (autonomes, l'uber-like, en crise)
- Les secteurs en mutation : l'énergie, le transport, la santé, la banque

Forces	Faiblesses
<p>Penser le système dans sa <b>globalité</b> L'IS s'appuie sur des <b>processus structurés</b> et outillés (MBSE, études des parties prenantes, prise en compte de l'humain) Intègre les systèmes de soutien (test, émulateurs)</p>	<p>L'autonomie n'est pas encore maîtrisée (plus orientée technologie qu'holistique)</p> <p>Manque d'approche structurée pour être couvrir <b>toutes les disciplines d'ingénierie</b></p>
Opportunités	Menaces
<p>Développer une <b>IS à l'interface des nouvelles disciplines d'ingénierie</b>. Profiter des simulations basées sur des agents, allocation dynamique des ressources. Traiter des <b>systèmes de systèmes</b>. Faciliter les liens client en utilisant des <b>processus de capacités incrémentales, collaboratifs</b></p>	<p>Manquement de l'anticipation des phénomènes émergents Coût des décisions erronées (mauvaise acceptation de la société, sûreté des biens et des personnes, image) Convergence des disciplines, cannibalisation de l'IS par l'IT.</p>

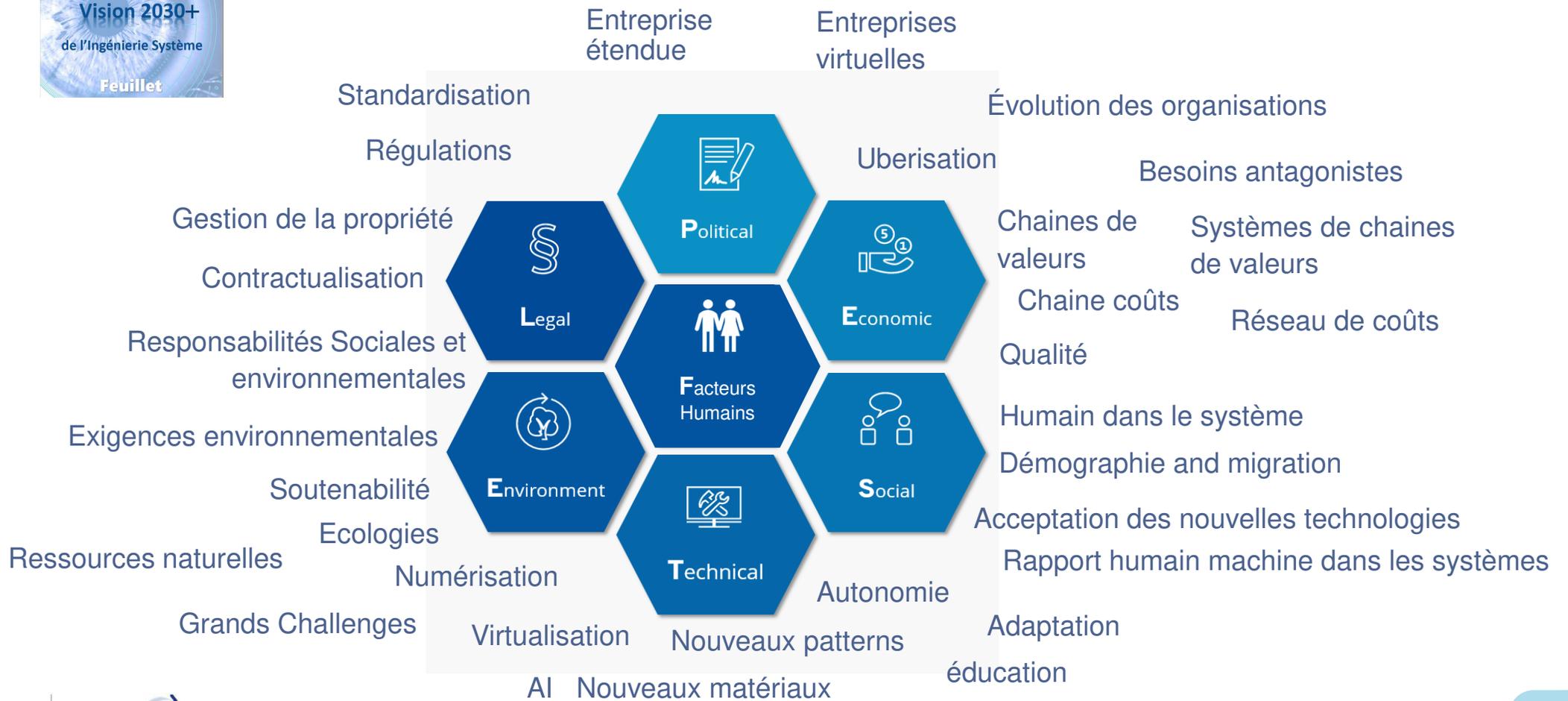
*Extrait du SWOT pour l'application de l'Ingénierie système pour les systèmes autonomes*

Ref:

AFIS © - Ce document est la propriété de l'AFIS - Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation écrite.

{OPEN}

# Taxonomie de l'analyse par projection sur PESTEL-FH



## 4 Axes Cles de la roadmap DT AFIS (1/2)

- L'IS et le système « entreprise »
  - > Intégrer les logiques d'entreprise - la stratégie, l'engagement, la responsabilité, la gouvernance des disciplines
  - > Réunir l'ingénierie du système pour faire et de l'ingénierie du système à faire
    - Ingénierie des systèmes de soutien
    - Adaptation de l'organisation au regard de l'architecture du système
- Interdisciplinarité
  - > Horizontale
    - Quel est le langage pour parler aux ingénieries dont le nombre croît avec la complexité des systèmes
    - Rôle de leader de l'ingénieur système
    - Pont entre différentes communautés (éviter le silo, connaissance partagée, ...). Les nouvelles tendances technologiques (IA), organisationnelles (Agile)
  - > Verticale
    - Application de l'IS à plusieurs niveaux de l'entreprise
    - Déployer le « penser système » dans les couches managériales : simplifier les modèles, réduire le coût de l'accès à l'IS



## 5 Axes Cles de la roadmap DT AFIS (2/2)

- Gestion de l'inconnu
  - › Stratégies : agilité, probe & react, redondance enrichie, ...
  - › Apporter de nouveaux outils issus du system thinking
  - › Assurer la Sûreté : méthodologie STPA
- L'IS et les humains - Caractéristiques « humaines » à prendre en compte dans les études d'ingénieries
  - › Le train du déploiement des évolutions technologiques est parti à l'échelle mondiale (réseau sociaux, IA générative)
  - › Boucle humains-systèmes – traité par la sociologie mais devrait être une préoccupation des entreprises « technologues ».
    - Biais de la machine sur la perception de l'humain
    - Discrimination, classification, catégorisation des humains par la machine
  - › Concepts socio techniques
    - L'éthique – point d'entrée pour une certaine culture l'éthique est universelle
    - Environnement soutenable
  - › Relation humain machine
    - Intégration des concepts socio techniques dans l'IS : issus des sciences sociales et du comportement, philosophie
    - Définir un modèle du système et de l'environnement qui inclut l'humain



# AGENDA



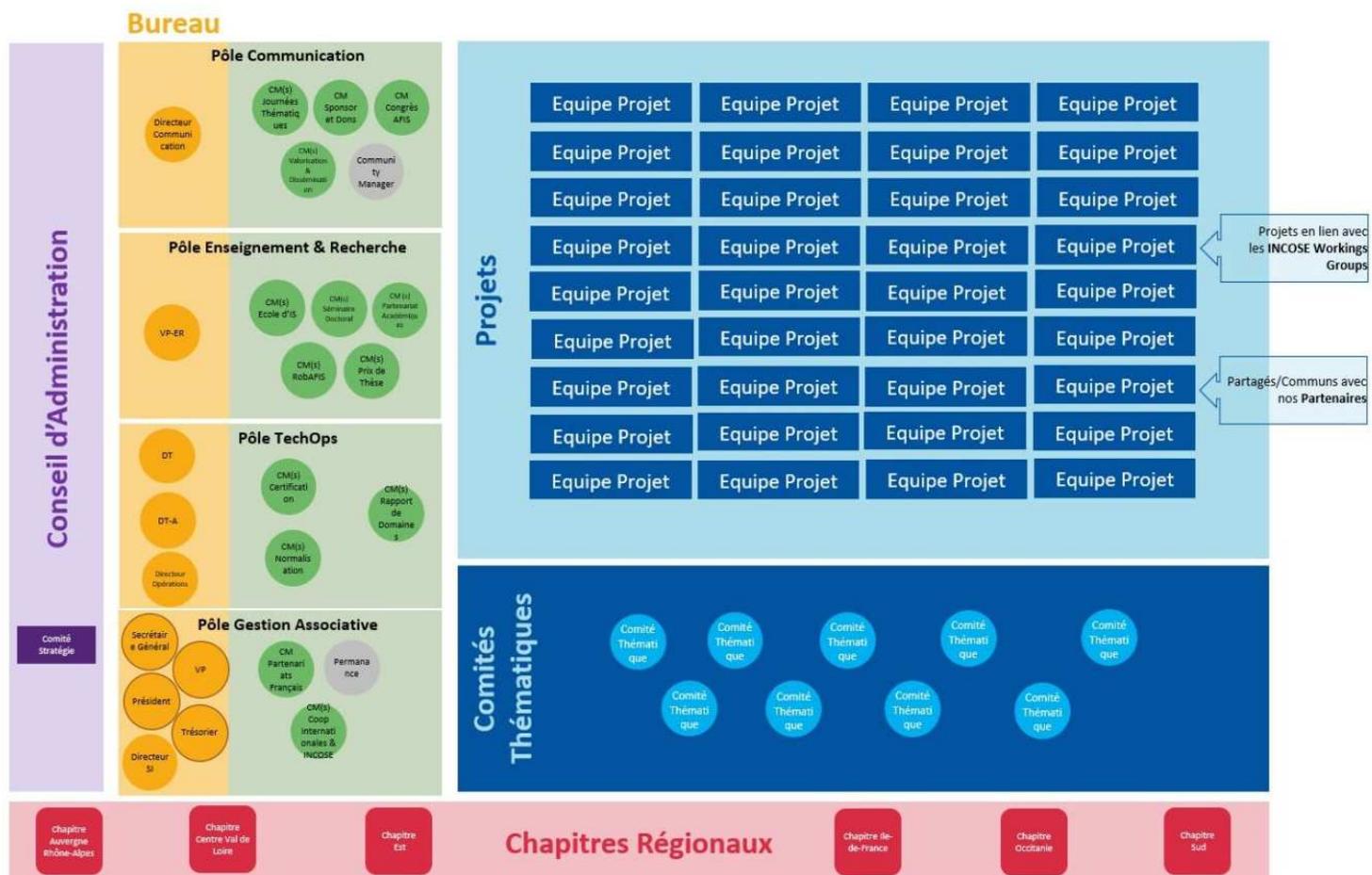
1. Introduction

2. Vision

3. CT et Projets

4. Q/R

# Les projets et Comités thématiques



Ref:

AFIS © - Ce document est la propriété de l'AFIS - Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation écrite.  
{OPEN}

# Les comités thématiques

3SAI Systèmes de Systèmes et Services	FC Formation et Compétences	FH Facteurs Humains	GC Gestion de Configuration
ISDR Ingénierie Système Durable et Responsable	MBSE Model-Based System Engineering	MIS Management de l'Ingénierie Système	PG-C2VS Processus Globaux sur le Cycle de Vie du Système
RIIS Recherche et Innovation en Ingénierie Système	SV2S Sûreté Validation et Soutien des Systèmes	ISTN Ingénierie Système & Transformation Numérique	IAIS Intelligence Artificielle & Ingénierie Système

# Domaines d'activités (1/4)

## IA&IS

*Intelligence Artificielle  
& Ingénierie Système*

- IA au service de l'IS : amélioration du design système, mais aussi modernisation de l'atelier de l'ingénieur système et des systèmes support
- l'IS comme moyen de caractériser et maîtriser les systèmes IA, en particulier lorsqu'il s'agit de systèmes critiques, sûres et sécurisés, soutenables
- Identification des domaines de recherche correspondants
- Animation d'une communauté académique et industrielle, autour d'ateliers thématiques
- Instruction et transfert des idées identifiées pour mise en place de projets

## DOMAINES d'ACTIVITES

Les fondamentaux (processus et pratiques) d'une Ingénierie Système efficace pour les acteurs de l'ensemble du cycle de vie d'un système et dans le contexte d'une entreprise étendue, tenant compte :

- Des références de l'Ingénierie Système : le « penser système », les normes, les standards, les bonnes pratiques « outillées », les méthodes d'évaluation
- De la nécessité d'une vision globale : l'IS considérée comme une discipline intégrée à l'entreprise ; l'IS au cœur de l'ingénierie collaborative ; l'IS guidée par la Valeur
- Des considérations Marketing : Conception, déploiement et valorisation de familles et de lignes de produits
- De l'adaptabilité nécessaire : PME/TPE, Lean, Agilité

## PRODUITS à VENIR

- Rapport thématique (définitions, orientations, organisation et participants)
- Etat des lieux académique et industriel, identification des enjeux et axes d'intérêt à développer par le CT
- Orientation publiée dans INCOSE Insight
- Liaison avec le INCOSE WG AI Systems

## PRODUITS à VENIR

- **GT CORNAC** - Evolutions du CMMI
- **GT Ligne de Produit** : Architecture et Bonnes pratiques de déploiement, Ontologie LdP et modélisation de la variabilité
- **GT Bonne Pratique en Ingénierie des Exigences** : évolutions contextuelles : MBSE, Early validation, Agilité, Simulation, IA, Ontologie
- **GT Ingénierie système de Confiance**

Ref:

AFIS © - Ce document est la propriété de l'AFIS - Toute communication, reproduction, publication, même partielle, est interdite sauf autorisation écrite.

{OPEN}

# Domaines d'activités (2/4)

**FC**

*Formations et  
Compétences*

- Identification et caractérisation des compétences en ingénierie système.
- Définition des modalités d'acquisition de ces compétences (parcours universitaire, parcours professionnel).
- Formation des étudiants, ingénieurs en formation continue ou en situation professionnelle, aux pratiques de l'ingénierie système.
- Contribution à l'action de l'AFIS dans le domaine de l'E&R en relation avec le CT RIIS

## DOMAINES d'ACTIVITES

**3SAI**  
*Systèmes de  
Systèmes et Services,  
Architecture &  
Ingénierie*

- Promouvoir les fondamentaux et le développement de concepts relatif à : l'Ingénierie des systèmes de systèmes, l'Ingénierie de services, l'Architecture et les cadres d'architecture, les Systèmes Complexes, l'Interopérabilité des organisations et des systèmes.
- Les domaines auxquels s'intéresse ce comité technique sont aussi divers que les participants le souhaitent, par exemple :
  - la santé et les activités médico-sociales,
  - le ferroviaire,
  - la sécurité globale,
  - et aussi l'enseignement (en liaison avec le CT FC) et la recherche (en liaison avec le CT RIIS).

## PRODUITS à VENIR

- Pour les éditions 2024/2025 : Ecole d'IS de l'AFIS, Compétition Robafis
- Cartographie des formations IS en France
- Guide « Penser Système » (avec CTPG)
- Définition d'une démarche de labellisation AFIS de formations en IS prenant en compte l'évaluation : du cursus, des formateurs, des apprenants, etc...
- Réalisation de labellisations de formations

## PRODUITS à VENIR

- En cours de définition

# Domaines d'activités (3/4)

**FH**

*Facteurs Humains*

- Promouvoir l'approche centrée sur l'Humain et l'intégration Humain-Système au sein de l'Ingénierie Système
- Définir l'adéquation entre méthodes et démarches FH et IS et diffuser les bonnes pratiques
- Recenser et analyser les outils Facteurs Humains utilisables dans tout le cycle de vie des systèmes.
- Rapprocher le monde académique et le monde industriel

## DOMAINES d'ACTIVITES

- Partage entre praticiens et responsables en GC. Collecte et synthèse attentes et questions des praticiens de la GC.
- Configuration sur l'ensemble du cycle de vie de l'ingénierie : projet, système principal et système de soutien, produits, services, moyens industriels de développement et de production,...
- Synthèse transverse des pratiques et disparités.
- Processus et méthodologie (avant l'outillage) : instruction des évolutions, traçabilité sur les produits et services, cas particulier des logiciels, etc,
- Formations académiques à la gestion de configuration.
- Outillage PLM en termes de capacités.

## PRODUITS à VENIR

- En cours de définition

## PRODUITS à VENIR

- Comparatif des éditeurs et des solutions
- Fascicule des cas métier
- Première itération du livre Banc : 1/10e du livre blanc
- Livre Blanc : Gestion de configuration pour les nuls
- Plan de maturité de l'organisation et des pratiques de la GdConf

# Domaines d'activités (4/4)

## MBSE

### Model Based Systems Engineering

- Amélioration des connaissances et compétences des acteurs autour de l'utilisation de modèles dans l'ingénierie système et dans différents phases du cycle de vie
- Partage du retour d'expérience de différentes entreprises sur la démarche et les problèmes rencontrés
- Développement des sujets spécifiques autour de MBSE (SysML, Ontologie, Simulation)
- Développement des projets de taille cohérente avec du volontariat, selon les besoins des différentes entreprises et en coordination avec les autres

## DOMAINES d'ACTIVITES

- Modélisation et Analyse des Systèmes Intégrant les activités de Sûreté de Fonctionnement (SdF) et de Maintien en Condition Opérationnelle (MCO/SLI), mettant en œuvre les processus d'Intégration, de Vérification, de Validation et de Qualification (IVVQ), les activités liées ensuite à la maîtrise des risques sociotechniques, la maintenance préventive, curative, adaptative ou évolutive intégrées dans un système de soutien permettant l'obtention d'un optimum (Disponibilité / Coût Global de possession).
- Optimisation de la performance opérationnelle par la mise en œuvre de l'Ingénierie Système Collaborative sur tout le cycle de vie (Design, Manufacturing, Services & Support) entre les acteurs concernés Architectes Système, Spécialistes Safety & Maintenance (MCO/SLI).

## PRODUITS à VENIR

- Méta modèle d'ingénierie système commun ou standard entre les industriels pour couvrir les différentes phases de développement
- Les modèles de simulation des fonctions d'un lave-linge en vue de validations au plus tôt
- L'état de l'art JN, et le retour d'expérience sur des modèles numériques qui reproduisent en phase opérationnelle la définition et le comportement d'un produit réalisé
- Des patrons d'architecture

## PRODUITS à VENIR

- GT MBSA : Méta modèle d'Ingénierie Système dédié aux Analyses Safety (avec l'OMG)
- GT MCO/SLI : Evolution des méthodologies d'Ingénierie du Soutien Logistique (Standard ASD 3000L, 4000P, 5000F)
- GT Jumeaux numérique : Rapport sur le Jumeau Numérique Hybride intégrant des modèles comportements Dysfonctionnels pour entre autres les stratégies de Maintenance Prédictives

# Des projets transverses

<ul style="list-style-type: none"><li>•ISAAC</li><li>•Ingénierie des Systèmes Auto-Adaptatif sur tout leur Cycle de vie</li></ul>	CRISEE Cadre de Référence Ingénierie Système en Entreprise Etendue	MDAO for SoS Multi-Disciplinary Analysis and Optimization for Systems of Systems	Ingénierie des Exigences et Démarches itératives/agiles
Exigences Facteurs Humains	Leviers ISDR Leviers Ingénierie Système Durable et Responsable	L'enseignement du Développement Durable et Responsabilité Sociétale'	Aligning stakeholders roadmap in System of Systems context
Human System Integration & Systems Of Systems	Bonnes pratiques en Ingénierie des Exigences / Exigences spéciales	Bonnes pratiques en Ingénierie des Exigences / Ontologie IE	Bonnes pratiques Lignes de produits / Architecture et MBPLE

# AGENDA



1. Introduction

2. Vision

3. CT et Projets

4. Q/R

