



Pratiques scientifiques, créativité & innovation en milieu industriel

Comment lier évolution fonctionnelle d'un système industriel complexe et processus de gestion dynamique des connaissances.

Stephane HUBAC

Manufacturing Science Senior Expert
Advanced Process & Equipment Control
Front End Manufacturing & Process R&D - Digital Sector
STMicroelectronics SA
e-mail: stephane.hubac@st.com

- **C** = Concept, **K**= Knowledge
- **FMEA**: Failure Mode & Effect Analysis
- **AMDEC**: Analyse des Modes de Défaillances, leurs Effects et leurs Criticités
- **QMS**: Quality Management System



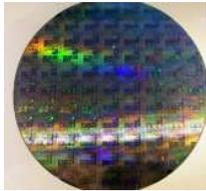
- Présentation du contexte industriel :
 - De la conception à la production: DFM (Design to Manufacturing)
 - Créativité et innovation en milieu industriel
 - La pratique scientifique en milieu industriel
- Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel
 - Gestion dynamique des connaissances et « savoir-faire »: les challenges
 - Start-up, innovation incrémentale & disruptive, facteur humain, ...
 - Genèse & évolution fonctionnelle en milieu industriel
 - Processus KM* dynamique: du “vol d'étourneaux” au réseau « rationnel » dynamique
- Pratiques scientifiques, créativité & innovation: Application
 - Gestion dynamique des connaissances : un processus « fractal », le cycle PDCA
 - Science & « Con-science » : Un processus « Kant-ifié »
 - A partir de réunions ou procédures de conception / exécution fonctionnelles
- Conclusion & bibliographie

Présentation du contexte industriel

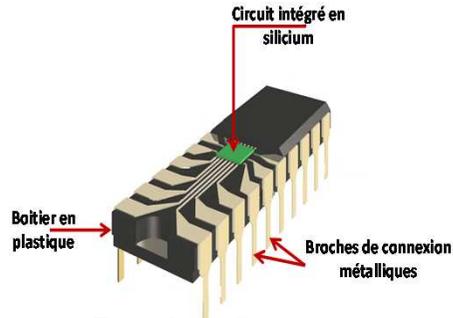
De la conception à la production: DFM (Design to Manufacturing)

Produits

300 mm
200 mm



Wafer
(plaque de silicium)
(Semi-conducteur)



Produit fini
(Circuit intégré)



De nombreuses applications (& clients)

Environnement de production

Salle blanche



Equipements



Equipement de production

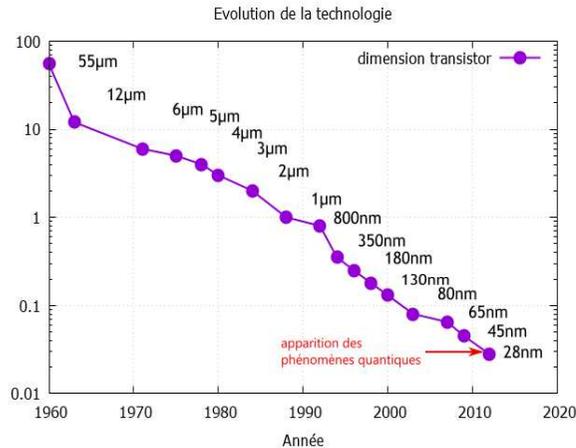
Equipement de métrologie

Equipement de transport & infrastructure IT

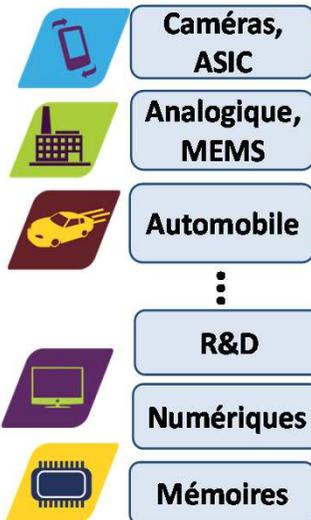
Présentation du contexte industriel

L'équipement en environnement de production multi produits / multi technologies

4



Evolution continues des technologies



Diversité de produits et technologies



Changements fréquents des gammes de production



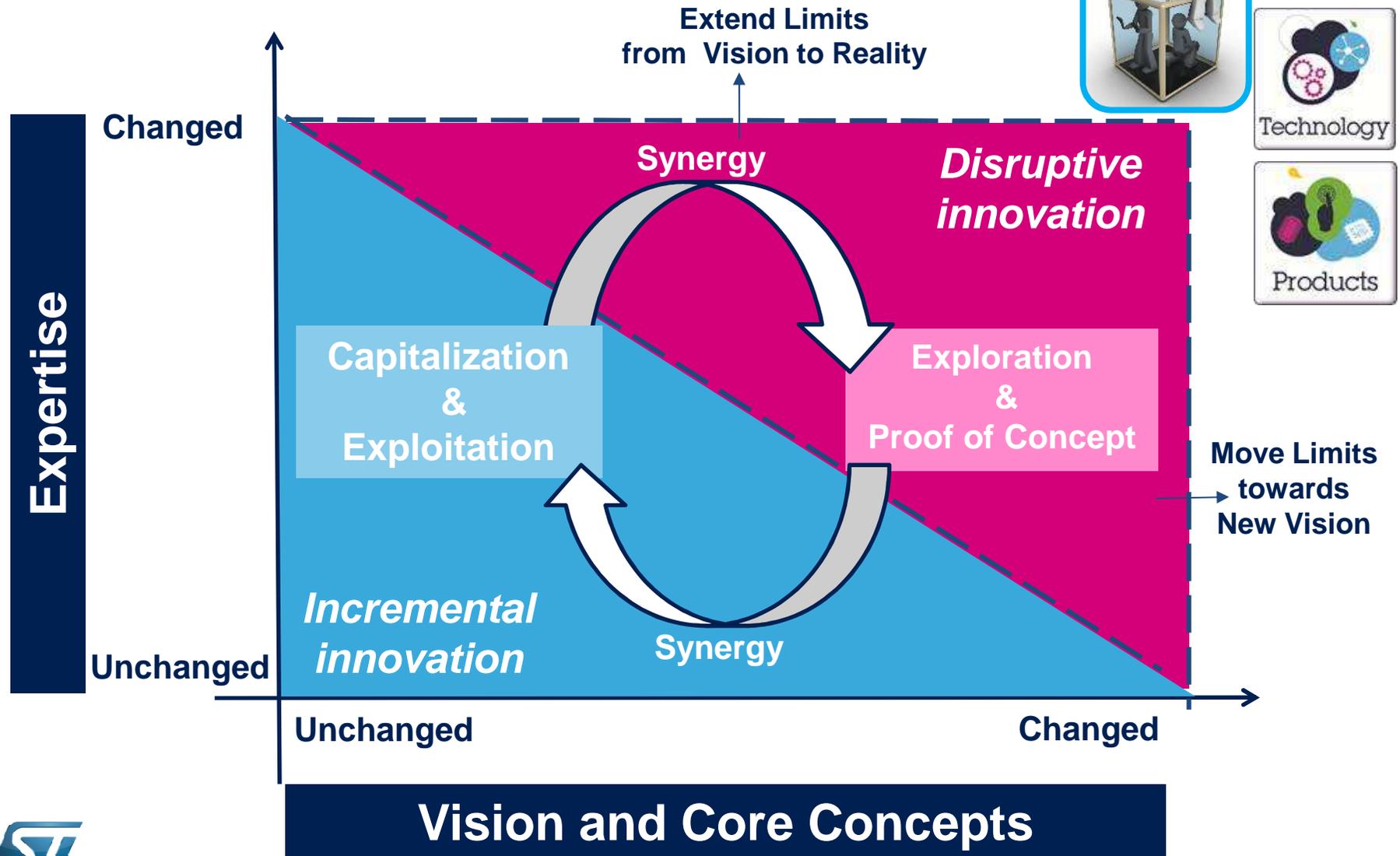
Changement des conditions de fonctionnement des équipements

- Coût d'investissement très élevé : équipements, infrastructure, ...
→ ~ 3 Milliard d'euros (techno 32nm)
- Variabilité de comportement d'équipements et de procédés difficile à maîtriser
- Variabilité des arrêts des équipements & des coûts, temps de cycles, rendements, en fonction du Mix* produit
- Perturbation de la productivité des moyens de production

Mix : Mot anglais utilisé dans le monde microélectronique exprimant la complexité de l'en-cours de production liée à la variété des produits et des technologies

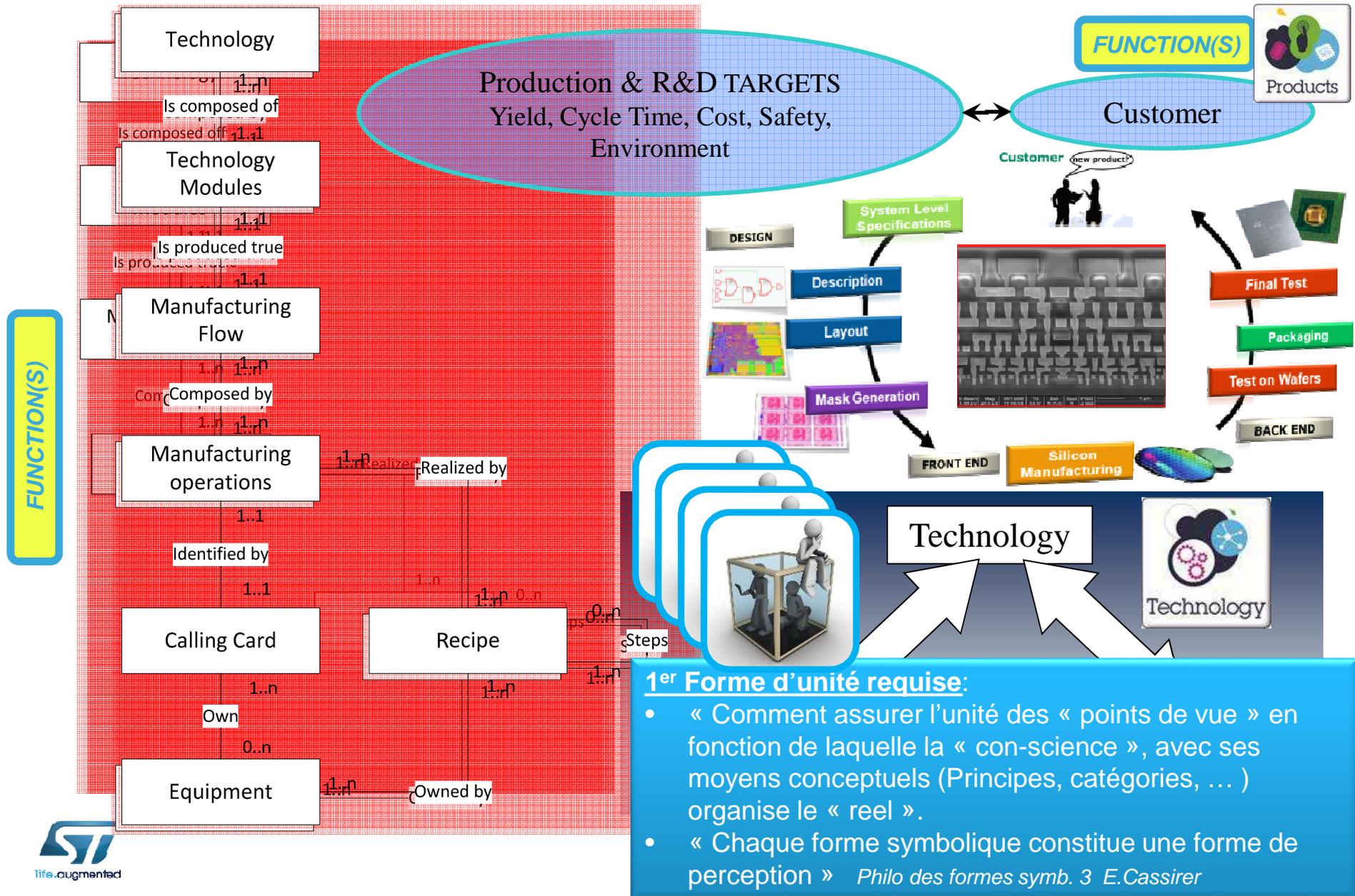
Présentation du contexte industriel

Créativité et innovation: capitalisée & exploitable dynamiquementOu non...



Contexte : Créativité et innovation en milieu industriel

Du client au produit : Un "logos" par communauté de pratique en "lien" à d'autres communautés

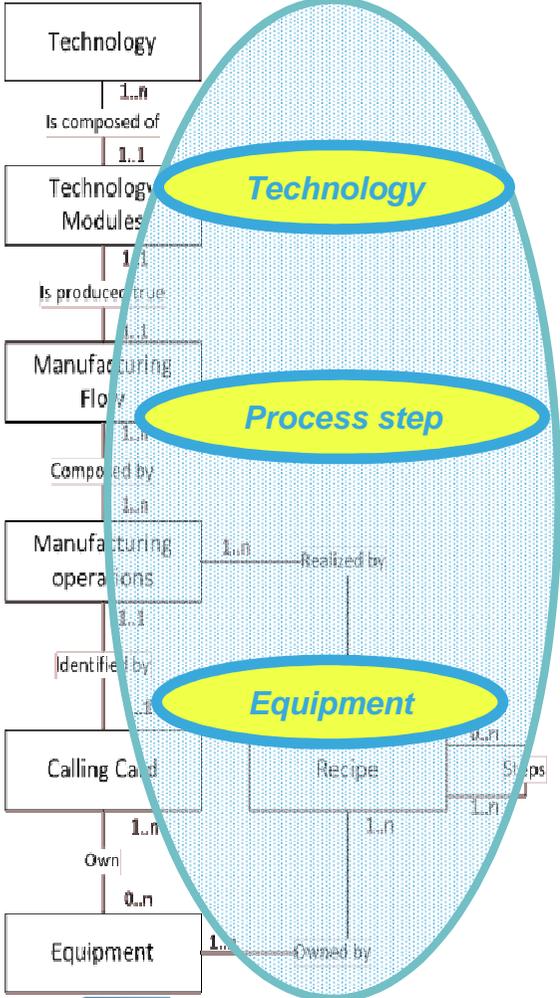
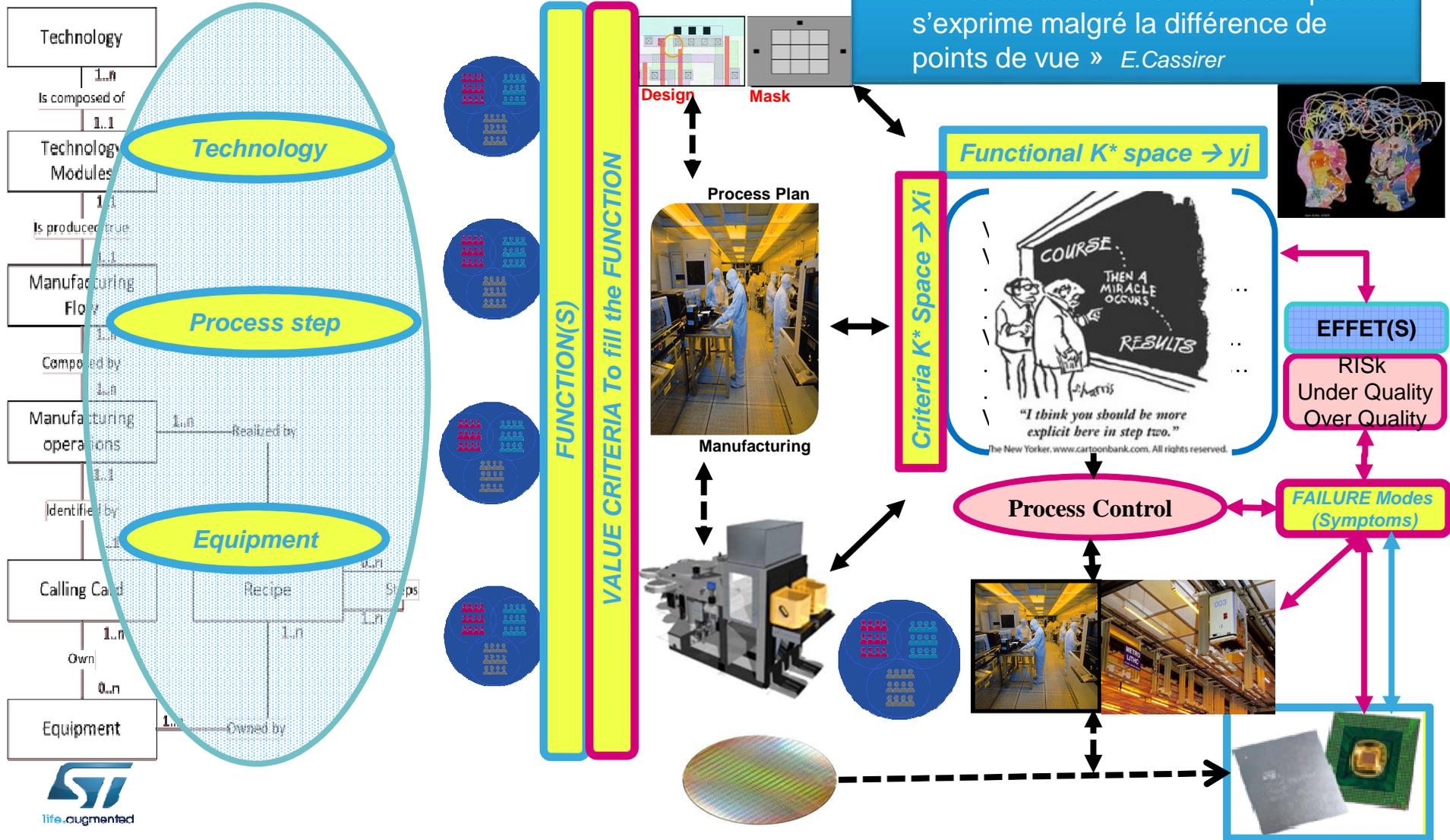


Contexte : Créativité et innovation en milieu industriel

Le système fonctionnel : ou le "verbe se fait chair"

2nd Forme d'unité require:

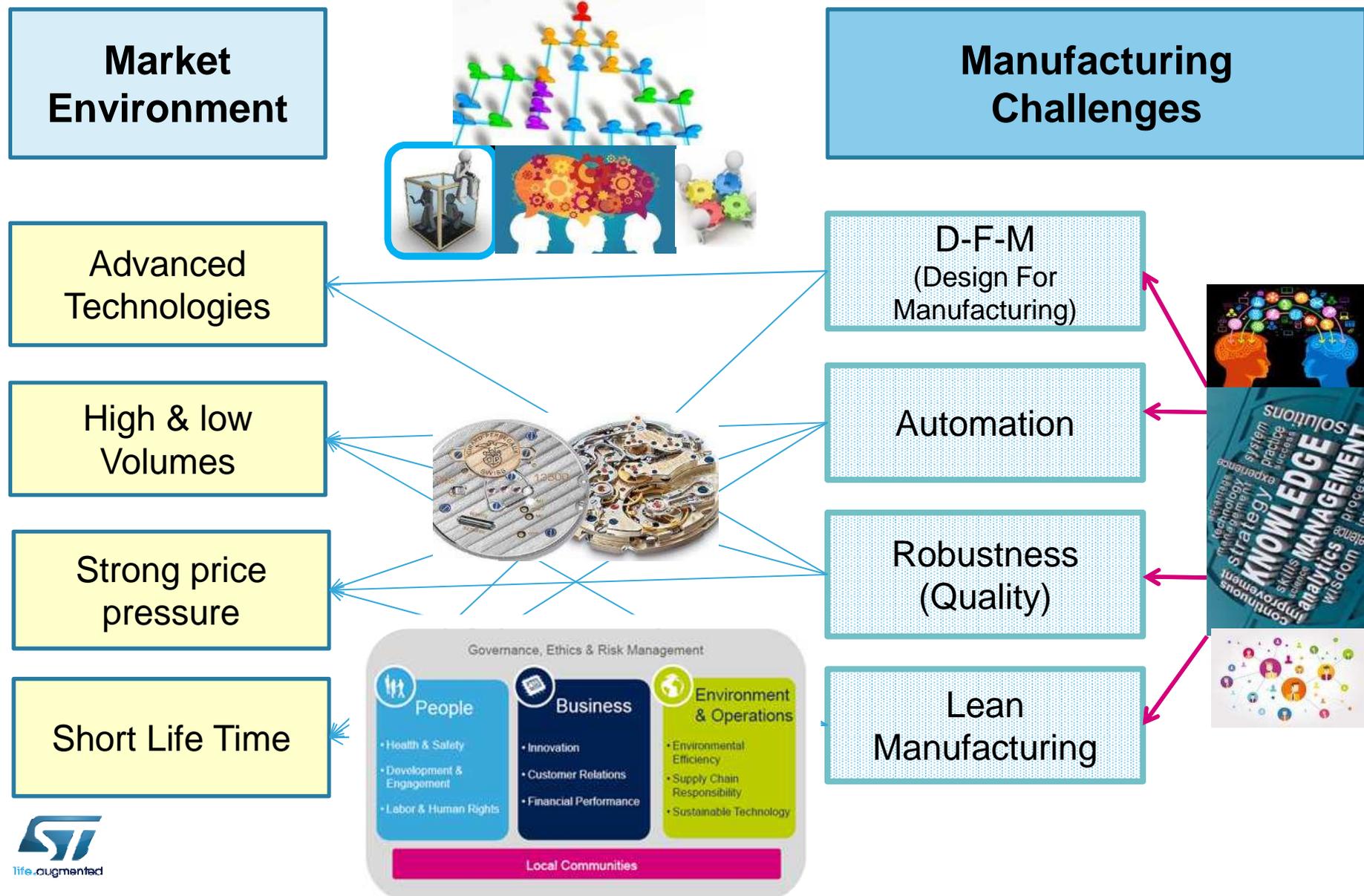
- « Celle de la toile tissée : qui correspond à l'unité de l'orientation de la « con-science » en vertu de quoi elle s'exprime malgré la différence de points de vue » *E.Cassirer*



Contexte : Créativité et innovation en milieu industriel

Gestion des « connaissances » & Système industriel complexe

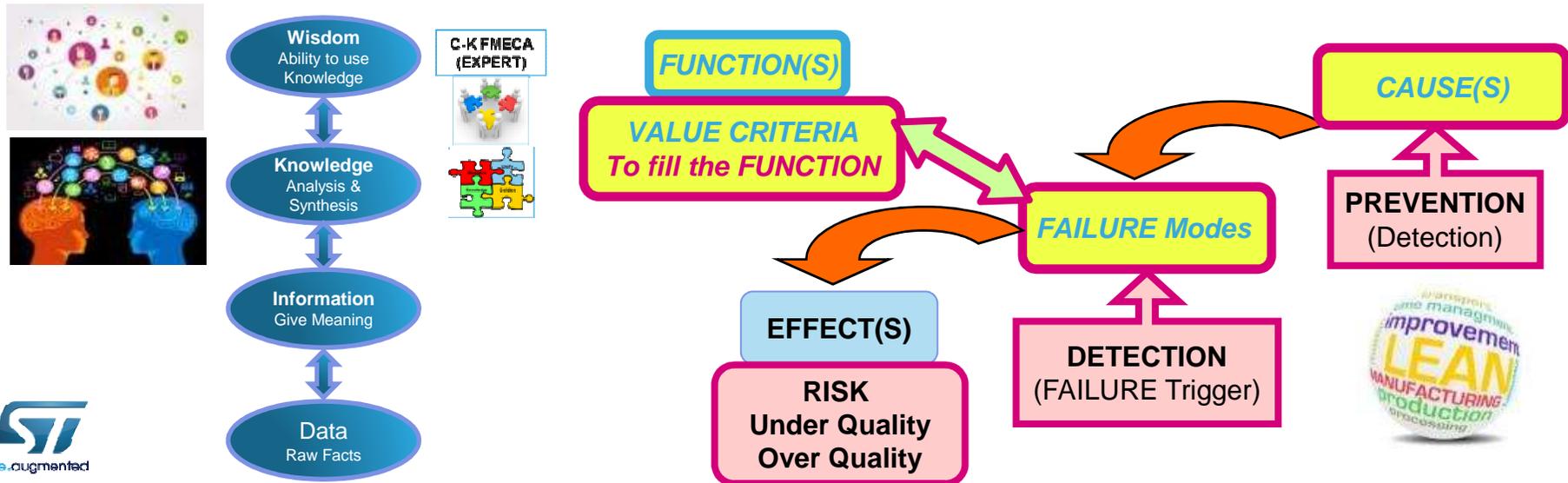
8



La pratique scientifique en milieu industriel (QMS*)

“Know how” is linked to phenomenon variability & functional risk control

- To address Cost , yield, cycle time, safety, environment in a specific **Technology, product mix & manufacturing environment**, two main concerns:
 - Control & reduce continuously the **variability (Phenomenology)**
 - Manage or evaluate the **risk (Functional)** to do (Or Not) an action
- To support this program, it necessary to **know (or create)**:
 - Which ?** Failure (or Cause) occurs → **Knowledge of what to Detect (&/or Prevent)**
 - Why ?** Effect (Induced by a Failure) occurs → **Knowledge of the Cause(s)**
 - How ?** Failure (or Cause) occurs → **Knowledge of Detection (&/or Prevention)**
 - When ?** Failure (inducing an Effect) will occurs → **Knowledge of the Cause-Effect Law**



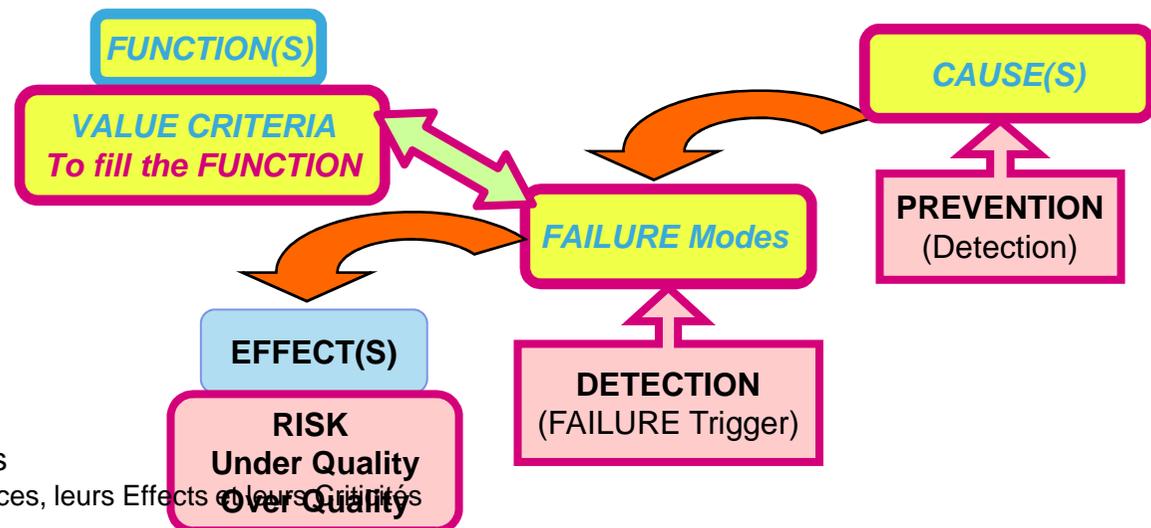
La pratique scientifique en milieu industriel (QMS*)

Variability & Risk: a problem of knowledge , « know how » ... Science.

10

- To address Cost , yield, cycle time, safety, environment in a specific **Technology, product mix & manufacturing environment**, two main concerns:
 - Control & reduce continuously the **variability (Phenomenology)**
 - Manage or evaluate the **risk (Functional)** to do (Or Not) an action
- To support this program, it necessary to **know (or create)**:
 - Which ?** Failure (or Cause) occurs → **Knowledge of what to Detect (&/or Prevent)**
 - Why ?** Effect (Induced by a Failure) occurs → **Knowledge of the Cause(s)**
 - How ?** Failure (or Cause) occurs → **Knowledge of Detection (&/or Prevention)**
 - When ?** Failure (inducing an Effect) will occurs → **Knowledge of the Cause-Effect Law**

- To Answer these questions in a **rational** way human being and organization can follow a methodology called: **Science**



FMEA: Failure Mode & Effect Analysis

• **AMDEC:** Analyse des Modes de Défaillances, leurs Effets et leurs Criticités

• **QMS:** Quality Management System



La pratique scientifique en milieu industriel

FMEA* as “boundary object” to share knowledge and « know how »

VALUE CRITERIA
To fill the FUNCTION

EFFECT(S)

CAUSE(S)

RISK
Under Quality
Over Quality

FUNCTION(S)

FAILURE Modes

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS												
N°	Item/Function What is the Item used for ?	Value Criteria To fill the Function of the Item	Potential Failure Mode Negation of (each) value criteria	Potential Effects of Failure Effect of the failure	Actual risk		Potential Cause/ Mechanism of Failure Cause of the Failure mode	O C C	Current Controls Prevention Of the Cause	Current Controls Detection Of the Failure	D E T	R P N
					S E V	C L A S S						
	Item : PressRampRate (Torr/s) Function : Pressure ramp speed for all recipe steps when pressure regulation mode is activated Must be use for pumping steps prior to TV ramp rate in order to have a ramp down independent from pumping capacity	Wafer - No defectivity	defectivity	Yield loss	6		defectivity due to pressure spike inside the chamber	1	FDC trace allow to verify the	defectivity		
		Chamber - No negative delta pressure foreline - chamber	positive delta pressure foreline - chamber	downtime	7		backstreaming	2	FDC or equipment alarm (max pressure)	equipment / estar alarm	2	28
		Equipement										
	Item : TvRampRate Function : TV angle moving speed for all recipe steps when TV position mode is activated	Wafer - No defectivity	ly	Yield loss	6		defectivity due to pressure spike inside the chamber	1	FDC trace allow to verify the pressure regulation in order to optimise the step Parameter under RMS ctrl	defectivity measurement	5	30
		Chamber - No negative delta pressure foreline - chamber	ressure foreline	downtime	7		backstreaming	2	FDC or equipment alarm (max pressure)	equipment / estar alarm	2	28
		Equipement										

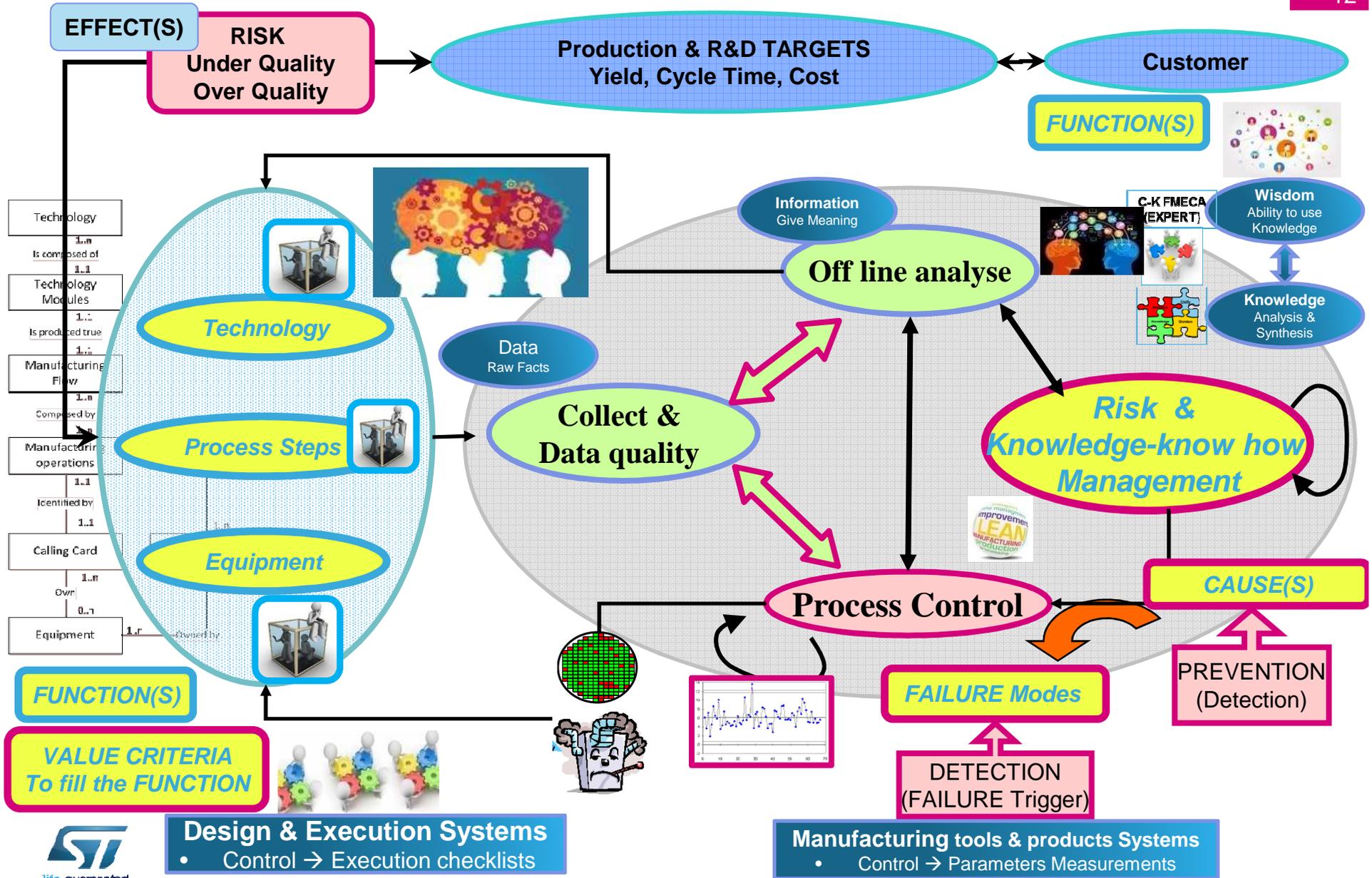
1^{er} Forme d'unité:

- « Comment assurer l'unité des « points de vue » en fonction de laquelle la « con-science », avec ses moyens conceptuels (Principes, catégories, ...) organise le « reel ».
- « Chaque forme symbolique constitue une forme de perception » *Philo des formes symb. 3 E.Cassirer*



La pratique scientifique en milieu industriel

Unification des « points de vue » (1^{er} forme) pour “tisser la toile”



Design & Execution Systems
 • Control → Execution checklists

Manufacturing tools & products Systems
 • Control → Parameters Measurements

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel → QMS*



* QMS = Quality Management System

2nd Forme d'unité requise:

- « Celle de la toile tissée : qui correspond à l'unité de l'orientation de la « conscience » en vertu de quoi elle s'exprime malgré la différence de points de vue » *E.Cassirer*

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel

Gestion dynamique des connaissances et « savoir-faire »: les challenges

14

- Dynamic management & coherency of “knowledge”:
 - 1- **Existing knowledge** (K, C (K not shared) → K (shared))
 - 2- Knowledge produced from concept (C (Innovation) → K (shared))
 - 3- (For 1 & 2) Knowledge capitalization (K → K (Wisdom/Know-how))
- Coherent management versus a collective goal from Design to Manufacturing and from Manufacturing to Design :
 - Minimize breaks of knowledge & Maximize use of knowledge already produced.
 - Rationalize the reasoning among a wide range of knowledge
 - Continuous evolution & reorganization of knowledge
 - Coordinate the innovative behavior of the people involved as well as the generation of new knowledge



Concept space **(C)**
Proposition Without Logical Status

Knowledge space **(K)**
Known proposition (True or False)

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

Projets: start-up, innovation incrémentale & disruptive, facteur humain, ...

15



Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

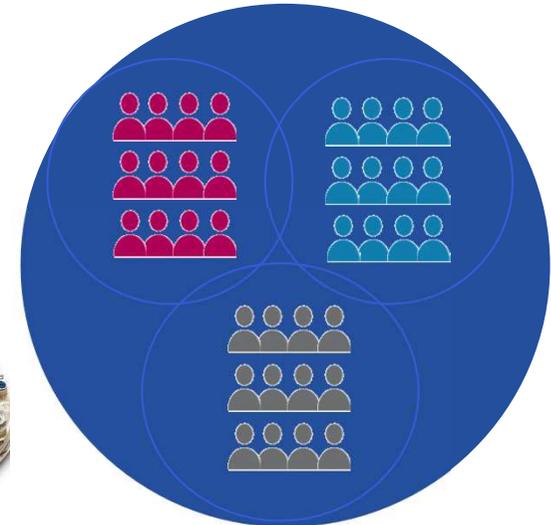
Le processus « d'éclatement » des actions fonctionnelles d'un système

16

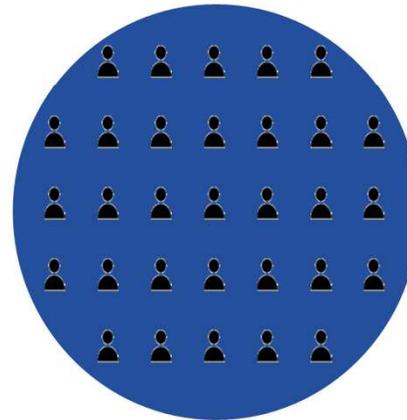
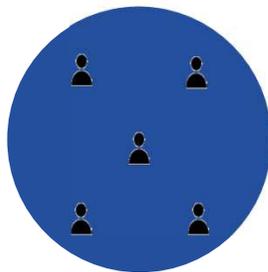
Communautés
de
pratiques

2 types « d'éclatement » d'actions du Système:

- Fonctions de conception (Design) & d'exécution
 - → Blocs fonctionnels de Procédures &/ou
- Fonctions d'outils de production & de produits
 - → Blocs fonctionnels Hardware / Software



La Genèse
Fonctionnelle



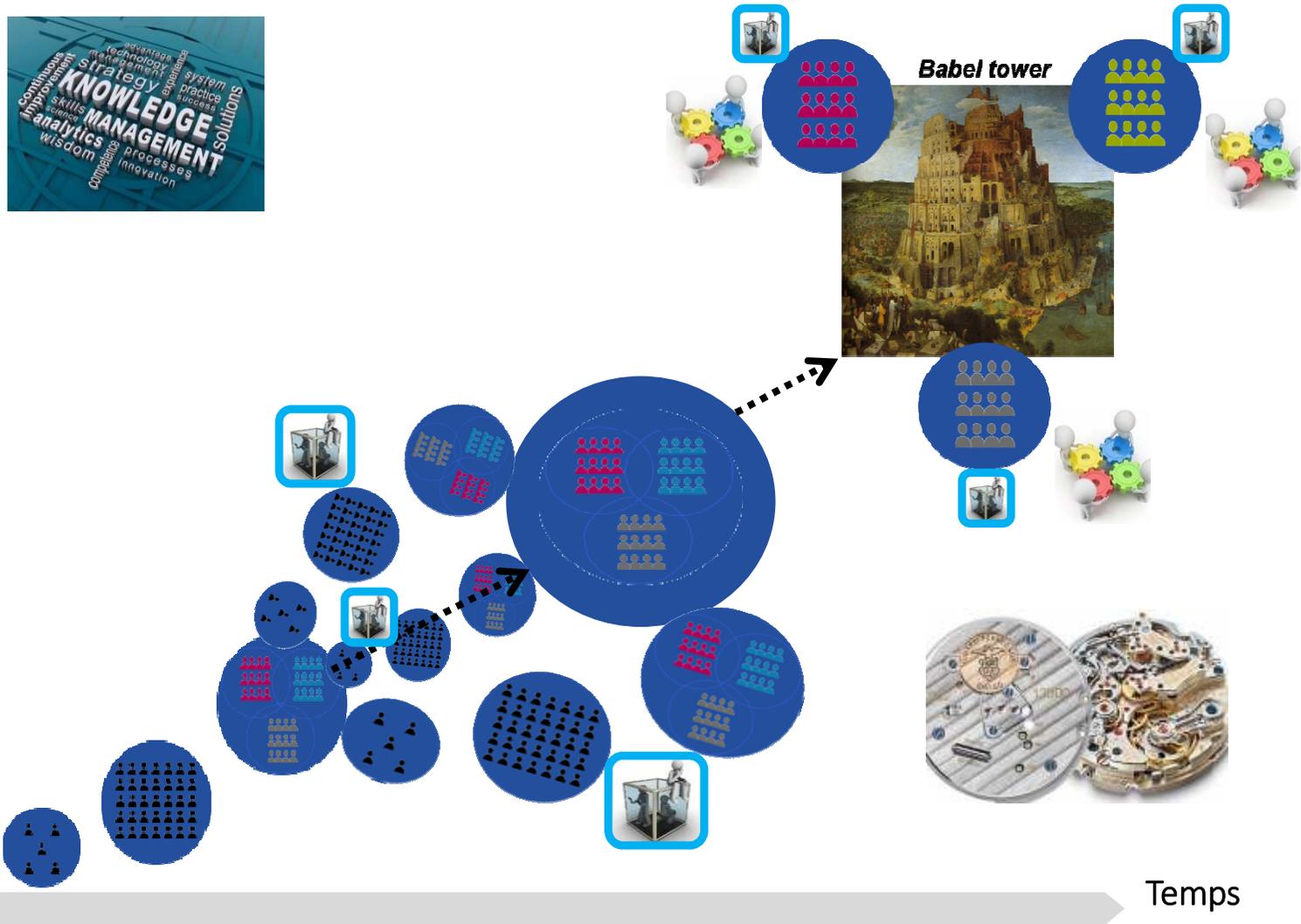
Temps

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

Genèse / Evolution fonctionnelle & gestion dynamique des « connaissances »

Croissance du Projet
(start-up, innovation
incrémentale & disruptive,
facteur humain)

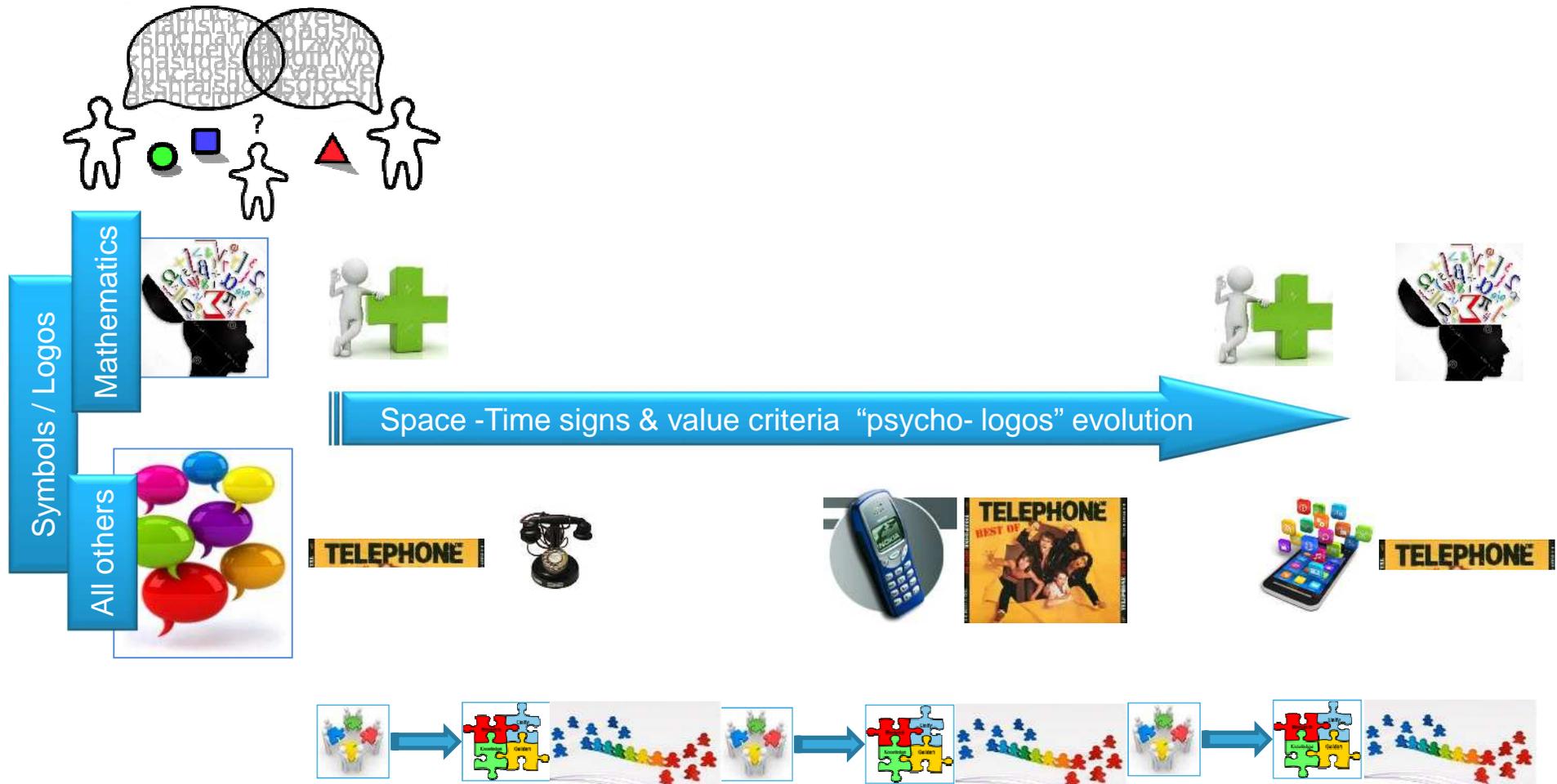
L'évolution
Fonctionnelle
(Espoir ... une toile d'araignée)



Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel

La Fonction symbolique (Langage-logos) : conception & utilisation de systèmes de signes

18



Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

Exemple 1 : Unification de procédures de maintenance préventives (Loadlock)

19

17 procédures

- 60 blocs fonctionnels
- Critères de valeurs non unifiés

Méthode
C-K FMEA

1 « golden » procédures

- 14 blocs fonctionnels
- critères de valeur capitalisés & unifiés

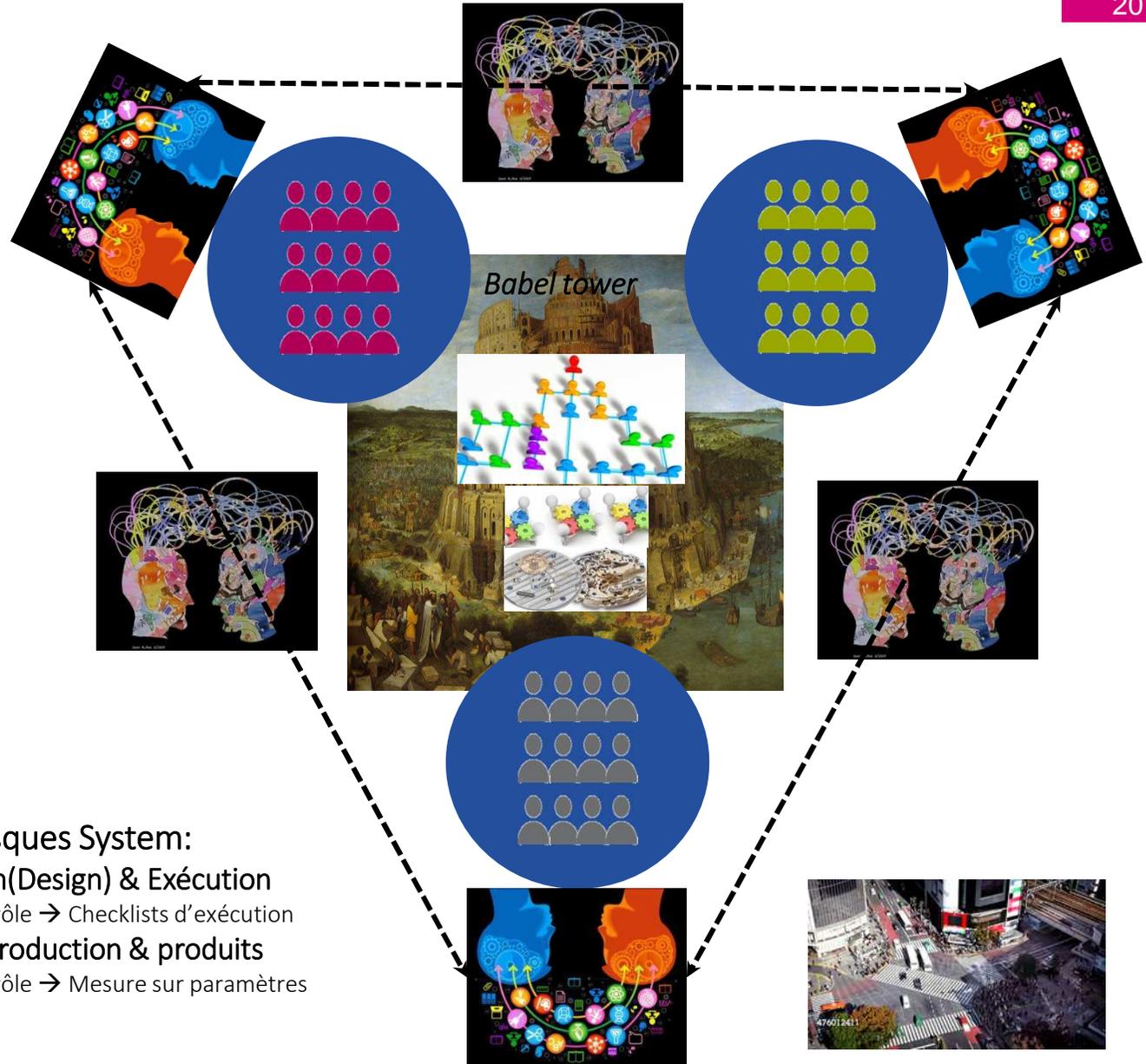
	Critère de Valeur
Seul bloc unique à la procédures de changement des slits valves	
Les autres sont communs aux autres procédures du groupe	
Fonction: Avoir les ressources humaines disponibles pour réaliser l'intervention (Accord SLE). Avoir l'équipement disponible pour que la intervention se mette en place (WIP: Accord SAMM/BL). Arrêter la machine (Clock On Xsite) pour déclencher l'intervention.	Anticipation PM realisee sur Xsite
Item: Préparation du poste de travail	Equipement
	Matériel / outils vérifié
	Zone d'intervention balisée
	EPI (Equipement de Protection Individuelle) préparé
Fonction: Préparation des EPI. Aménagement de la zone (disposition des chariots, pièces, poubelle). Préparation du matériel: Pissette EDI/IPA, chiffonnettes, poubelle. Préparation des outils. Balisage de la zone	Zone d'intervention aménagée
Item: Arrêt Mainframe	Equipement
	Plus de plaque dans l'équipement
	Séquenceur arrêté: Stop + abort séquenceur
Fonction: Arrêter la machine, empêcher la production	Chauffe des LL coupée
	LL ventilé, Door LL open et vanne de slow vent ouverte

1. Anticipation de la PM
2. Validation de l'intervention
3. Préparation du poste du travail
4. Arrêt Mainframe
5. Ouverture du buffer
6. **Changement des Slit-Valves**
 1. Critère de valeur communs (12)
 2. Critère de valeur option AMAT
 3. Critère de valeur option LAM
 4. Critère de valeur option TEL
 5. ...
7. Préparation à la fermeture du buffer
8. Mise à jour des compteurs
9. Mise en pompage de Buffer et Loadlock
10. Calibration LCF
11. Contrôle contamination buffer
12. Redémarrage buffer et chambres
13. Conditionnement des chambres APF
14. Retour en production

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

Genèse & évolution fonctionnelle: risque de vision / but / « langage » non partagés

Risque de "vérité" par
communauté de
pratique

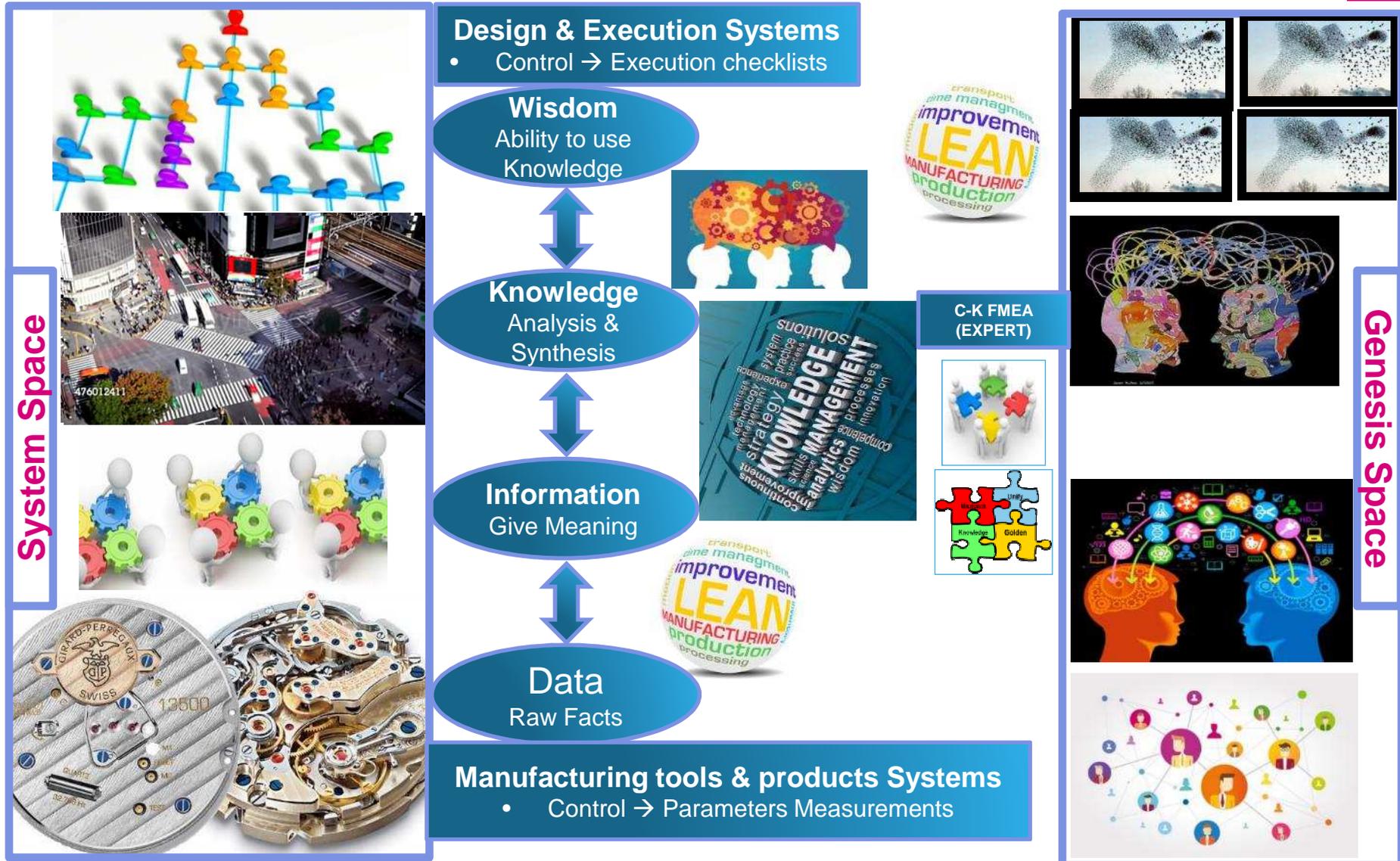


2 types de risques System:

- Conception(Design) & Exécution
 - Contrôle → Checklists d'exécution
- Outils de production & produits
 - Contrôle → Mesure sur paramètres

Soutenir l'évolution *Fonctionnelle* en contexte industriel:

Processus KM* dynamique: Du "vol d'étourneaux" en réseau « rationnel » dynamique

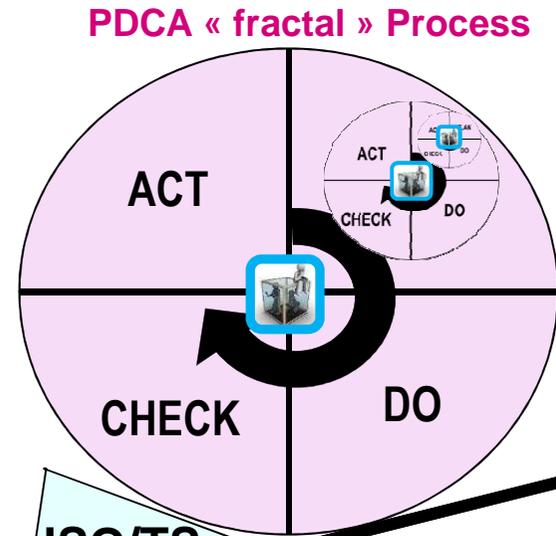


Pratiques scientifiques, créativité & innovation

Gestion dynamique des connaissances : Un processus « fractal », le cycle PDCA

The Deming system of **Profound Knowledge (94)**

- Understand activity as a **System**
- Knowledge of **Variability theory**
- Knowledge of **Knowledge theory**
- Understand **employees psychology**

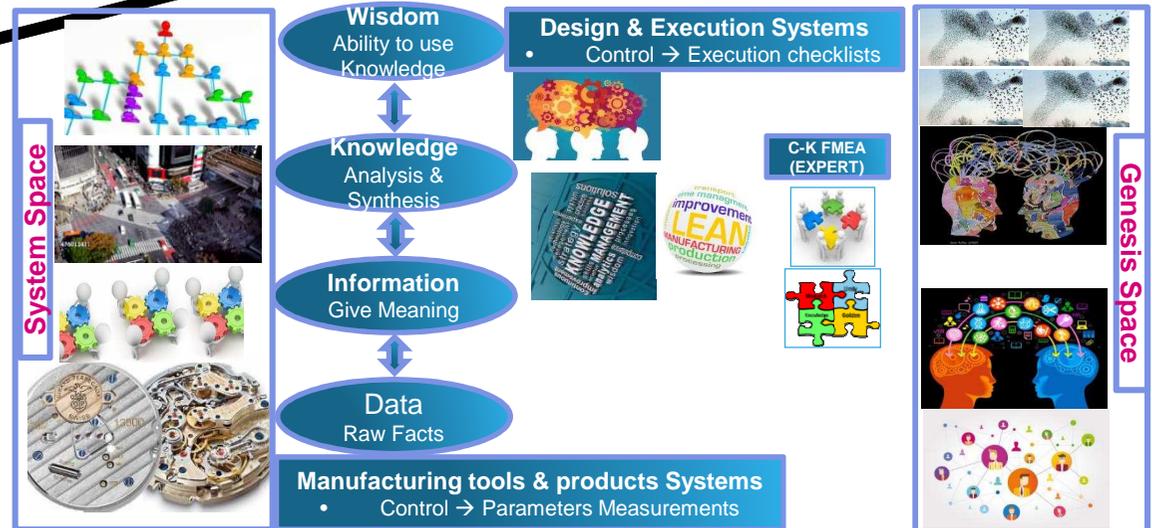


ISO/TS

dynamic “Knowledge Management (KM)”

2 types of System Functions:

- Design & Execution
 - Control → Execution checklists
- Manufacturing tools & products
 - Control → Parameters Measurements



Pratiques scientifiques, créativité & innovation

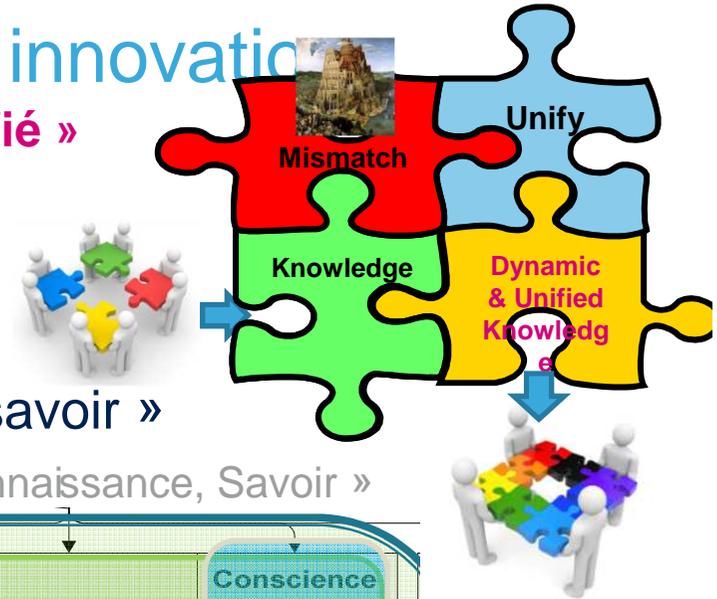
Science & « Con-science » : Un processus « Kant-ifié »

- **Science:**

- du Latin « Scientia » → Connaissance (Savoir)

- **Conscience:** Le fait d'être « accompagné de savoir »

- Du Latin "Cum : avec, ensemble » & « Scientia: Connaissance, Savoir »



Le processus Rationnel (E.KANT):

➤ **Premier Pas** le dogmatisme:

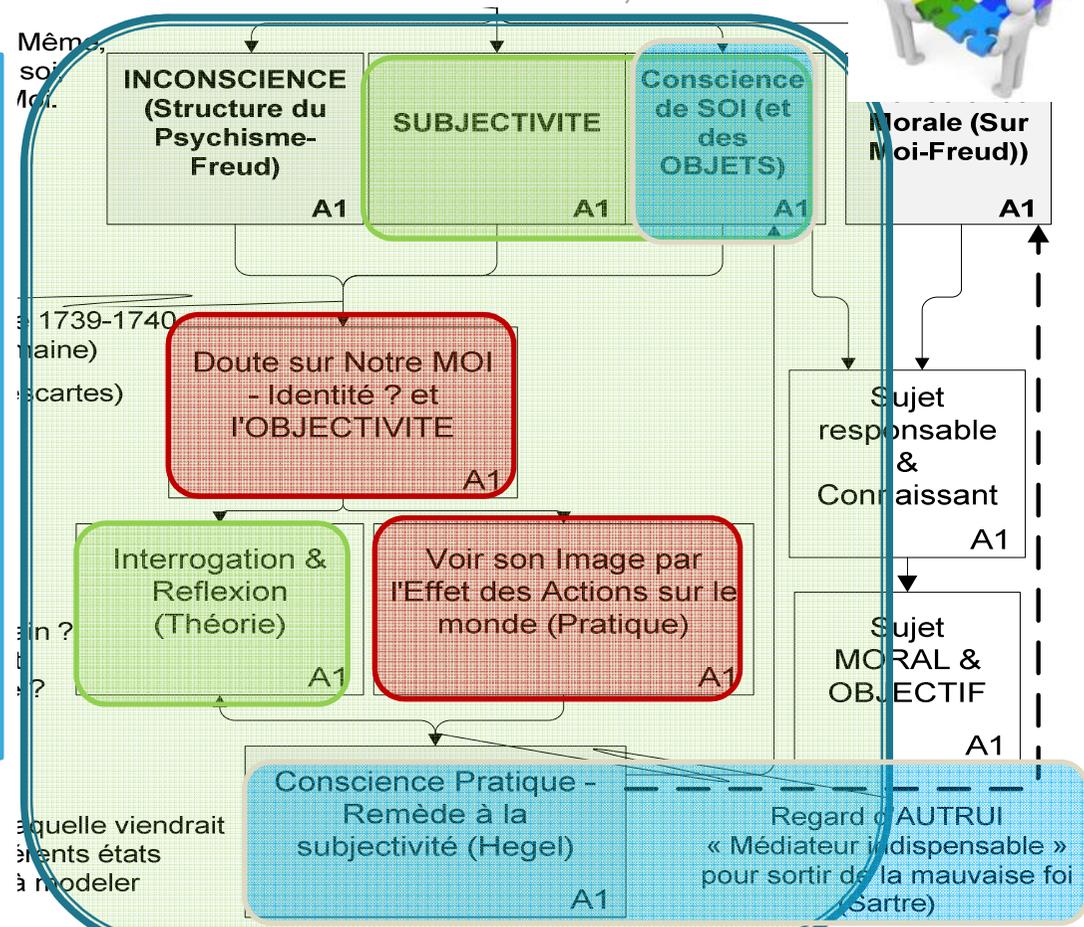
- Lorsque que l'on croie naïvement être objectif et en possession de la vérité ...

➤ **Deuxième Pas** le scepticisme

- Lorsque que l'on croie aussi naïvement que trouver la vérité n'est pas possible par la voie rationnelle.

➤ **Troisième Pas** la « critique »:

- Qui n'est pas un pas en avant mais en arrière pour repartir du point initial dans les limites du processus rationnel (Conscience Pratique).



Pratiques scientifiques, créativité & innovation

A partir de réunions ou procédures de conception / exécution fonctionnelles

C-K FMECA
(EXPERT)



24

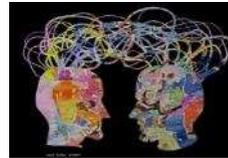


- **Green step** : collect individual existing knowledge

- No meeting. Collect existing knowledge.

- **Red Step** : identify mismatches

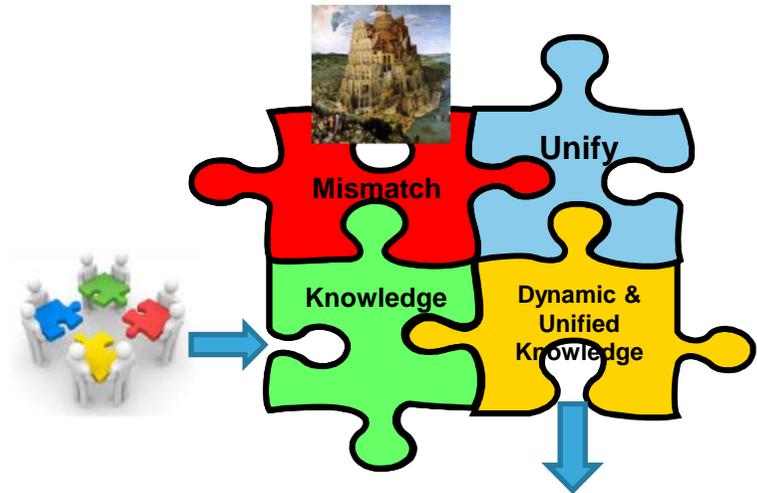
- No meeting.



- **Blue Step**: Unify knowledge,

- Meeting to resolve point of view issues.

- An up-to-date knowledge balance from field experience



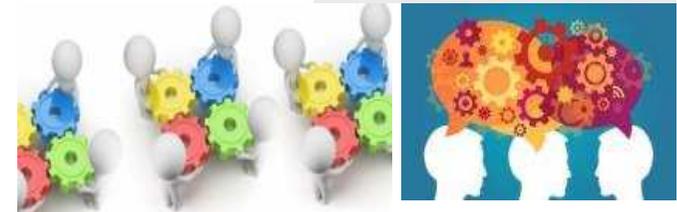
Manufacturing tools & products Systems

- Control → Parameters Measurements

- **Golden Step** : Shared knowledge & dynamic update.

Design & Execution Systems

- Control → Execution checklists



Pratique scientifique, Créativité & Innovation, en milieu industriel

Conclusion: pour mieux « voler » ensemble, ...

25

- **Les sciences humaines (de la Nature & de l'Esprit) ... le terreau indispensable**

- pour une mise en œuvre vivante des formes de la pensée et de l'expression ...
- pour que s'exprime la créativité ...
- pour gérer dynamiquement les connaissances et l'évolution fonctionnelle cohérente de systèmes complexes.

Bibliographie en Sciences ...

De la Natureet de l'Esprit



Special Thanks

27

- ENIAC European programs support:

- IMPROVE (2010-2012)
- INTEGRATE (2013-2015)

improve
integrate



- Universities and partners

- G-SCOP Laboratory (Grenoble INP)
- LCFC Laboratory (ENSAM Metz)
- LIRIS- UCBL (Claude Bernard University Lyon 1)
- Mines Paris Tech Lab
- CameLine
- Probayes
- Mandarin CODI
- Working group @ university: C.Cholez- RCO (PACT-MSH-Alpes), S.Caroly-SFR (Upmf) , M.Fattal –Logos, V.Huys – IDA, ...
- & Other: Société Alpine de Philo (SAP), P.Rostaing –Studio 1011, L.Gritti –Histoire de l'Art, ...)



- And .. STMicroelectronics management & teams

- where pilots are evaluated before production release ...





life.augmented

- « *Racontez moi et j'oublierai*
- *Démontrez moi et je me souviendrai*
- ***Impliquez moi et je comprendrai*** »

(Confucius)

