

# Intégration des facteurs humains dans la conception des systèmes de production via l'utilisation de l'ontologie Fonction-Comportement-Structure (FBS).

Ismail EL MOUAYNI<sup>(1)</sup>, Jean-Yves DANTAN<sup>(2)</sup>, Hind BRILL<sup>(3)</sup>

Le 22 novembre 2018

(1) : CRAN, ENSTIB, Université de Lorraine

(2) : LCFC, ENSAM, ParisTech

# PLAN



- 1 Introduction
- 2 Ontologie FBS
- 3 Modélisation
- 4 Cas d'application
- 5 Conclusions et perspectives

# 1 Introduction

La conception des systèmes de production est indispensable dans un cycle d'industrialisation :

Elle permet de réduire les coûts de fonctionnement via :

- Réduction des encours et des stocks (problème d'équilibrage et de synchronisation des ressources);
- Réduire des coûts de manutention (problème d'aménagement);
- Prévenir contre les risques professionnels (rotations pour prévenir contre les TMS);

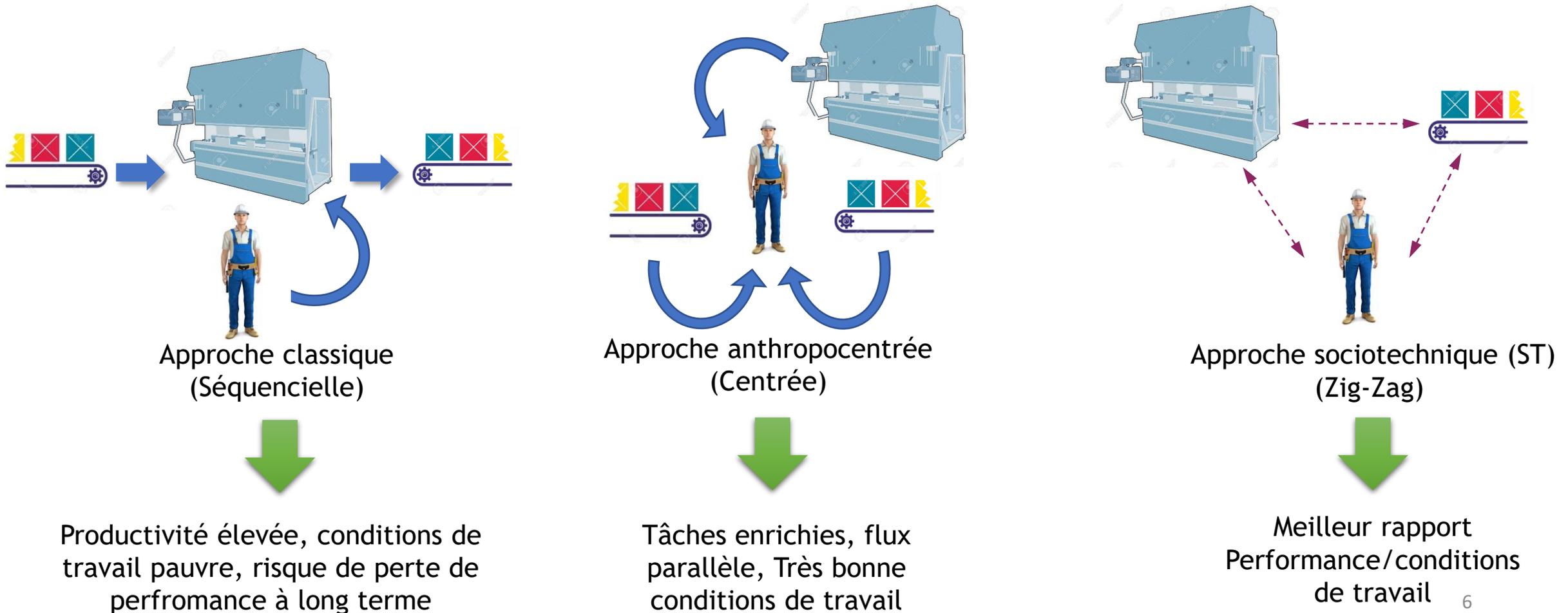
Plus formellement, un problème de conception se décline en trois sous problèmes :

1. Optimiser la topologie (l'aménagement, l'infrastructure);
2. Optimiser le routage / le flux;
3. Optimiser l'allocation des ressources :
  - 3.1. En partie la définition des standards de travail (opérateurs humains)

Même s'il y a des interactions entre ces dimensions, souvent ils sont étudiés indépendamment les uns des autres.

# 1. Introduction

Concernant l'intégration des facteurs humains, il existe trois approches :



# 1. Introduction

Il existe des travaux qui proposent des "méthodologies" pour réaliser une conception sociotechnique d'un système de travail :

- Soft Systems methodology ([Checkland and Scholes, 1999](#));
- Socio-technical Method for Designing Work System ([Waterson et al., 2002](#));
- Human Centered Approach to the Design of Advanced Manufacturing Systems ([Slatter et al. 1989](#));

.

- Cependant, ces travaux donnent un cadre, des guides, des étapes à suivre, mais ne détaillent pas les concepts, ne donnent pas des méthodes et ne proposent d'outils.
- Selon ([Gordon and Sommerville 2010](#)), les méthodes de conception sociotechnique relèvent plus de la philosophie de conception destinée aux concepteurs sympas;

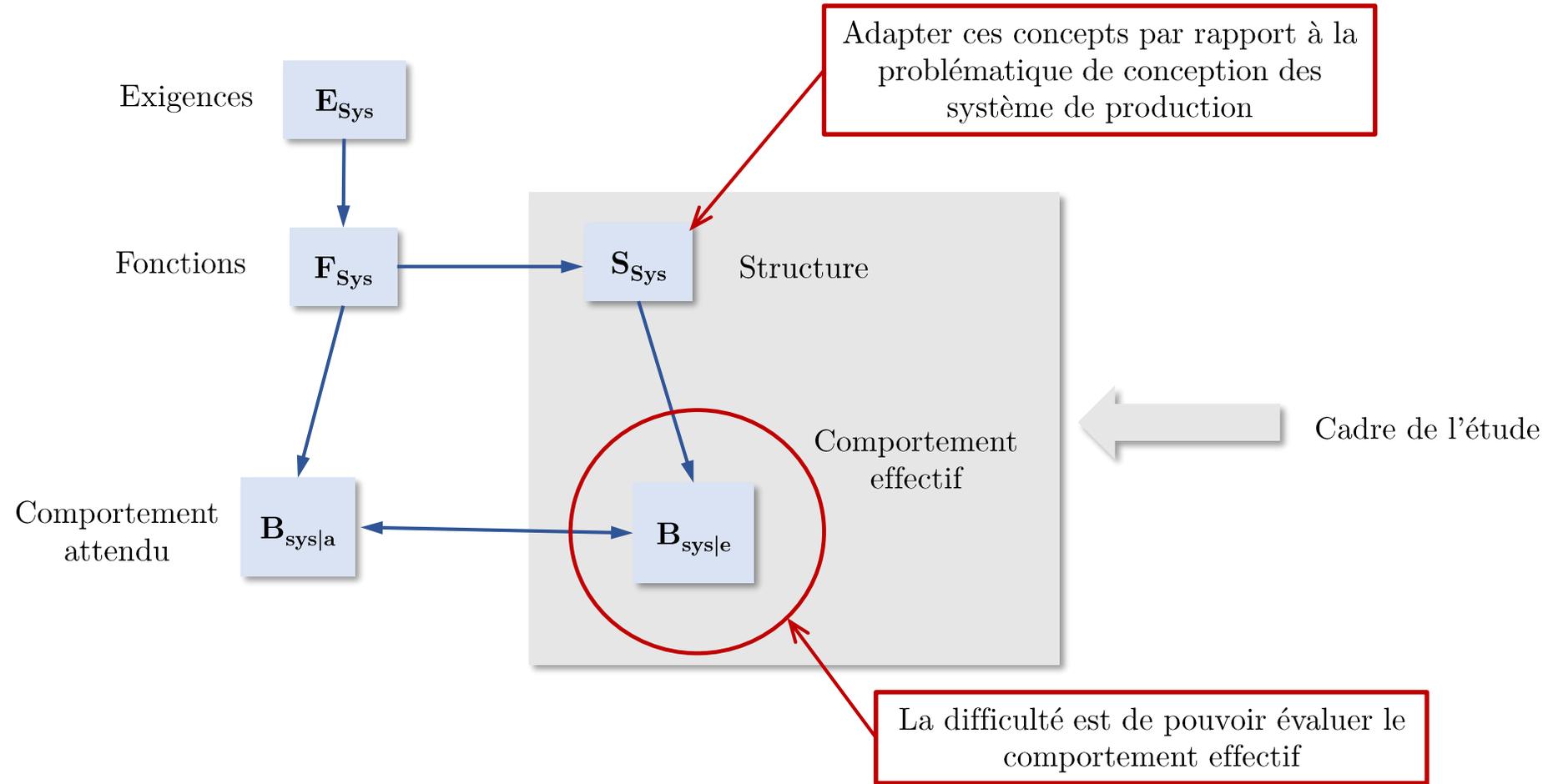
Problématique :

Quelle méthodologie-outillée pourrions nous deployer pour assurer un conception compatible avec l'approche ST ?

2

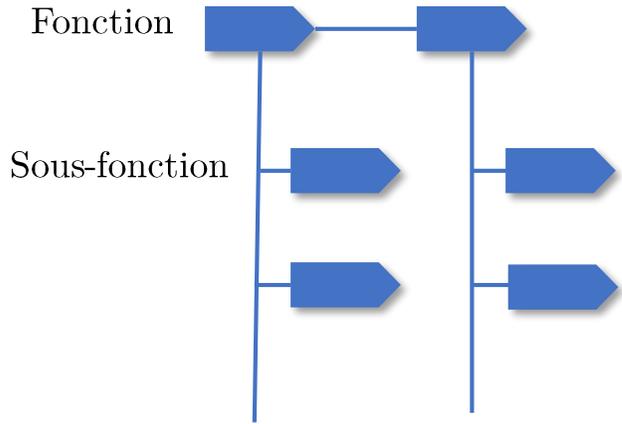
# Ontologie FBS

# 2. Ontologie FBS

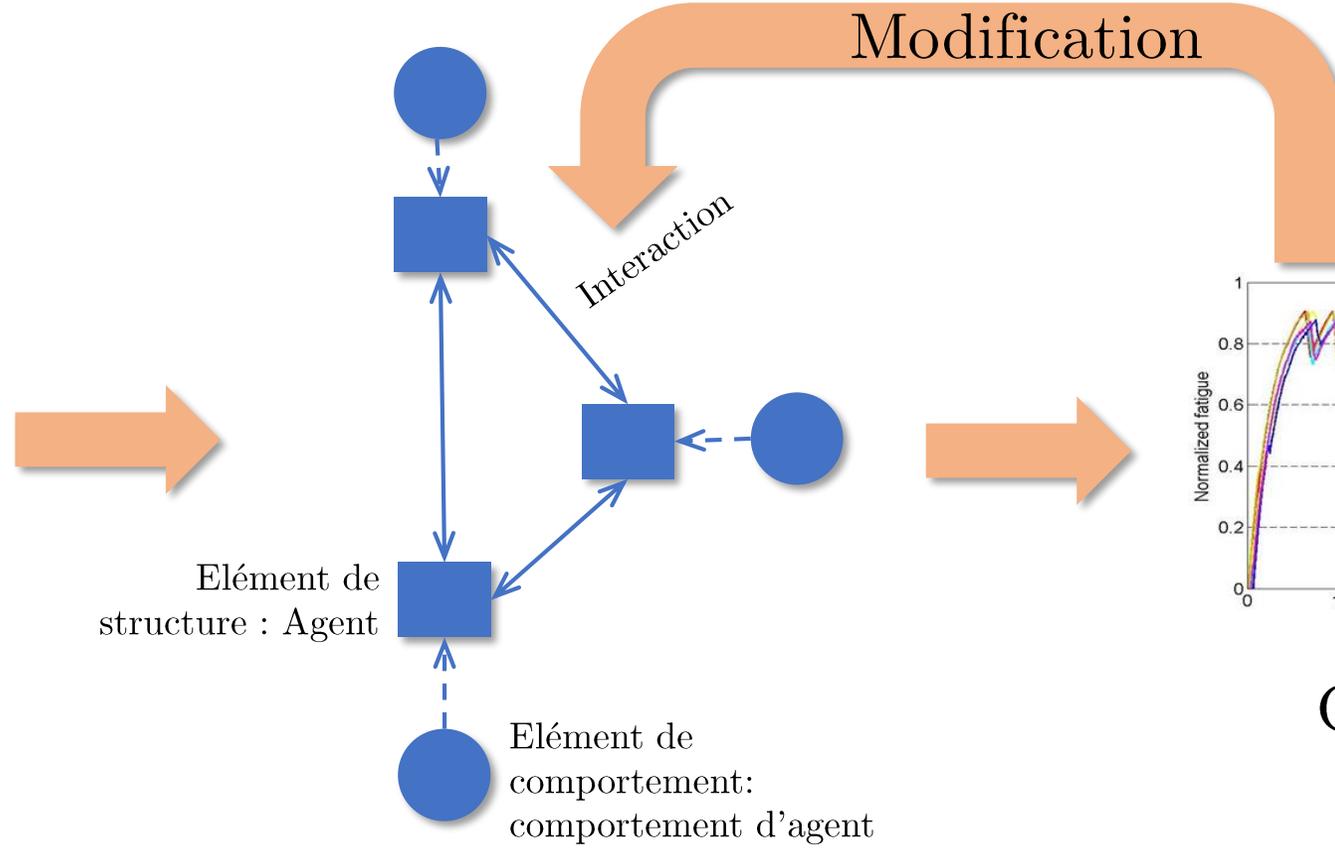


# 3 Modélisation

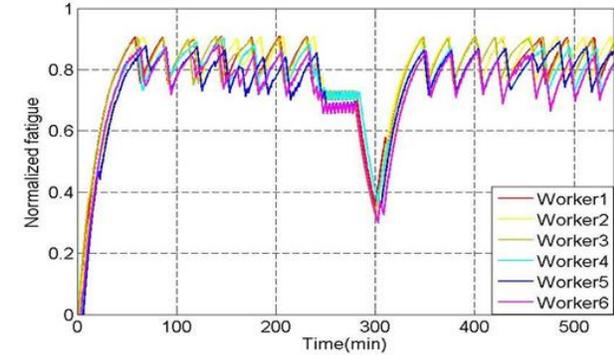
# 3. Modélisation



Architecture fonctionnelle

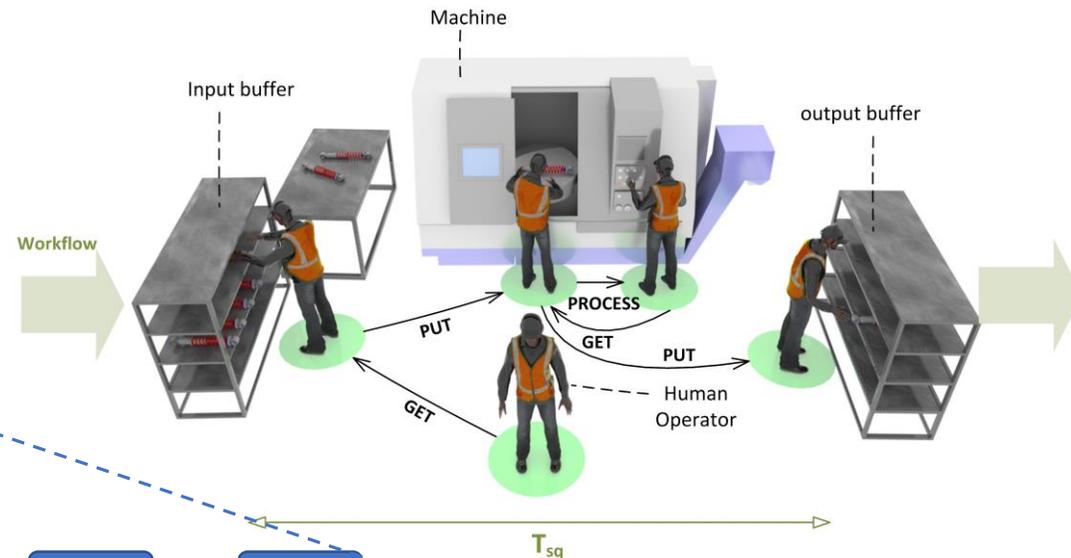
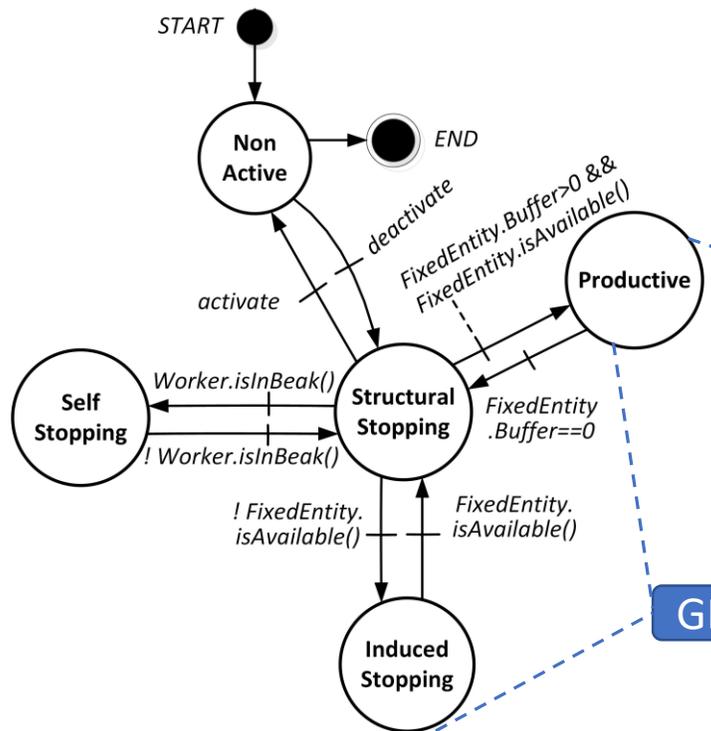


Structure (topologie, allocation des ressources, standards de travail)



Comportement

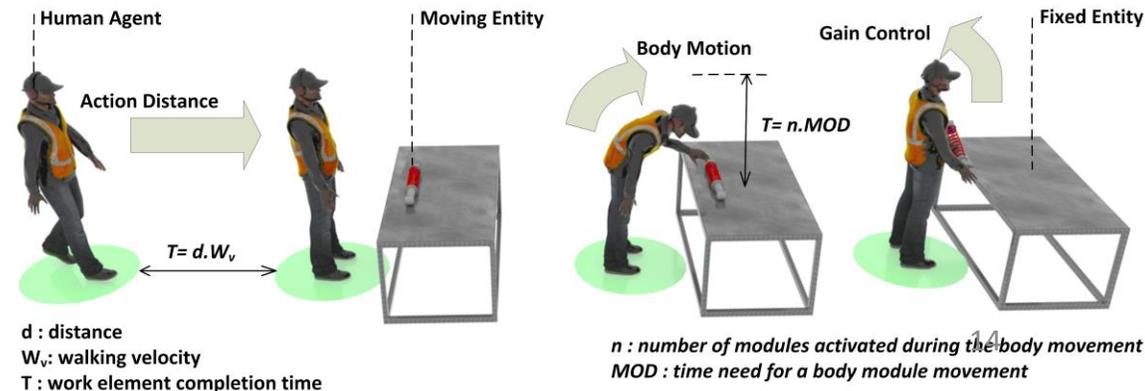




## Phases



## Work elements



## Intégration des facteur humains : Deux niveau de granularité

HFattribute= Phase.Process(Hfattributes)

HFattribute= WorkElement.Process(Hfattributes)

### Modèle de fatigue

$F(t)$  : Indice de fatigue à l'instant  $t$

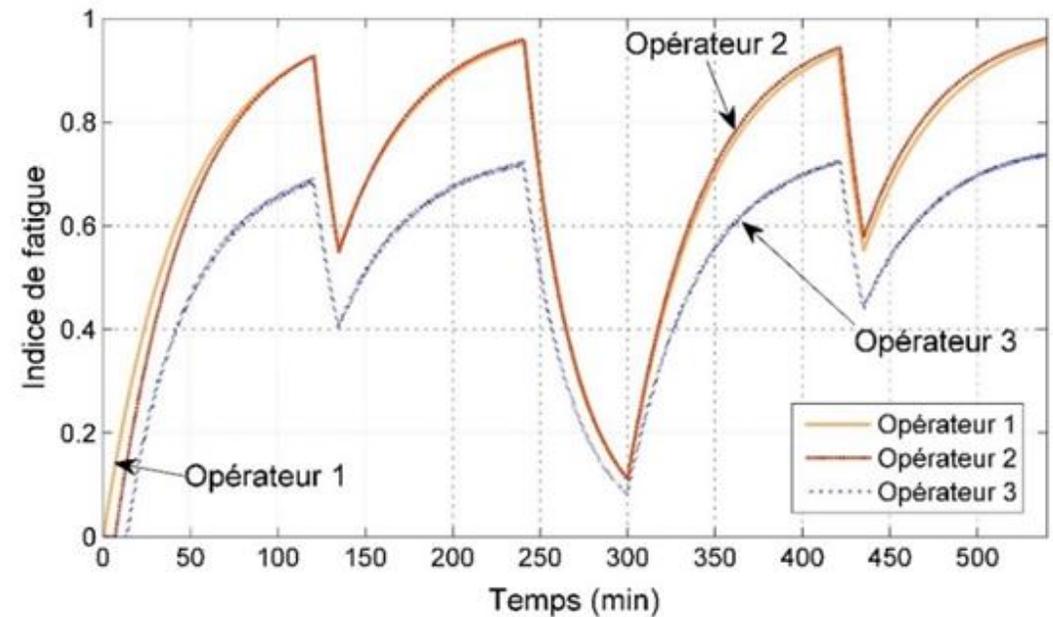
$R(\tau_i)$  : Fatigue résiduelle après une pause  $\tau_i$

$\lambda$  : Taux de fatigue

$\mu$  : Taux de récupération

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$$

$$R(\tau_i) = F(t)e^{-\mu \cdot \tau_i}$$

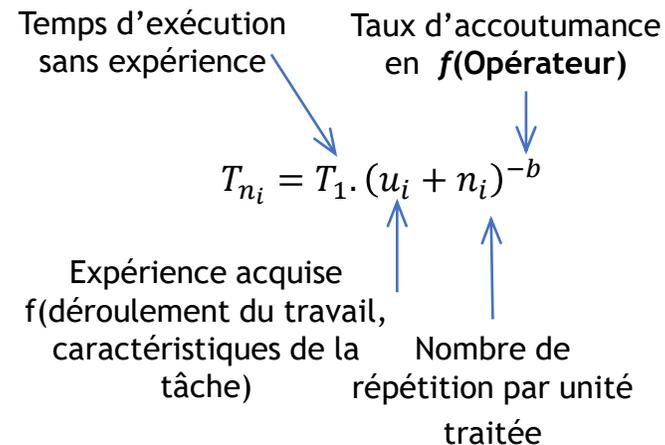


## Intégration des facteur humains : Deux niveau de granularité

HFattribute= Phase.Process(Hfattributes)

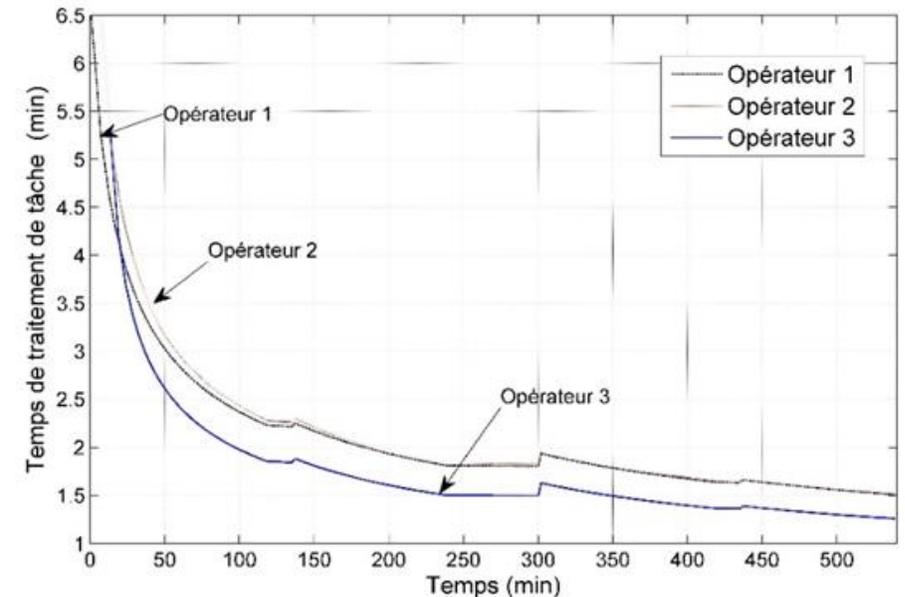
HFattribute= WorkElement.Process(Hfattributes)

### Modèle d'accoutumance



Courbe d'Apprentissage-Oubli

(Jaber and Bonney, 1997)



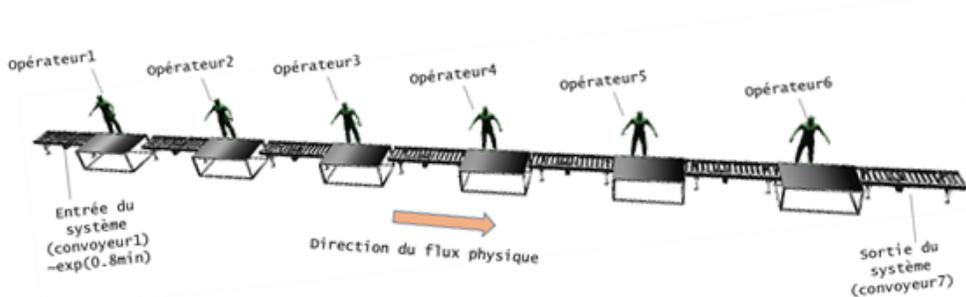
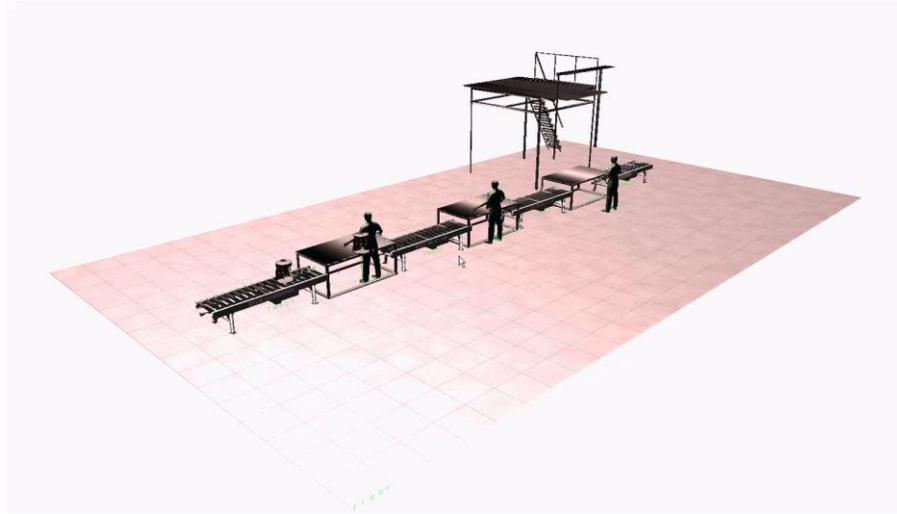
### Modèle d'erreur humaine

Modèle d'erreur

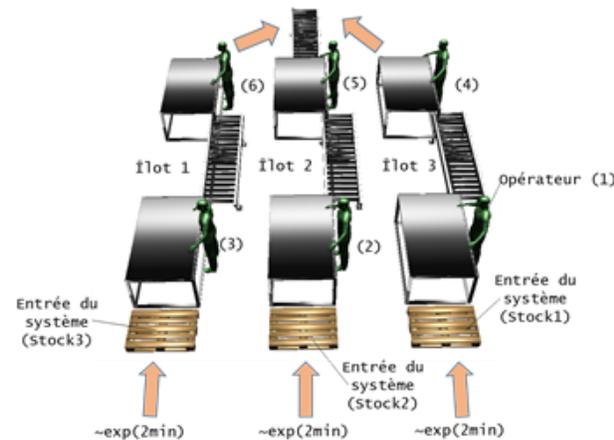
$$HEP_n = \left\{ (s_f - 1) \cdot F_t + 1 \right\} \cdot \left\{ (s_l - 1) \cdot u_n^{-b} + 1 \right\} \cdot \overline{HEP}$$

# 4 Cas d'application

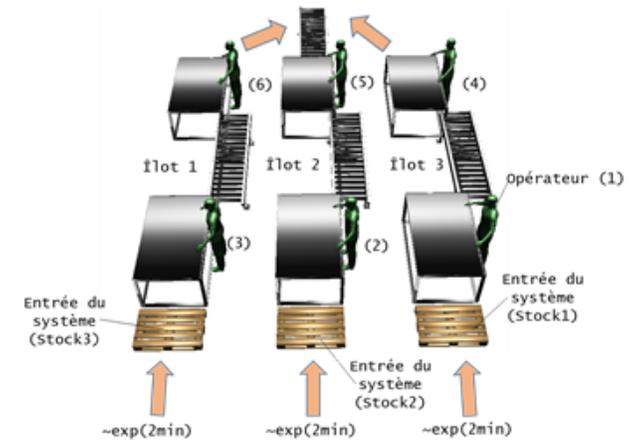
# 4. Cas d'application



(a) Ligne de production, pauses planifiées

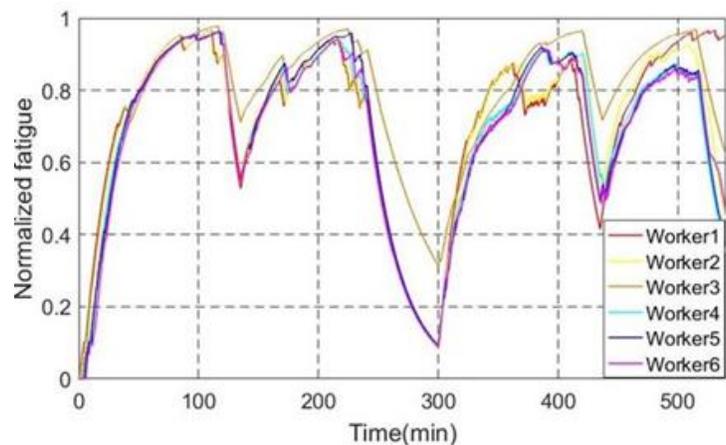


(b) 3 îlots parallèles, pauses planifiées

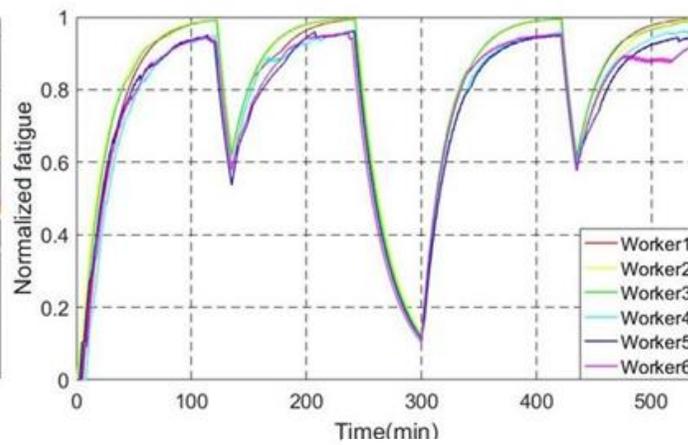


(c) 3 îlots parallèles, pauses autonomes

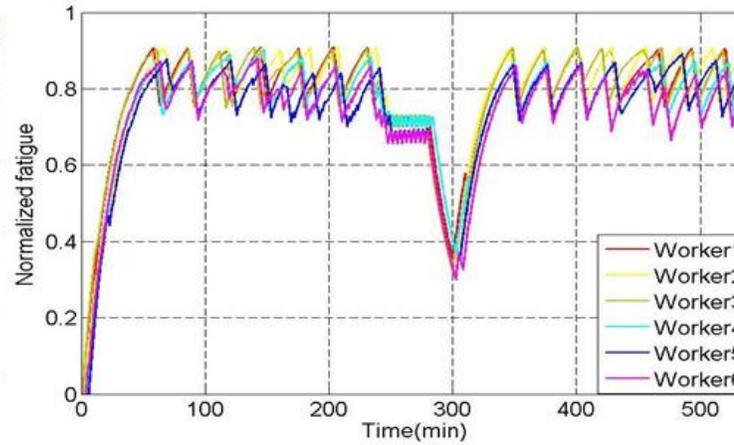
# 4. Cas d'application



(a)



(b)



(c)

	Configuration' throughputs	Number of parts rejected due to errors	Percentage	Net production
Linear Configuration	484	41	8.5%	443
Cellular configuration with planned breaks	535	18	3.36%	517
Cellular configuration with autonomous breaks	539	12	2.22%	527

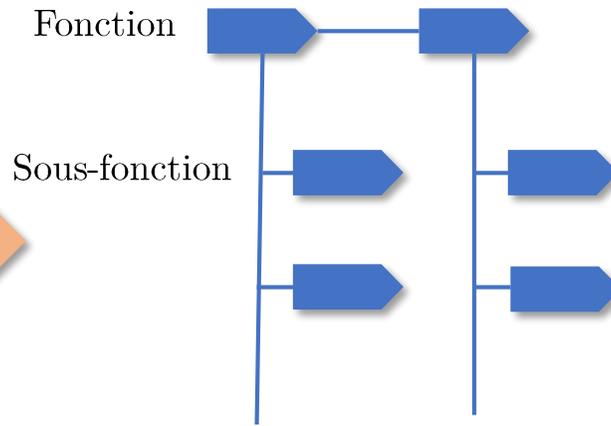
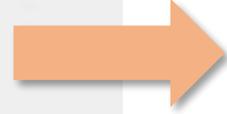
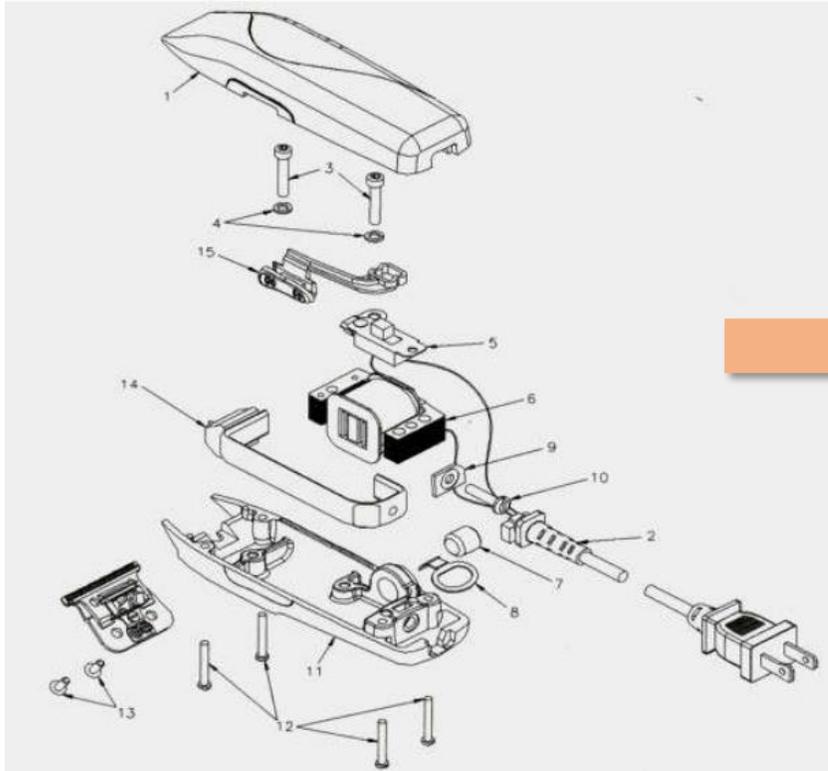
# 5 Conclusions et perspectives

## 5. Conclusions et perspectives

- La motivation principale de l'application de l'approche FBS consistait à considérer un comportement émergent difficilement modélisable;
- Les cas d'étude effectués ont mis en évidence que des comportements dynamiques dus à l'interaction, topologie-organisation-facteurs humains.

Limites :

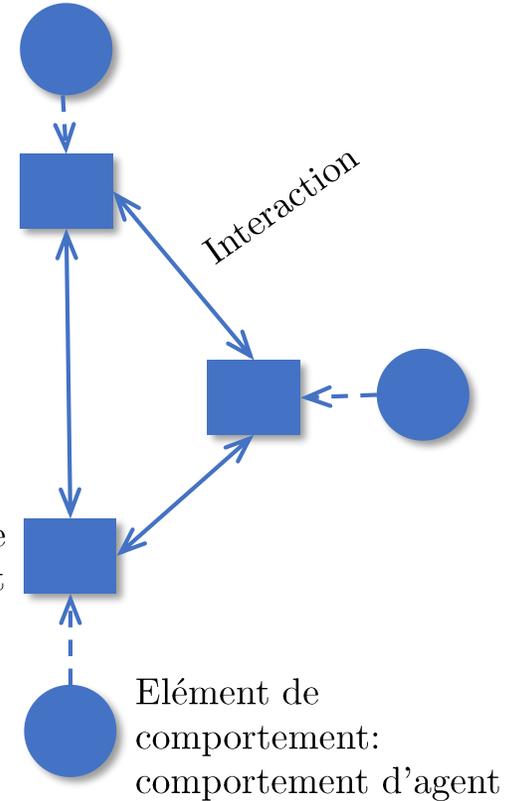
- La technique de simulation demeure simple mais coûteuse en calcul.



Architecture fonctionnelle



Elément de structure : Agent



**Perspective : proposer une méthode pour déterminer l'architecture fonctionnelle et les structures associées**

Merci pour votre attention  
Des suggestions ?