

# La résilience, vecteur d'innovation pour le management de la sécurité ?

Eric Rigaud

Centre de recherche sur les Risques et les Crises

Ecole des Mines de Paris - Paristech

[Eric.Rigaud@mines-paristech.fr](mailto:Eric.Rigaud@mines-paristech.fr)



# Structure de l'exposé

---

Pourquoi  
?

Les limites des pratiques actuelles du management de la sécurité.

Quoi  
?

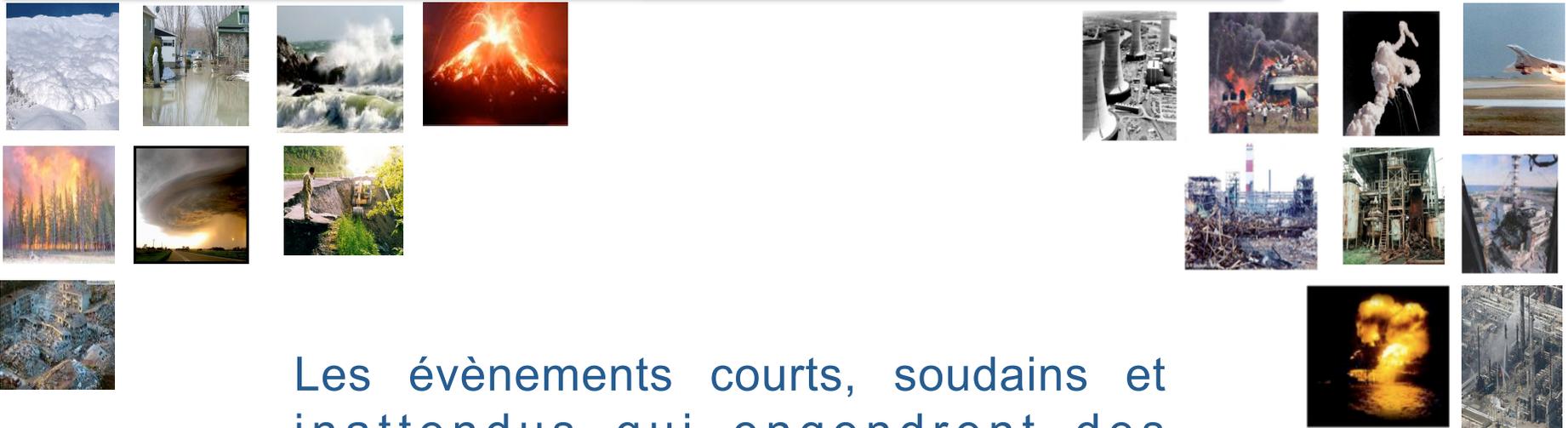
Rapide tour d'horizon des théories de la résilience

Comment  
?

Vers une ingénierie de la résilience



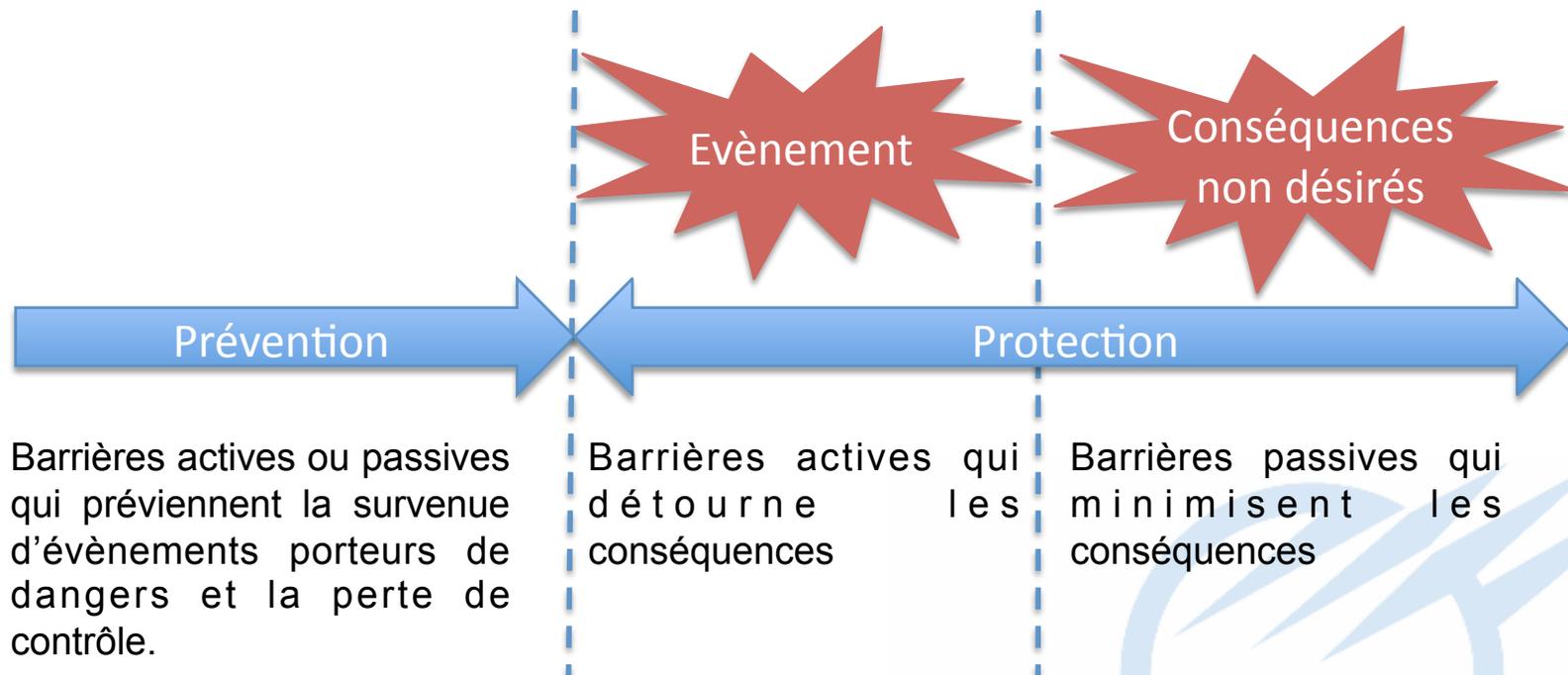
# Le management de la sécurité



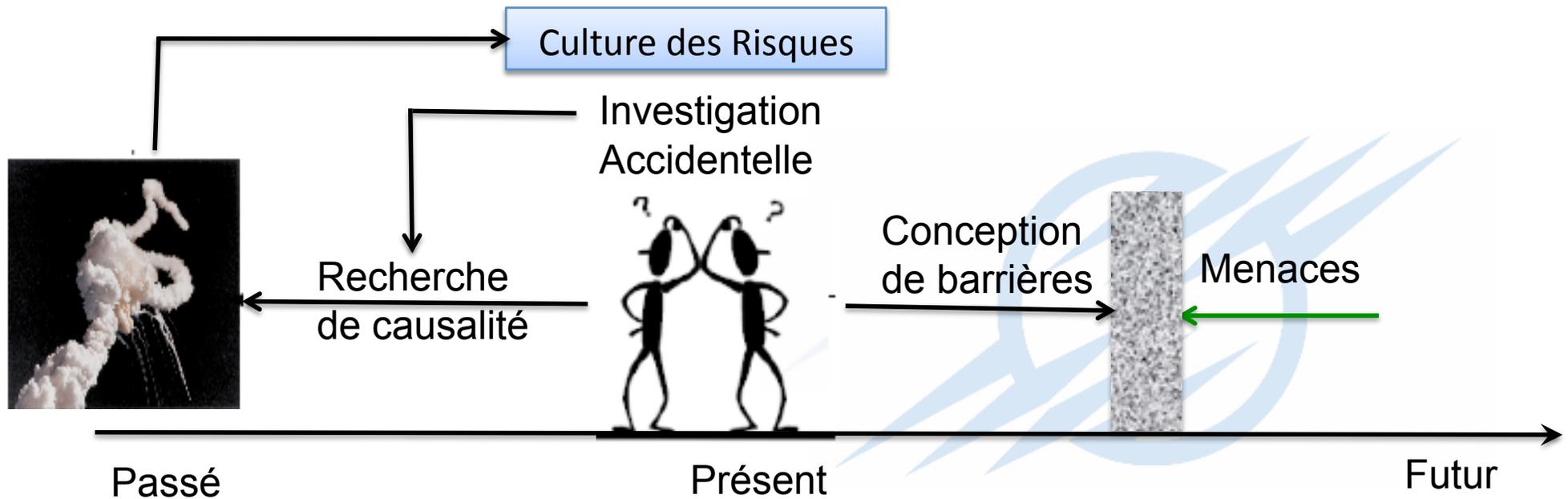
Les évènements courts, soudains et inattendus qui engendrent des conséquences non voulues et non souhaitées



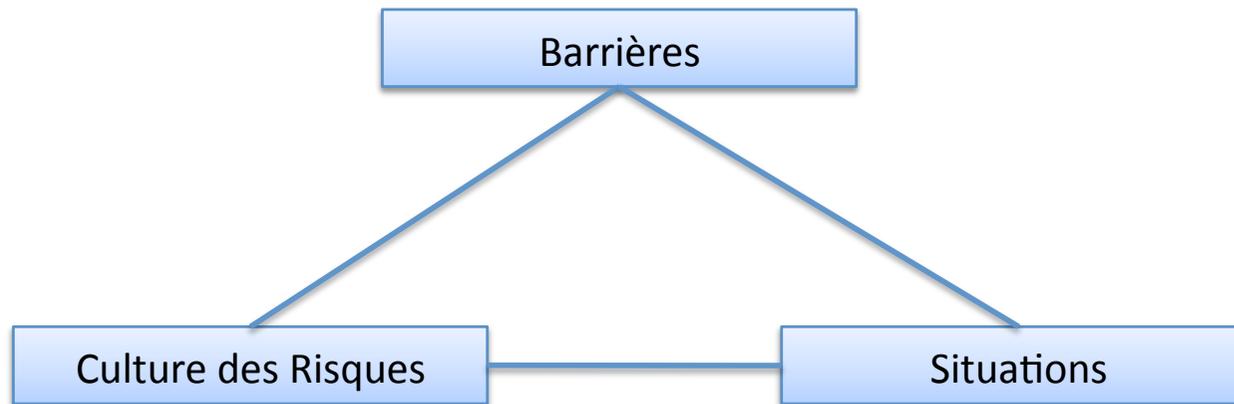
# Les barrières



# Le management des barrières



# Hypothèses d'efficacité courantes



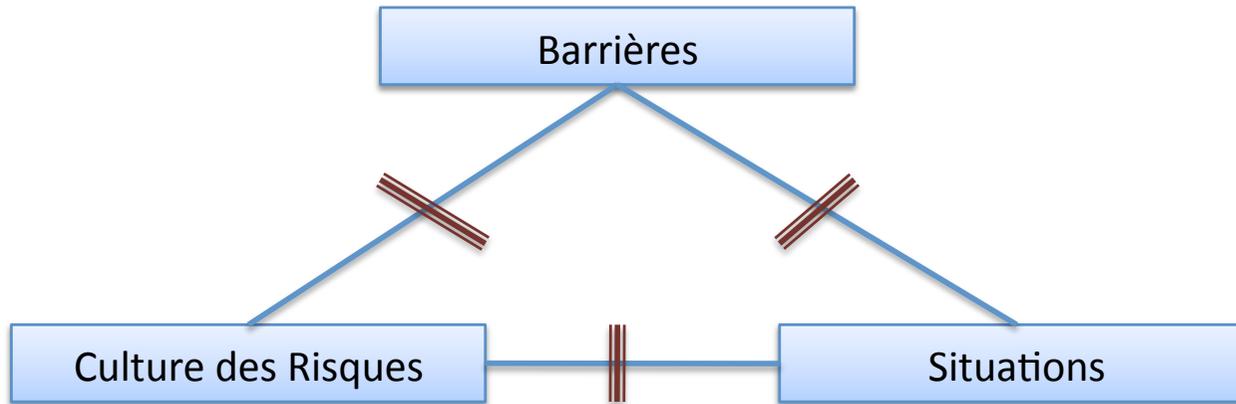
## L'hypothèse déterministe

La structure du monde est telle que tout événement peut être rationnellement prédit, au degré de précision voulu, à condition qu'une description suffisamment précise des événements passés, ainsi que des lois de la nature, nous soit donnée (K. Popper)

La connaissance scientifique des événements du passé et du fonctionnement des systèmes (technologies, aléas naturels, etc.) permet de prévoir l'ensemble des situations et ainsi de concevoir des barrières efficaces. Ainsi, les concepteurs peuvent prévoir et anticiper chaque éventualité.

- Les systèmes sont correctement conçus et scrupuleusement maintenus
- Les procédures sont complètes et correctes
- Les acteurs agissent comme il est prévu – comme ont leur a enseigné.

# Hypothèses d'échecs courantes



## L'hypothèse déterministe

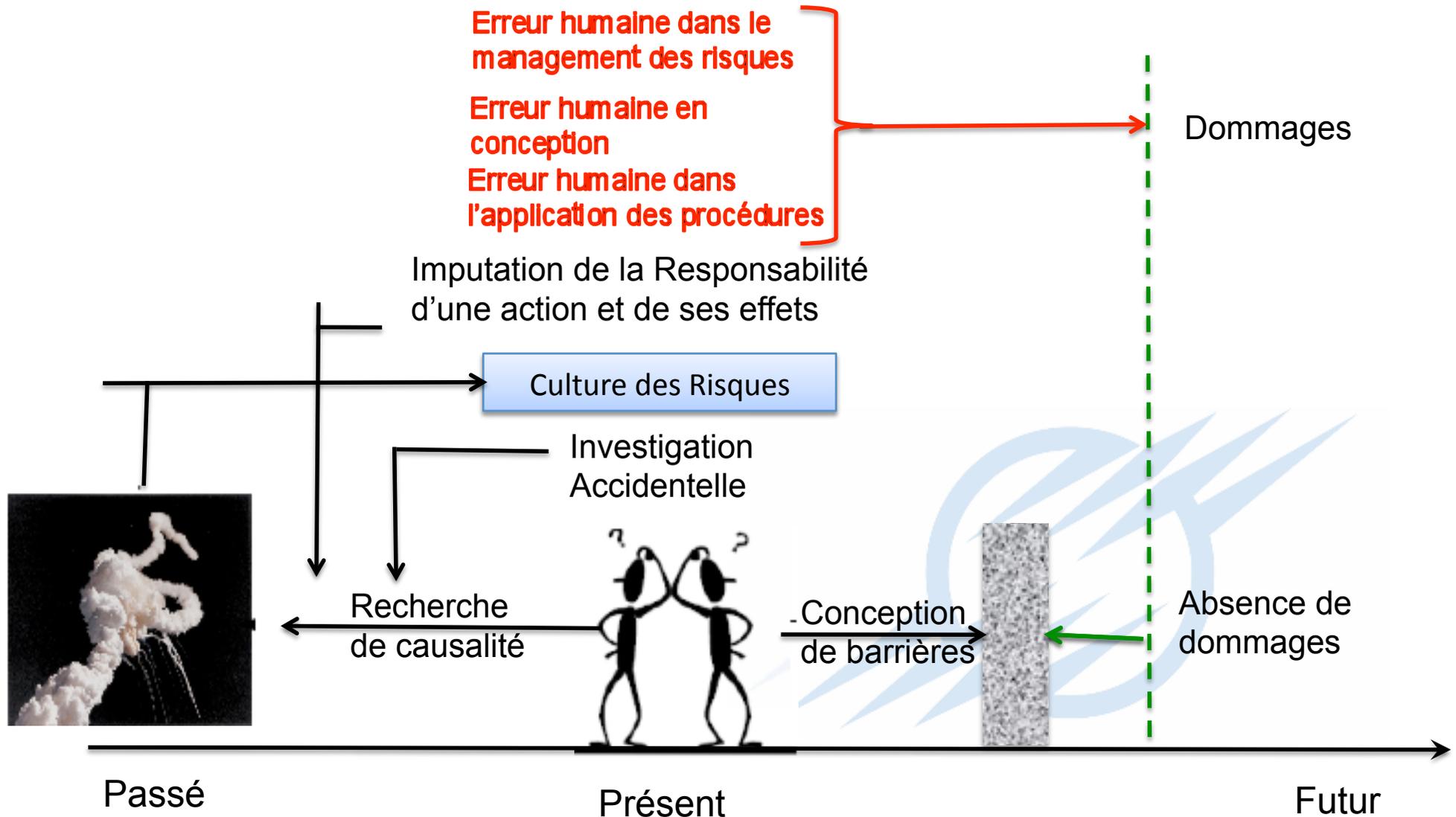
La structure du monde est telle que tout événement peut être rationnellement prédit, au degrés de précision voulu, à condition qu'une description suffisamment précise des événements passés, ainsi que des lois de la nature, nous soit donnée (K. Popper)

Les technologies et le matériel sont imparfait et les pannes sont inévitables (mean time before failures)

Les accidents sont principalement causés par les humains à cause de manque de soin, d'inexpérience, et/ou de mauvaise attitude.

Les organisations sont complexes mais fragiles avec une mémoire limitée et une distribution peu claire de l'autorité.

# Le management de la sécurité



## Complexité et émergence

Les propriétés du Tout sont à la fois Plus et Moins que la sommes des propriétés des éléments du Tout. Le futur est différent du présent qui est différents du passé

Il existe des situations dites irrégulières qui sont connues mais pour lesquelles il n'est pas possible de mettre en place des barrières de prévention et de protection efficaces. Et des situations exceptionnelles auxquelles les acteurs doivent faire face pour la première fois.

Les systèmes sont dotés de qualité d'auto-organisation ou d'adaptation qui leur permet de faire face aux différentes situations.

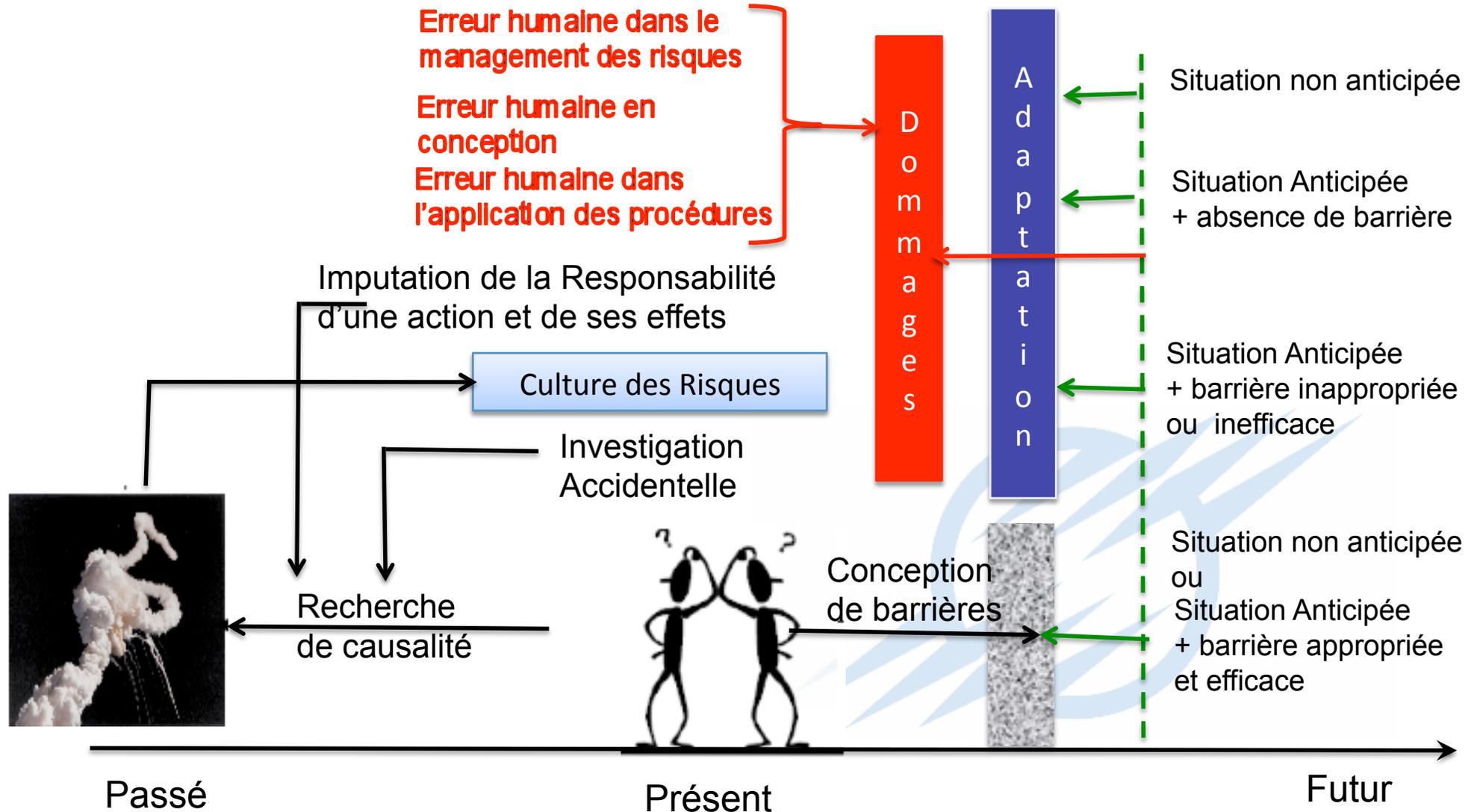
## Hypothèses de succès

Les acteurs adaptent leur performances pour satisfaire à la demande  
Les acteurs interprètent et appliquent les procédures pour coller à la réalité  
Les acteurs peuvent détecter et corriger ce qui ne va pas

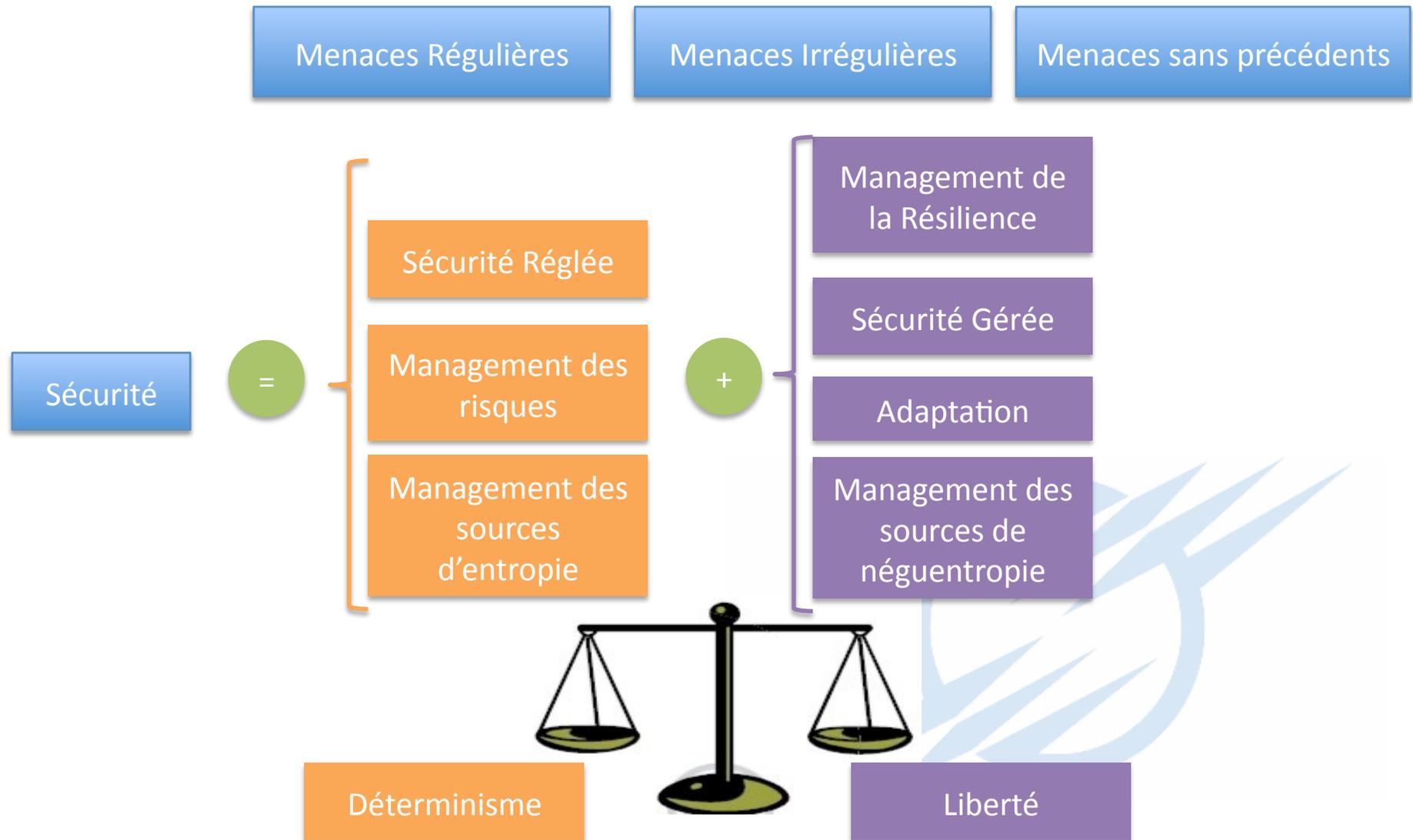
## Hypothèses d'échecs

L'accroissement de la complexité produit des systèmes technologiques modernes imprévisibles et sous spécifiés.  
Le système perd sa faculté de contrôle (pas assez de temps, de ressources, de compétences ou de connaissances)

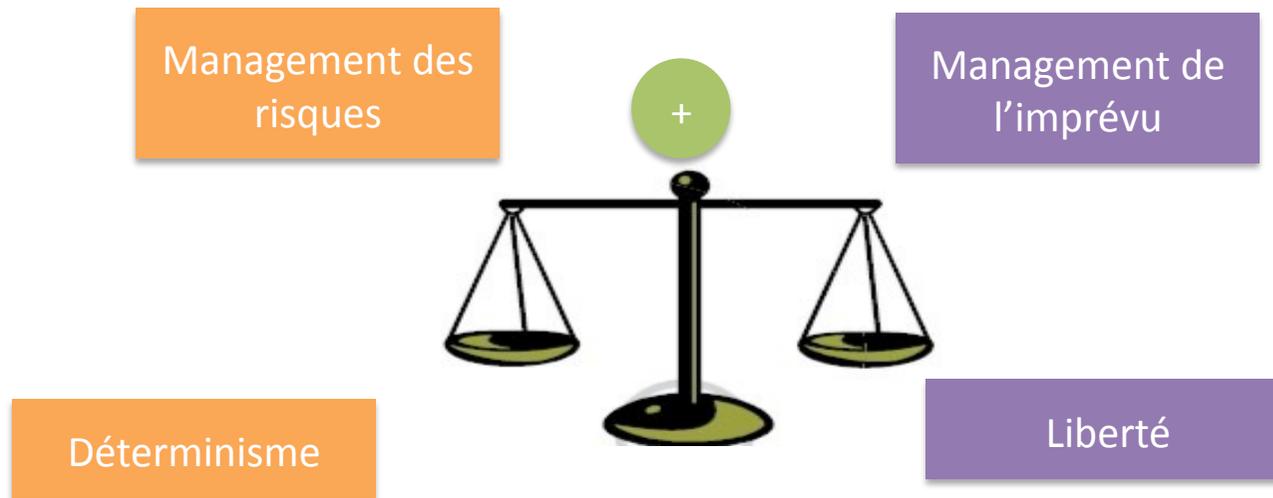
# Le management de la sécurité



# La dialogique risque adaptation



# La dialogique risque adaptation



Coordination plus forte des processus.  
Elimination de la variabilité relative aux qualifications humaine par la standardisation  
Contrôle de l'activité par la supervision ;  
Surveillances et enregistrement des résultats des activités  
Automatisation des routines des fonctions complexes

Mise en place de pratiques de travail informelles, souvent officieuses ;  
Distribution et autonomie des systèmes de décision  
Flexibilité des systèmes de production  
Technologies au service des actions humaines  
Gestion des boucles de rétroactions, d'apprentissages et d'amélioration continue.

# Structure de l'exposé

---

Pourquoi  
?

Les limites des pratiques actuelles du management de la sécurité.

Quoi  
?

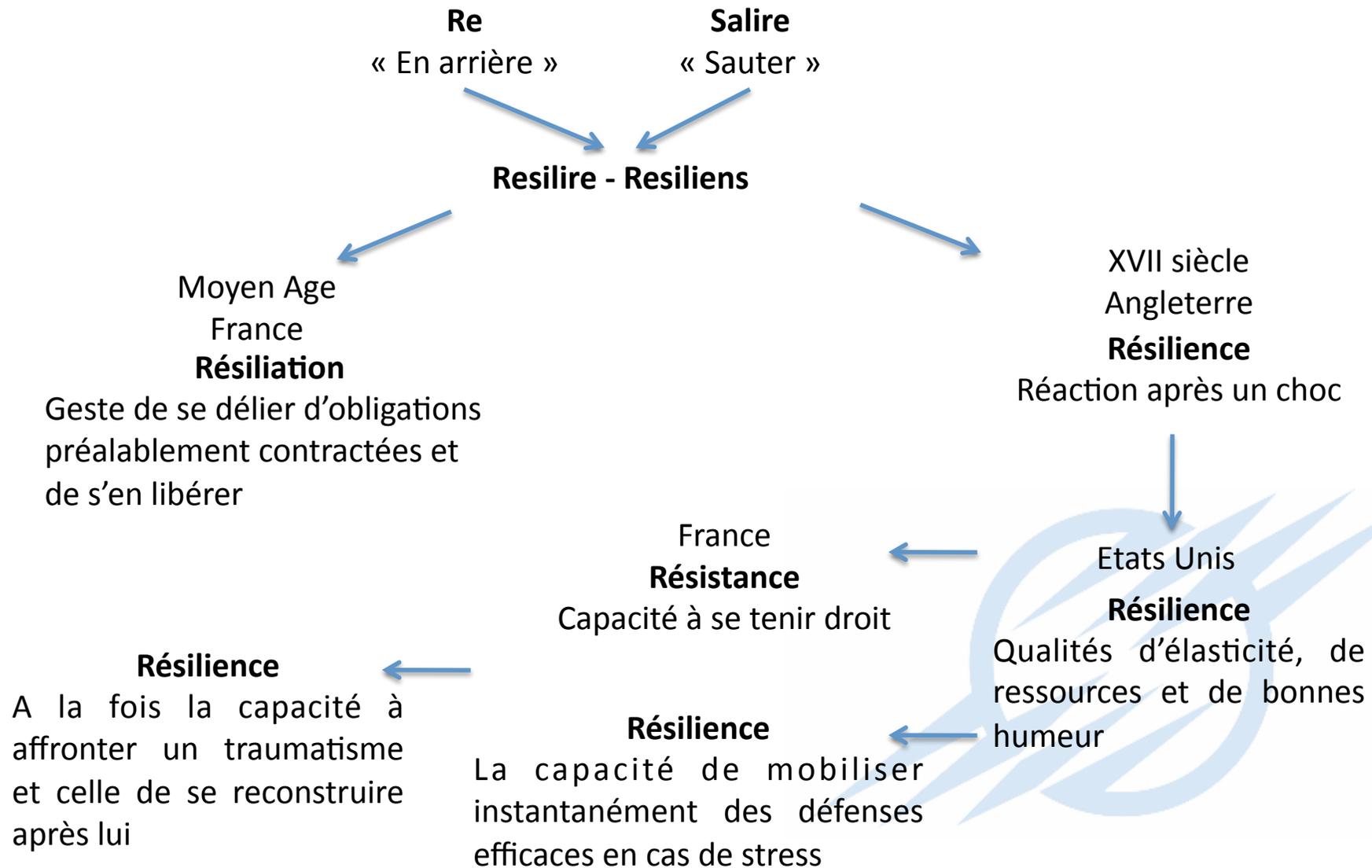
Rapide tour d'horizon des théories de la résilience

Comment  
?

Vers une ingénierie de la résilience



# La résilience

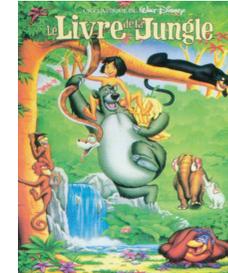


# La résilience et la littérature



Rémi, un jeune garçon abandonné, recueilli par une famille modeste puis vendu à un artiste ambulant va devoir surmonter de nombreuses épreuves avant de retrouver sa mère.

Mowgli, un jeune garçon abandonné dans la jungle indienne et recueilli et élevé par les loups. Sous la menace du tigre Shere Kahn, les loups et le jeune garçon vont surmonter un ensemble d'épreuves avant de pouvoir confier l'enfant aux hommes d'un village.



Un berger solitaire, après la disparition de son épouse et de son fils décide de se retirer dans la montagne et décide de planter des arbres. Progressivement il va adapter son activité en fonction du type d'arbre résistant aux conditions montagneuses et l'évolution de sa condition physique. Progressivement et avec le soutien d'un ensemble d'autres personnages il va redonner naissance à une forêt ce qui va engendrer la renaissance de villages.

# La résilience et la métallurgie

*La résilience est la capacité d'un métal à résister à des assauts ou de retrouver son intégrité après les dits assauts.*

## **Le mouton pendule de Charpy**

La résilience correspond à l'énergie de rupture obtenue avec une éprouvette à entaille U et divisée par la section sous entaille.

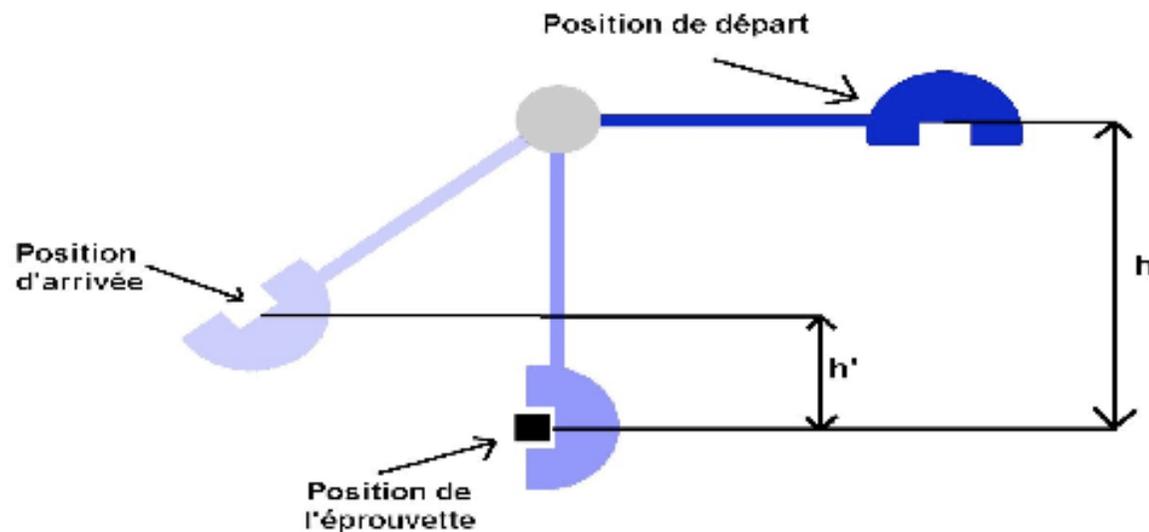
$$K \text{ (j/cm}^2\text{)} = m.g.h - m.g.h'$$

m = masse du mouton pendule

g = accélération de la pesanteur

h = hauteur du mouton pendule à sa position de départ

H'=hauteur du mouton pendule à sa position d'arrivée



## L'individu face à une situation stressante

*Le syndrome général d'adaptation*

La phase d'alarme.

L'organisme mobilise toute ses ressources pour faire face à l'agression.

Dans un premier temps (phase de choc) il y a la surprise de l'agression soudaine et la présence de symptômes d'altération passive de l'équilibre fonctionnel.

Dans un second temps (phase de contre choc) il y à la mise en place de moyens de défense active, le cortex surrénale augmente de volume et présente une activité élevée. Il y a une involution aiguë et inversion des signes de la phase de choc.

La phase de résistance

Les signes d'alarmes disparaissent et sont remplacés par des signes inverses

La phase d'épuisement

L'adaptation disparaît si l'agent agressif est suffisamment important et présent pendant assez longtemps. Les réactions physiques de la phase de choc sont reproduit.

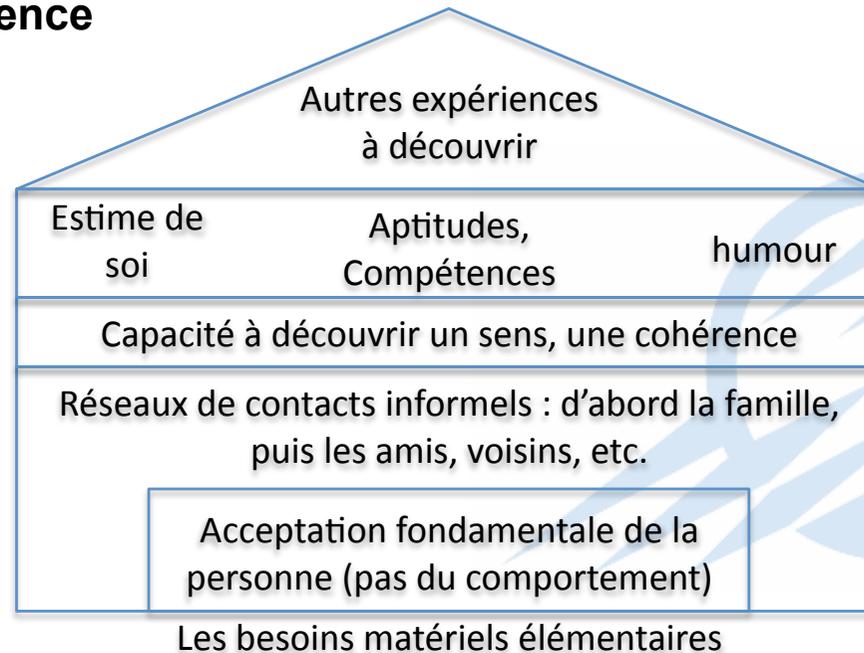
# La résilience et le facteur humain

*La résilience est la capacité à réussir à vivre et à se développer positivement, de manière socialement acceptable, en dépit du stress ou d'une adversité qui comportent normalement le risque grave d'une issue négative (S. Vanistendael).*

La résistance à la destruction, la capacité de protéger son intégrité sous de fortes pressions.

La capacité de se construire, de créer une vie digne d'être vécu en dépit de circonstances adverses.

## Les niveaux de la résilience



# La résilience et le facteur humain

---

## *Les sept aspects fondamentaux de la résilience (Wolin)*

**La prise de conscience.** La capacité à identifier les problèmes, leurs sources et à chercher des solutions tout en étant à l'écoute des autres.

**L'indépendance.** La capacité d'établir des limites entre soi-même et l'entourage, de se distancer des manipulateurs et de rompre les relations de mauvaises qualités.

Le développement de **relations** satisfaisantes avec les autres

**L'initiative** qui permet de se maîtriser et de maîtriser son environnement

La **créativité** qui permet de penser autrement que les autres et de trouver refuge dans un monde imaginaire

**L'humour** dont le but est de diminuer la tension intérieure et de déceler le comique au cœur de la tragédie

**L'éthique** qui guide l'action parce que l'on sait ce qui est bien et ce qui est mal et qu'on accepte de prendre le risque de vivre sur la base de ses valeurs.

## ***Les traits caractéristiques du leadership de W. Churchill***

### **Parler franchement et simplement**

« I have often had to eat my words, and I must confess that I have always found it a wholesome diet »

### **La détermination**

« Ponder, and then act »; « An accepted leader has only to be sure of what it is the best to do, or at least to have made up his mind about it »

### **L'imagination historique**

« The longer you look back, the farther you can look forward »

### **L'aptitude d'avoir une vision globale de la scène tout en prêtant attention aux détails**

« An efficient and successful administration manifests itself equally in small as in great matters »

# La résilience et le facteur organisationnel

---

## **La capacité à se construire une identité**

L'identité est un principe de vie, d'unicité, de différenciation, de survie, de pérennité. Elle se construit dans le temps, se nourrit de toutes les expériences traversées.

### **La capacité à raconter une histoire**

L'individu ou l'organisation se construit en racontant son histoire, il se légitime, se donne du sens et de la cohérence.

La capacité de construire une histoire se fonde sur un ensemble de valeurs parfois imposées socialement, mais acceptées intimement. Les mécanismes de mise en périls, de dépassement de soi au nom de quelque chose de supérieur reposent sur ses valeurs.

### **La capacité à exister dans un collectif**

Les valeurs partagées collectivement permettent l'émergence d'une culture spécifique qui permet d'agir ensemble et de se défendre contre les agressions.

## **La créativité**

La créativité c'est ce qui permet, à un moment, de renverser les valeurs et de convertir une contrainte en avantage et de se débrouiller avec ce qui est à portée de main.

### **Le Bricolage de Levi-Strauss**

Aptitude à exécuter un grand nombre de tâches diversifiées avec un univers instrumental clos et non spécifiquement conçu et procurés à la mesure du projet mais qui est le résultat contingent de toutes les occasions qui se sont présentées de renouveler ou d'enrichir le stock, ou de l'entretenir avec les résidus de constructions et de destructions antérieures.

# La résilience et les systèmes écologiques

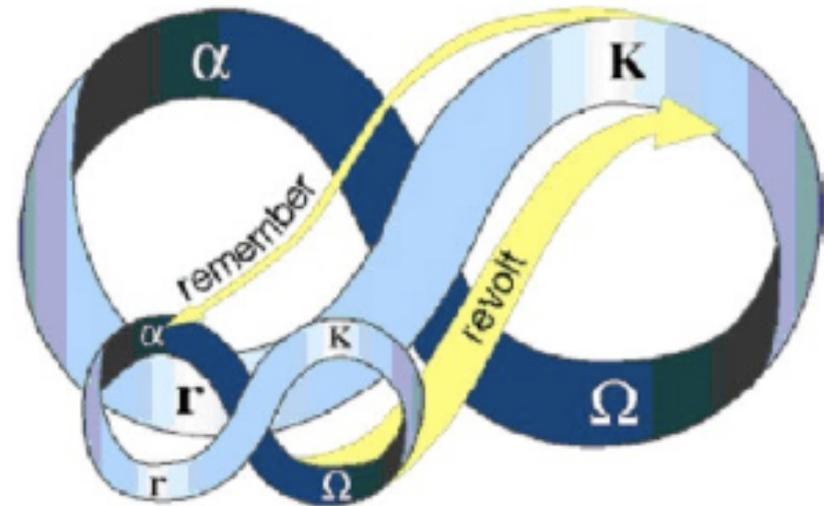
La dynamique d'un système socio écologique dépend de cycles adaptatifs reliés sur différentes échelles de temps et d'espaces suivant quatre phases.

Phase de **croissance rapide** ( $r$ ). Au début du cycle le système est engagé dans une dynamique de forte croissance liés à l'exploitation des nouvelles opportunités et des ressources disponibles.

Phase de **conservation** ( $K$ ). Progressivement le système s'inscrit dans la phase de conservation. L'énergie est stockée et les matières s'accumulent et les relations entre les acteurs s'accroissent.

Phase de **libération** ( $\Omega$ ). La survenue d'une perturbation qui surpasse les capacités de résilience du système provoque l'éclatement du système, les ressources liés sont séparées et les boucles de contrôle sont affaiblies. L'incertain prédomine, l'ensemble des options sont ouvertes.

Puis une phase de **réorganisation** ( $\alpha$ ) et de recommencement s'installe ou la nouveauté peut se développer. Invention, expérimentation et réassortiment sont au rendez-vous.



# Structure de l'exposé

---

Pourquoi  
?

Les limites des pratiques actuelles du management de la sécurité.

Quoi  
?

Rapide tour d'horizon des théories de la résilience

Comment  
?

Vers une ingénierie de la résilience



## Définition

*La Résilience est l'aptitude intrinsèque d'un système à ajuster son fonctionnement avant, pendant ou après la survenue de changements ou de perturbations et ce afin qu'il puisse poursuivre son activité dans des conditions attendues ou inattendues.*



## Fondements

Le management de la sécurité ne peut être fondé uniquement sur la connaissance des événements du passé et du calcul de la probabilité de défaillances du système. Le management de la sécurité doit être à la fois réactif et proactif.

Les spécifications des activités sont toujours sous spécifiées. Les individus et les organisations doivent par conséquent ajuster leurs fonctionnements pour que ce qu'ils font correspondent à ce qui est demandé avec les ressources disponibles. Dans la mesure où les ressources et le temps sont limités, ces ajustements sont inévitablement approximatifs.

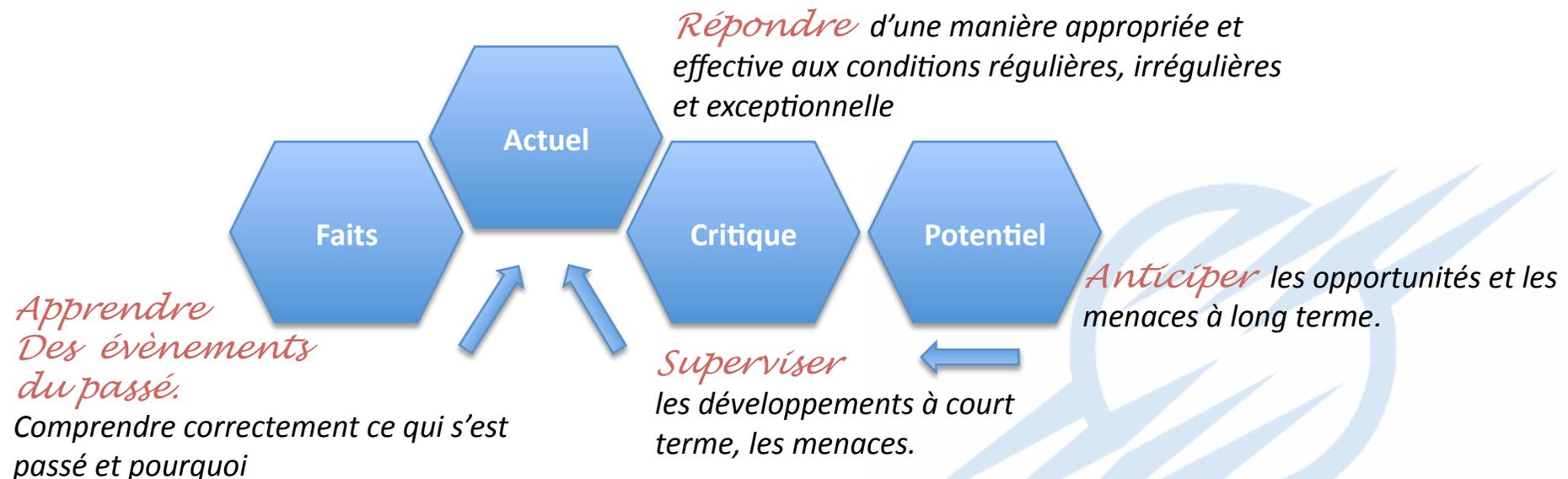
Les événements porteurs de dommages peuvent être attribués à des défaillances ou à des mauvais fonctionnements des composants d'un système mais certains non. Ces derniers peuvent être le fruit de la combinaison de la variabilité normale des fonctions du système.

Le management de la sécurité ne peut être considéré isolément des enjeux de fondamentaux de l'activité industrielle telle que la productivité et la rentabilité. La sécurité est un pré requis de la productivité et de la rentabilité et vice-versa. La sécurité ne doit donc pas s'aborder comme une contrainte mais comme un vecteur d'amélioration.

## Objectifs

Evaluation de la performance d'un système vis-à-vis des quatre dimensions de la résilience organisationnelle

## Fondements théoriques



## Fondements de l'approche FRAM

### Principe d'équivalence des succès et des échecs

Le succès dépend de l'aptitude des individus et des systèmes à anticiper, reconnaître et répondre aux risques.

Les échecs surviennent quand cette aptitude disparaît de manière temporairement ou permanente.

### Principe d'émergence

Les opérateurs doivent ajuster leur comportement aux conditions de travail

Les ajustements sont toujours approximatifs à cause du manque de temps et d'information.

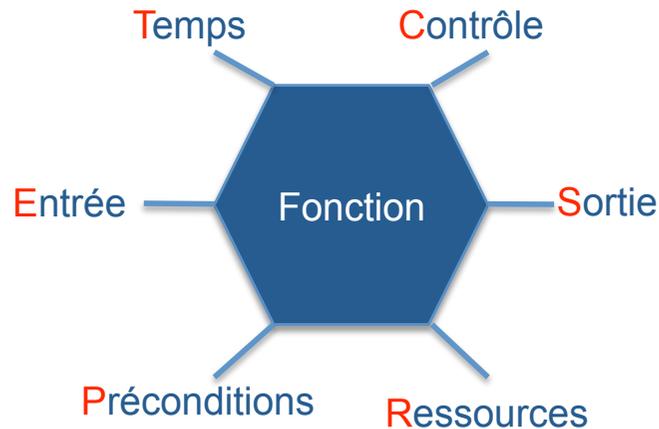
### Principe d'émergence

Le fonctionnement normal et les défaillances sont des propriétés émergentes des systèmes et ne peuvent être expliqué uniquement par le bon fonctionnement ou la défaillances des éléments du système.

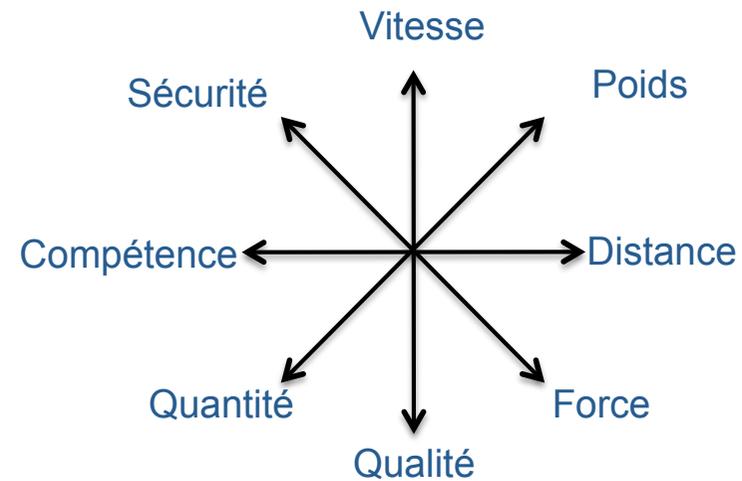
### Principe de résonance fonctionnelle

La variabilité d'un ensemble de fonction peut quelquefois se renforcer mutuellement (résonner), et potentiellement engendrer le dépassement d'une limite d'une fonction.

## Unité fonctionnelle FRAM



## Dimensions de description



## Echelle de variabilité

Dimension	Valeurs de variabilité				
	0	[0-50]	[50-100]	[100-150]	
Vitesse	0	[0-50]	[50-100]	[100-150]	
Qualité	Trop lent	lent	Correcte	Vite	Trop vite

## Règles de variabilité

Dimension d1 = valeur **SI** Dimension d2 < valeur v1  
 Dimension d2 = valeur SI Dimension d3 = valeur v2  
**ET** Dimension d4 = valeur v3

Opérateurs conditionnels : **ET OU = < > !=**  
 Opérateur de calcul : + - \* /

## Objectifs

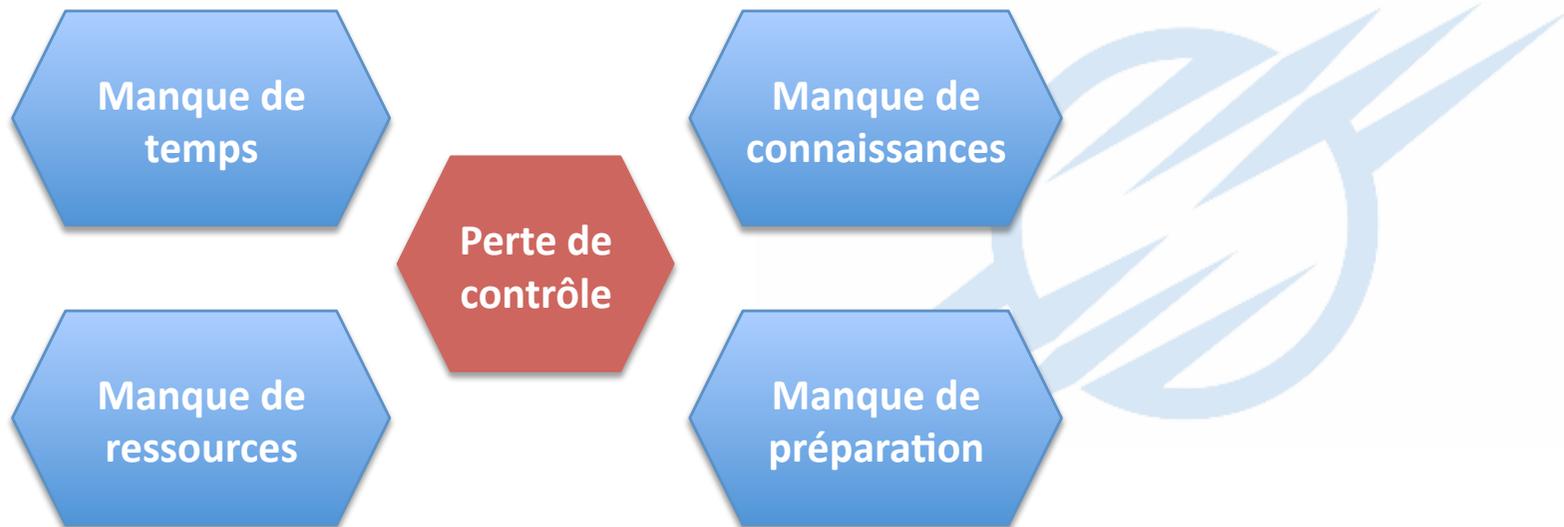
---

Manager les conséquences de la variabilité fonctionnelle sur les fonctions de contrôle du système

## Fondements théoriques

---

*« Aptitude de gérer les effets des perturbations afin que le système puisse continuer à fonctionner en deçà de ses frontières de sécurité »*

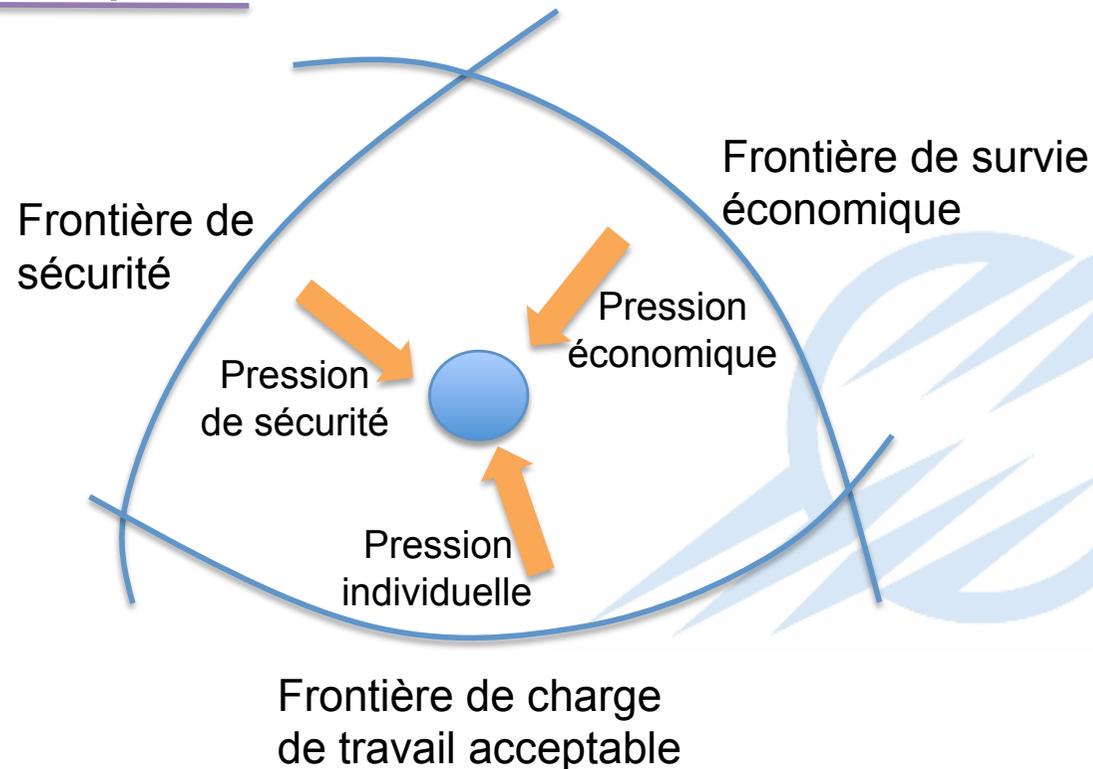


# Modèle de sécurité intégrée

## Objectifs

Evaluation de la performance d'un système vis-à-vis d'un modèle de performance intégrant les dimensions économiques, sécurité et charge de travail.

## Fondements théoriques



# Modèle de vigilance collective

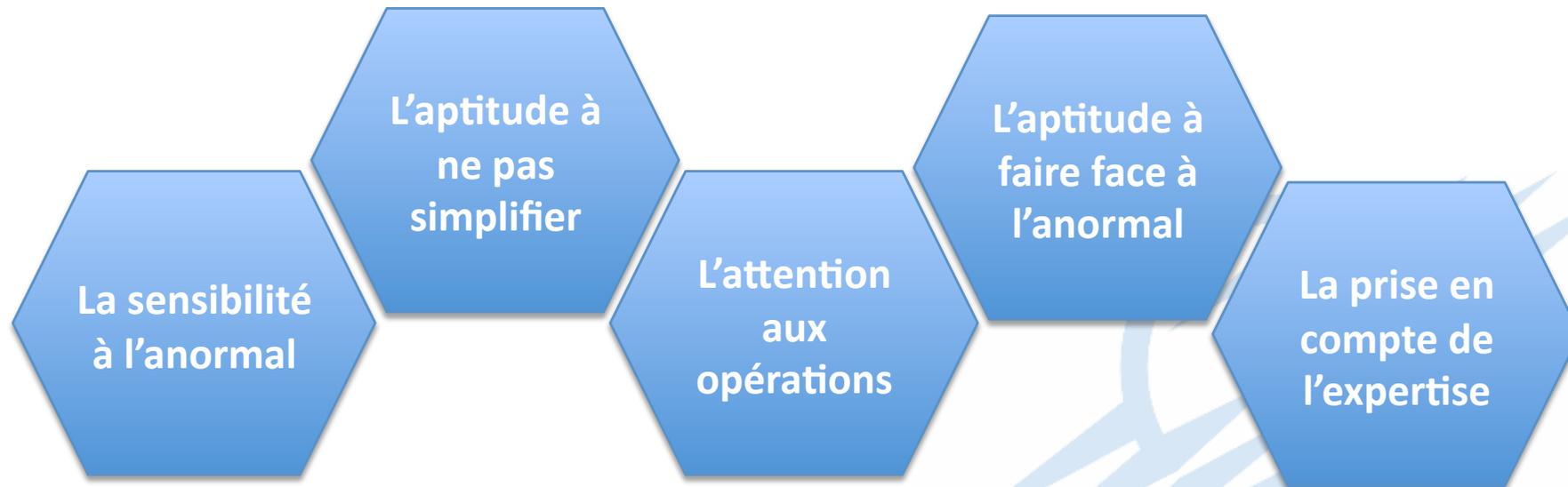
## Objectifs

---

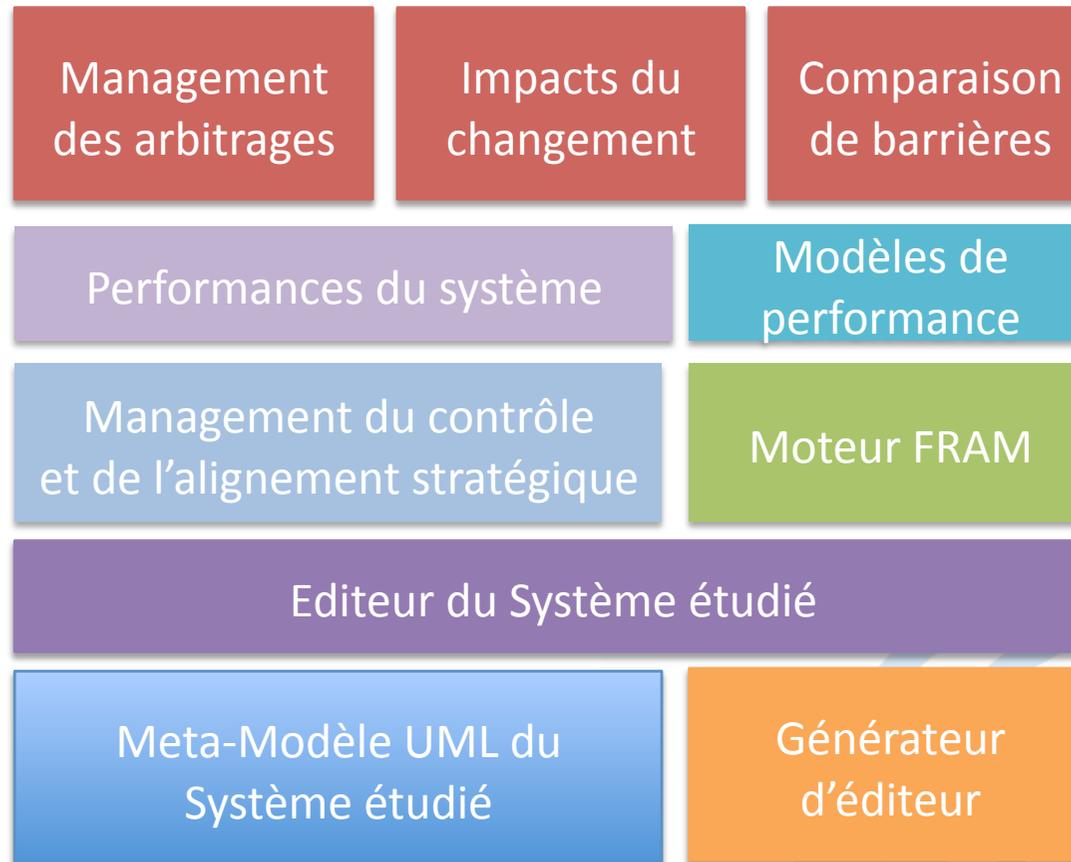
Evaluation de la performance d'un système vis-à-vis des cinq dimensions de la vigilance collective

## Fondements théoriques

---



# La boîte à outils de la résilience



# Conclusion

---

## La résilience

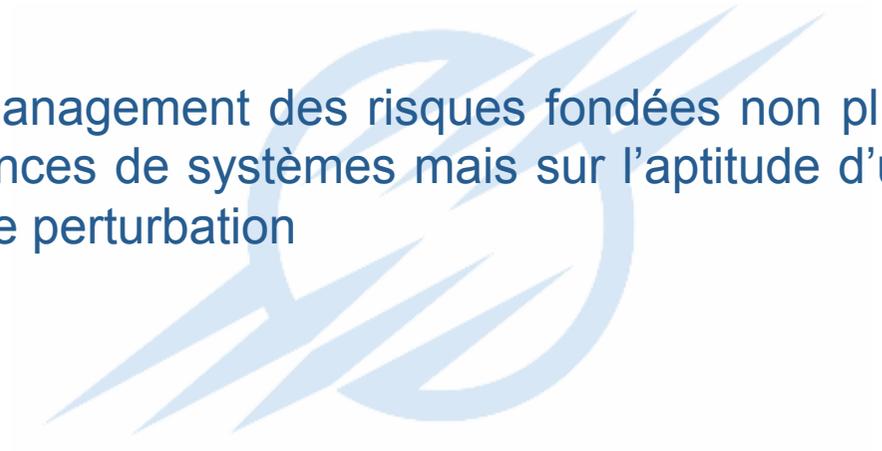
Propriété assurant la stabilité de la structure interne d'un système au regard des perturbations endogènes ou exogènes du système.

Une propriété qui ne peut que se constater à l'issu de la gestion d'une perturbation mais qui ne peut s'évaluer. Seul des potentiels de résilience sont qualifiables et quantifiables.

Un concept rencontré dans différents contextes scientifiques.

## Un Vecteur d'innovation ?

Mettre en place des stratégies de management des risques fondées non plus uniquement sur l'aléa ou les défaillances de systèmes mais sur l'aptitude d'un système à faire face et surmonter une perturbation



# **La résilience, un concept vecteur d'innovation pour le management de la sécurité**

Eric Rigaud

Centre de recherche sur les Risques et les Crises

Ecole des Mines de Paris - Paristech

[Eric.Rigaud@mines-paristech.fr](mailto:Eric.Rigaud@mines-paristech.fr)

