

Le pilotage de la sécurité : l'apport des modèles systémiques ...pour aller au-delà des idées reçues ou trop simplistes

René Amalberti

MD, PhD, Prof, Directeur FONCSI

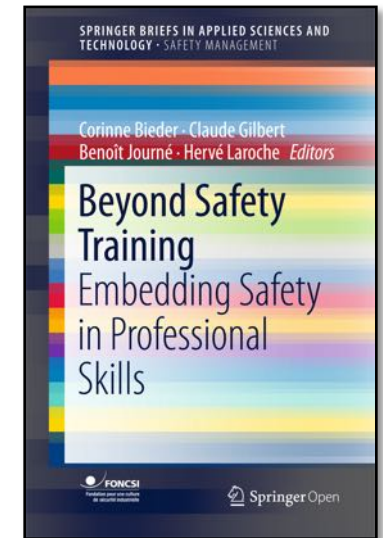
QUELQUES REPÈRES DANS LE TEMPS

- Fondation de recherche reconnue d'utilité publique créée en 2005
 - « Foncsi 1 » 2006-2014 :
 - abondement à parts égales de l'État et des industriels fondateurs (Atofina SA, EDF, Total SA, Total France)
 - rejoints peu après par Sanofi-Aventis
 - « Foncsi 2 » 2014-2019 :
 - entrée de Engie et de la SNCF dans les donateurs
 - « Foncsi 3 » 2019-2023, élargissement des donateurs
 - Airbus, Vinci, Bouygues, DGAC, IRSN,



QUELQUES POINTS FORTS DE NOTRE FONDATION (SUITE)

- Un principe de réalité fort
 - Volonté d'excellence scientifique mais aussi de vulgarisation et de trait d'union entre théorie et pratique
- Des Outils originaux
 - Analyses stratégiques
 - Pilotes industriels
- Un niveau de publication de grande qualité et totalement en libre accès
 - International :
 - collection en *open access* chez Springer
 - National :
 - collection des « Cahiers » en *open access* sur le site internet Foncsi



THÈMES PRINCIPAUX

FONCSI 1

- Concertation citoyenne
- Décision dans l'incertitude
- Sous traitance et gestion des risques

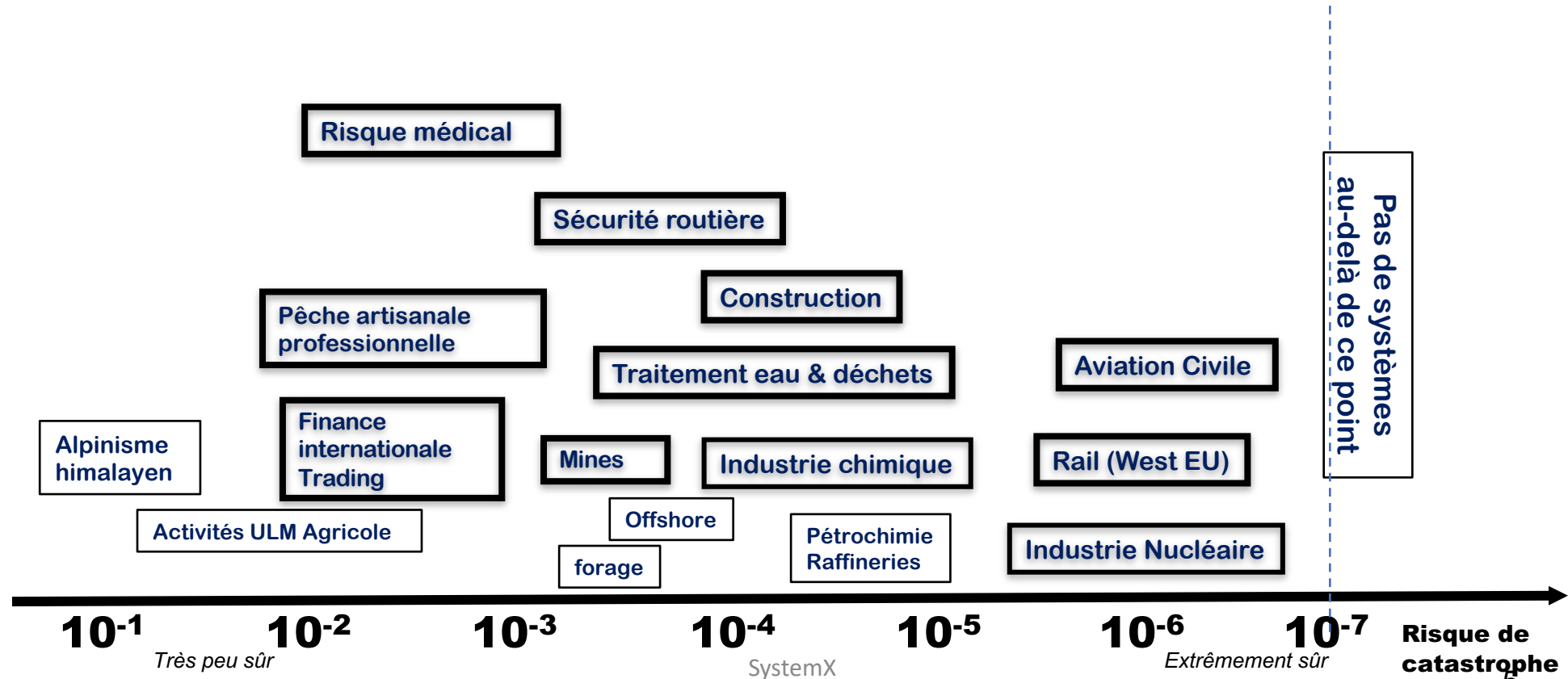
FONCSI 2 – 2013-18

- Modèles de sécurité
- Professionnalisation à la sécurité
- Facteurs humains et organisationnels dans les entreprises

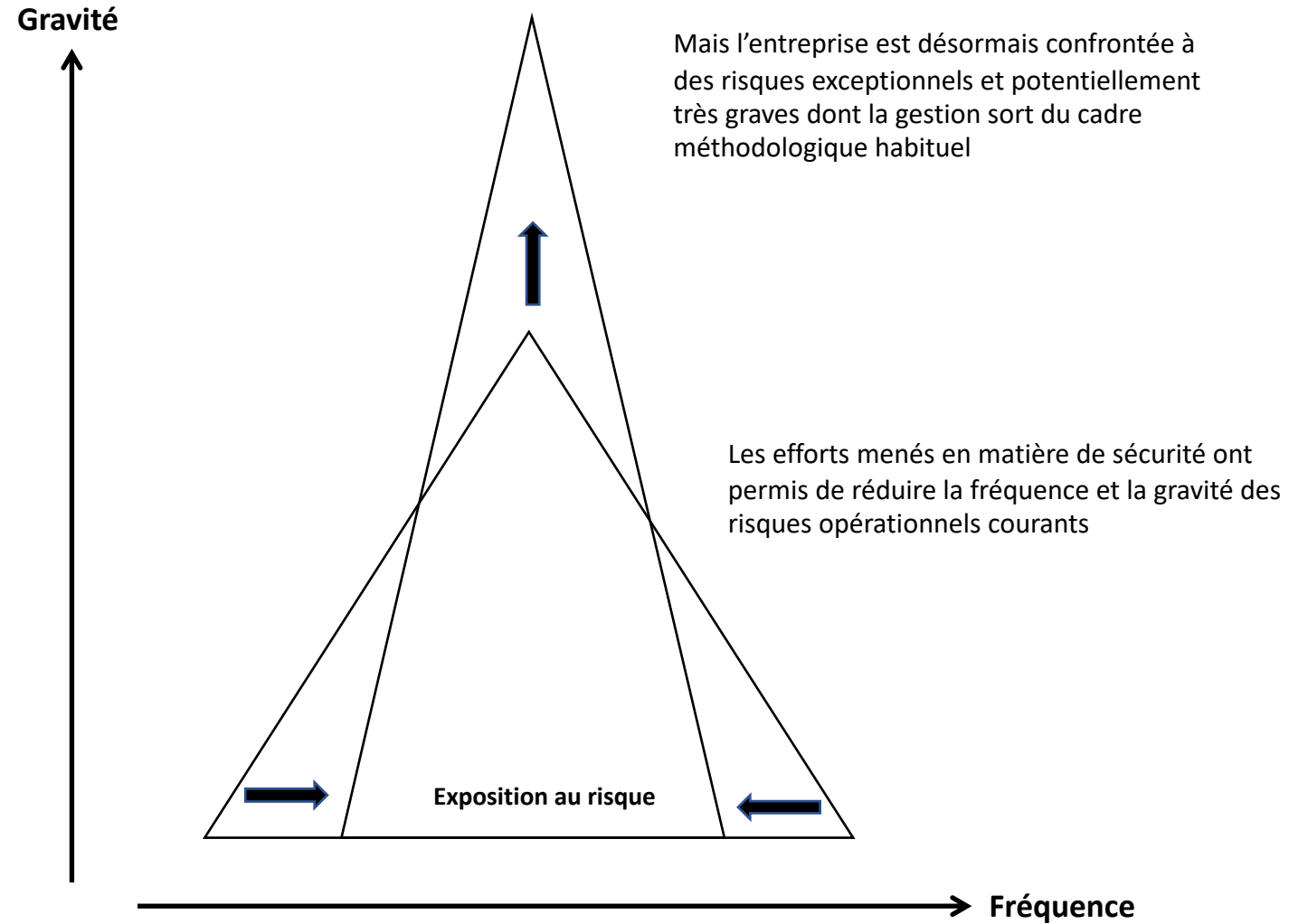
FONCSI 3- 2019-23

- La génération des travailleurs à venir 2030-2040
- Sécurité réglée et sécurité gérée dans l'industrie du futur
- Relation entre contrôleurs et contrôlés
- Questions vives de la relation donneurs d'ordres-contractants
- Sécurité industrielle et dynamiques participatives

UN RISQUE DE CATASTROPHE TRES DIFFERENT D'UNE FAMILLE d' INDUSTRIE A L'AUTRE



UNE EXPOSITION AU RISQUE QUI CHANGE AVEC LE TEMPS



Source: Patrick Gourgeon ESCP Europe 2013

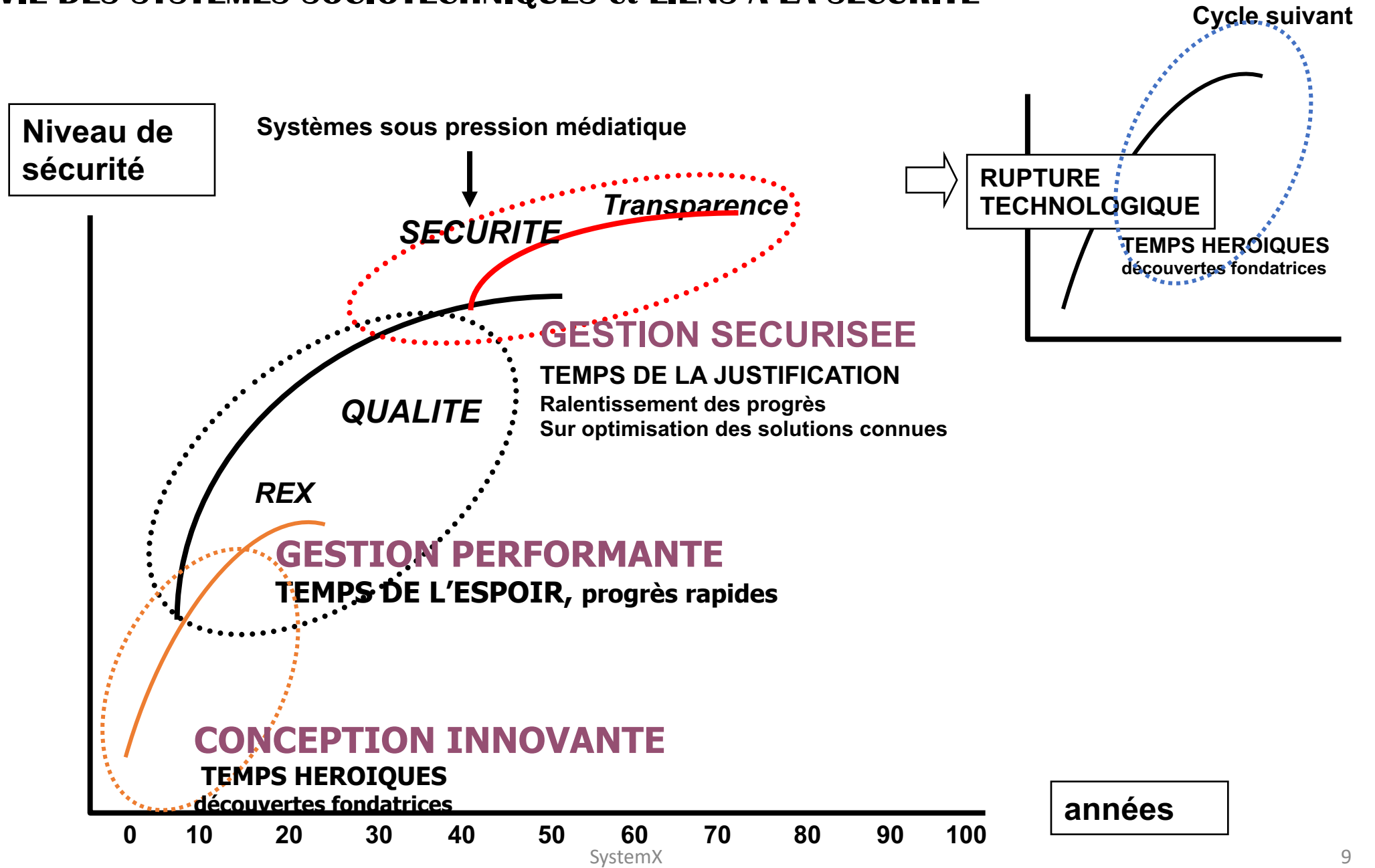
CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE PLUS SYSTEMIQUE

- **Le temps du système**
 - **cycles industriels du risque, la notion de système vivant**
- **Les facteurs du réglage sécurité réglée - sécurité gérée**
- **Le périmètre des risques à considérer**
 - **Prévention des accidents Versus gestion des risques mortels**
 - **Réduire les risques versus maîtriser les risques consentis**
- **Le mesure du risque**
 - **Scope à considérer, paradoxes et faillite de la science**
- **Les solutions d'amélioration de la maîtrise**
 - **La systémique dans les solutions**

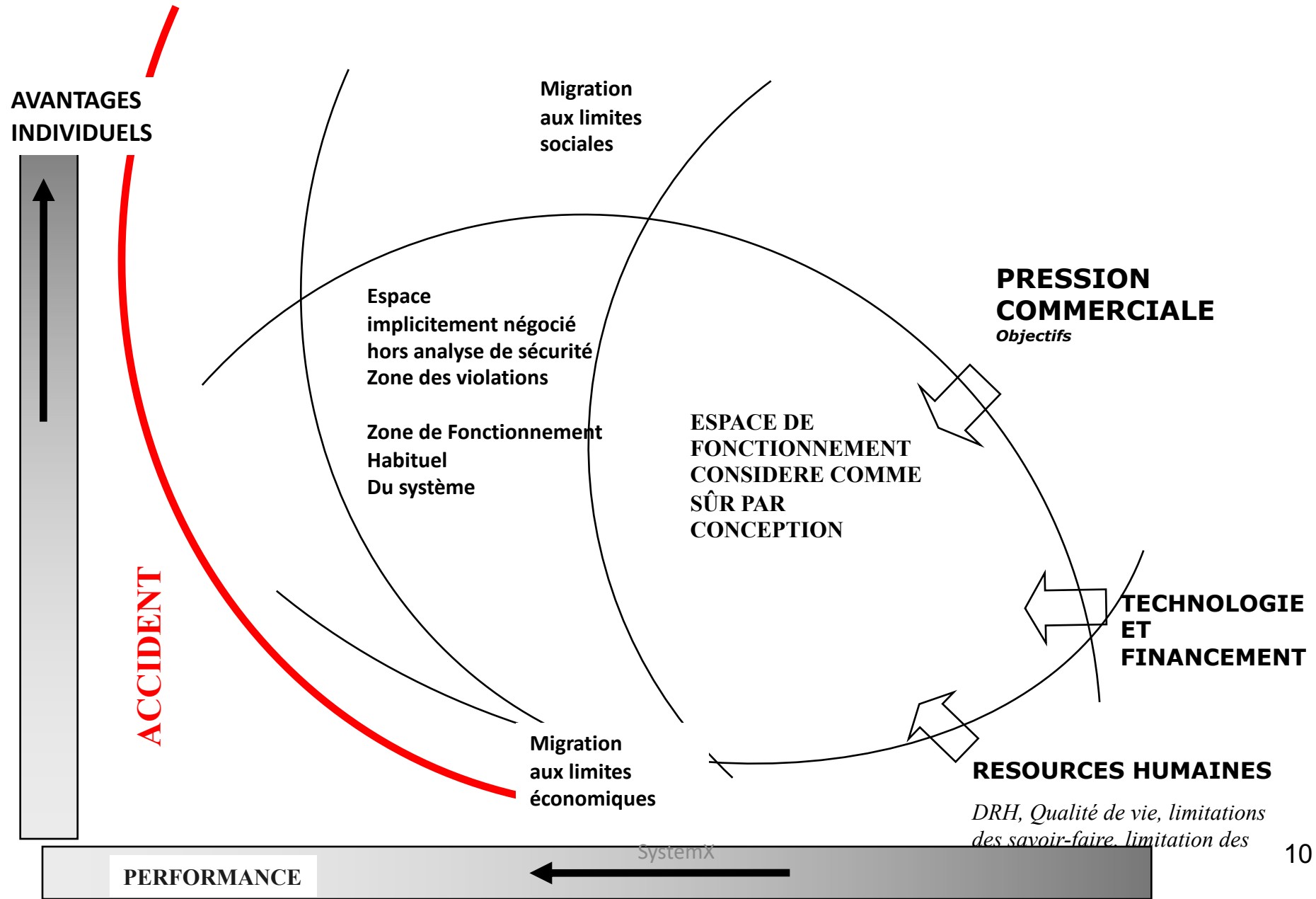
CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE PLUS SYSTEMIQUE

- **Le temps du système**
 - **cycles industriels du risque, la notion de système vivant**

CYCLES DE VIE DES SYSTEMES SOCIOTECHNIQUES et LIENS A LA SECURITE



UN SYSTÈME VIVANT EN PERPETUELLE DERIVE



CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE SYSTEMIQUE

- **Le temps du système**
 - cycles industriels du risque, la notion de système vivant
- **Les facteurs du réglage sécurité réglée - sécurité gérée**

LES DEUX FACES INDISSOCIABLES DE LA SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

Performance réelle
de l'entreprise



=



+



Expertise
Barrières techniques
Travail collectif réglé
Culture collective
Règles et procédures

*Comportement de suivi
des consignes*

Compétence des
professionnels
Expertise individuelle
Capacité de
récupération, mémoire
des difficultés passées
Capacités collectives

Comportement proactif

Articulating the Differences Between Safety and Resilience:
The Decision-Making Process of Professional Sea-Fishing
Skippers

Gaël Morel, University of South Brittany, Lorient, France, René Amalberti, Air Force
Aerospace Medical Research Institute, Brétigny-sur-Orge, France, and Christine
Chauvin, University of South Brittany, Lorient, France

Objective: As the world's most dangerous profession, sea fishing enables discussion of the concept of resilience and its articulation to the notion of safety in complex systems. **Background:** In the small, emerging community working on this concept, the prevailing idea to improve safety is that resilience must be reinjected into the know-how of complex systems. **Method:** Thirty-four male skippers, divided into two groups, took part in an interactive simulation of a fishing campaign. They had to make decisions in situations of trade-off between safety and production goals. **Results:** From the time they left the harbor, the fishermen never gave up on fishing, even in extreme conditions, and regardless of whether or not the catch was good. Not being suicidal, however, they used multiple expert strategies to reduce risk without giving up on their fishing activity. **Conclusion:** Systems run by craftspeople are very resilient because they rely on a high level of adaptability, based on the actors' expertise, linked to an exposure to frequent and considerable risk. Each actor is responsible for his or her own safety. The final discussion bears on the question of knowing whether or not it is possible to design a safe system while preserving its craftsmanship and therefore its native resilience. **Application:** The results of these studies suggest potential adverse effects of classic safety interventions in complex sociotechnical systems either in terms of professional reluctance to accept new recommendations or through the emergence of new sources of risk.

Article fondateur du concept Régulé-Géré,
Human Factors 2008

MODELE ULTRA ADAPTATIF

Contexte : L'exposition au risque fait partie du métier, dans un environnement changeant et parfois imprévisible

. Pêche professionnelle, Forage, Tradeurs (finances), militaires, cancérologues, urgences médicales.

Trait culturel : Modèle d'expert, Culture de l'exploit, des champions et héros passés

Modèle de sécurité : Pouvoir aux experts

Accidentalité élevée malgré une préoccupation réelle pour la sécurité

Les règles existent mais sont peu nombreuses. Un formalisme extrême tuerait l'activité

La sécurité repose sur l'expertise des leaders et leur capacité à prendre rapidement des décisions pertinentes

Mode de formation à la sécurité : respect des experts qui enseignent aux juniors,

transfert d'expertise positive (comment gagner), **Priorité aux stratégies d'atténuation**

MODELE HRO

Contexte : le risque n'est pas recherché par le modèle économique, mais il est inhérent et accepté par la profession. Industrie pétrolière, Industries de transformation, pompiers, construction, blocs opératoires, marine marchande,

Trait culturel : intelligence du groupe / unité de production pour s'adapter à l'inattendu.

Modèle de sécurité : Pouvoir au Groupe

Important travail d'anticipation et de mise en place des barrières. Mais nécessité d'initiatives de détection et de **recupération** de la part des **équipes** (pas seulement des individus). Intelligence collective.
Forte régulation collective des comportements individuels

Mode de formation à la sécurité : formation au travail en groupe et aux situations non prévues
Priorité aux stratégies de détection de problème et de récupération

MODELE ULTRA SUR

Contexte : l'exposition aux risques est exclue. Aviation civile, rail, nucléaire, industrie alimentaire, radiothérapie,

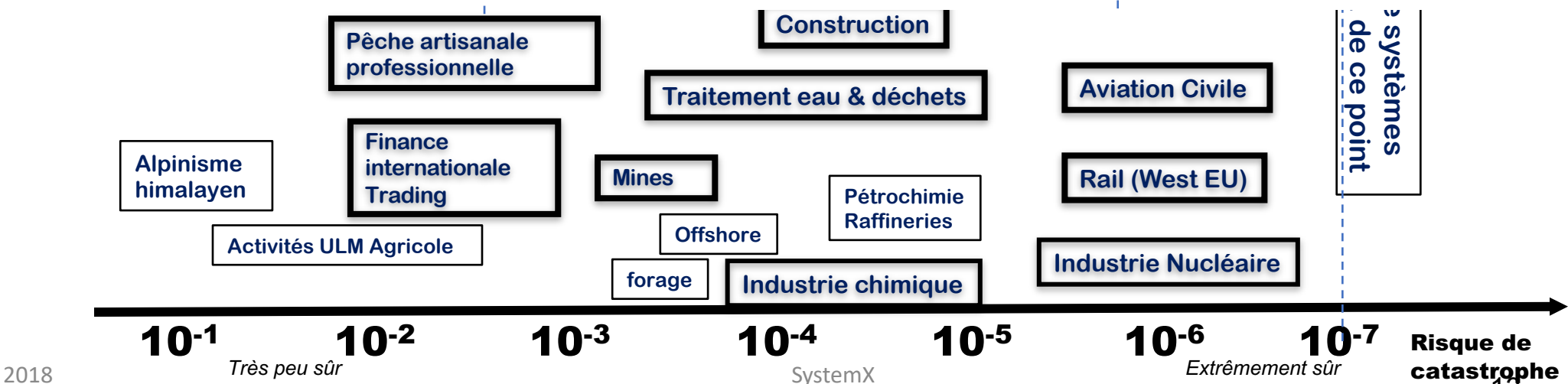
Trait culturel : culte des procédures et de la supervision et des No Go.

Modèle de sécurité: Pouvoir aux régulateurs et superviseurs:

Grand nombre de barrières techniques et de procédures. Investissement considérable en sécurité
Pas d'exposition volontaire au risque. **Arrêt du système si toutes les conditions ne sont pas réunies**
Formation basée sur les procédures
Improvisation interdite

Mode de formation à la sécurité : Formation au travail collectif pour respecter et suivre les les procédures et rester dans la boîte sûre de connaissances.

Priorité aux stratégies de prévention



« Pour avoir moins
d'accidents...
Il faut davantage de
formation ! »



ROLE DU NIVEAU D'EXPERTISE DANS LE RISQUE D'ACCIDENT

DESCRIPTION GENERALE DES TERRAINS OU ONT EU LIEU LES AVALANCHES MORTELLES

La plupart des avalanches surviennent dans ces conditions hautement prévisibles
Plus de 75% des accidents surviennent dans des conditions où existent au moins 3 facteurs parmi ceux cités ci-dessous

Avalanche News, No. 68, Spring 2004

**Heuristic Traps in Recreational Avalanche Accidents:
Evidence and Implications**

by Ian McCammon

Authors note: This article extends the findings I presented at the 2002 ISSW in Penticton, BC. A full version of the article, including a description of the statistical methods used, appeared in the Avalanche Review (Vol. 22, nos. 2 & 3). You can download the two-part article at www.snowpit.com.

715 avalanches survenues entre 1972 et 2002 aux USA analysées avec le comportement de prise de risque des victimes avant l'avalanche (Ian McCammon, avalanche news, 68, 2004)

Facteurs de risque	Fréquence de représentation dans les 715 avalanches mortelles
Couloir à avalanche connu	82%
Amas neigeux récent avec /Sans vent	66%
Terrain piègeur, rochers, très fortes pentes	58%
Zone connue pour des accidents déjà répertoriés	55%
Avalanche récente à cet endroit	35%
Conditions particulières d'instabilité du manteau neigeux, réchauffement	20%
Simple signes d'instabilité, craquements sous les skis, craquements visibles	17%

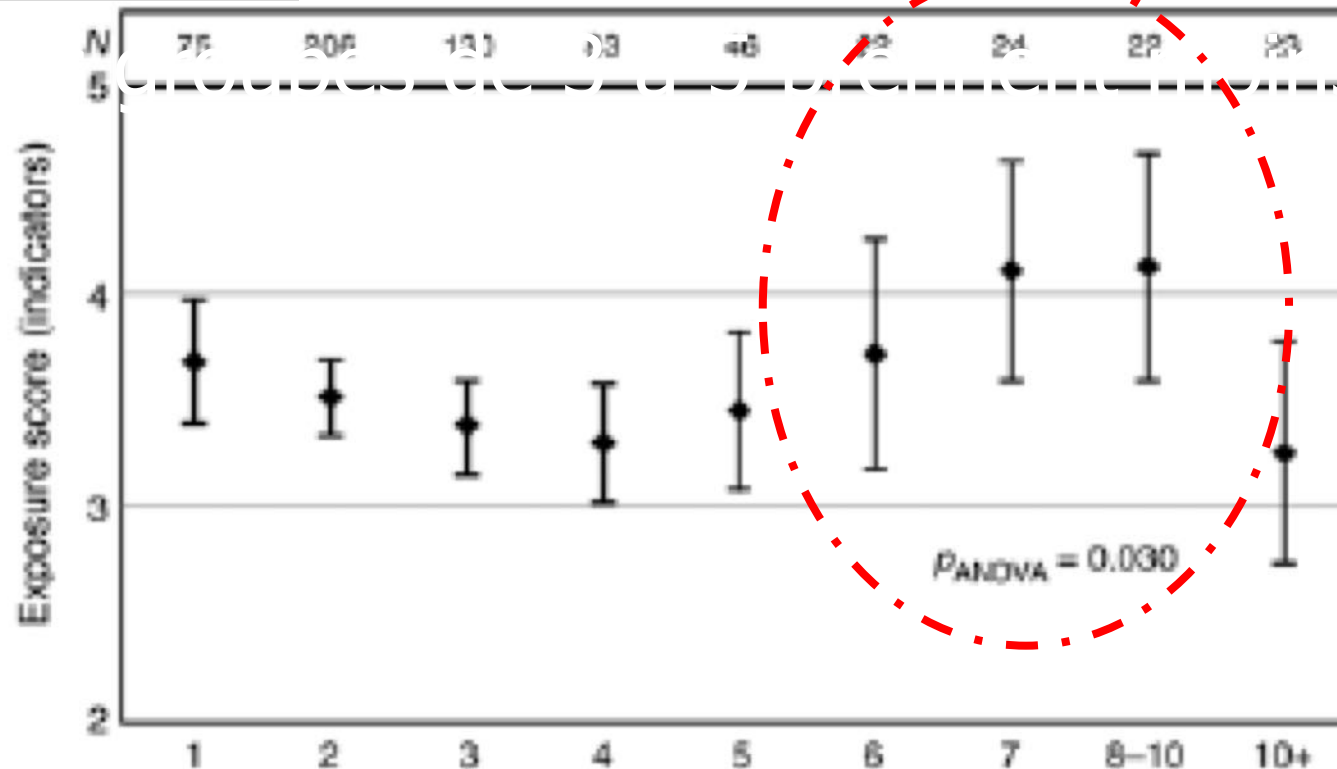
DESCRIPTION DE L'EXPERTISE DES PERSONNES ACCIDENTEES

**Plus de 50% des groupes accidentés contenait au moins un expert du domaine
2/3 des groupes connaissaient le risque et savaient l'identifier**

Expertise	Description	Fréquence	Age moyen
Novices	Aucune connaissance des avalanches	34%	24,3
Habitués	Connaissance générales, sans entraînement formel aux précautions particulières des avalanches	24%	30,1
Experts amateurs	Moniteurs, très entraînés au problème des avalanches, ont vu le problème et pris des précautions,	28%	30,9
Experts pro	Très entraînés, formés, moniteurs de survie en montagne Ont testé le risque	15%	33,5

LA NOTION DE GROUPE RASSURE ET FAIT PRENDRE PLUS DE RISQUES

***Exposition au risque
mortal***

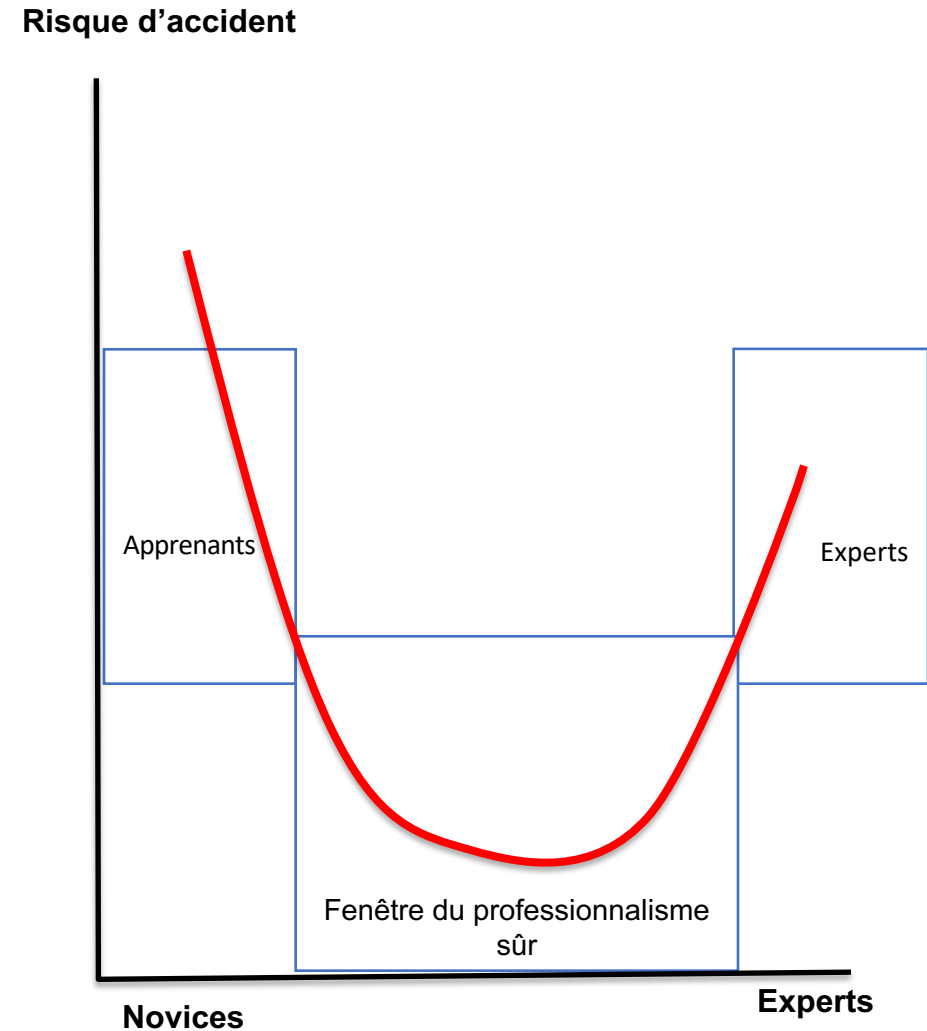


Taille du groupe

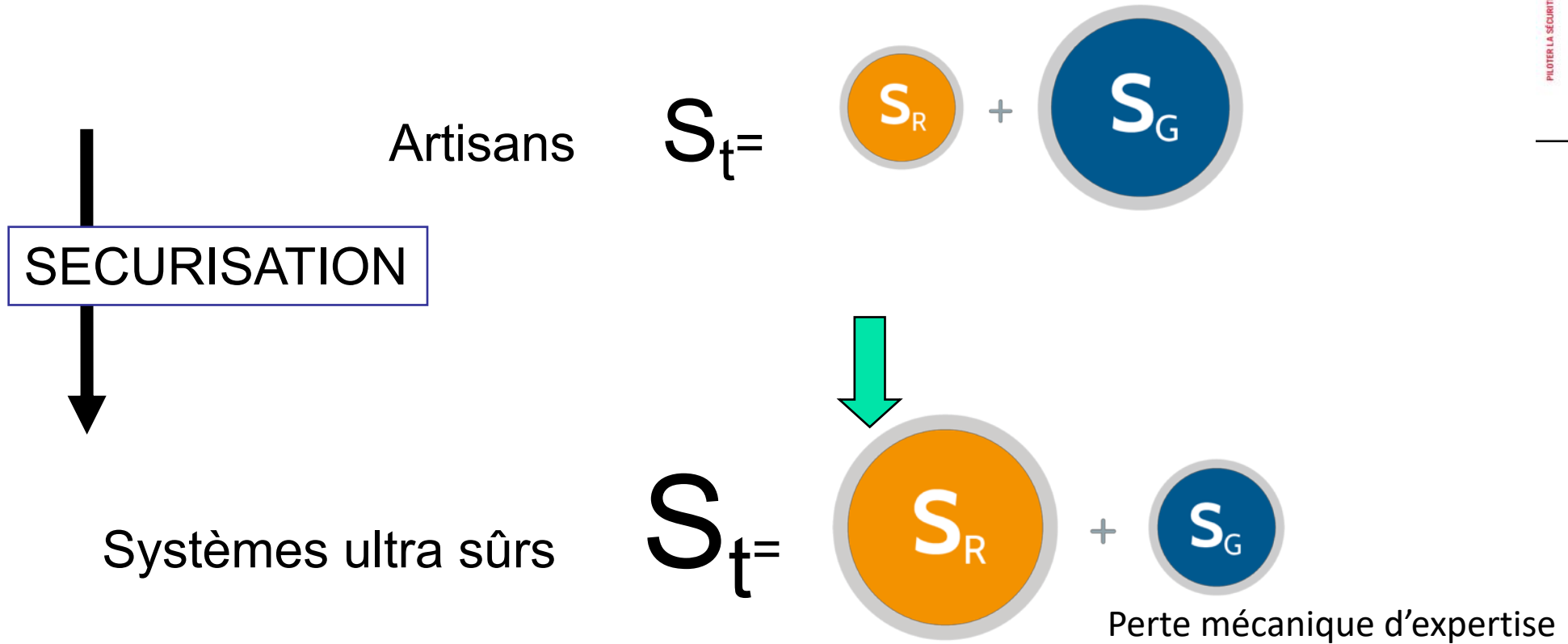
Nombre de personnes dans le groupe

QUELLES LECONS?

- **La prise de risque est attractive parce que valorisée socialement quand elle est réussie**
 - Les accidents ne sont que les exceptionnels échecs d'une logique habituellement gagnante (renforcement positif sur l'apprentissage)
 - Paradoxalement, les 'sur-experts' d'un domaine ont un risque d'accident supérieur aux professionnels du domaine
- **L'acquisition de compétences professionnelles suit une courbe en U renversé dans son rapport à la sécurité des pratiques**
- L'aéronautique a depuis longtemps inscrit dans ses règlements qu'elle se refuse à former des pilotes exceptionnels et qu'elle refuse des machines exigeant des compétences exceptionnelles



LA SECURISATION SE FAIT AU DETRIMENT DE L'EXPERTISE DES OPERATEURS

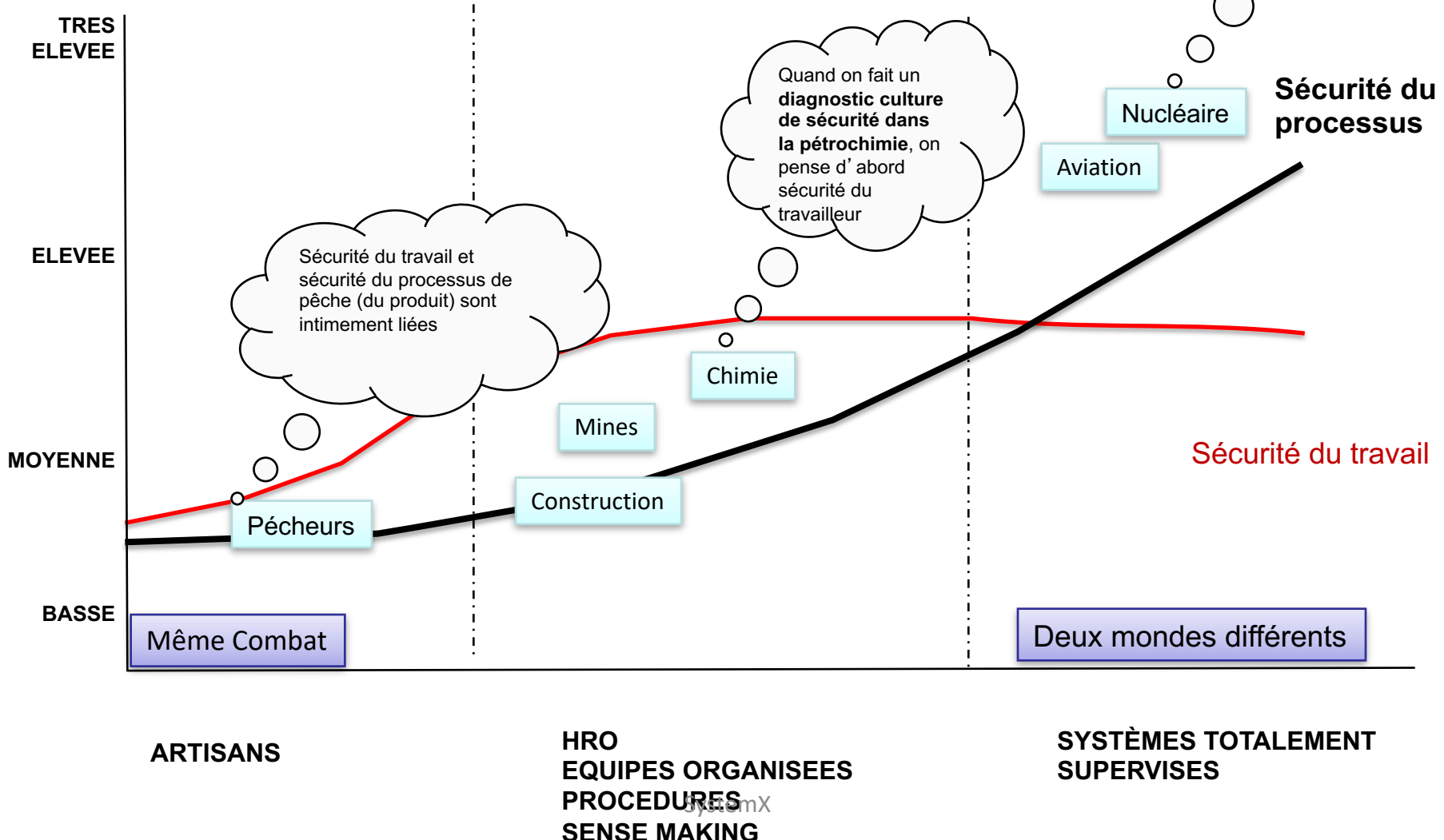


CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE PLUS SYSTEMIQUE

- **Le temps du système**
 - cycles industriels du risque, la notion de système vivant
- **Les facteurs du réglage sécurité réglée - sécurité gérée**
- **Le périmètre des risques à considérer**
 - **Prévention des accidents Versus gestion des risques mortels**
 - **Réduire les risques versus maîtriser les risques consentis**

LES RAPPORTS COMPLEXES ENTRE SECURITE DU TRAVAIL ET SECURITE DU PROCESSUS

Niveaux de sécurité



QUESTION DE PERIMETRE et de MAITRISE DES RISQUES

La sécurité n'est qu'un risque parmi d'autres

- **Ne pas gagner le marché**
 - Pas de produits vendables, concurrence, innovation
 - Commercialisation difficile, diffusion insuffisante, récession économique
- **Ne pas pouvoir produire en temps, avec la qualité attendue et au coût attendu**
 - Qualité de la chaîne de production, image de l'entreprise
 - Qualité de la maintenance,
- **Ne pas maîtriser le climat social et les ressources humaines**
 - Déficit de ressources humaines
 - Déficit de paix sociale
- **Ne pas maîtriser l'accompagnement financier**
 - Modèle d'entreprise, choix de l'entité sociale, Cash, liquidités, emprunt, dettes, placements, Partenariats, alliances, ...dépendances
- **Ne pas maîtriser la sécurité de la production et du produit vendu**
 - Drames humains, Image de l'entreprise, Exposition au sanction des tutelles

ARBITRAGE ET COMPROMIS PARMIS LES RISQUES AU COEUR DE LA MAÎTRISE SYSTEMIQUE

- La réduction maximale simultanée de tous les risques dans toutes les dimensions est structurellement impossible
 - Plans idéaux de chaque direction conflictuels les uns avec les autres dans leur optimisation finale
- L'enjeu est de réduire le risque perçu comme le plus immédiat tout en contrôlant les conséquences sur la maîtrise des autres risques qui augmentent mécaniquement

CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE PLUS SYSTEMIQUE

- **Le temps du système**
 - cycles industriels du risque, la notion de système vivant
- **Les facteurs du réglage sécurité réglée - sécurité gérée**
- **Le périmètre des risques à considérer**
 - Prévention des accidents Versus gestion des risques mortels
 - Réduire les risques versus maîtriser les risques consentis
- **Le mesure du risque**
 - **Scope à considérer, paradoxes et faillite de la science**

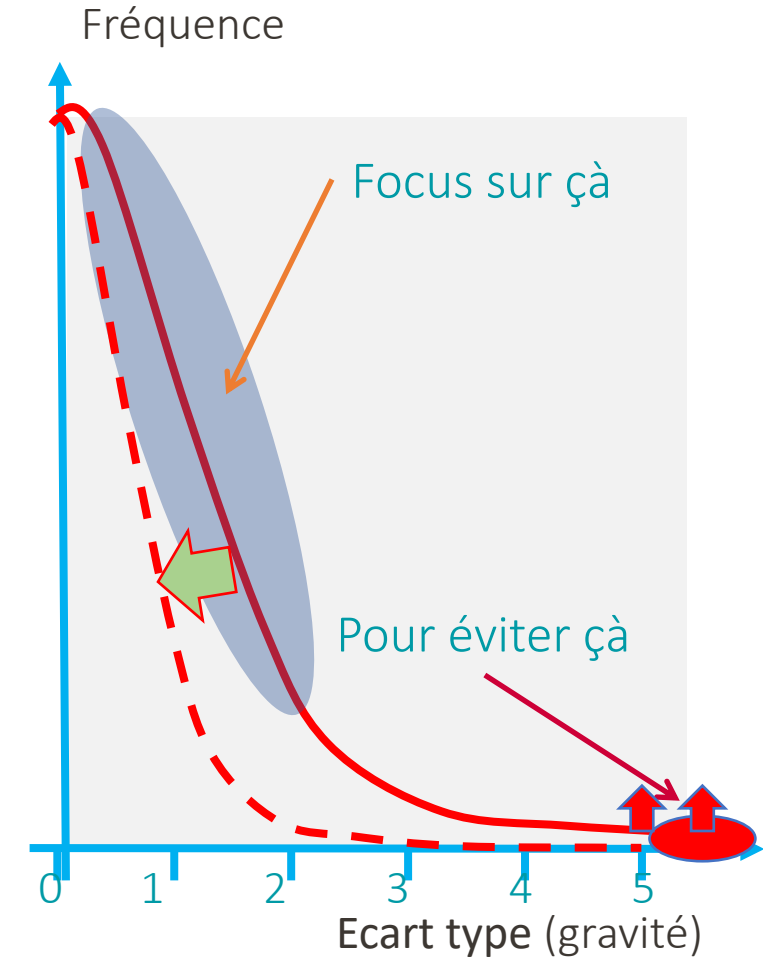
LES LIMITES DE LA STRATEGIE DE SECURITE DOMINANTE

Loi Normale fréquence/gravité

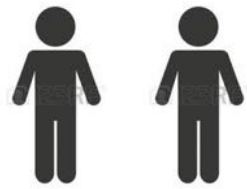
- La fréquence des événements courants et non critiques est considérée comme un bon estimateur et un bon pilote de la probabilité de catastrophe

Deux illusions:

- « queue de distribution mince »
- linéarité



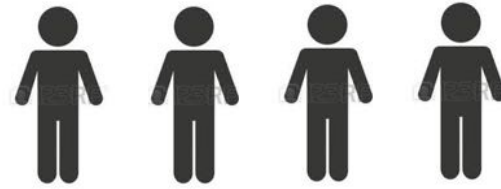
LE COUT DE L'ANALYSE PREDICTIVE EXPLOSE AVEC LE NIVEAU DE SECURITE



Le prochain accident est la réplique du précédent

Traitement :
Suppression des conditions,
barrières

10^{-2}

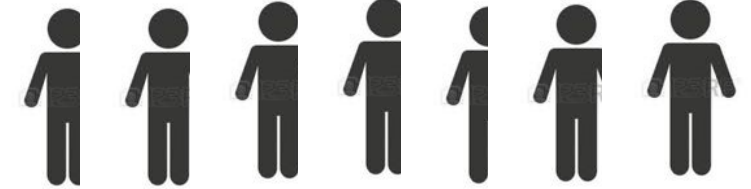


Le prochain accident est une recombinaison d'incidents déjà vus individuellement

Diagnostic et traitement :
traitement statistique,
approches bottom up
Identification de précurseurs

10^{-3}

10^{-4}



Le prochain accident est une recombinaison d'évènements déjà vus mais qui avaient été chacun isolément considérés comme mineurs et sans risques, et donc négligés

Diagnostic: analyse en profondeur de cas isolés
Approches top down

10^{-5}

10^{-6}

La Révolution digitale pourrait aider... ou aggraver ce constat

- La production d'indicateurs peut se multiplier à l'infini sur des points micro, en décelant des variations et des écarts invisibles dont le pire serait de vouloir tous les supprimer les uns après les autres par un super SMS
- Les big data pourront traiter plus intelligemment ces informations, mais risquent de pas produire de synthèses qui font sens réel pour la sécurité
 - Importance des méthodes de scénarios dérivées des résultats bigdata
- Un enjeu stratégique pour aller encore plus loin en sécurité

LE STATUT PARTICULIER DE LA MESURE DE LA SECURITE

La tyrannie de l'absence

- La sécurité est un domaine très singulier, dont la demande augmente quand elle ne sait plus se mesurer.
- Les indicateurs de sécurité sont parmi les rares indicateurs de l'entreprise dont l'objectif est de ne pas croître ; ils ne doivent que descendre, pour atteindre le zéro mythique.
- Le retour d'expérience et les actions de prévention successives n'ont pour but que d'amener progressivement ces indicateurs vers zéro.

POINT DE VUE



La sécurité industrielle

est-elle un art du compromis ?

 René Amalberti, MD, PhD, Prof. Directeur, Foncsi

bon et de moins bon, non pas pour en réduire ou banaliser l'impact, mais au contraire pour chercher des solutions qui améliorent encore la sécurité tout en étant réalistes dans leur déploiement.

La sécurité : un risque parmi d'autres

L'essence même de l'entreprise – et il en est également ainsi de presque tout individu comme de la société – est de d'abord produire un bien ou un service pour exister, survivre, se développer et s'épanouir. Le piège fondamental de l'entrée dans le discours sur la sécurité serait de la considérer en silo, comme un risque à part, ce qu'elle n'est pas.

Si l'on raisonne en gestion des risques pour soi comme pour l'entreprise, il existe bien d'autres risques qu'un accident pour « tuer »

Malgré l'impact psychologique que le terme « sécurité » engendre, il s'agit d'un risque... parmi d'autres, qui interagissent voire peuvent provoquer un effet domino dans l'ensemble de l'organisation.

Maltriser le risque sécurité implique de placer des « barrières » efficaces sur son chemin de propagation.

Mais surtout, quels indicateurs pertinents de pilotage sont-ils nécessaires pour surveiller proactivement la traque des défaillances de sécurité ? La gouvernance de la sécurité nécessite une vigilance toujours renouvelée, aucun système complexe n'étant jamais ni totalement ni définitivement sûr. Sa réussite nécessite un art du compromis, un arbitrage subtil, notamment entre la sécurité « réglée » et la sécurité « gérée ».

audit, & risques
contrôle

2017

LE STATUT PARTICULIER DE LA MESURE DE LA SECURITE

Le besoin d'information pour exister comme domaine d'influence stratégique

- **la valeur zéro ne permet plus un pilotage démontrable du risque sécurité.** La tendance au zéro devient aussi un chiffre inadapté à la gouvernance de la sécurité, avec une perte d'influence dans les arbitrages d'une direction HSE qui aurait « atteint » son objectif assigné, une espèce de « suffisance » de la mission qui lui a été confiée.
- Les indicateurs à zéro perdent leur intérêt, et on se met alors à rechercher de nouveaux indicateurs plus sensibles et encore positifs.
- Pour faire « parler » la sécurité, on ajoute des indicateurs sur les incidents moins graves, voire mineurs, puis sur les presque-accidents et incidents, puis sur les erreurs, et enfin sur des éléments encore plus complexes et moins omniprésents en quittant l'immédiat constaté et le lien facile avec l'exercice du travail (arrêts de travail des personnels et de l'installation, dommages directs constatés).



QUELLES LECONS ?

Le pilotage impossible au confins de l'hypersécurité

Pire, plus le risque est réduit et bien maîtrisé, plus la compréhension et la maîtrise des risques résiduels ne se mesure

plus par des variables quantitatives (fréquences, conséquences médicales et sur les installations, coûts associés),

mais par des variables qualitatives propres au ressenti des émotions (peurs, opinions radicalisées, intolérances, crise de la science et dénonciation des experts), gérées par un monde de compétences « molles » psychologiques et sociologiques.

ZOOM sur L'EVOLUTION DU RISQUE SANTE AU TRAVAIL

De plus en plus un compromis de société plutôt qu'un domaine scientifique

- **La nature des risques évolue**
 - Expositions agressives organiques en baisse
 - Souffrance psychologique en hausse, y compris chômage
- **Un temps intégré d'exposition plus (beaucoup) grand**
 - Retraités différées
 - Temps au travail plus court
 - Mais les expositions sont plus irrégulières
- **La nuisance par des agressions non liées au travail augmente**
- **Thérapeutiques plus efficaces**
- **Quel principe d'imputation et de causalité?**
- **Quel principe d'indemnisation ?**
 - La causalité seule de la pathologie
 - Les années de vies perdues
 - Le préjudice de qualité de vie

**La qualité du MANAGEMENT
et l'insertion globale au TRAVAIL
(la dignité du /et/ au travail)**

remplacent progressivement dans le focus santé

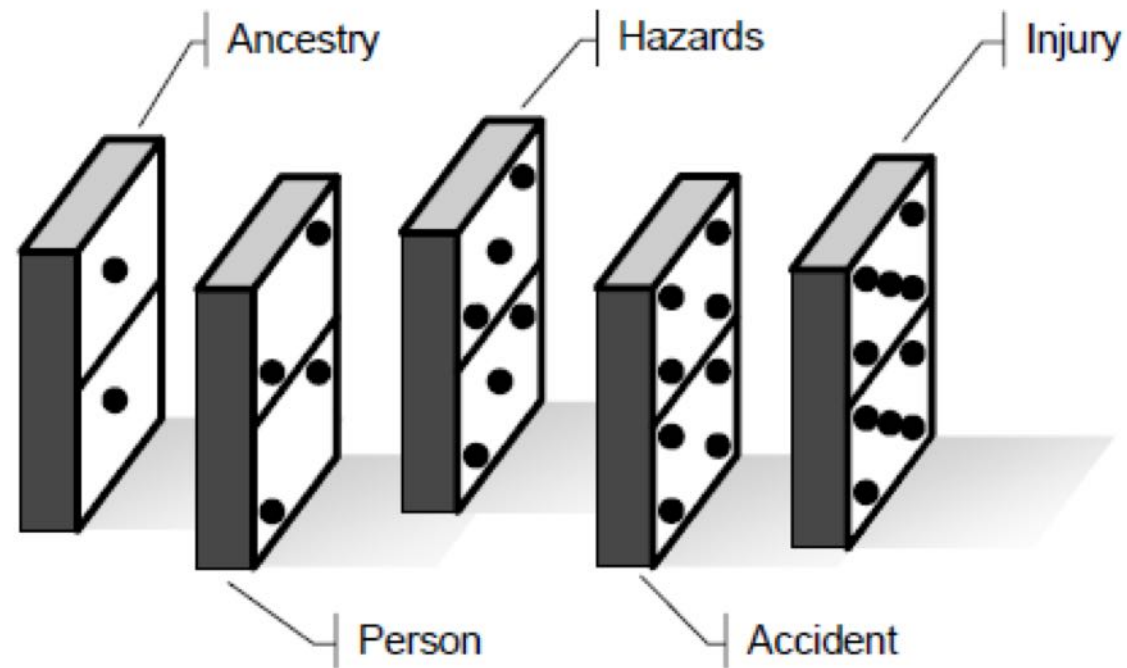
**la priorité historique donnée
à la SECURITE au POSTE DE TRAVAIL**

CINQ DIMENSIONS POUR UNE ANALYSE SYSTEMIQUE

- Le temps du système
- Les facteurs du réglage sécurité réglée - sécurité gérée
- Le périmètre des risques à considérer
- Le mesure du risque
 - Scope à considérer, paradoxes et faillite de la science
- **Les solutions d'amélioration de la maîtrise**
 - **La systémique dans les solutions**

MODELE D'ACCIDENTS PRIMITIFS

- **Modèle linéaire simple: Heinrich's (1931) Domino model, explique que les accidents sont les propagations linéaires d'une chaîne de causes et de leurs effets**

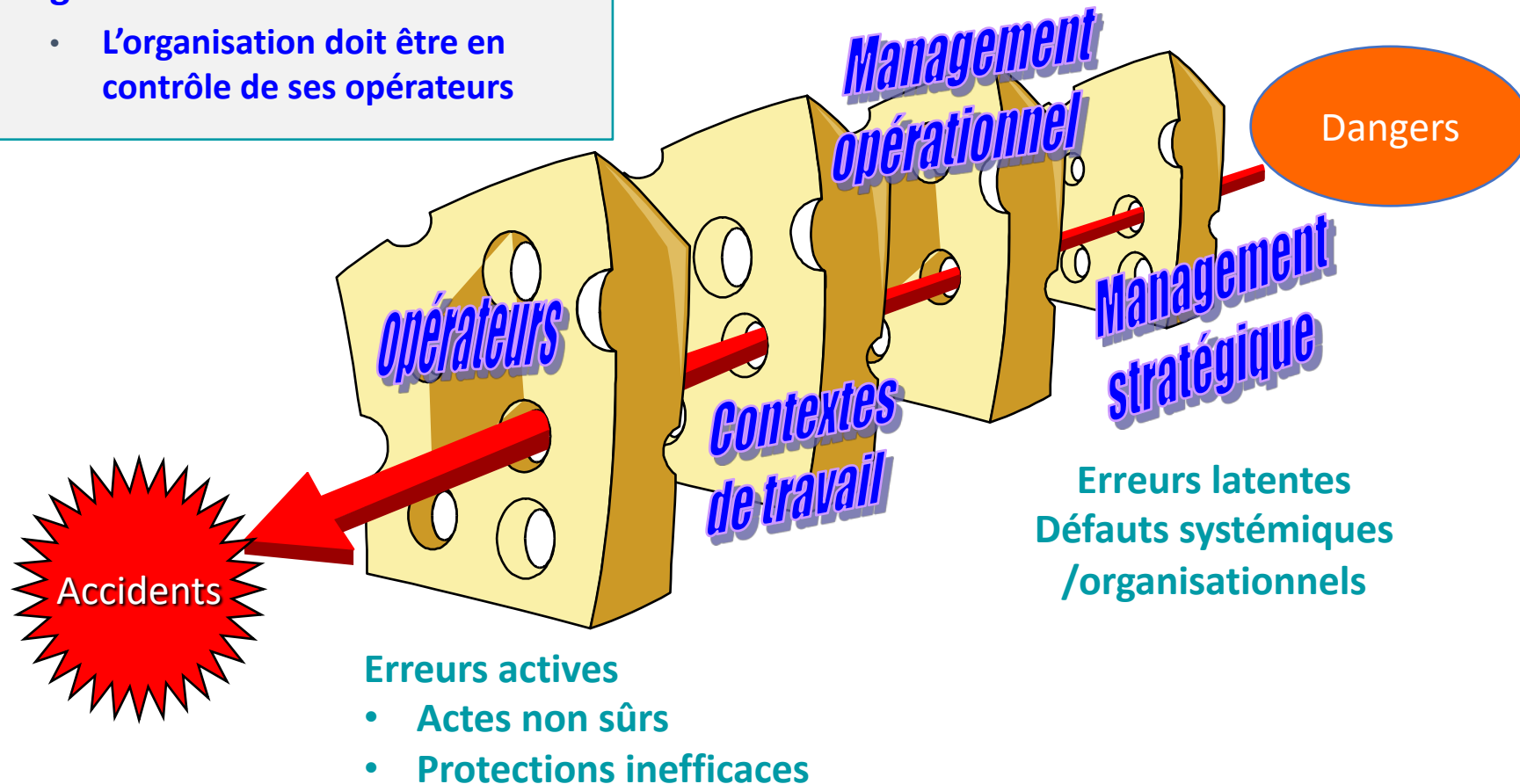


LE MODELE FOH UNIVERSEL

l'accident « organisationnel »



- L'organisation comme « génératrice » de l'accident
 - L'organisation doit être en contrôle de ses opérateurs



LES ACCIDENTS SYSTEMIQUES

Accident de couplage

Chaque composante du système est optimisée pour la sécurité

Mais le scénario de couplage n'est pas complètement réalisé entre composantes

- On July 1, 2002, a midair collision occurred between a TU154M en route from Moscow to Barcelona and a B757-200 en route from Bergamo to Brussels
- Collision occurred north of Überlingen, Germany, in airspace controlled by ACC Zurich

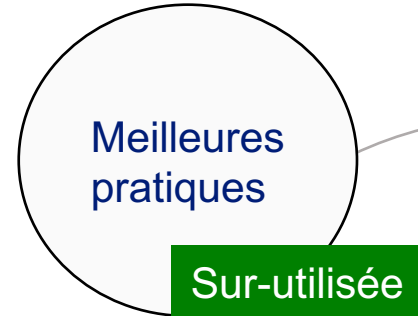


UTILISER TOUT LE PORTFOLIO DES STRATEGIES D'AMELIORATION DE LA SECURITE



Stratégies d'optimisation

Développer des référentiels et augmenter leur l'observance



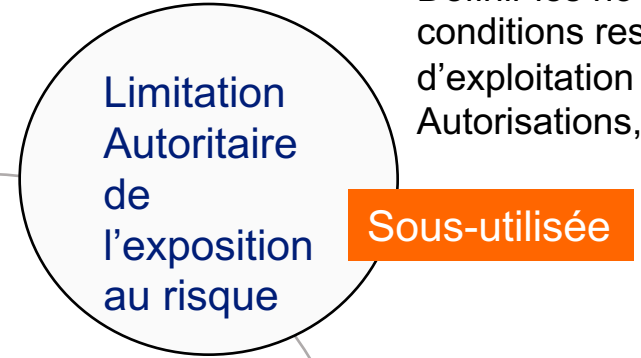
Prendre en compte les facteurs humains et organisationnels :

- Ergonomie
- Nouveaux matériels
- Organisation roulements
- Staffing
- Climat social
- Organisation service



Stratégies de gestion des risques

Définir les no go et les conditions restrictives d'exploitation du système
Autorisations, suivis, audits



Se préparer à faire face à l'inattendu,

- compréhension partagée de la situation
- récupérer** les situations en s'appuyant sur l'organisation et la culture sécurité
- S'assurer que la sécurité n'est pas sacrifiée aux profit d'autres priorités



Limiter les conséquences

- Réduire la gravité**
- Pour les victimes, les clients les équipes,
- Transparence et retour d'expérience partagée



ADOPTER UNE APPROCHE GLOBALE

Un changement de perspective sur les référentiels...

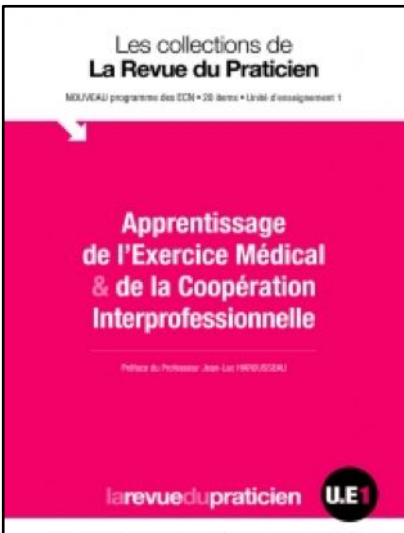


Le référentiel est indispensable, au delà même de la stricte conformité

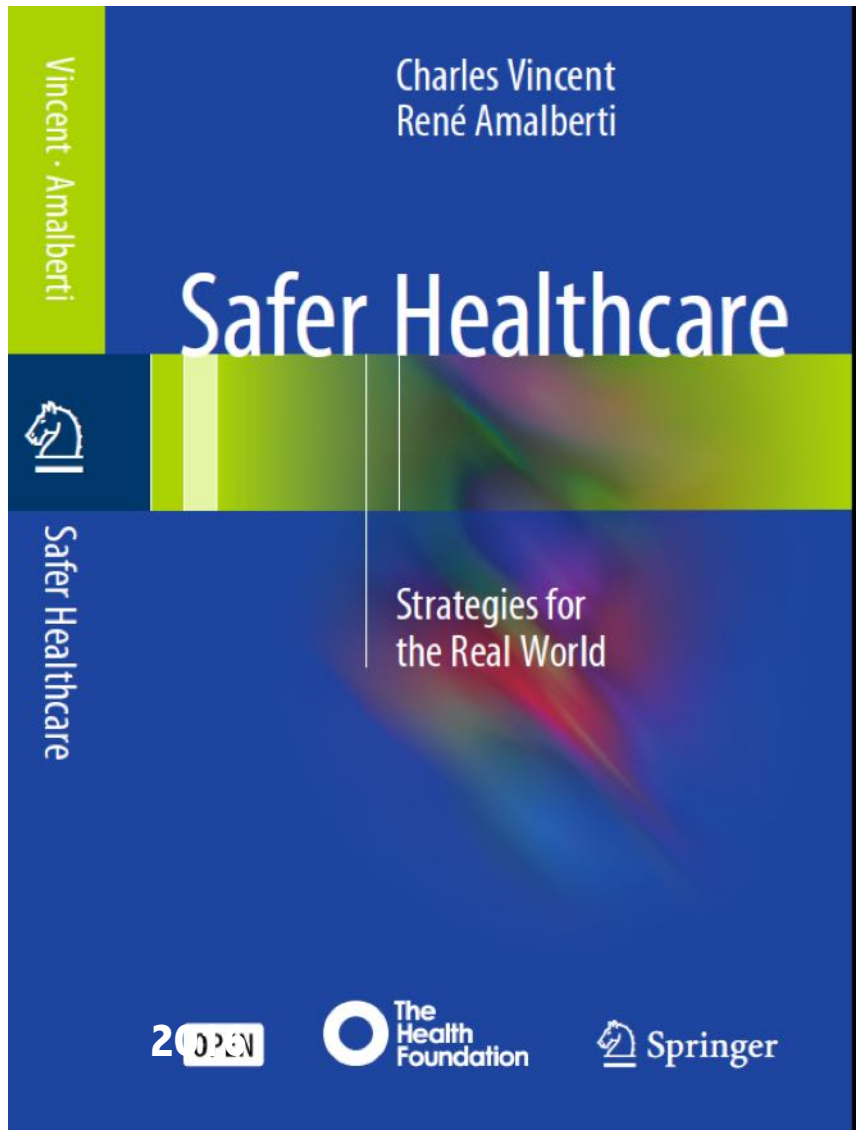
CONCLUSION

- 1. La sécurité n'est pas qu'une donnée scientifique, elle est une donnée sociétale**
- 2. Le risque n'est pas que dans les accidents**
- 3. Survivre à l'accident est un dimension presque aussi importante que de l'éviter**
- 4. Les risques sont en perpétuels échanges, la sécurité est l'art de maîtriser ces échanges**
- 5. Le temps de vie du système est une variable essentielle du réglage**

2016 TELECHARGEMENT GRATUIT
<http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-25559-0>



2013



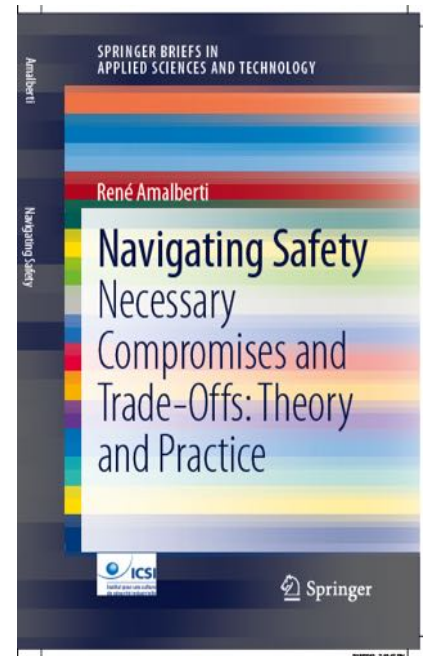
Traductions Espagnol, Portugais, Japonais, Chinois

SystemX



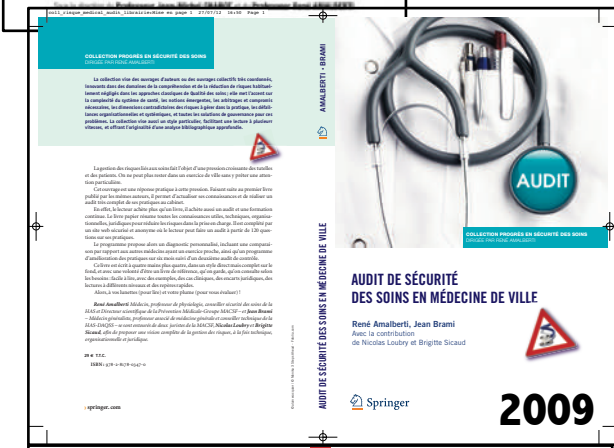
1996
2^oed 2001

Traductions Espagnol, Anglais, italien



2012

Traductions Anglais, Espagnol, Portugais, italien



2009



2010



40