

# *Big data in reliability*

## *Forewarning & interrogations*

André Lannoy, V1.3, 2018 08 09

[Un projet du gtr « retour d'expérience »: 7 des 11 souscripteurs sont membres du groupe].

# Qu'est-ce qu'une donnée?

- Une donnée est une description élémentaire d'une réalité. C'est par exemple une observation ou une mesure. La donnée est dépourvue de tout raisonnement, supposition, constatation, probabilité. Etant indiscutable ou indiscutée, elle sert de base à une recherche, à un examen quelconque (Serge Abiteboul, 2012).

# Qu'est-ce que le retour d'expérience?

- ***Gestion des faits techniques et des performances techniques, observés pendant toute la durée de vie, de la conception au retrait du service***

***Le retour d'expérience comprend trois étapes principales:***

- ***la collecte et la mémorisation des données de l'expérience,***
- ***la validation et l'analyse des informations recueillies,***
- ***la diffusion et l'application des enseignements issus de l'analyse du retour d'expérience***

(Lannoy, Procaccia, 1994).

- Formalisation de la prise en compte de l'expérience tirée d'une activité passée et de la transmission du savoir afin d'améliorer la qualité et l'efficacité des produits.

Objectifs:

- diminuer les erreurs en nombre et gravité
- reconduire les processus qui fonctionnent (opportunités)
- améliorer les méthodes de travail
- diminuer le risque d'écart aux objectifs spécifiés (performances techniques, qualité, coûts et délais)

Sources: opinions d'experts; rapports techniques, actions et recommandations résultant de revues; analyses de défaillances et de non conformité; bilan de fin de projet; réclamations de clients; alertes

(Dictionnaire d'analyse et de gestion des risques, 2006)

# Les différents retours d'expérience

- Le retour d'expérience « évènementiel »: accidents, incidents, ..., recherche de signaux faibles; impacts sur la sûreté et la disponibilité

**Objectif principal: sûreté**

- Le retour d'expérience « matériel »: défaillances, dégradations...; impacts sur la sûreté, la maintenance, la durabilité, l'aide à la conception

**Objectif principal: maintenance**

- Les données de surveillance, issues de la maintenance conditionnelle; optimisation de la maintenance, durabilité, protection de l'environnement
- Les données d'inspection – contrôle; analyses de dégradations
- Les statistiques de fonctionnement
- ... *et bien d'autres bases de données...*
- Et bien sûr: *l'expertise, les calculs et les essais physiques...*

# *Big Data*

Ensemble des approches de gestion et de traitement de données massives (très fort volume) ou fortement hétérogènes ou issues de capteurs de surveillance (HUMS, données en temps réel).

# Ce que recouvre le *big data*

- Ensemble des méthodes de gestion, de traitement et d'analyse, algorithmiques, probabilistes ou statistiques, permettant de valoriser et d'interpréter un ou plusieurs jeux de données d'origine différente.

- Différentes méthodes:

Analyse de données (classique)

Traitement automatique du langage (TAL)

Apprentissage,

Détection d'individus singuliers, ...

Classification, profilage

Diagnostic - pronostic

...

# Quelques thèmes prioritaires et leurs interrogations

- **Analyse de risque**

Détecter les prémices, les signaux faibles

Anticiper un éventuel accident. Familles d'accidents? (classification, profilage)

Accidents imprévisibles?

Situations d'ignorance?

- **FOH**

Regroupements dans des classes d'individus

Rendre compte de la complexité des comportements FOH

Mais il faudrait expliquer: on ne peut pas s'affranchir d'une interprétation sociétale puis d'une modélisation probabiliste plus classique (réseaux probabilistes, ...).

- **Fiabilité et maintenance: premières impressions**

# La collecte évolue

- Systèmes HUMS
- Assistants virtuels pour la collecte
- Objets connectés
- Industrie et maintenance 4.0



# Du trop peu au trop plein

- Masses de données hétérogènes (valeurs numériques, texte libre, indicateurs, images, ...) dans différentes bases de données (matériels, statistiques de fonctionnement, GMAO, retour d'expérience, logistique,...)
- Beaucoup de données de surveillance
- En fiabilité, a priori, anticipation, moins de défaillances (comment les sélectionner), mais plus de suivi des dégradations
- Des données « fausses » en absolu, fiabilité des capteurs

# Du trop peu au trop plein

- Comment préparer et valider les données (au sens de la justesse, de la pertinence)? Leur degré de complétude? Leur pérennité?
- Comment intégrer l'analyse de l'expert?
- Quelle confiance dans le calcul fiabiliste?
- Comment mesurer une cinétique de dégradation?
- Quels impacts sur la maintenance, la disponibilité, les performances en général? Sur les modèles de SdF à utiliser?

# Exemple « fiabilité et maintenance » : les objectifs

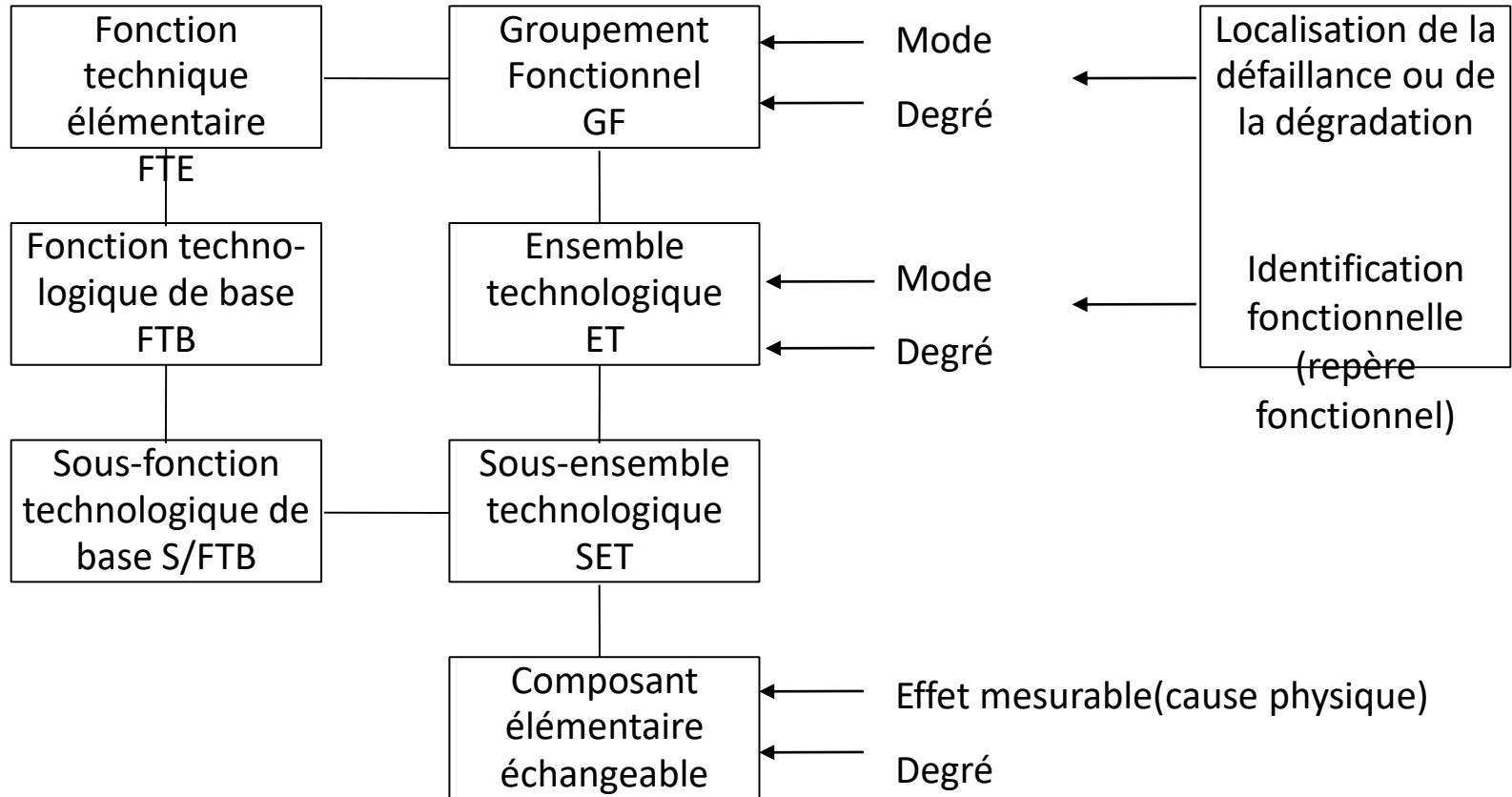
- Détecter les évolutions: mauvaise conception, mauvaise maintenance, vieillissement, ...
- Calcul des paramètres de fiabilité pour les SSC critiques pour la sûreté
- Construction d'un programme de maintenance préventive ou prévisionnelle, fondé sur la fiabilité (RCM, AP913, LCM, *asset management*...)

# Comment procédait-on dans un récent passé?

La période du trop peu.

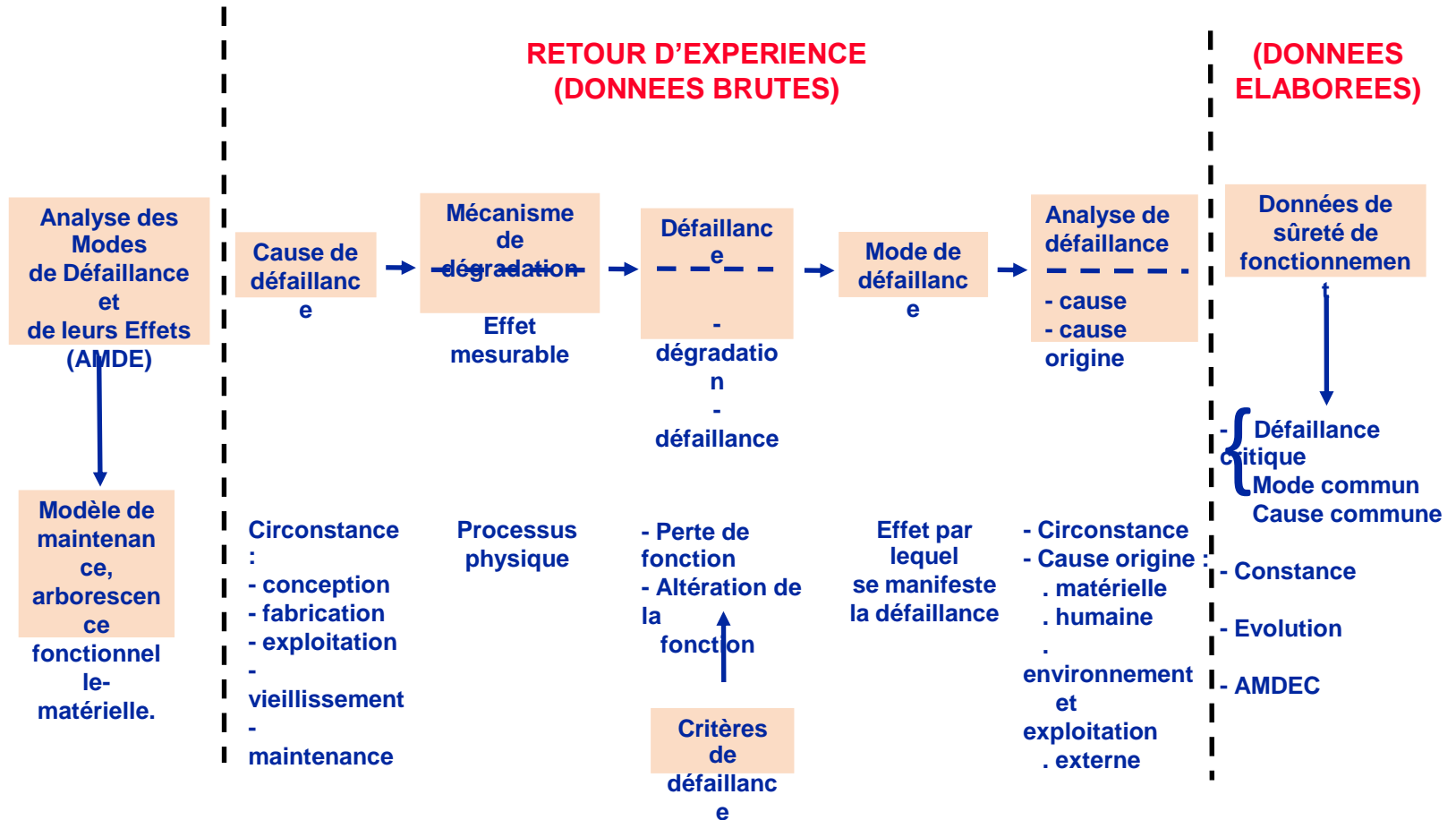
## Quelques grandes caractéristiques de la collecte

- L'arborescence fonctionnelle – matérielle de chaque équipement suivi
- Définition des champs élémentaires à suivre (codés, texte libre, analyses spécifiques)
- Liste des matériels à suivre, ceux qui sont critiques pour les enjeux, avec leurs caractéristiques de conception, d'exploitation – **maintenance** et d'environnement
- « Situations à suivre »: généralement défaillances, dégradations, opérations de MP



## STRUCTURATION DES OBSERVATIONS LES ARBORESCENCES GENERIQUES

*Exemple de méthodologie retenue (OMF) : approche par fonction puis par matériel (résultat d'une AMDE)*



## Schématisation du processus de retour d'expérience

<p><b>Généralités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation, emplacement du matériel</li> <li>- identification fonctionnelle du matériel</li> <li>- référence</li> <li>- date de découverte de la défaillance ou de la dégradation</li> <li>- date d'arrêt fonctionnel du matériel</li> </ul>	<p><b>Analyse logique de la défaillance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identification, dans le découpage du matériel (arborescence matérielle), des éléments à l'origine de la défaillance ou de la dégradation (du niveau du matériel au niveau du composant échangeable)</li> <li>- degré et criticité de défaillance</li> <li>- mode de défaillance</li> <li>- effet mesurable (cause physique)</li> </ul>
<p><b>Impact sur la disponibilité de l'installation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- état de l'installation</li> <li>- conséquence de la défaillance sur l'installation</li> <li>- durée d'indisponibilité de l'installation</li> <li>- quantification de la perte de production</li> </ul>	<p><b>Intervention de maintenance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- type de maintenance réalisée</li> <li>- maintenance réalisée</li> <li>- durée d'indisponibilité du matériel</li> <li>- durée de réparation</li> <li>- nombre cumulé d'heures de main-d'œuvre consommées pour l'intervention de maintenance</li> <li>- coûts</li> <li>- dose</li> </ul>
<p><b>Description de la défaillance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moyen de détection</li> <li>- origine de la défaillance</li> <li>- état et situation du matériel au moment de la découverte de la défaillance</li> <li>- résumé en texte libre décrivant la défaillance constatée et l'intervention de maintenance réalisée</li> </ul>	<p><b>Données de fonctionnement du matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre d'heures de fonctionnement du matériel depuis son précédent arrêt fonctionnel (défaillance ou maintenance préventive)</li> <li>- nombre de sollicitations subies par le matériel depuis son précédent arrêt fonctionnel (défaillance ou maintenance préventive)</li> </ul>
<p>Examen par rapport aux critères de défaillance critique EPS</p>	<p>Examen par rapport à l'analyse de défaillance et aux criticités :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sûreté</li> <li>- disponibilité</li> <li>- coûts de maintenance</li> </ul>
<p><b>Données élaborées EPS</b></p>	<p><b>Données élaborées OMF</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mode de défaillance</li> <li>- taux de défaillance en fonctionnement, probabilité de défaillance à la sollicitation</li> <li>- durée de réparation</li> <li>- durée d'indisponibilité des matériels</li> <li>- profil de fonctionnement</li> <li>- défauts de cause commune</li> <li>- intervalles de confiance</li> <li>- taille de l'échantillon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mode de défaillance</li> <li>- comptage composant/effet mesurable/moyen de détection</li> <li>- comptage des défaillances et des dégradations</li> <li>- fréquences de défaillance et de dégradation et évolutions</li> <li>- intervalles de confiance</li> <li>- taille de l'échantillon</li> </ul>



# Analyse de défaillance et estimation de la fiabilité

<b>Non réparable ou première défaillance</b>		<b>Réparable</b>	
AGAN →→→ Complexité croissante →→→ ABAO			
Sélection intelligente d'un échantillon de données brutes, analyse qualitative et validation au sens de la justesse et de la pertinence			
Classement des temps à la défaillance		Chronologie des temps entre défaillances	
Taux de défaillance		Intensité de défaillance	
Evolution ? Méthodes graphiques : papier d'Alan Plait, ...		Evolution ? Méthodes graphiques : graphe de Nelson – Aalen, ...	
non	oui	non	oui
Modèle exponentiel	Modèle de Weibull	HPP (renouvellement)	PLP
Maintenance corrective MC	Maintenance corrective MC	Maintenance corrective	Maintenance préventive
Hypothèse AGAN Méthodes fréquentielles (maximum de vraisemblance, SEM, BRM, ...)		Hypothèse de AGAN à ABAO Existence d'un rajeunissement Efficacité croissante de MC à MP Modèles ARA, ARI, bayésien, ...	
Interprétation physique, efficacité de la maintenance, retour aux données brutes			

# Les difficultés de l'analyse de défaillance

- Qualité des données, pertinence
- Mauvaise interprétation
- Imprécision du problème posé
- Hypothèses utilisées lors de l'analyse
- Confusion: composant non réparable / réparable
- Newton (1989) montre qu'avec le même jeu de données, selon les hypothèses, on peut obtenir des résultats divergents: DFR, constant, IFR.

# Et maintenant dans la période du trop plein?

Exemple des données de  
surveillance (type HUMS)

## Exemple « fiabilité et maintenance »

- 1 – **Analyse préalable?** Rôle de l'expert sûreté?  
Rôle de l'expert maintenance?
- 2 – Détection, anticipation d'une défaillance potentielle.
- 3 – Prise de décision: opération de maintenance; **c'est l'algorithme qui décide**, pas l'ingénieur de maintenance.
- 4 – En réalité la défaillance aurait eu lieu ou n'aurait pas eu lieu → **indétermination.**

## Exemple « fiabilité et maintenance »

- 5 – Efficacité plus probable, mais est-ce **optimisé** au niveau des coûts?
- 6 – Beaucoup de données **incomplètes** (censurées à droite), nécessité d'une **analyse de dégradation**, appauvrissement des défaillances
- 7 – Plus d'accès à la fiabilité « vraie »; des résultats des **modèles EPS plus incertains**.
- 8 – On évite la conséquence, mais on oublie la cause, **la compréhension physique pourrait être considérée superflue**.
- 9 – **Quelle confiance** dans la décision? Dans le calcul fiabiliste?

# Premières conclusions

- La technologie *big data* n'est pas en cause.
- On semble suivre le jugement d'un algorithme.
- On croit combattre l'incertitude alors qu'on la renforce par ailleurs. On peut se trouver dans une situation d'indétermination.
- Le danger serait d'oublier la compréhension physique des choses.
- Quelle confiance?