



DIAGNOSTIC DES DEFAILLANCES DES SYSTEMES INDUSTRIELS



DR.BOURASABDELKARIM@GMAIL.COM

CONCEPTS ET TERMINOLOGIE DU DIAGNOSTIC DE LA DEFAILLANCE

SYSTEME ET COMPOSANTS :

Un **processus** assure la fabrication d'un produit ou fournit un service.

Exemples :

- *Une raffinerie* : produits pétroliers élaborés
- *Une centrale électrique* : courant électrique
- *Un avion* : service de transport de bien ou de personnes
- *Un ordinateur* : service de calculs scientifiques ou de gestion



Un **processus industriel** est une installation complexe assumant un objectif fonctionnel de haut niveau (production de bien ou de service).

Pour assurer ces objectifs fonctionnels de haut niveau, le processus fait appel à un ensemble de systèmes interconnectés, Figure 1. Chaque système assure une ou plusieurs fonctions bien définies (s).

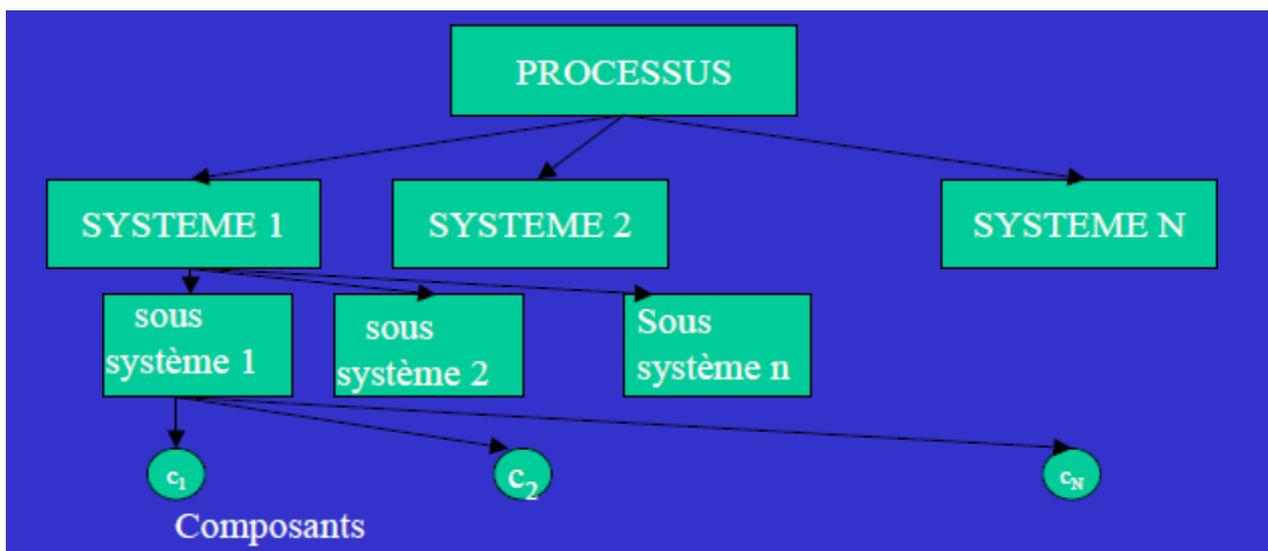
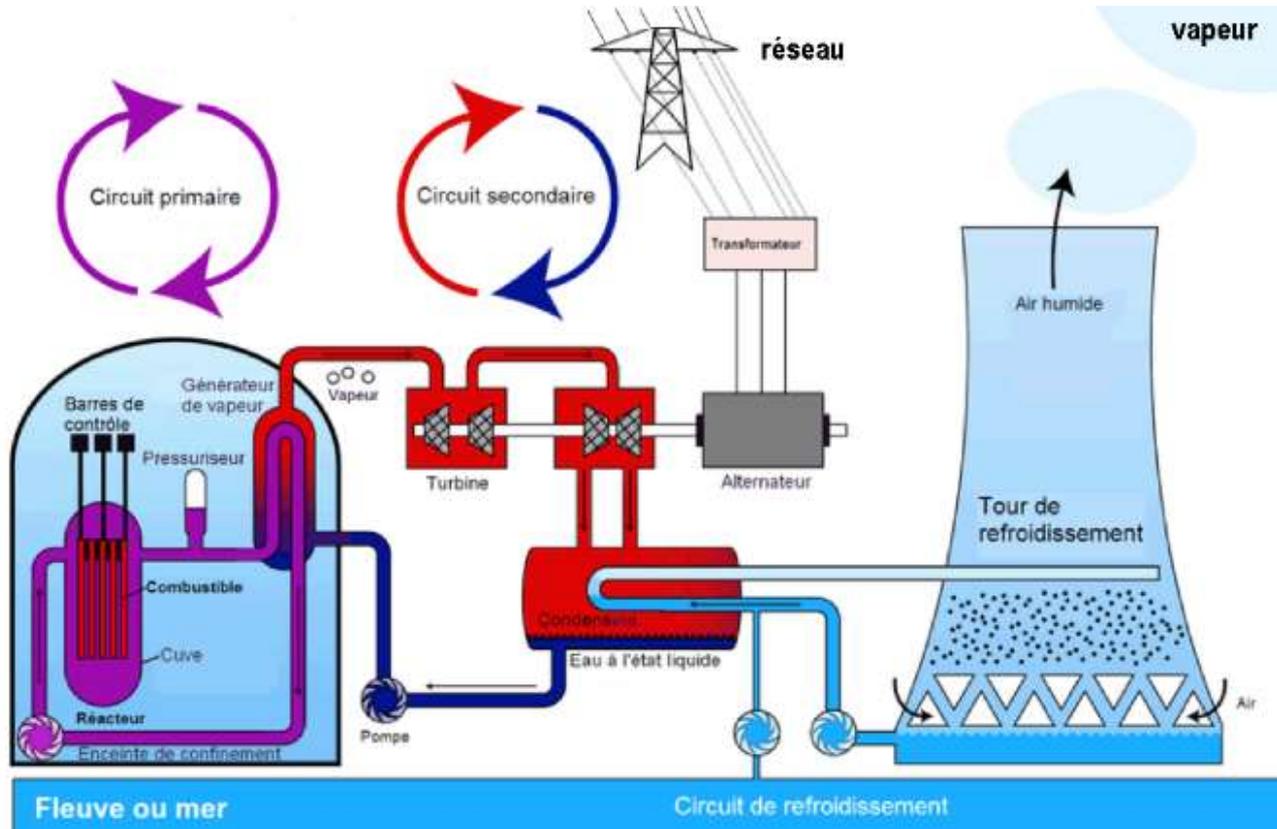


Fig. 1. Décomposition hiérarchique d'un processus.

Exemples des systèmes :

- Dans une centrale nucléaire, un générateur de vapeur a pour fonction principal d'évacuer la chaleur du circuit primaire et de produire de la vapeur.



- Pour un avion, les moteurs contribuent à la fonction propulsion.



Les systèmes sont décomposés en sous-systèmes.

Les sous-systèmes sont décomposés en composants bien déterminés. En règle générale et en pratique ce sont sur ces composants que l'on effectuera de la maintenance et non sur des systèmes.

Chaque composant peut être ensuite décomposé en pièce élémentaire qui est en général l'élément qui fera l'objet d'un échange standard.

Exemples des composants bien identifiés :

- Des moteurs électriques et diesels
- Des vannes et des pompes
- Des unités centrales d'ordinateurs

NATURE DES SYSTEMES ET COMPOSANTS

Les méthodes de diagnostic ne possèdent pas de caractère universel. En fonction de la nature de processus, systèmes, sous-systèmes, composants, il faudra mettre en œuvre à chaque fois des méthodes spécifiques tenant compte des technologies déployées.

Technologies déployées :

- Systèmes mécaniques dynamiques : moteurs, pompes, turbines, réacteurs, ...
- Systèmes mécaniques statiques : tuyauterie, enceintes...
- Systèmes mécaniques programmés,
- Systèmes thermodynamiques : échangeurs, fours, colonnes de distillation, ...
- Systèmes électriques ou électroniques analogiques ou logiques : capteurs, régulateurs et automates programmables...





Les fonctions assurées par le système possèdent une hiérarchie en termes d'importance et il convient toujours de s'interroger sur les aspects technicoéconomiques avant d'envisager la mise en œuvre d'une méthode de diagnostic.

Pour effectuer cette analyse il est nécessaire d'identifier les caractéristiques des systèmes et composants :

- la structure du système en analysant les liens entre systèmes et composants,
- les modes de fonctionnement des systèmes et des caractéristiques des composants,
- les conditions d'exploitation du système,
- l'environnement du système pour connaître ses délimitations et l'influence des facteurs extérieurs,
- l'inventaire des moyens de mesures.





Deux cas de figure se présentent :

- soit le projet se situe à la phase de conception,
- soit ce projet doit prendre en compte l'existant.

Dans le premier cas : il est alors possible de procéder à une analyse de *la sûreté de fonctionnement* pour se fixer les objectifs a priori de disponibilité. Dans ce cas on pourra alors prévoir des matériels redondants et une instrumentation pertinente pour avoir accès à l'information indispensable pour la mise en œuvre du diagnostic.

Dans le second cas : il faudra très souvent se contenter de l'information existante ce qui limitera l'exhaustivité du diagnostic.

DEFINITION DU DISPOSITIF :

Selon la norme AFNOR X 06-501, il s'agit là du produit auquel s'applique l'étude :

- Composant (le plus petit constituant irréparable par l'utilisateur),
- Sous-ensemble,
- Ensemble.

DEFINITION DE LA DEFAILLANCE

C'est la *cessation* de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requise (s) avec les *performances* définies dans les spécifications techniques.

L'ensemble est indisponible suite à *la défaillance*.

Une décomposition fonctionnelle fait appel à des fonctions principales, secondaires, techniques, de contraintes internes et externes ...

Une décomposition matérielle prend en compte les notions de système, sous système, ensemble, sous-ensemble, composants ...



La décomposition fonctionnelle est en parfaite cohérence avec la définition d'une défaillance qui s'énonce ainsi d'après la norme **AFNOR 60010X** :

Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

Exemple : Décomposition fonctionnelles et matérielles d'un système industriel

Fig. 2 résume les démarches préconisée pour un exemple de système complexe en provenance de l'industrie nucléaire.

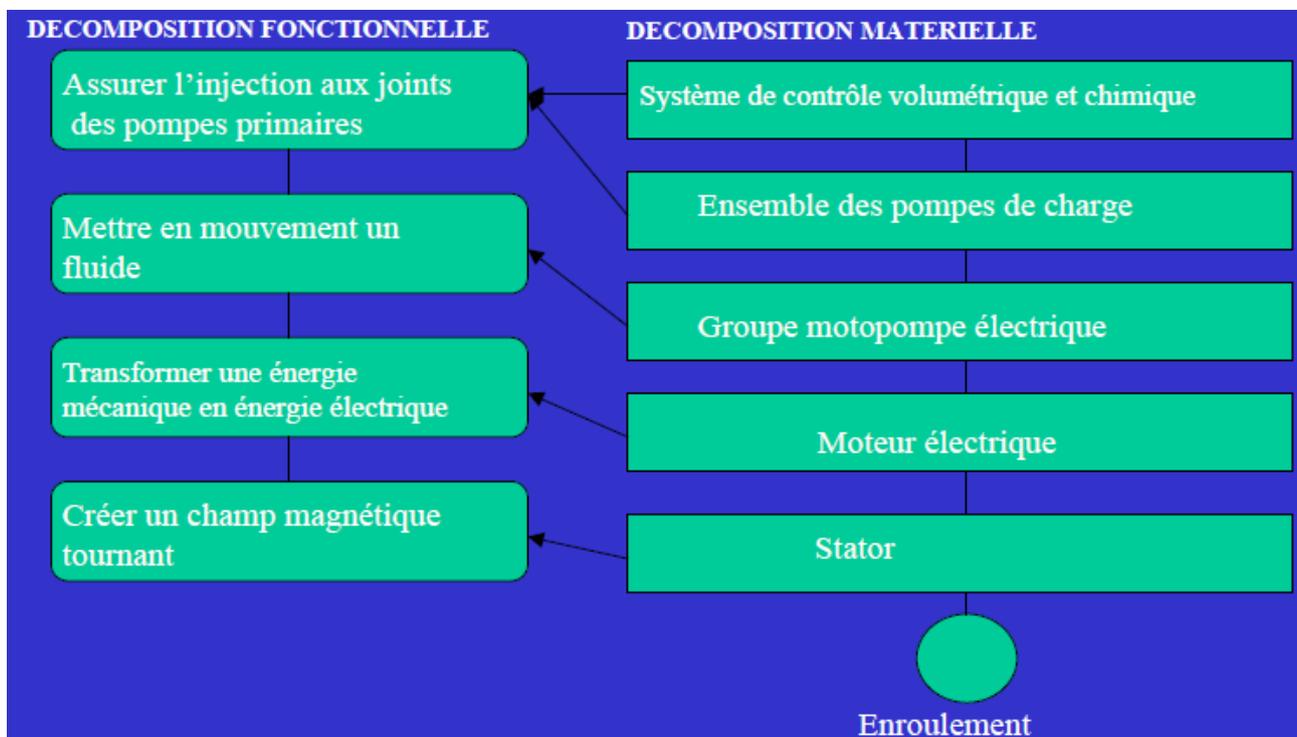


Fig. 2. Décomposition fonctionnelles et matérielles d'un système industriel.

Le principe de décomposition fonctionnelle est indispensable pour éclairer les notions de défaillance, de leurs causes et de leurs effets. En effet, la principale source d'incompréhension dans les discussions entre spécialistes provient du fait que chaque interlocuteur possède sa propre décomposition fonctionnelle qui ne correspond pas nécessairement à celle des autres interlocuteurs.

DEFINITION DES DEFAUTS ET PANNES

UN DEFAUT est tout écart entre la caractéristique observée sur le dispositif et la caractéristique de référence lorsque celui-ci est en dehors des spécifications.



Les défauts sont classifiés d'une façon similaire aux défaillances

Les défaillances, compte tenu de leurs **manifestations**, de leurs **effets** et de leurs **conséquences** ont fait l'objet de plusieurs classifications. On qualifiera alors les pannes de mineurs, majeurs, critiques, catastrophiques, partiels, totales, etc.

Le concept de défaut est important dans les opérations de surveillance et la maintenance des processus industriels.

La panne est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.

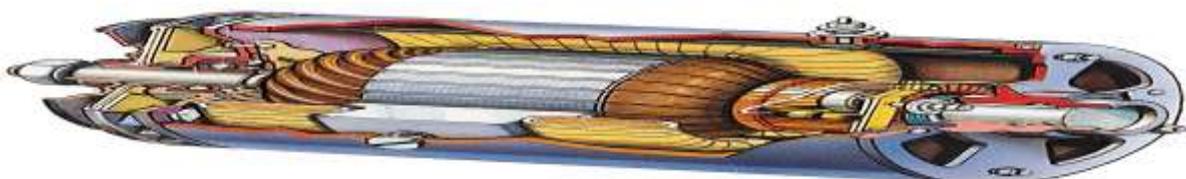
Dès l'apparition d'une défaillance, caractérisée par la cessation du dispositif à accomplir sa fonction, le dispositif sera déclaré en panne.

Par conséquent, une panne résulte toujours d'une défaillance. Les pannes sont classifiées d'une façon similaire aux défaillances. Cependant il existe une classification particulière aux pannes : panne **intermittente** et panne **fugitive**.

Une défaillance conduit à un **défaut** puisqu'il existe un écart entre la caractéristique constatée et la caractéristique spécifiée.

Inversement un **défaut** n'induit pas nécessairement une **défaillance**.

L'art du diagnostic consiste à détecter de façon précoce un défaut avant qu'il ne conduise à un état de défaillance donc de panne.





Un défaut est naturellement caractérisé par le degré de gravité lié au stade auquel il est détecté. Les défauts peuvent être purement aléatoires (défauts cataleptiques) ou progressifs dans le cas du vieillissement ou de l'usure (défauts évolutifs) et classés par ordre de gravité.

- Défaut déclaré

Un défaut déclaré apparaît de façon spontanée et se manifeste souvent par un biais pouvant avoir diverses origines comme une panne de capteur ou d'actionneur.

Dans ce cas l'organe en question ne répond plus aux excitations du phénomène physique auquel il est soumis et délivre constamment à sa sortie une valeur fixe souvent nulle. Ceci peut être dû à un encrassement, à un mauvais étalonnage du capteur ou à un état détérioré d'un composant du système.

- Défaut naissant

Un défaut naissant apparaît de manière progressive et d'amplitude croissante. Il se présente sous la forme de dérives souvent dues au vieillissement ou à l'usure.

- Défaut ponctuel

Un défaut ponctuel ou passager se caractérise par une durée brève et un écart significatif par rapport à la moyenne locale. Ses origines sont le plus souvent localisées au niveau des systèmes de collecte et de transport des mesures (parasites électromagnétiques, ...).

- Panne catastrophique

Une panne catastrophique entraîne un arrêt du système.

Les défauts ou pannes sont classés selon leur origine. La modification des relations de cause à effet peut provenir de l'observation que l'on a du phénomène (**capteur**) ou encore de la cause que l'on croit appliquée au processus (**organe de commande**) ou du processus lui-même (**fuite, encrassement, rupture d'organe,...**).

Nous avons ainsi:

- Défaut ou panne de capteurs,
- Défaut ou panne d'organes de commande,
- Défaut ou panne de processus,
- Défaut ou panne de l'unité de traitement ou de commande.



Signe, un défaut est perceptible au travers d'un signe, caractère manifestant un état comportemental anormal. Un signe est caractérisé par un ensemble d'observations en provenance d'un système physique et révélateur de la présence d'un défaut.

Symptôme, le pendant de signe dans le cas d'une défaillance correspond au terme symptôme, définit comme suit : caractère distinctif d'un état fonctionnel anormal.

La distinction entre les termes symptôme et signe s'apparente donc à la différence entre notions de défaut et de défaillance. Un symptôme révélateur d'une défaillance est nécessairement un signe, alors qu'un défaut se manifeste au travers de signes qui ne sont pas nécessairement des symptômes.

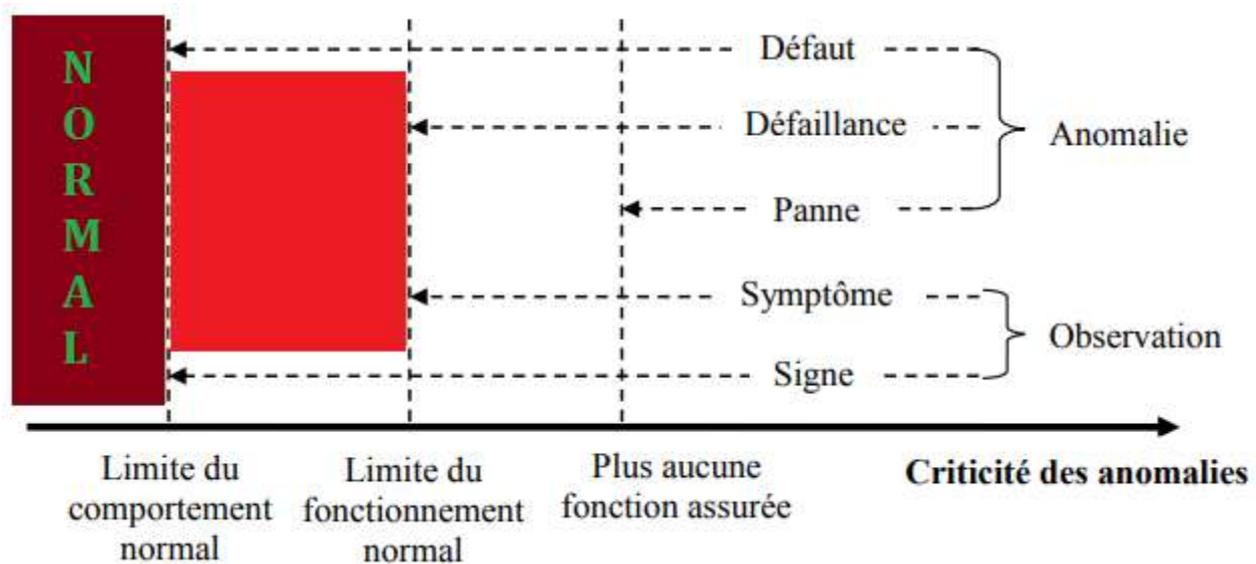


Fig. 3. Ordonancement des anomalies selon leur criticité

Un Résidu, communément appelé indicateur de défaut ou variable d'écart, est un signal conçu comme indicateur d'anomalies comportementales ou fonctionnelles.

L'incertitude est le fait de ne pas connaître ou prévoir l'état de la réalité pour déterminer la valeur de vérité d'une proposition.

L'imprécision fait référence à la description incomplète d'un état de la réalité par une proposition.



Caractérisation de défauts :

Les défauts peuvent être caractérisés d'une part, selon *leur comportement dans le temps* et d'autre part selon leur *modélisation mathématique*. Ainsi, ils peuvent être brusques, intermittents ou graduels, additifs ou multiplicatifs comme l'illustre la figure 4.

Défaut brusque

Ce type de défaut apparaît à un instant t_a et d'une amplitude constante non nulle.

Un défaut de ce type représente des pannes brutales.

Défaut intermittent

Un défaut intermittent est un cas particulier de défaut brusque. Il s'agit d'un défaut imprévisible. Par conséquent, le caractère aléatoire de ce défaut le rend difficile à détecter.

Il peut représenter des défauts de connexion, d'alimentation voire de faux contacts.

Défaut à dérive lente

Un défaut de type graduel apparaît à un instant t_d . Cependant, contrairement au défaut brusque, l'amplitude de ce type de défaut ne reste pas constante. Elle augmente proportionnellement avec le temps. Ce type de défaut caractérise généralement des défauts d'usure.

Chaque type de défaut rappelé ci-dessus peut se modéliser sous la forme soit d'un défaut additif, soit d'un défaut multiplicatif.

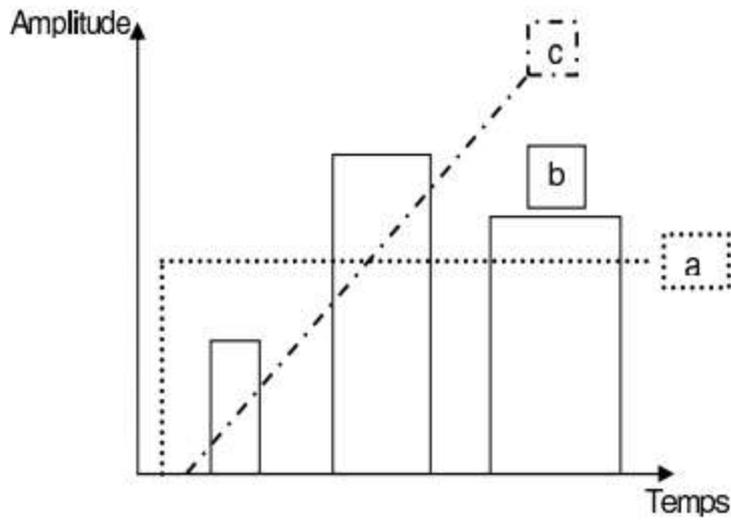
MODELISATION DU DEFAUT : DEFAUT ADDITIF OU MULTIPLICATIF

Deux modèles mathématiques sont utilisés selon l'effet du défaut sur le système.

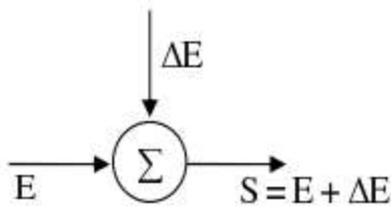
Un défaut est dit additif quand il est modélisé par l'ajout d'une variable δE . Quant au **défaut multiplicatif**, il affecte un système à travers la multiplication de l'entrée E du système par un défaut δx .

Un défaut δx affecte une variable x du système. L'équation de sortie $S = Ex$ est alors modifiée et en présence du défaut δx , elle s'écrit $S = E(x + \delta x)$.

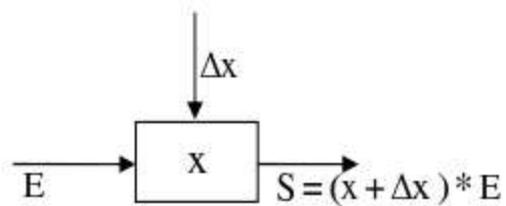
La figure 4 récapitule les types de défauts ainsi que leurs possibles modélisations.



a) défaut brusque ; b) défaut intermittent ; c) défaut à dérive lente ou graduel



d) défaut additif



e) défaut multiplicatif

Fig. 4. Classification (a, b, c) et modélisation (d, e) des défauts.



DISPONIBILITE

Le diagnostic est un des facteurs contribuant à la disponibilité de l'outil de production,

Disponibilité : C'est l'aptitude d'un système à fonctionner lorsqu'on le sollicite.

La disponibilité peut décliner en termes de *Fiabilité, Maintenance et Sûreté*.

Fiabilité : C'est l'aptitude d'un système à accomplir sa mission dans des conditions données d'utilisation.

Maintenance : C'est l'aptitude d'un système à être entretenu ou remis en marche.

Sûreté : C'est l'aptitude d'un système à respecter l'utilisateur et son environnement.

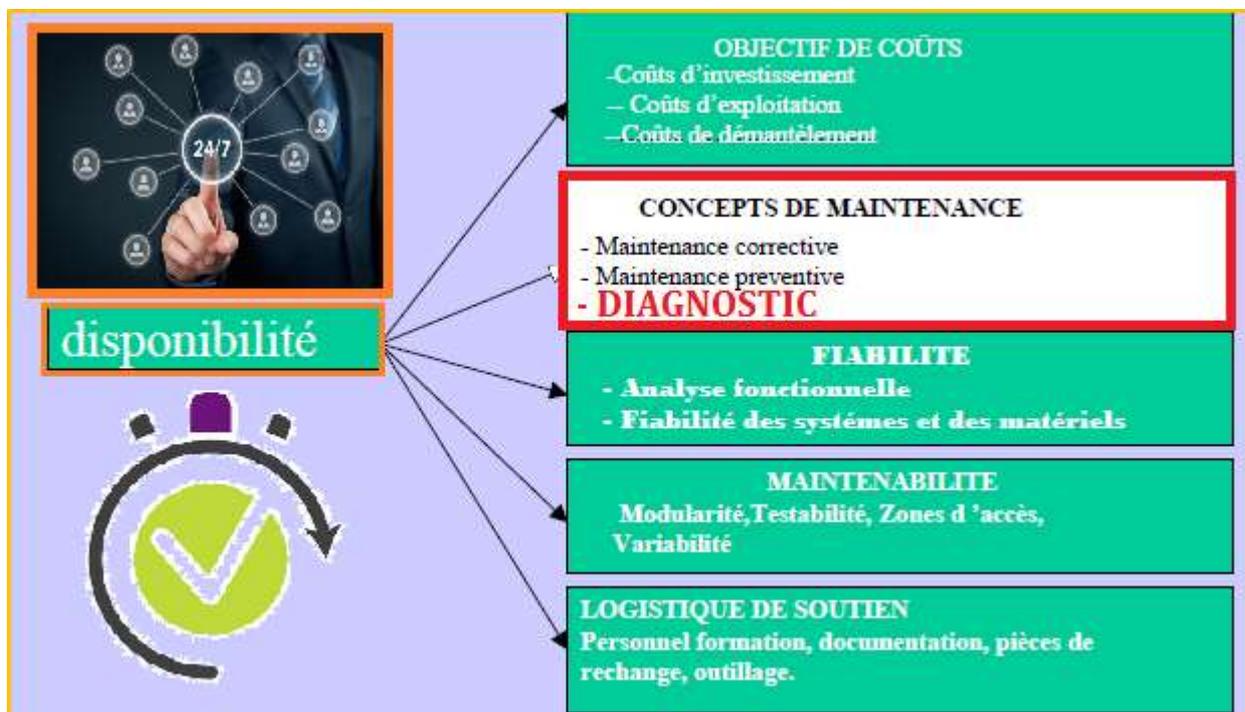


Fig. 5. Les composantes de la disponibilité.

Plusieurs leviers permettant une optimisation optimale des systèmes industriels (discipline de la sécurité de fonctionnement) :

»Fiabilité,

»Maintenance,

»Sûreté.

DIAGNOSTIC

INTERET DU DIAGNOSTIC DES DEFAILLANCES dans le Domaine industriel =
Gain de productivité

La compétitivité de ce secteur passe par la maîtrise indispensable de la **disponibilité** de l'outil de production et par la **qualité** des produits des biens ou des services rendus.

Le diagnostic des défaillances des systèmes industriels, s'il est réalisé avec efficacité ou s'il permet de détecter de façon précoce une dégradation, représente un des moyens pour contribuer à gagner des points de **productivité**.



Diagnostic : nombreuses significations :

- ❖ **diagnostic financier** : vérification de l'état financier,
- ❖ **diagnostic médical** : déterminer une maladie pour en identifier les causes,
- ❖ **diagnostic industriel** : trouver la cause d'une défaillance.

Diagnostic industriel :

« Le diagnostic est **l'identification** de la cause probable de la (ou des) défaillance (s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. » *AFNOR, CEI*



Deux tâches essentielles en diagnostic :

- Observer les symptômes de défaillance,
- Identifier la cause de la défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur des observations.



CAUSALITE

Le problème du diagnostic :

Ce problème consiste avant tout à résoudre le problème inverse de la relation “*cause à effet*” connaissant principalement l'effet par ses symptômes observables.

Nous considérons dans la suite de ce cours que cette relation est de nature *déterministe* حتمية .

Considérons la relation déterministe définie par le modèle suivant,

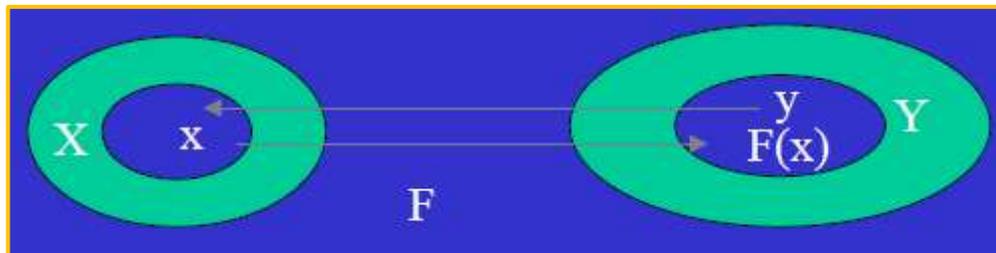


Fig. 4. Relation entre l'espace **X** des causes et l'espace **Y** des symptômes

Soit

X: espace de paramètres inconnus (toutes les causes)

Y : espace des grandeurs observables (tous les symptômes)

Le problème à étudier est la détermination de x solutions de y connaissant la fonction

F : $F(x)=y$

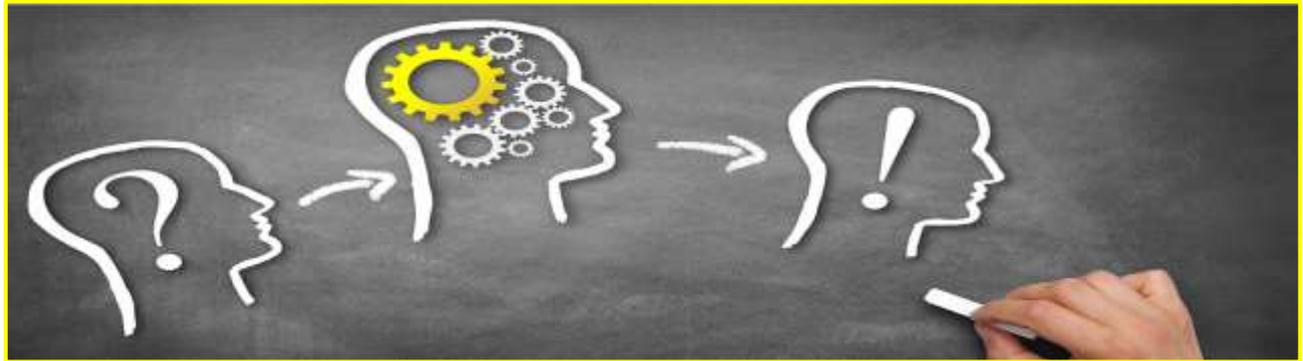
Solution triviale (la plus évidente) $x=F^{-1}(y)$

Cette solution est **très difficile** à cause de la réalité physique des matériels.

Pour l'effectuer, il faut satisfaire certaines conditions.

Conditions utilisées pour résoudre la formule (1), [BUI 93],[TIKH 76] (problème **bien** posé et problème **mal** posé) :

- Un problème **bien** posé remplit trois conditions
 - Existence de solution pour tout $y \in Y$,
 - Unicité de solution de x dans X ,
 - Continuité de la solution $x(y)$.



Un problème **mal** posé ne remplit pas les trois conditions précédentes pour les raisons suivantes :

- données aberrantes ou fausses $y \notin Y$,
- données incompatibles, $y \notin F(X)$ mais $y \in Y$
- données expérimentales bruitées,
- erreurs de modélisation, approximation grossière de F ,
- choix inadéquat des topologies dans X et Y .



Exemple voir TD1



La sélection de la méthode de diagnostic la plus appropriée à un système industriel donné ne peut se faire qu'après un recensement des besoins et des connaissances disponibles.

L'objectif de la classification est de structurer la démarche nécessaire pour retenir la méthode techniquement et économiquement la plus efficace.

Les éléments indispensables à étudier :

- nature des causes de défaillance à localiser,
- connaissance des symptômes associés aux défaillances induites par les causes,
- maîtrise des moyens de mesure des symptômes,
- maîtrise des moyens de traitement des symptômes,
- connaissance des mécanismes physiques entre les causes et les effets,
- inventaire du retour d'expérience,
- recensement des expertises disponibles,
- définition du niveau de confiance dans le diagnostic,
- identification des utilisateurs finals du diagnostic

Les différentes dispositions à prendre au préalable pour remplir les meilleures conditions pour réaliser un système d'aide au diagnostic efficace :

- Étude de l'intérêt technico-économique de l'implantation du système d'aide au diagnostic en prenant en compte le retour d'expérience des coûts des défaillances et leurs impacts sur la productivité de l'investissement,
- Étude de la fiabilité technique du système d'aide au diagnostic pour s'assurer que des techniques et technologies sont disponibles et opérationnelles pour le problème à résoudre,
- Création d'une équipe de projet avec tous les intervenants pour définir et rédiger le cahier des spécifications détaillées,
- Validation du cahier des charges par les responsables de l'entreprise pour le lancement de la réalisation et de son implantation,
- Formation et informations des acteurs pour une utilisation effective du système d'aide au diagnostic,
- Réalisation et implantation du système d'aide au diagnostic sur site,
- Mise en place d'un retour d'expérience pour évaluer les impacts économiques et sociaux du système d'aide au diagnostic.



Les différentes étapes techniques du diagnostic industriel nécessaires à la conception, au développement et à l'exploitation de systèmes d'aide au diagnostic :

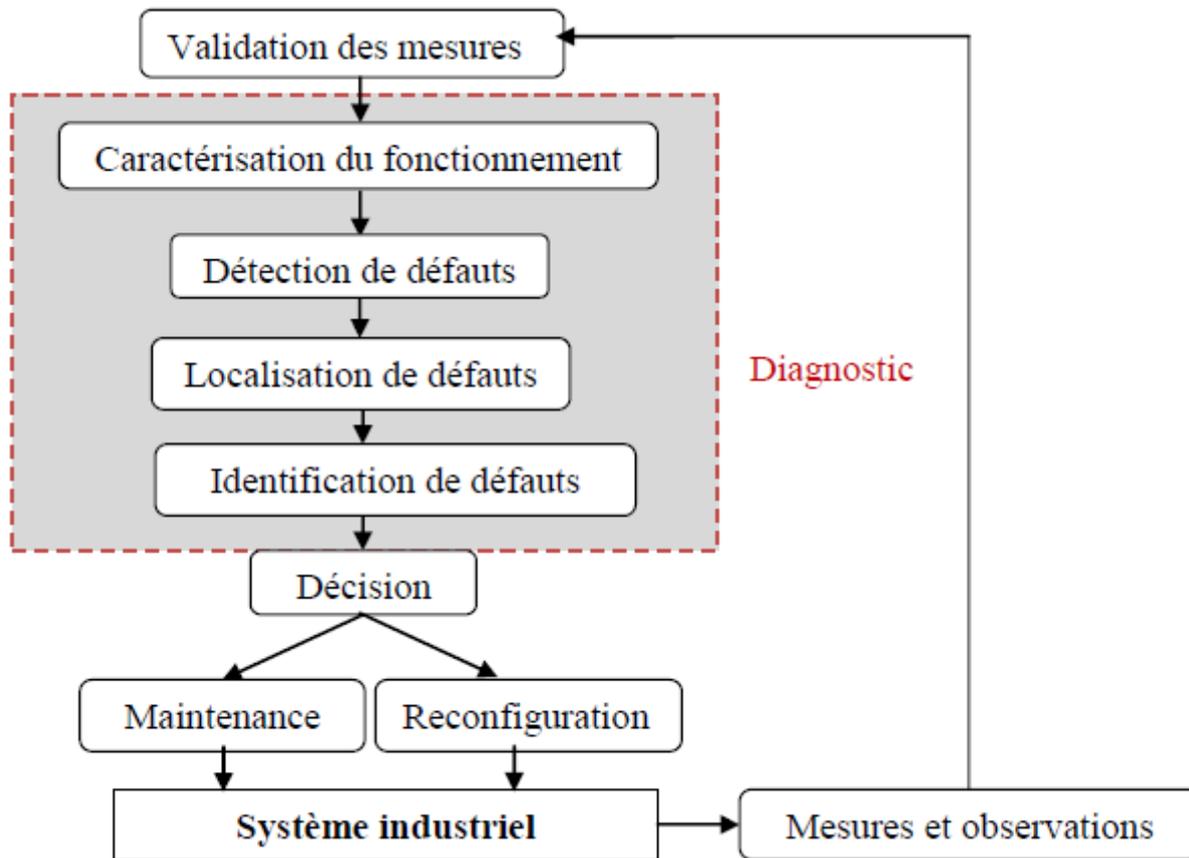


Fig. 5. Les différentes étapes du diagnostic industriel

1. l'extraction des informations nécessaires à la mise en forme des caractéristiques associées aux fonctionnements normaux et anormaux, à partir des moyens de mesures appropriées ou d'observations réalisées hors des rondes par les personnels de surveillance. Deux façons pour estimer la grandeur physique :

- **mesure directe** : utilisation de capteurs,
- **mesure indirecte** : Estimateur d'état.

2. l'élaboration des caractéristiques et signatures associées à des symptômes révélateurs de défaillances et de dégradations en vue de la détection d'un dysfonctionnement.

3. Validation des mesures : C'est l'opération qui consiste à engendrer une information représentant une grandeur physique, qui sera considérée crédible et fiable par les utilisateurs : les opérateurs et les systèmes de diagnostic.

4. La caractérisation des défauts est l'élaboration des caractéristiques et signatures associées à des symptômes révélateurs de défaillances et de dégradations en vue de la détection d'un dysfonctionnement.

5. La détection de défauts permet de déterminer si le système physique fonctionne normalement et a pour objectif de signaler la présence d'un défaut en comparant le comportement courant du système avec celui donné pour référence.

6. L'opération de localisation qui suit l'étape de détection a pour objet la localisation d'un défaut détecté survenant sur les actionneurs, les capteurs d'instrumentation, la commande ou le système commandé en indiquant quel organe ou composant est affecté par celui-ci.

7. La tâche d'identification a pour but de caractériser le défaut en durée et en amplitude afin de le classer par types et degrés de sévérité. Ainsi, il peut servir à assurer le suivi de son évolution, ce qui est fort utile dans le cas d'un changement de comportement lent dû au vieillissement et à l'usure. De plus, cette tâche peut comprendre une procédure visant à déterminer la cause du défaut, c'est-à-dire son origine.

Ces trois dernières tâches constituent le corps d'une procédure de diagnostic. Lorsqu'une anomalie est détectée, le module de diagnostic doit donc :

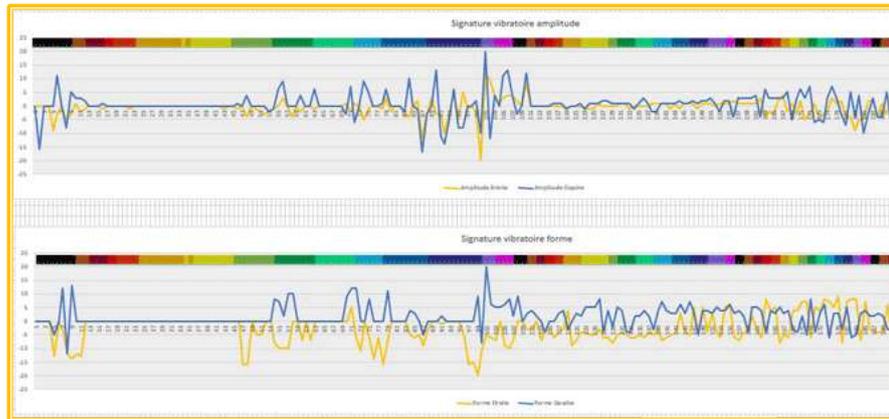
- Vérifier que celle-ci est bien un défaut,
- Puis, localiser le défaut pour déterminer le composant incriminé,
- Enfin, identifier le défaut, c'est-à-dire déterminer ses caractéristiques.

8. La prise de décision en fonction des conséquences futures des défaillances et des dégradations. Cette prise de décision peut conduire à un arrêt de l'installation si ces conséquences sont importantes.



Les principales signatures :

- signatures vibratoires,
- signatures acoustiques,
- signatures magnétiques,
- analyse des lubrifiants,
- signatures thermiques,
- signatures radiographique,
- signatures électriques.



LES DIFFERENTES METHODES DU DIAGNOSTIC

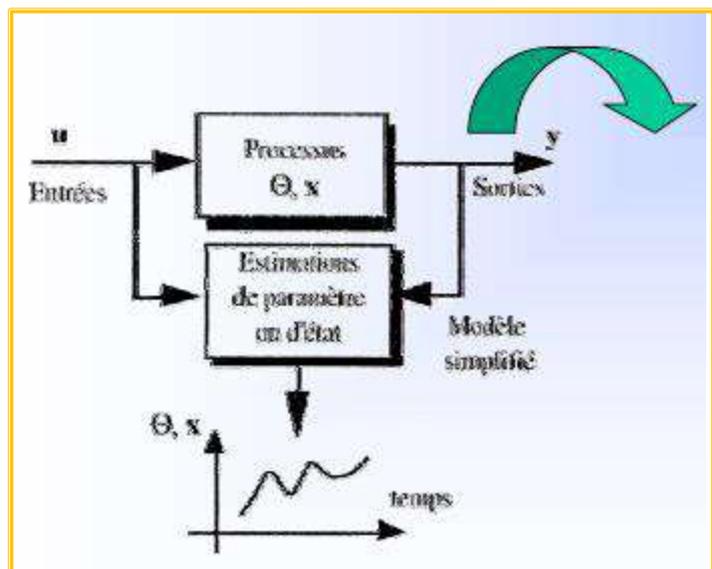
Les méthodes de diagnostic peuvent être classées en plusieurs grandes familles :

- ❖ les méthodes internes,
- ❖ les méthodes externes,
- ❖ les méthodes inductives,
- ❖ les méthodes déductives.

LES METHODES INTERNES DE DIAGNOSTIC

Dérivée des techniques utilisées par les automaticiens. Elles impliquent une connaissance approfondie du fonctionnement sous la forme de modèles mathématiques qui devront être obligatoirement validés expérimentalement avant toute utilisation industrielle.

Le principe de ces méthodes, repose sur la prise en compte des observations u et y pour remonter au paramètre Φ ou à son vecteur d'état interne x . Les éléments Φ et x ayant par définition un sens physique ou quasi-physique, la cause exacte de la défaillance devient aisée à identifier et à localiser.





LES METHODES EXTERNES

Ces méthodes supposent qu'aucun modèle n'est disponible pour décrire les relations de cause à effet. La seule connaissance repose sur l'expertise humaine confortée par un solide retour d'expérience. Dans cette catégorie, on retrouve toutes les méthodes basées sur l'intelligence artificielle et/ou les approches probabilistes

LES METHODES INDUCTIVES

Ces méthodes (méthode de l'arbre de défaillance, par exemple) correspondent à une approche montante où l'on identifie toutes les combinaisons d'événements élémentaires possibles qui entraînent la réalisation d'un événement unique indésirable.

LES METHODES DEDUCTIVES

Pour ces méthodes, la démarche est bien sûr inversée puisque l'on part de l'événement indésirable et l'on recherche ensuite par une approche descendante toutes les causes possibles.

La confiance dans les résultats du diagnostic dépend de la fiabilité des mesures. Des techniques de validation de mesure existent:

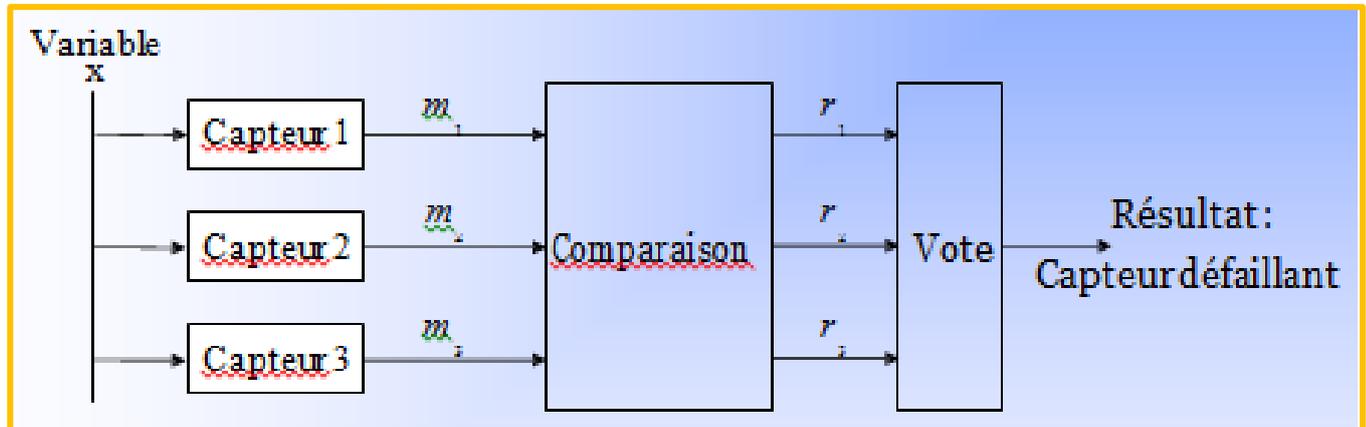
- redondance directe **matérielle** utilisant plusieurs capteurs
- redondance **analytique** faisant appel à des modèles.



DIAGNOSTIC PAR REDONDANCE	
REDONDANCE MATERIELLE	REDONDANCE ANALYTIQUE
<ul style="list-style-type: none"> - multiplier les chaînes de mesure - détection des capteurs défaillants - localisation des capteurs défaillants 	<ul style="list-style-type: none"> - les relations entre les mesures de grandeurs dépendantes - modèle statique ou dynamique - modèle de connaissance ou de représentation
<p><i>Méthode fiable et simple mais implique un surcoût de l'installation et une diminution du temps moyen de bon fonctionnement global.</i></p>	<p><i>Méthode en complément de la redondance matérielle et peut permettre d'en réduire le degré de redondance.</i></p>

REDONDANCE MATERIELLE : consiste à mesurer une grandeur à l'aide de multiples capteurs.

Les mesures sont comparées entre elles et un vote logique permet d'isoler le capteur défaillant.



Le principe est le suivant. Le détecteur calcule trois résidus r_1 , r_2 et r_3 :

$$r_1 = m_1 - m_2$$

$$r_2 = m_1 - m_3$$

$$r_3 = m_2 - m_3$$

Remarque : Afin de pouvoir isoler le défaut, la redondance matérielle doit être d'ordre impair. Utilisée dans les systèmes où la sécurité des biens et des personnes est primordiale.

Mesure en défaut	Résidu 1	Résidu 2	Résidu 3
1	1	1	0
2	1	0	1
3	0	1	1

L'approche redondance matérielle est très efficace bien qu'elle ne couvre pas les pannes de mode commun : panne d'alimentation électrique, panne de masse etc...

Le coût et l'encombrement ainsi qu'un champ d'application strictement limité aux pannes de capteurs constituent les inconvénients majeurs de cette méthode.

REDONDANCE ANALYTIQUE

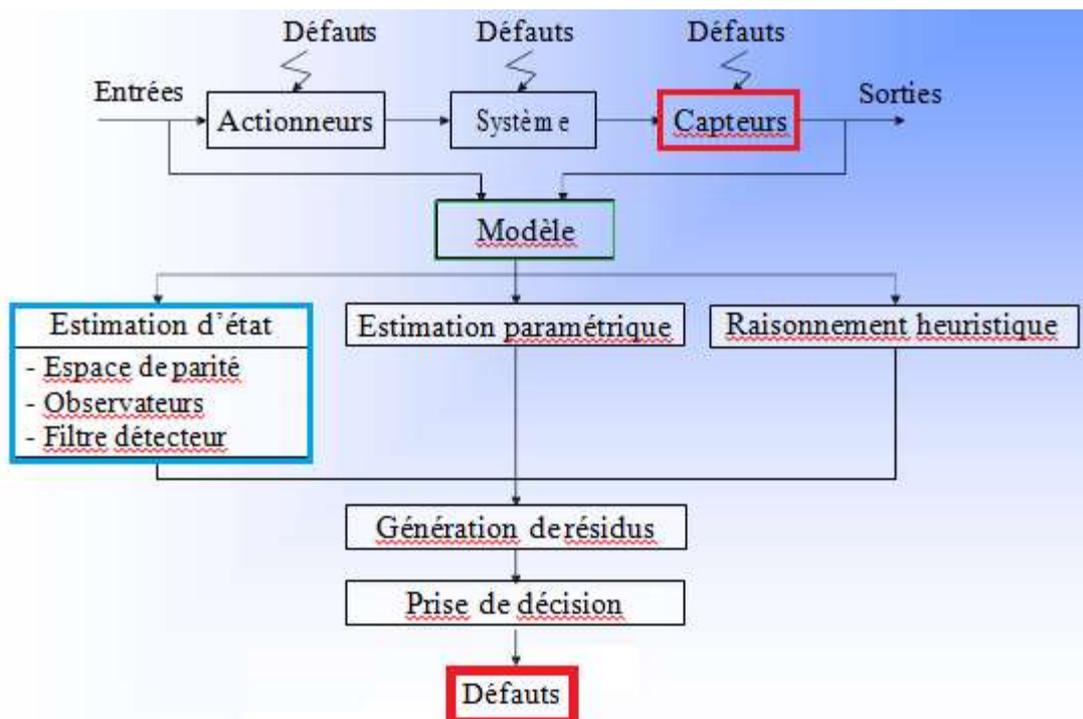
La redondance analytique consiste à utiliser des informations supplémentaires issues de modèles générant des grandeurs homogènes à celles provenant de capteurs.



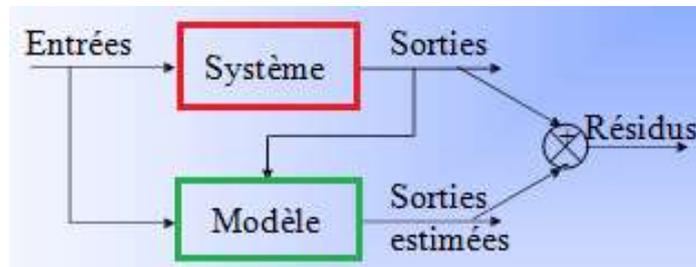
Le champ d'application de la redondance analytique ne se limite pas aux pannes de capteurs, mais s'étend aux pannes des actionneurs ou à celles du procédé lui-même.

L'approche utilisant la redondance analytique se décompose généralement en deux phases distinctes.

- La première concerne la génération de résidus caractéristiques de la panne.
- La seconde étape concerne la prise de décision qui a trait à la détection et éventuellement à la localisation d'un élément défaillant. Elle met en œuvre des techniques de détection de ruptures et de tests d'hypothèses.



Génération de résidus : consiste à comparer les mesures issues du système à leurs estimations issues d'un modèle.



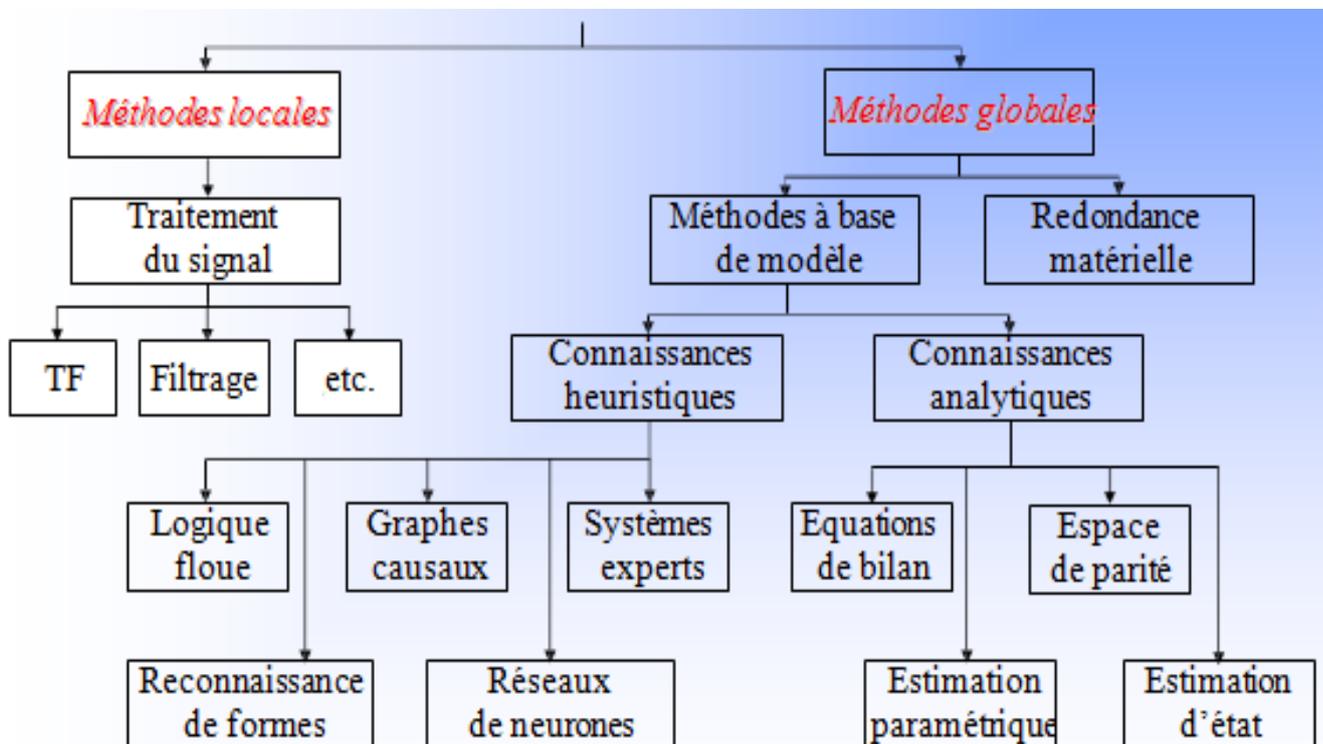
Un **seul** résidu permet la **détection** d'une défaillance au niveau d'un sous-système.

Cependant, la **localisation** d'un défaut nécessite un **ensemble** de résidus structurés.

Ces résidus doivent être conçus pour être sensibles à certains défauts et insensibles à d'autres, permettant ainsi la localisation de l'élément défaillant : des symptômes sont générés et comparés à des signatures de défauts.

DETECTION DE DEFAUTS BASEE SUR L'UTILISATION DES MODELES

Les méthodes de diagnostic peuvent être classées selon l'architecture suivante :



Méthodes critères	Espace de parité ou observateurs	Estimation paramétrique	Systèmes experts	ACP	Réseaux de neurones	Classification
Détection et diagnostic rapide	✓	X	✓	✓	✓	✓
Identification	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Robustesse	✓	?	✓	✓	?	?
Identification de nouveaux défauts	✓	X	X	✓	?	✓
Aucun modèle physique requis	X	X	✓	✓	✓	✓
Identification de défauts multiples	✓	✓	✓	X	?	✓
Facilité d'exploitation	X	X	✓	X	X	✓
Temps de calcul	X	X	✓	✓	?	?
Adaptation	X	X	X	X	✓	✓

✓ : Favorable

X : Non favorable

? : dépend de la situation

Comparaison des différentes méthodes de diagnostic des défauts

DECISION EN DIAGNOSTIC

Les prises de décision par les spécialistes des matériels qui possèdent une maîtrise des phénomènes physiques, s'exercent à chaque étape d'une procédure de diagnostic industriel.

Les signatures (symptômes) sont des grandeurs aléatoires. La détection de la différence éventuelle entre la signature nominale et celle mesurée à l'instant présent ne peut pas être effectuée avec des méthodes déterministes.

Lors de la détection de dysfonctionnement, il faut fixer des seuils de pré-alarme et d'alarme sur la valeur de l'écart mesurée entre la signature nominale et celle mesurée. Pour déterminer ces seuils, il est alors nécessaire de définir des tests de décisions.



Plusieurs règles de tests statistiques peuvent être utilisées pour la prise de décision:

- Les tests binaires (Bayes, Minimax, Neyman, Pearson),
- Les tests à hypothèses multiples,
- Les tests composites,
- Les tests séquentiels de Wald.



Exemple voir TD2