



# **Support de cours de l'UF1.2 Analyse de risques professionnels (2)-M1-MH2ST**

## **Chap2: Méthode Arbre de Défaillances : AdD**

**II.1- A propos de l'AdD**

**II.2- Principes de base et étapes de la méthode**

*Chargé de cours Pr. Mébarek DJEBABRA*

*Chargée de TD Dr. Saadia SAADI IHS*



## II.1 – A propos de l'AdD



- **L'Arbre de Défaillance (AdD) est une méthode d'ingénierie la plus utilisée dans les études de sécurité et de dangers;**
- **Sa naissance remonte aux années 60 où elle fut développée par la société Belle aux USA;**
- **De par son support graphique, elle favorise la synergie entre les acteurs impliqués dans son élaboration;**
- **l'AdD fait partie des rares méthodes d'analyse des risques qui a fait l'objet d'une valorisation par autant de documents à caractères : normatifs, monographiques ou de recherches scientifiques;**
- **En matière de recherches scientifiques, les années 90 étaient remarquables pour l'AdD grâce à l'intégration des Diagrammes de Décisions Binaires –BDB- dans son champ d'application;**
- **Depuis les années 2000, l'AdD a connu également une autre extension pour étudier les systèmes dynamiques « *AdD dynamiques* ».**





- L'AdD permet d'expliciter la stratégie de prévention et d'en démontrer son applicabilité.

### Remarques

- *L'AdD est connu également sous différentes appellations : arbres de fautes, de défauts ou de pannes (Faut Tree, en anglais).*
- *La méthode Arbre de Causes –AdC-, connue également sous l'appellation « Arbres de Faits », est un cas particulier de l'AdD. Il a été conçu par l'Institut français INRS à des fins d'investigations des accidents de travail. L' AdC ne sera pas évoqué dans ce chapitre.*



## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (1/9)

➤ Les objectifs de l'AdD sont doubles :

- Déterminer les différentes combinaisons possibles d'évènements qui conduisent à l'occurrence d'un évènement indésirable appelé souvent « ENS »;
- Représenter graphiquement ces combinaisons sous forme arborescente.

#### Remarques :

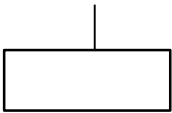



- Le premier objectif de l'AdD permet de surmonter les difficultés rencontrées avec les méthodes « macroscopiques » d'analyse des risques. Notamment, l'AMDEC et L'HAZOP (présentées précédemment dans la partie Analyse de risques professionnels (1)). Conséquemment, l'AdD est une suite logique et inévitable d'une analyse des risques par AMDEC ou par HAZOP;
- Dans le déploiement de l'AdD, ces deux objectifs sont étroitement liés;
- Ce déploiement consiste, dans un premier temps, en une construction d'un AdD suivi, dans un second temps, par l'exploitation *qualitative* et *quantitative* de l'arbre construit, pour plus de détails sera donné en présentiel;
- La construction de l'AdD requiert l'usage des symboles graphiques relatifs aux « évènements », « portes logiques » et « transferts ».





## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (2/9) : symboles graphiques des événements

Symbole	Appellation	Signification
	Evènement sommet ou intermédiaire	Évènements (non souhaité ou intermédiaire) résultant de la combinaison d'autres événements par l'intermédiaire d'une porte logique.
	Evènement de base	Evènement du plus bas niveau de l'AdD dont sa probabilité de défaillance est fournie (donnée pour le calcul de la probabilité de l'ENS)
	Evènement maison	Evènement de base dont la réalisation est certaine puisqu'indispensable au fonctionnement normal du système (évènement survenant normalement durant le fonctionnement du système)
	Pseudo-évènement de base	Evènement non développé car ses conséquences négligeables ou bien pour manque d'informations sur cet évènement



## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'Add

### ■ Principes de base de l'Add (3/9) : symboles graphiques des portes logiques



OU (OR)



ET (AND)



NON (NOT)



OU Exclusif  
(XOR)



VOTE  
MAJORITAIRE

an (s)

EL (VND)

NON (NOT)

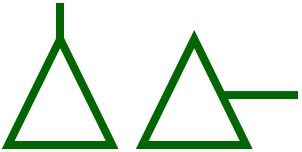

(XOR)  
OU Exclusif

MAJORITAIRE  
VOTE



## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (4/9) : symboles graphiques des transferts

Symbole	Appellation	Signification
	<b>Transfert identique</b>	<b>La partie de l'arbre qui devrait suivre n'est pas indiquée car identique à la partie repérée par le symbole de transfert.</b>
	<b>Transfert semblable</b>	<b>La partie de l'arbre qui devrait suivre n'est pas indiquée car semblable à la partie repérée par le symbole de transfert.</b>



## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (5/9)

L'examen approfondi des deux objectifs de l'AdD montre que :

- L'AdD est une méthode « déductive » d'analyse des risques;
- L'AdD fait partie des méthodes quantitatives d'analyse des risques:
  - ✓ l'AdD permet de quantifier la probabilité d'occurrence d'un « ENS » afin de vérifier si cette probabilité n'excédera pas une valeur-seuil prescrite;
  - ✓ Suivant cette exploration quantitative, l'AdD est utilisé comme un moyen de vérification (ou de validation) des objectifs de sécurité;
  - ✓ Une autre quantification, qui précède l'évaluation de la probabilité de l'ENS, consiste en une déduction des combinaisons minimales conduisant de manière nécessaire et suffisante à l'occurrence de l'ENS;
  - ✓ Ces combinaisons minimales sont appelées « coupes minimales » dont la détermination nécessite l'usage des algorithmes spécifiques; voir même, le recours à la transformation de l'AdD sous forme d'un diagramme de décision binaire pour le cas des arbres de très grande taille;
- L'exploration qualitative (pour la déduction des coupes minimales) et quantitative de l'AdD (calcul de l'ENS) s'effectue, dans la plus part des cas, par des logiciels informatiques spécialisés.



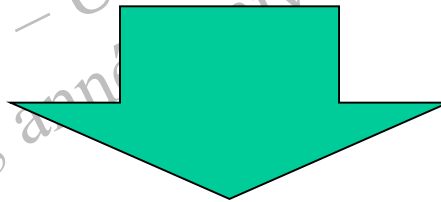




## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (6/9)

- L'AdD fait également l'objet d'une exploration semi-quantitative qui consiste en une exploitation des combinaisons minimales conduisant à l'ENS « scénarios d'accidents » pour élaborer un plan d'action (ou une stratégie de prévention): En effet, l'ENS est considéré comme étant un risque qu'il faut, donc, maîtriser;
- A l'instar de la notion des risques, l'ENS est caractérisé le plus souvent par ses deux grandeurs G (gravité) et F (fréquence);
- Dans les études de sécurité et de dangers, il est unanimement admis de prioriser la prévention (actions sur F) que sur la protection (actions sur G).



- Ce principe de priorisation de la prévention témoigne du bon sens ,qui a permis à certains préventeurs de proposer une stratégie de maîtrise des risques dénommée « *stratégie de barrières de sécurité* ».



## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (7/9)

- Le principe de cette « *stratégie de barrières de sécurité* » consiste à mettre en place une politique de prévention des risques d'autant plus rigoureuse que la gravité des conséquences de l'ENS est estimée importante;



- En effet, le niveau de la gravité de l'ENS sert comme support de base pour déterminer « l'objectif de sécurité » qui se matérialisera par le fait qu'on pourra démontrer que l'on est capable d'interposer et de maintenir dans le temps un nombre optimal de Barrières de Sécurité « BS » censées prévenir l'occurrence de l'ENS;
- Ce nombre optimal de BS peut être assimilé au niveau de cette gravité de l'ENS « G ».






## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (8/9)

- Le nombre optimal de BS étant fixé, la stratégie de barrières de sécurité préconise le partitionnement de ce nombre sur deux types de BS :
  - **Barrières Techniques** –BT- qui correspondent à des BT matérielles ou immatérielles mais physiques ;
  - **Barrières d'Utilisation** –BU- qui correspondent à des procédures, règles de l'art, consignes, contrôles périodiques, systèmes de management...etc.
- Autrement-dit, à partir d'un niveau de gravité d'un ENS, il est conseillé de répartir ce chiffre sur les deux types de BS (BT et BU).

Par exemple, si :  $G = 2 \Rightarrow 1 \text{ BT} + 1 \text{ BS}$

$G = 3 \Rightarrow (2 \text{ BT} + 1 \text{ BS})$  ou bien  $(1 \text{ BT} + 2 \text{ BS})$


- Dans ce second cas, le choix du nombre de BT et BU doit faire l'objet d'une concertation entre les principaux acteurs de la sécurité.



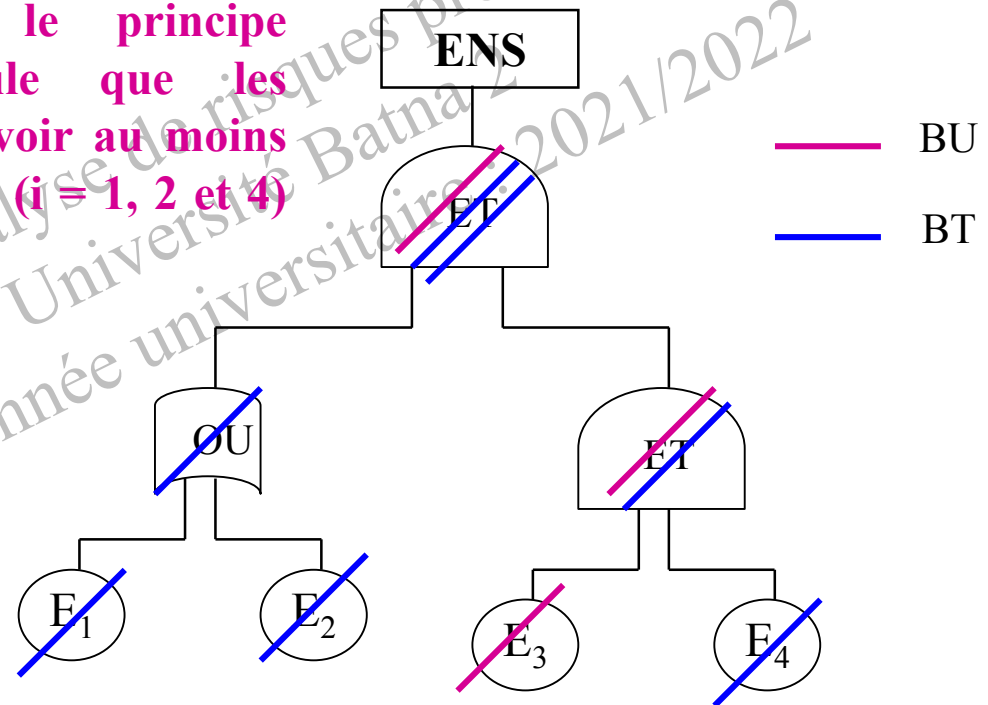


## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principes de base de l'AdD (9/9)

Une fois obtenu le nombre de BT et BU, la dernière étape de la stratégie des barrières de sécurité consiste en une allocation de ces barrières sur l'AdD.

Dans l'exemple ci-contre, le principe d'allocation des BS stipule que les événements de base doivent avoir au moins une seule BS : 1BT pour les  $E_i$  ( $i = 1, 2$  et  $4$ ) et 1BU pour  $E_3$ .





## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principales étapes de l'AdD (1/5)

- Dans une étude de sécurité ou de dangers, l'élaboration de l'AdD s'effectue en deux étapes : construction (proprement-dite) et exploration (ou traitement) de l'AdD;
- La construction de l'AdD s'effectue manuellement de deux manières :
  - Construction à partir des méthodes d'analyse fonctionnelle;
  - Construction à partir des méthodes d'analyse macroscopiques des défaillances (AMDEC ou HAZOP, en particulier).

#### Remarque

*La construction manuelle de l'AdD exige un savoir-faire de l'analyste. Des logiciels informatiques ont été conçus pour faciliter la lourde tâche de construction manuelle de l'AdD.*





## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principales étapes de l'AdD (2/5)

#### 1. Construction manuelle d'un AdD à partir des méthodes d'analyse fonctionnelle

Il s'agit d'une procédure de déduction de l'AdD à partir d'une description fonctionnelle du système.



**Remarque :** *un AdD réduit est composé que des « coupes minimales »*



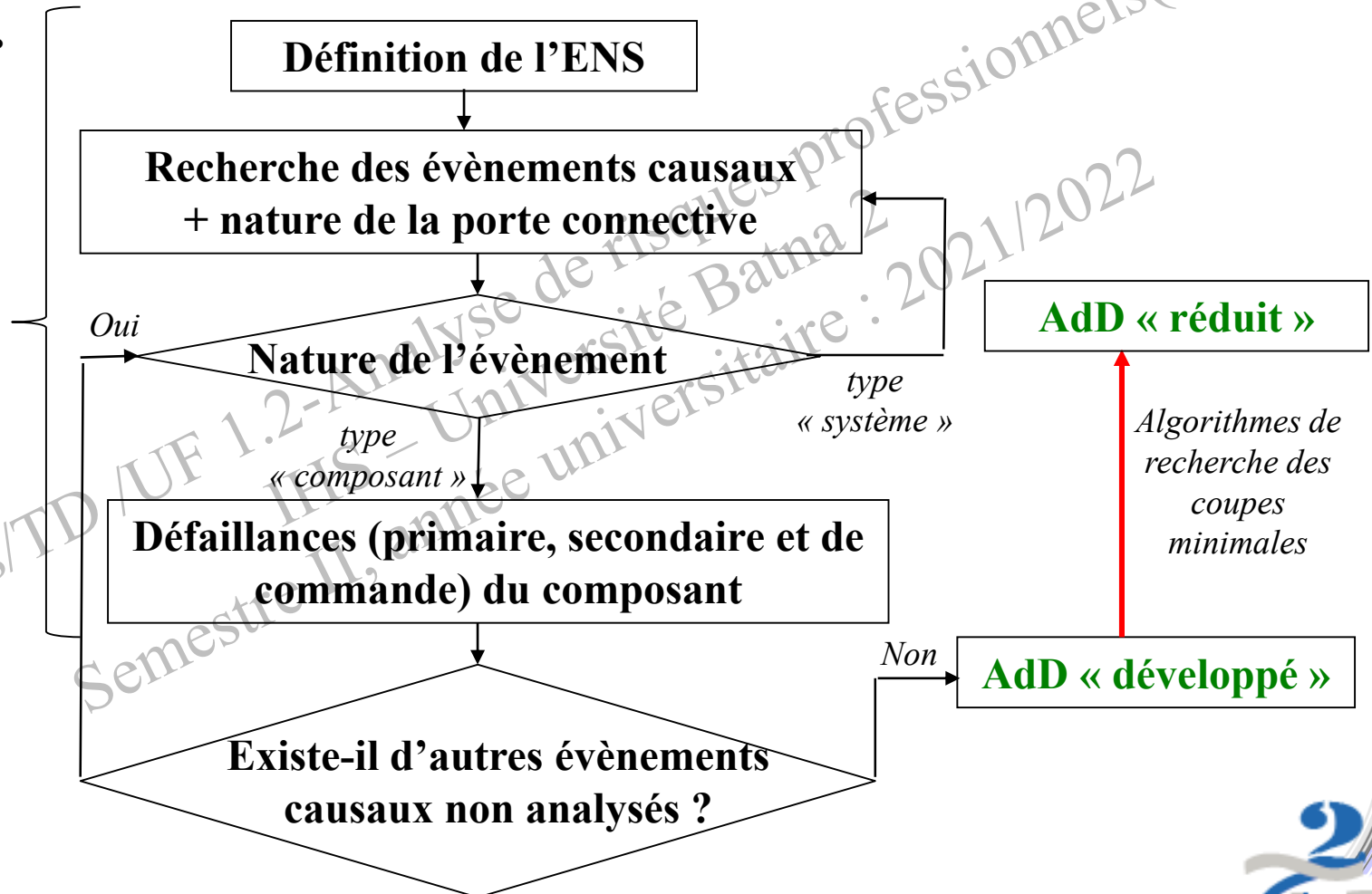


## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principales étapes de l'AdD (3/5)

#### 2. Construction manuelle d'un AdD à partir des méthodes d'analyse dysfonctionnelle

AMDEC / HAZOP





## II.2 – Principes de base et principales étapes de l'AdD

### ■ Principales étapes de l'AdD (3/5)

#### 3. Exploration de l'AdD construit

