

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

# Maitrise des Risques

TD 11 : Révisions

UV TS01

Resp : [christophe.proust@utc.fr](mailto:christophe.proust@utc.fr)

donnons un sens à l'innovation

# Points d'attention

- Les risques...
- La recherche des causes (HAZid/HAZop)
- L'estimation des conséquences
- Le calcul de la criticité (Arbres)
- Les barrières de sécurité (AMDEC, NC ...)



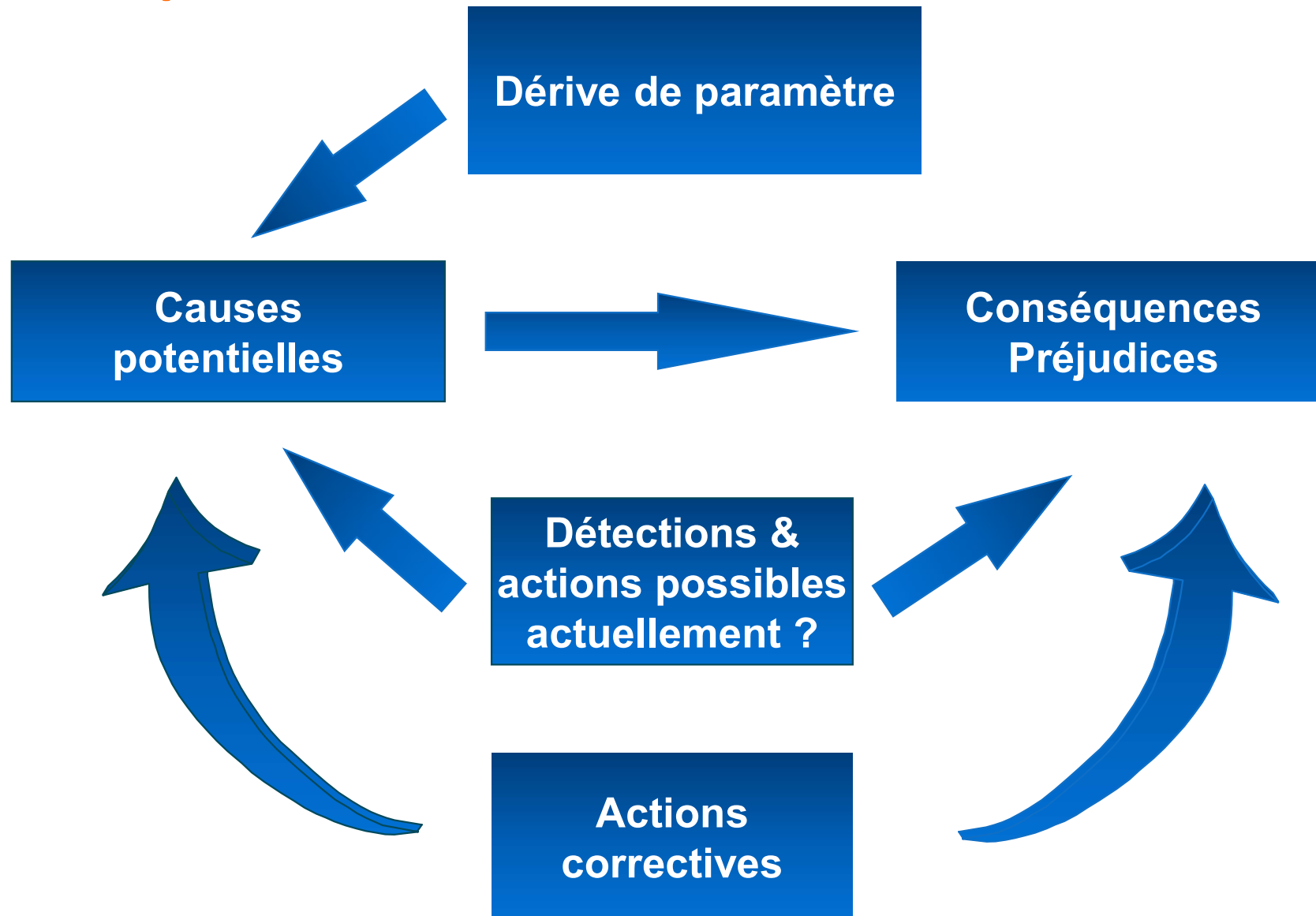
# HAZOp

## révision

# Mots guides

- **TROP DE** excès d'un paramètre (débit, pression, température, viscosité,...)
- **PAS DE** absence du paramètre désiré
- **INVERSION DE SENS**
- **MOINS DE (PAS ASSEZ de)** insuffisance d'un paramètre
- **EN PLUS** présence intempestive (phase : vapeur, solide,... impuretés, eau, air,...)
- **AUTRES** démarrage intempestif, arrêt, fonctionnement trop rapide, trop lent,....

# Principe de la démarche HAZOP



# Tableau HAZOP

–Phase :

–Point du circuit :

REPERE	DERIVE	CAUSES POSSIBLES	CONSEQUENCES	MOYENS DE DETECTION	ACTIONS CORRECTIVES	REMARQUES
				Existants		

Possibles en fonction :

- des installations
- des procédures existantes

# Filtre à charbon actifs IED





# Paramètres ?

- débit
- température
- impuretés



# Mots guides ?

- TROP DE
- INVERSION DE SENS
- PAS DE
- PAS ASSEZ de
- EN PLUS présence intempestive (phase : vapeur, solide,... impuretés, eau, air,...)

dérive	Causes	Conséquences	Moyen de détection	Action corrective	RQ
Trop de débit	Réglages d'air du four (purge, erreur, automate)	Temps de séjour trop court -> pollution trop forte	Contrôle sortie	Alarme et Procédure	Procédure selon les causes... Back-up?
Trop d'impuretés	Trop de déchets (bourrage, réglages alim,..)	Épuration insuffisante -> pollution trop forte Trop de température	Contrôle sortie	Alarme et Procédure	Procédure selon les causes... Back-up?
	Combustion défectueuse (trop humide, Tfour trop basse)	Épuration insuffisante -> pollution trop forte risque ATEX ?	Contrôle sortie	Alarme et Procédure	Etudier le risque ATEX ...
Trop de température	Trop de déchets	Épuration insuffisante -> pollution trop forte Incendie filtre	Contrôles aval	Alarme et Procédure	+ Contrôle de T
	Pas assez de débit (d'air)	Épuration insuffisante ? Incendie filtre	?	?	Contrôle T filtre
	Trop de PCI (EN PLUS de)	Incendie filtre	?	?	Contrôle T filtre



# Barrières de sécurité

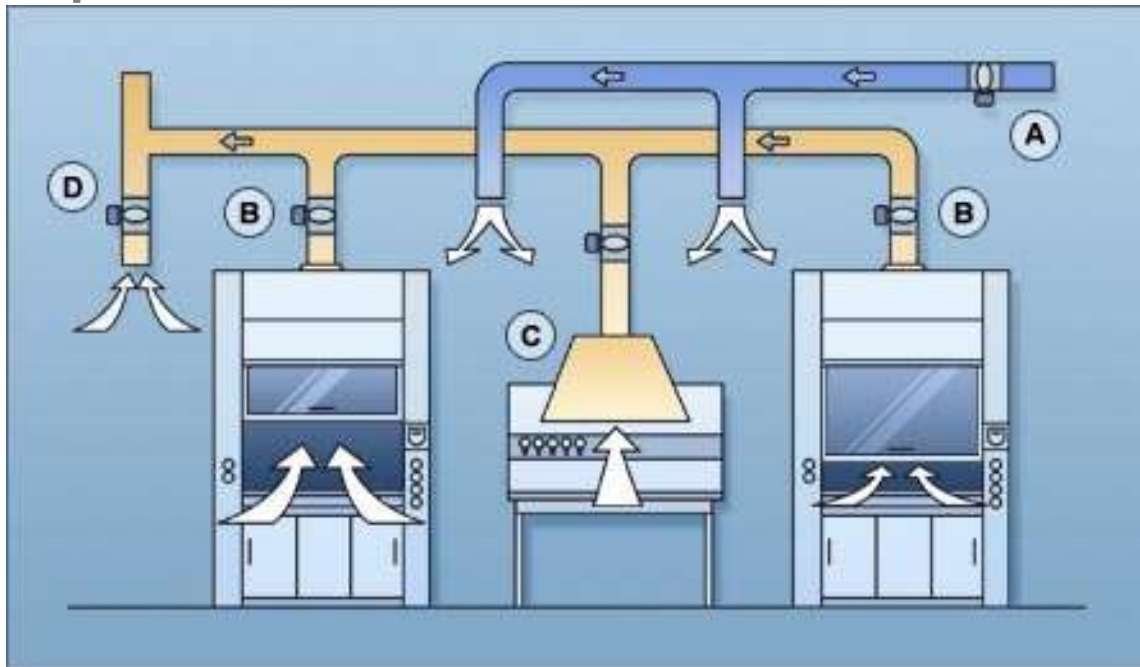
AMDEC, NC

# Objectifs


Une potentialité intéressante de l'AMDEC est d'apporter un moyen de quantification de la sûreté de fonctionnement d'un élément d'une barrière de sécurité. On sait par exemple que le Niveau de Confiance, NC, d'une barrière technique de sécurité dépend du « taux de défaillances sûres » ou SFF de la barrière. Lorsque ce taux de défaillance est trop bas et que le niveau de confiance résultant est trop faible, on dispose de 2 possibilités pour améliorer le NC. Soit on augmente la fiabilité de la barrière en augmentant le SFF, ce qui revient à contrôler les défaillances de manière automatique, soit on double le système en pratiquant une ou 2 redondances.

On illustre la manière de quantifier le niveau de confiance d'une barrière dans l'exemple suivant et la manière d'augmenter le niveau de confiance. .

L'aspiration est faite par un ventilateur qui aspire l'air par le haut.  
L'opérateur peut selon les opérations en cours, monter ou baisser un panneau coulissant en verre. **Le ventilateur marche normalement à vitesse constante, la régulation de débit d'aspiration dans chaque hotte est faite par une vanne B.**



Il y a un contacteur qui détecte la position du panneau coulissant. Lorsque'il est en position basse le débit d'aspiration dans la hotte est de  $Q/2$ . Lorsque le panneau est levé le débit est  $Q$ . Ces débits sont obtenus si seulement deux hottes sont utilisées simultanément.



Si une troisième hotte est utilisée (pour une paillasse sur laquelle on dispose les produits avant de les transférer dans des contenants adaptés dans les hottes adjacentes), il faut mettre le ventilateur en mode aspiration forte pour garantir les débits désirés dans chaque hotte.

## **Faire l'AMDEC du ventilateur**

La procédure est la suivante :

1. Identifier les taux de défaillances pertinents
2. Identifier les phases/états de fonctionnement
3. Faire l'AMDEC

# Rappels : modes de défaillance (TD AMDEC)

## Termes génériques

- Perte de fonction
- Fonctionnement intempestif
- Refus de s'arrêter
- Refus de démarrer
- Fonctionnement dégradé
  
- Autre

## Significations pour un extracteur

- Arrêt intempestif
- Démarrage intempestif
- Refus de s'arrêter
- Refus de démarrer
- Débit non nominal
- Débit inversé
- Débit non stabilisé
  
- Vibration
- Échauffement

# Modèle de tableau d'AMDEC

Identification du composant	Fonction État	Mode de défaillance	Causes	Effets	Moyens de détection	Actions correctives	Remarques

*Les « moyens de détection » et les « réactions correctives » sont celles déjà en place.  
Les suggestions/améliorations/questions sont à mettre dans la colonne « remarques »*



# Commentaires

D'abord les modes de défaillance pertinents. Le ventilateur doit être capable de démarrer, il peut subir un arrêt intempestif, il peut fonctionner de manière dégradée. On pourrait ajouter d'autres défaillances comme les vibrations et l'échauffement mais on ne s'intéresse pas à l'aspect fonctionnel aux sources d'inflammation de l'appareil donc on ignorera ces modes de défaillance. Le refus de s'arrêter n'est pas non plus un mode de défaillance pertinent dans le cas présent où il importe d'abord que le ventilateur fonctionne c'est à dire pour les phases dangereuses. Si on décide d'arrêter le ventilateur c'est qu'il n'y a plus de situation dangereuse, donc pas de nécessité d'AMDEC.

Puis les phases de fonctionnement. Il faut se mettre en situation. Lors de la prise de poste, la première chose que l'on fait est de mettre les hottes en position d'aspiration. C'est le premier état du ventilateur : aspirer. Puis, une fois en fonctionnement, le ventilateur peut être fonctionner soit en mode normal soit en mode renforcé ce qui constitue 2 états supplémentaires. On pourrait aussi en imaginer un 4<sup>e</sup> qui serait la mise à l'arrêt du ventilateur. Cependant dans cette dernière situation on imagine facilement qu'il n'y a plus de liquide inflammable et donc la situation de risque n'est pas présente. On rappelle que la finalité de l'AMDEC est d'identifier les taux de défaillance critiques c'est-à-dire dans une situation dangereuse.

Identification du composant	Fonction État	Mode de défaillance	Causes	Effets	Moyens de détection	Actions correctives	Remarques	
Ventilateur	Mise en aspiration du circuit	Refus de démarrer	Panne électrique ou méca	Pas de production	Opérateur?	?	mettre un détecteur de fonctionnement ou de débit + alarme sonore puissante	
			Panne secteur					
	Dilution normale	Arrêt intempestif	Refus de s'arrêter	Panne élec	X	x	X	usure ?
			Panne		<b>Risque d'intoxication</b>	??	??	Détecteur débit + alarme + procédure de mise en sécurité
			Fonction dégradé • instable • débit insuffisant	Panne (non détection position verrière par ex)	Dilution insuffisante -> <b>Risque d'intoxication</b>	??	??	Idem
			Démarrage intempestif	Régulation défectueuse	Dilution excessive endommagement du matériel ?	Vibrations ?	??	Seuil haut sur le débitmètre?
	Dilution renforcée	Arrêt intempestif	Refus de démarrer	Panne électrique	Utilisation table impossible	Opérateur ?		Seuil sur débitmètre couplé aux positions vitrage + alarme
			Panne		Dilution insuffisante -> <b>Risque d'intoxicatio</b>			

# Commentaires

Dans cette version de l'AMDEC, on s'intéresse surtout au taux de défaillance sûr et aux moyens plutôt techniques qui permettent de les détecter. On pourrait la complexifier en ajoutant des éléments de procédure et convertir ainsi cette barrière technique en barrière humaine. Mais ce n'est pas le propos ici.

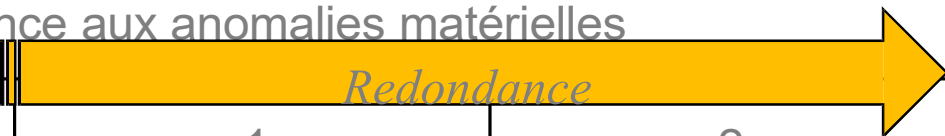
Commençons par la mise en aspiration. Si le ventilateur refuse de démarrer, il n'y a a priori pas encore de risque car on n'a pas commencé à utiliser les produits toxiques. Mais il importe que cet événement puisse être détecté. On peut envisager une détection de fonctionnement du ventilateur associé à une alarme sonore puissante de manière que l'opérateur ne puisse pas utiliser les paillasse et hotte avant remise en marche du ventilateur.

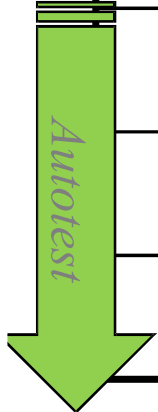
Pour les 2 autres modes de fonctionnement, le risque est que le débit ne soit pas suffisant soit en raison d'un refus de démarrer pour le mode renforcé soit en raison d'un fonctionnement dégradé pour les 2 modes. Dans les 2 cas la solution technique consisterait à contrôler le débit d'aspiration par exemple avec une sonde déprimogène associée à la même alarme sonore.

# Performance d'une BTS : type A

Passives = NC = 2 voire 3 si dimensionnement et contrôle précis

Actives 

Taux de défaillances sûres (SFF)	Tolérance aux anomalies matérielles 		
	0	1	2
< 60 %	NC 1	NC 2	NC 3
60 % < - < 90 %	NC 2	NC 3	NC 4
90 % < - < 99%	NC 3	NC 4	NC 4
≥ 99 %	NC 3	NC 4	NC 4

 Autotest

# Commentaires

On dispose désormais de toutes les pièces pour estimer le niveau de confiance du ventilateur. On remarquera qu'il faudrait associer la canalisation, les vannes et les contacteurs des hottes pour qualifier le niveau de confiance de toute la barrière de sécurité que constituent les hottes et leur système d'aspiration. Mais on pourrait faire de la même manière.

En principe le dispositif peut être entièrement électromécanique c'est-à-dire sans microprocesseur et sans automate. La barrière technique de sécurité constituée par le ventilateur est alors un système actif de type A.

Il n'y a qu'un seul ventilateur, il n'est pas doublé c'est-à-dire qu'il n'y a pas de redondance. On lira alors le niveau de confiance dans la seconde colonne du tableau, celle libellée « 0 ».

Pour choisir la ligne, il faut calculer le taux de défaillances sûres à partir de notre tableau AMDEC. Dans notre tableau apparaissent 7 modes de défaillance dont 3 conduisent à une intoxication potentielle de l'opérateur. Il en reste 5 qui sont des défaillances sûres c'est-à-dire que le débit de ventilation est suffisant ou trop fort. Le taux de défaillances sûres est donc au maximum de 4 sur 7 soit 57%. Le taux de défaillance sûr est donc plus petit que 60% si bien que le niveau de confiance est a priori de 1 pour le ventilateur.

# Commentaires

Pour augmenter la fiabilité du ventilateur ou plus exactement réduire le risque dû aux défaillances critique on pourrait envisager l'usage d'une sonde déprimogène avec alarme sonore suffisamment puissante pour que l'opérateur soit obligé de s'éloigner et qu'il ne puisse pas se rapprocher tant que la panne n'est pas réparée. Potentiellement le taux de défaillance sur du ventilateur seul atteindrez 100%. En pratique cependant ce niveau de sécurité dépends alors entièrement non plus du ventilateur mais de la sonde et ça ne sera pas 100%.

Une autre solution serait d'apporter une redondance. Cela consisterait à mettre un 2nd ventilateur en parallèle du premier et qui démarrerait en cas de défaillance du premier A l'instar de l'exercice que nous avons fait sur le silane.

Dans la suite de l'exercice, on s'intéresse de manière plus large à l'interaction de l'opérateur avec le système d'extraction. En utilisant d'une part l'analyse que l'on vient de faire sur le matériel et d'autre part l'analyse du poste de travail, on peut constituer un arbre de défaillance et calculer de manière globale l'exposition de l'opérateur au risque toxique.



# Arbre des défaillances

Aussi pour améliorer un dispositif



# => Arbre de défaillance

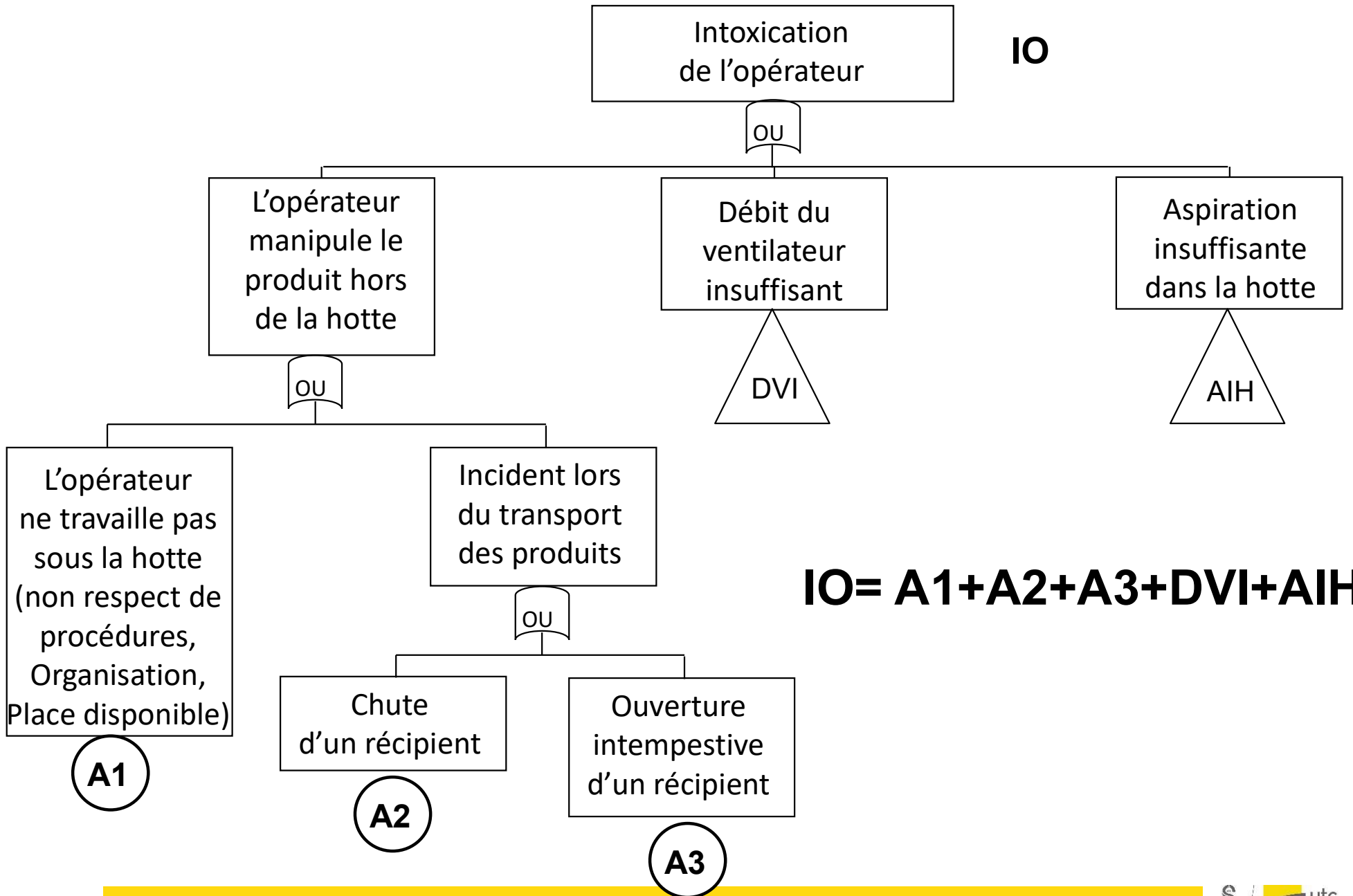
Étudiez l'événement redouté :

« intoxication de l'opérateur »

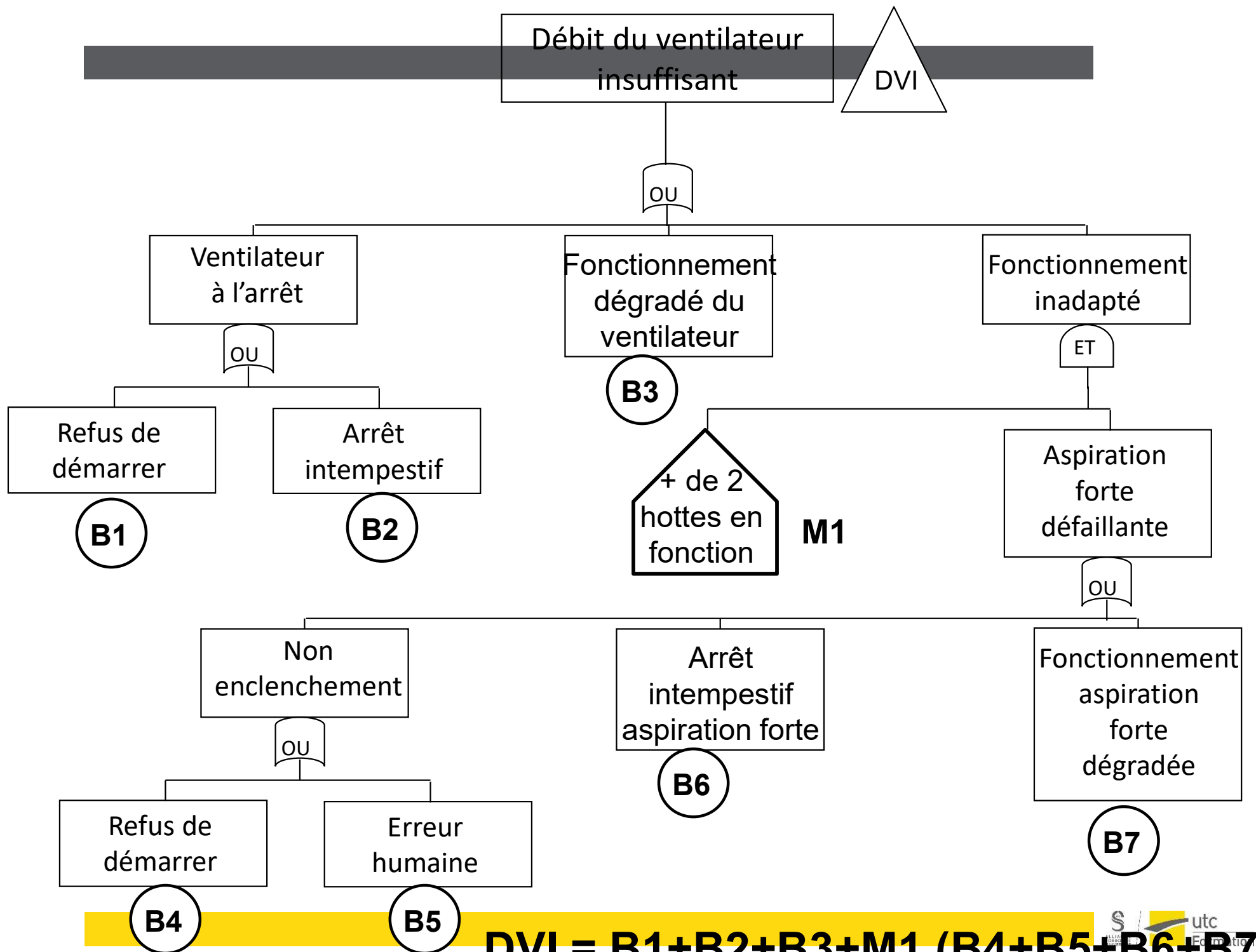
Réduire l'arbre

Conclusions

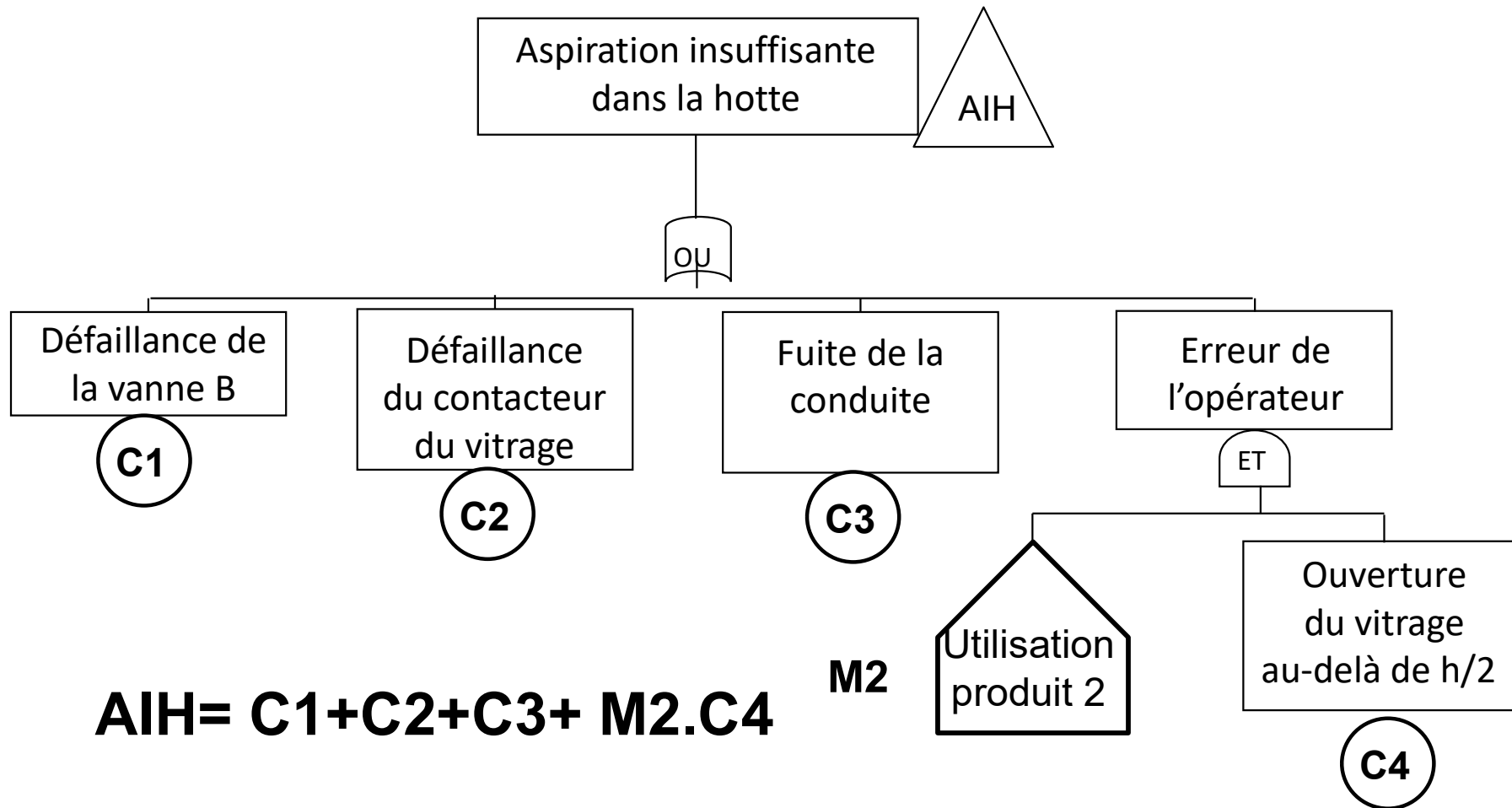




$$IO = A1 + A2 + A3 + DVI + AIH$$



$$DVI = B1 + B2 + B3 + M1 \cdot (B4 + B5 + B6 + B7)$$

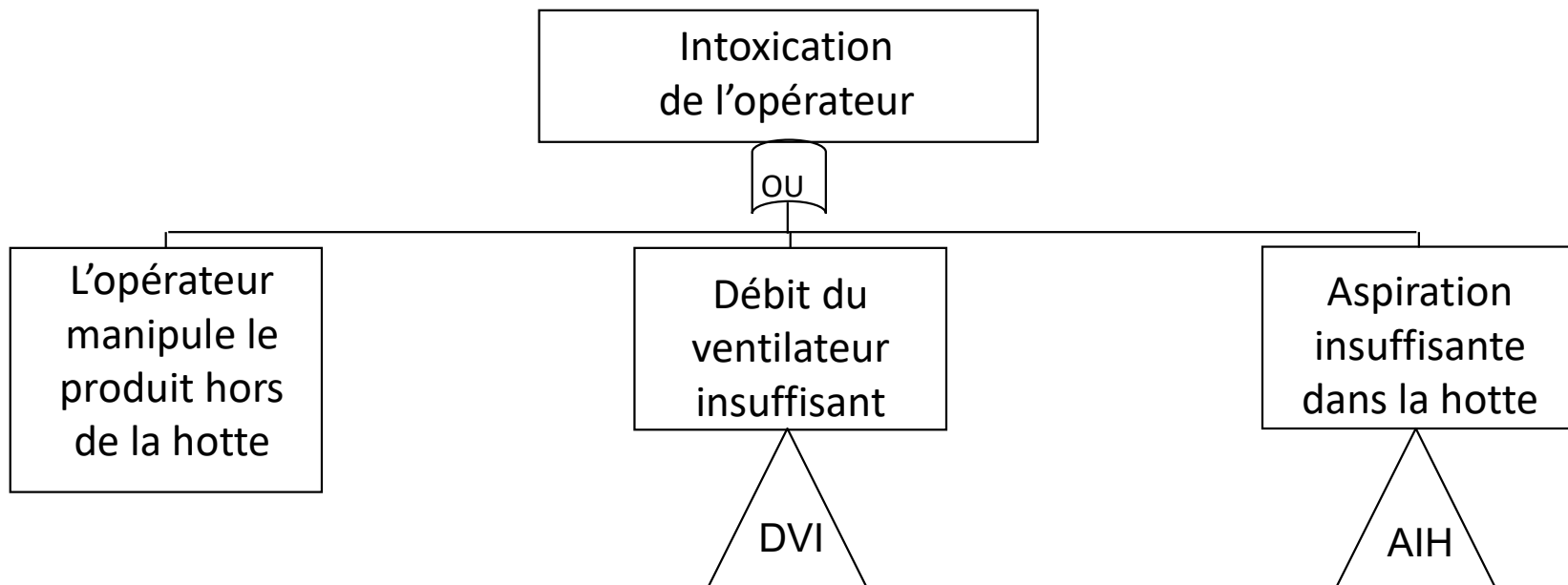


$$AIH = C1 + C2 + C3 + M2.C4$$

$$IO = A1 + A2 + A3 + DVI + AIH$$

$$DVI = B1 + B2 + B3 + M1 \cdot (B4 + B5 + B6 + B7)$$

$$AIH = C1 + C2 + C3 + M2 \cdot C4$$



## Procédures

Détecteur de toxicité

Débitmètre avec alarme au niveau

- ventilateur

- hottes

**Chaque recommandation  
augmente l'ordre des coupes**

