



# EXIGENCE DE PERFORMANCE 4 GESTION DES INCENDIES DES ÉQUIPEMENTS MOBILES



Table ronde sur la sécurité des équipements de terrassement

*Aux côtés de l'industrie depuis 2006*

# CONTRÔLE DES DOCUMENTS

## 1. HISTORIQUE DES RÉVISIONS

| Rév. | Date          | Description  | Préparé par   | Vérfié par   | Approuvé par  |
|------|---------------|--|---|--|---|
| 0.14 | Février 2021  | Document élaboré et revu par le groupe consultatif externe (EAG/CGE) et le groupe de travail                                       | Mark Geerssen, Rio Tinto<br>Peter Hasler, Alcoa<br>Tony Egan, Glencore<br>Mike Boyle, Risk Mentor | Groupe de travail sur les incendies de matériel  | Groupe consultatif EMESRT (Earth Moving Equipment Safety Round Table) |
| 0.15 | Octobre 2021  | Mise à jour alignée le cas échéant sur le retour d'information du fabricant d'équipement d'origine (OEM/FEO)                       | Mike Boyle, Risk Mentor<br>Eve McDonald, EMESRT   | Mark Geerssen, Rio Tinto<br>Tony Egan, Glencore<br>Groupe de travail sur les incendies de matériel | CGE<br>FEO principaux   |
| 1.0  | Décembre 2021 | Version finale approuvée   | Mike Boyle, Risk Mentor<br>Eve McDonald, EMESRT   | Mark Geerssen, Rio Tinto   | Groupe consultatif EMESRT   |
| 2.0  | Avril 2023    | Mise à jour : commentaires sur conception de défaillance 4S ; mise à jour 3.1 : traductions en 4 langues ; mise à jour : image CFw | Mike Boyle, Risk Mentor<br>Eve McDonald, EMESRT   | Mark Geerssen, Rio Tinto   | Groupe consultatif EMESRT   |

## 2. MISE EN GARDE

Bien que tout ait été mis en œuvre afin de valider le contenu de ce document sur l'Exigence de Performance 4 (PR-4), ce contenu a été rassemblé à partir des meilleures pratiques industrielles et par conséquent pourra être modifié au fil du temps. Pour cette raison, l'EMESRT se réserve le droit de mettre à jour et rediffuser PR-4 à mesure que les pratiques industrielles évoluent.

## 3. CONDITIONS D'UTILISATION

L'EMESRT ('Table ronde sur la sécurité des équipements de terrassement') a pour ambition de réduire les risques de Santé et Sécurité résultant de l'exploitation et de la maintenance des équipements mobiles de terrassement. Ceci est réalisé grâce au partage d'informations sur les meilleures pratiques auxquelles peuvent se reporter les usagers et les concepteurs lorsqu'ils cherchent à réduire le degré de risque auquel est exposé leur personnel. La connexion résultant de la collaboration d'une communauté d'utilisateurs finals, de FEO, de chercheurs et de fournisseurs tiers favorise une profonde compréhension des problèmes à résoudre pour encourager des améliorations au niveau de l'industrie.

La PR-4 a été élaborée pour accompagner la perception des problèmes énumérés dans la liste d'événements indésirables documentés dans la Philosophie de conception 4 – Incendies (DP-4).

### 3.1 TRADUCTIONS

La PR-4 a été élaborée et mise à jour en anglais, et traduite uniquement en français, en portugais, en russe et en espagnol. Seules les versions en anglais, en français, en portugais, en russe et en espagnol, publiées par EMESRT, sont les versions approuvées si le contenu de la PR-4 est traduit, que ce soit en partie ou en totalité.

### 3.2 UTILISATION

- L'EMESRT permet à toutes les industries d'accéder gratuitement à la PR-4.
- L'utilisation partielle ou totale de la PR-4 n'est pas autorisée dans un but de profit financier.
- Mise à disposition de façon gratuite par l'EMESRT, la PR-4, que ce soit en partie ou en totalité, n'est pas destinée à la vente ou à la location sous forme imprimée, numérisée ou quelque autre forme que ce soit.

Les demandes d'utilisation conditionnelles peuvent être adressées à [enquiries@emesrt.org](mailto:enquiries@emesrt.org).

# TABLE DES MATIÈRES

|      |  |   |
|------|--|---|
| 1.0  | VUE D'ENSEMBLE   | 3 |
| 2.0. | OBJECTIFS DE L'EXIGENCE DE PERFORMANCE   | 4 |
| 3.0. | PRINCIPES DE CONCEPTION  | 4 |
| 4.0  | ZONES D'INFLUENCE D'UN ARBRE D'ÉVÉNEMENT D'INCENDIE  | 6 |
| 4.1  | Détails par zone d'influence de modes de défaillance crédible dans la gestion d'EMESRT des incendies sur équipement mobile | 6 |

## TABLEAUX

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tableau 1 | Étapes d'un enchaînement sur arbre d'événement, résultats et zones d'influence         | 7  |
| Tableau 2 | Modes de défaillance crédible applicables à la conception des équipements mobiles      | 12 |
| Tableau 3 | Modes de défaillance crédible applicables à la maintenance des équipements mobiles     | 15 |
| Tableau 4 | Modes de défaillance crédible applicables à la détection et à l'extinction d'incendies | 17 |

## 1.0 VUE D'ENSEMBLE

Les incendies d'équipements mobiles continuent à survenir régulièrement dans l'industrie des mines et des ressources, et l'on peut clairement motiver ce qui pourrait améliorer la compréhension et l'application des mesures de détection et de lutte contre ces incendies.

Événements d'incendie des équipements mobiles :

- ils présentent des risques significatifs pour les opérateurs, les techniciens de maintenance et les intervenants d'urgence
- ils peuvent être catastrophiques dans les exploitations souterraines
- ils sont cause de problèmes opérationnels et économiques pour les propriétaires et opérateurs d'équipements de terrassement
- ils nécessitent la préparation obligatoire de rapports statutaires dans la plupart des juridictions minières
- ils ont été amplement analysés et les organismes régulateurs s'attendent aujourd'hui à ce que les opérateurs miniers améliorent les performances de gestion des incendies de leur équipement mobile.

La DP-4 examine à un haut niveau l'ensemble des problèmes pouvant conduire à des conséquences négatives du fait d'événements d'incendie des équipements mobiles.

Cette Exigence de Performance de l'EMESRT a été préparée afin de renforcer la Philosophie de conception 4 – Incendies. Elle s'applique aux scénarios d'événements potentiels indésirables (PUE, 'potential unwanted events') suivants:

- DP 4.1 Préjudice dû au feu résultant de détériorations (notamment échauffement, fusion et entailles) sur câbles électriques et leurs composants ; tuyaux flexibles hydrauliques ; et conduites de carburant en raison d'inadéquation de conception, en particulier :
- a. mauvais emplacement
  - b. séparation inadéquate du carburant et des sources d'inflammation
  - c. défauts dans le serrage ou de fixation.
- DP 4.2 Préjudice dû au feu résultant de la chaleur générée par les frottements de surfaces (dont les pneus).
- DP 4.3 Préjudice dû au feu démarrant dans, ou se propageant par, une accumulation de matériaux combustibles, par ex. poussières, chiffons gras.
- DP 4.4 Préjudice résultant du piégeage dans la cabine suite au blocage de la sortie de secours par le feu.
- DP 4.5 Préjudice résultant de l'entrée dans des zones dangereuses à cause de l'emplacement des points d'isolement pour sources de combustible.
- DP 4.6 Blessures du personnel, soit pendant un fonctionnement normal, soit en raison d'un événement de renversement ou autre accident, à partir d'inhalation, d'ingestion, d'abrasion de la peau, de glissements, de trébuchements ou autres mécanismes dus à :
- a. composants mal positionnés du système d'extinction d'incendie
  - b. activation accidentelle du système d'extinction d'incendie.
- DP 4.7 Préjudice résultant d'une propagation excessive / non contrôlée d'incendie à cause de :
- a. absence d'arrêt automatique de moteur et/ou d'isolation des sources de combustible
  - b. inactivation du système d'extinction d'incendie à cause des effets de l'incendie et/ou autre

dommage

- c. activation retardée du système d'extinction des incendies à cause d'un accès difficile aux commandes du système d'extinction d'incendie
- d. efficacité réduite du système d'extinction d'incendie en raison des options installées par le FEO, comme les couvertures antibruit.

- DP 4.8 Conception qui ne permet pas de séparer correctement les sources de chaleur et de combustible, c.-à-d. sources de carburant par conduit en caoutchouc au lieu d'acier fixe passant par le compartiment moteur, pneus insuffisamment protégés contre les sources de chaleur, à cause de :
- a. conception inadéquate de ventilation de moteur dirigeant l'air des sources de combustible à travers des sources de chaleur
  - b. conception inadéquate de scellement de pare-feu et de cloison empêchant la propagation d'incendies
  - c. utilisation de matériaux de construction pouvant alimenter un incendie, c.-à-d. couvertures de moteur et pare-boue inflammables.

Ce document doit être lu concurremment avec la DP-4 Incendie.

## 2.0 OBJECTIFS DES EXIGENCES EN MATIÈRE DE RÉSULTATS

L'objectif de cette exigence de performance est de fournir des informations structurées et complètes pouvant être utilisées par des :

- Concepteurs et fabricants chez les fabricants d'équipement d'origine (FEO) ;
- Sociétés minières – utilisateurs d'équipements mobiles ;
- Fournisseurs de systèmes de détection et d'extinction d'incendie afin de réduire le nombre et les conséquences des incendies d'équipements mobiles dans les équipements de terrassement.

## 3.0 PRINCIPES DE CONCEPTION

Les informations fournies reposent sur le triangle du feu : chaleur, combustible et oxygène

Dans une situation d'incendie d'équipement mobile, l'objectif fondamental est de protéger le personnel, avant les équipements et biens adjacents.

La prévention et l'atténuation des incendies des équipements mobiles reposent sur cette séquence :

- Examens des risques d'incendie au cours de la conception de l'équipement en usine, prenant en compte:
  - Prévention des incendies : par conception de l'élimination / ségrégation du combustible
  - Prévention des incendies : par conception de l'évitement et élimination / séparation coupe-feu
- Prédiction des incendies potentiels avec notification en temps réel de l'opérateur de l'équipement, son encadrement et l'équipe d'intervention d'urgence sur le site
- Détection précoce d'incendie et intervention locale avec extinction permettant à l'opérateur de sortir en toute sécurité



- Détection précoce d'incendie et intervention locale avec extinction et recours à des dispositifs d'évacuation permettant à l'opérateur de sortir en toute sécurité
- Détection précoce d'incendie et intervention locale qui éteint l'incendie grâce à une association d'élimination du combustible, d'isolement de l'énergie, de pénurie d'oxygène, etc.
- Fourniture, si ceci est réalisable, de points de connectivité sur l'équipement mobile afin d'augmenter la capacité d'extinction de l'intervention d'urgence sur le site, par ex. connexions externes sur pelles mécaniques ajoutant du fluide de déluge au-delà de ce qui est stocké dans les systèmes déluge embarqués
- Fourniture à l'opérateur / équipe d'intervention d'urgence sur le site de la capacité d'isoler les sources de combustible et d'air afin de protéger le personnel et éviter la propagation de l'incendie.

## 4.0 ZONES D'INFLUENCE DE L'ARBRE D'ÉVÉNEMENT D'INCENDIE

Cette Exigence de Performance fait appel au modèle d'arbre d'événement des incendies d'équipements mobiles sur la *Figure 1* afin de définir ces zones d'influence de la gestion des incendies des équipements mobiles :

|  |
|--|
| <b>Conception de l'équipement mobile</b>                                 |
| <b>Gestion de la maintenance d'équipement mobile</b>                     |
| <b>Conception du système de détection et d'extinction d'incendie</b>     |
| <b>Gestion des crises et des urgences dans la société d'exploitation</b> |

L'arbre d'événement est élaboré plus en détail dans le *Tableau 1* où les étapes d'enchaînement sur l'arbre d'événement et les résultats sont alignés sur les zones d'influence correspondantes qui se chevauchent.

### 4.1 Détails par zone d'influence de modes de défaillance crédible dans la gestion d'EMESRT des incendies sur équipements mobiles

D'autres détails des modes pertinents de défaillance crédible ressortant du cadre de travail d'EMESRT pour contrôles de la gestion d'incendie d'équipements mobiles, classés par zone d'influence, sont présentés dans trois tableaux explicatifs :

- *Tableau 2 : modes de défaillance crédible correspondant à la conception d'équipement mobile*
- *Tableau 3 : modes de défaillance crédible correspondant à la maintenance d'équipement mobile*
- *Tableau 4 : modes de défaillance crédible correspondant au système de détection et d'extinction d'incendie*

Là où ceci est nécessaire, des exemples opérationnels de modes de défaut sont également présentés à titre d'illustration.

Figure 1 : Arbre d'événement d'incendie d'équipement mobile avec zones d'influence

|     |  |
|-----|--|
| Clé | Conception de l'équipement mobile                                |
|     | Gestion de la maintenance de l'équipement mobile                 |
|     | Conception du système de détection et d'extinction d'incendie    |
|     | Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation |

**Note :** cette Exigence de Performance ne prend pas en considération la zone de gestion d'urgence de l'utilisateur de l'équipement mobile.

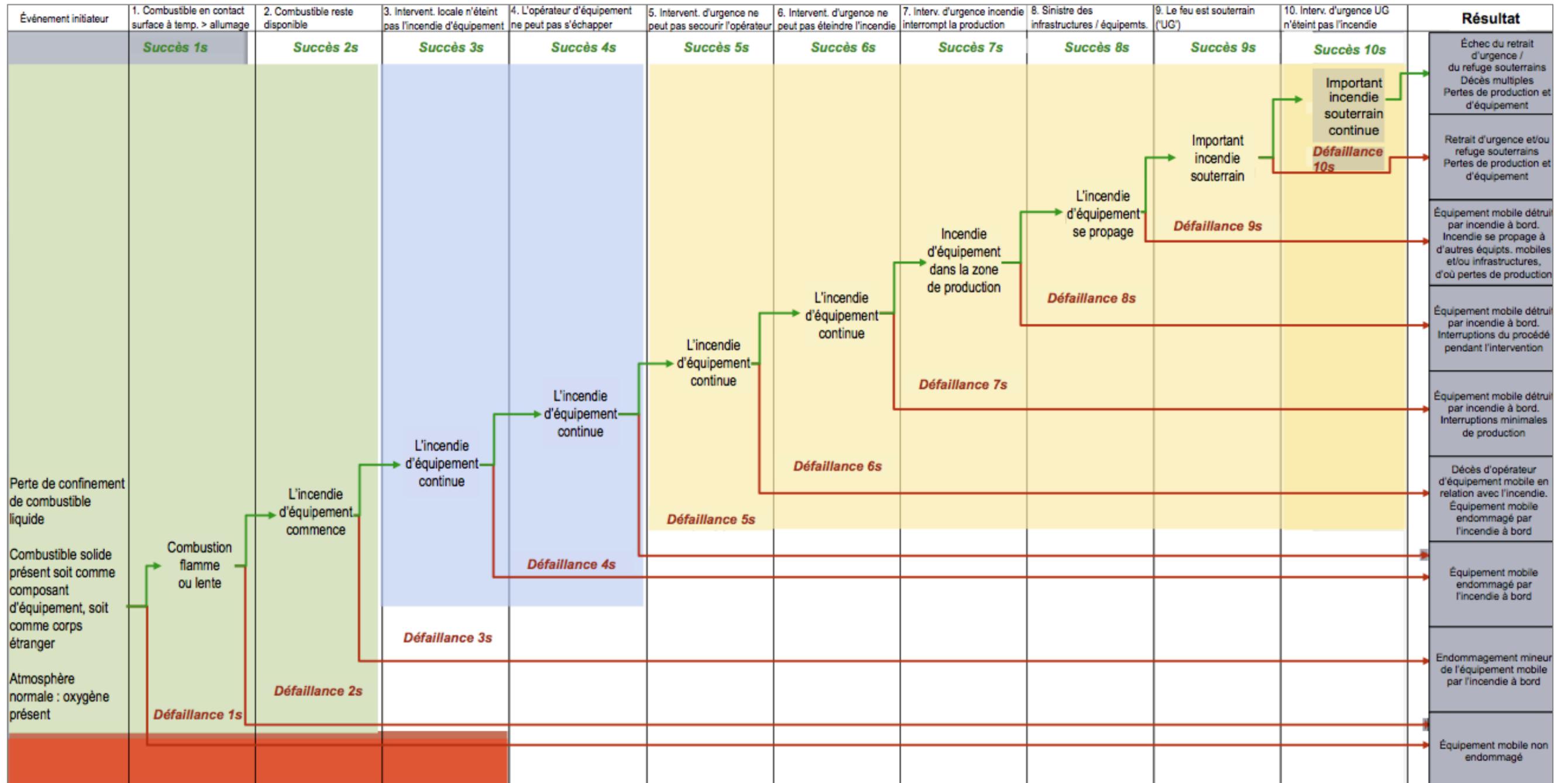


Tableau 1 : Étapes de l'enchaînement sur l'arbre d'événement, résultats et zones d'influence

| Enchaînement          | Étapes de l'enchaînement   | Résultats  | Zone d'influence   | Zone d'influence : notes  |
|-----------------------|--|--|--|---|
| <b>Défaillance 1s</b> | <i>Combustible présent</i><br><i>Température d'inflammation du combustible non atteinte</i><br><i>Absence d'inflammation</i>   | <i>Équipement mobile non endommagé</i>             | <b>Conception de l'équipement mobile</b>                             | <b>Les FEO</b> fournissent un équipement mobile avec des composants d'équipement ininflammables.<br><br><b>Les FEO</b> fournissent un équipement mobile qui tolère des erreurs dans les tâches de maintenance.  |
|                       |  |  | <b>Gestion de la maintenance de l'équipement mobile</b>              | <b>Les procédés dont disposent les Techniciens de maintenance de l'équipement mobile</b> confirment que les tâches de maintenance préservent de façon adéquate l'intégrité de la conception et intègrent le contrôle d'accumulations d'objets étrangers et matériaux inflammables.  |
| <b>Défaillance 2s</b> | <i>Combustible présent</i><br><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i><br><i>Combustion enflammée ou lente</i><br><i>La combustion enflammée ou lente épuise le combustible et s'éteint d'elle-même</i> | <i>Équipement mobile non endommagé</i>             | <b>Conception de l'équipement mobile</b>                             | <b>Les FEO</b> fournissent un équipement tel que, en cas d'événement d'inflammation, la propagation soit limitée et s'éteigne d'elle-même par manque de combustible ou en raison des propriétés des composants de l'équipement.<br><br><b>Les FEO</b> fournissent un équipement mobile qui tolère des erreurs dans les tâches de maintenance. |
|                       |  |  | <b>Gestion de la maintenance de l'équipement mobile</b>              | <b>Les procédés dont disposent les Techniciens de maintenance de l'équipement mobile</b> confirment que les tâches de maintenance préservent de façon adéquate l'intégrité de la conception et intègrent le contrôle d'accumulations d'objets étrangers et matériaux inflammables.  |
| <b>Défaillance 3s</b> | <i>Combustible présent</i><br><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i>  | <i>Endommagement mineur de l'équipement mobile</i> | <b>Conception du système de détection et d'extinction d'incendie</b> | <b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> fournissent des systèmes de détection et d'extinction d'incendie pouvant détecter et éteindre des incendies à bord.  |

| Enchaînement          | Étapes de l'enchaînement   | Résultats  | Zone d'influence  | Zone d'influence : notes   |
|-----------------------|--|--|---|--|
|                       | <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de carburant pour établir un incendie à bord.</i></p> <p><i>L'intervention locale éteint l'incendie</i></p>   |  |   | <p><b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> fournissent des systèmes de détection et d'extinction d'incendie qui tolèrent des erreurs dans les tâches de maintenance.</p>  |
|                       |  |  | <b>Gestion de la maintenance de l'équipement mobile</b>                 | <p><b>Les Techniciens de maintenance de l'équipement mobile</b> ont une capacité maintenance adéquate des systèmes conçus pour détection et extinction des incendies.</p>  |
| <b>Défaillance 4s</b> | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord</i></p> <p><i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie continue</i></p> <p><i>L'opérateur s'échappe</i></p>   | <p><i>L'équipement mobile est endommagé</i></p>  | <b>Conception du système de détection et d'extinction d'incendie</b>    | <p><b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> fournissent des systèmes de détection et d'extinction d'incendie qui sont en mesure de détecter et d'alerter les opérateurs afin d'intervenir de façon appropriée et d'assurer le temps nécessaire à leur sortie en toute sécurité.</p> <p><b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> fournissent des systèmes de détection et d'extinction d'incendie qui tolèrent des erreurs dans les tâches de maintenance.</p> <p><b>Les Techniciens de maintenance de l'équipement mobile</b> disposent d'une capacité de maintenance adéquate des systèmes, conçus et installés de façon appropriée pour détection et extinction des incendies.</p>   |
| <b>Défaillance 5s</b> | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord</i></p> <p><i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie continue</i></p> <p><i>L'opérateur ne peut pas s'échapper</i></p> <p><i>L'opérateur prisonnier est secouru</i></p> | <p><i>L'opérateur est peut-être blessé</i></p> <p><i>L'équipement mobile est endommagé</i></p> | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <p><b>Zones d'influence concernées en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b></p> <p><b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> assurent, si ceci est réalisable, des points de connectivité sur l'équipement mobile afin d'augmenter la capacité d'extinction de l'intervention d'urgence sur le site, par ex. par connexions externes sur pelles mécaniques ajoutant du fluide de déluge au-delà de ce qui est stocké dans les systèmes déluges embarqués.</p> <p><b>Les FEO ou les Fournisseurs tiers</b> procurent à l'opérateur / équipe d'intervention d'urgence sur le site la capacité d'isoler les sources de combustible et d'air afin de protéger le personnel et éviter la propagation de l'incendie.</p> |

| Enchaînement          | Étapes de l'enchaînement   | Résultats   | Zone d'influence  | Zone d'influence : notes   |
|-----------------------|--|---|---|--|
| <b>Défaillance 6s</b> | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord</i></p> <p><i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie continue</i></p> <p><i>L'opérateur ne peut pas s'échapper</i></p> <p><i>L'opérateur prisonnier ne peut pas être secouru</i></p>  | <p><i>Accident mortel de l'opérateur de l'équipement mobile en relation avec l'incendie</i></p> <p><i>L'équipement mobile est endommagé</i></p> | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |
| <b>Défaillance 7s</b> | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord.</i></p> <p><i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie continue</i></p> <p><i>L'intervention d'urgence ne peut pas éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie épuise toutes les sources de combustible et s'éteint</i></p> | <i>L'équipement mobile est détruit par l'incendie à bord</i>  | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |

| Enchaînement          | Étapes de l'enchaînement   | Résultats   | Zone d'influence  | Zone d'influence : notes   |
|-----------------------|--|---|---|--|
| <b>Défaillance 8s</b> | <p>Combustible présent</p> <p>Température d'inflammation du combustible atteinte</p> <p>Combustion enflammée ou lente</p> <p>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord.</p> <p>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</p> <p>L'incendie continue</p> <p>L'intervention d'urgence ne peut pas éteindre l'incendie</p> <p>L'incendie épuise toutes les sources de combustible et s'éteint</p> <p>L'incendie se produit dans une zone de production critique</p> | <p>L'équipement mobile est détruit par l'incendie à bord</p> <p>Interruptions significatives de la production</p>   | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |
| <b>Défaillance 9s</b> | <p>Combustible présent</p> <p>Température d'inflammation du combustible atteinte</p> <p>Combustion enflammée ou lente</p> <p>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord.</p> <p>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</p> <p>L'incendie continue</p> <p>L'intervention d'urgence ne peut pas éteindre l'incendie</p>  | <p>L'équipement mobile de l'événement initiateur est détruit par l'incendie à bord</p> <p>Pertes par incendie d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</p> <p>Interruptions significatives de la production</p> | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |

| Enchaînement           | Étapes de l'enchaînement  | Résultats  | Zone d'influence  | Zone d'influence : notes   |
|------------------------|---|--|---|--|
|                        | <i>L'incendie se propage à d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</i>   |  |   |  |
| <b>Défaillance 10s</b> | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord</i></p> <p><i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie continue</i></p> <p><i>L'intervention d'urgence ne peut pas éteindre l'incendie</i></p> <p><i>L'incendie est souterrain</i></p> <p><i>L'incendie se propage à d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</i></p> <p><i>Succès du retrait et/ou du refuge en urgence souterraine</i></p> | <p><i>L'équipement mobile de l'événement initiateur est détruit par l'incendie à bord</i></p> <p><i>Pertes par incendie d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</i></p> <p><i>Interruptions significatives de la production</i></p> | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |
| <b>Succès 10s</b>      | <p><i>Combustible présent</i></p> <p><i>Température d'inflammation du combustible atteinte</i></p> <p><i>Combustion enflammée ou lente</i></p> <p><i>La combustion enflammée ou lente dispose de suffisamment de combustible pour établir un incendie à bord</i></p>  | <p><i>Décès multiples</i></p> <p><i>L'équipement mobile de l'événement initiateur est détruit par l'incendie à bord</i></p> <p><i>Pertes par incendie d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</i></p>                               | <b>Gestion des crises et des urgences par la société d'exploitation</b> | <b>Aucune zone d'influence concernée en relation avec la conception d'équipement par FEO / Tierces parties</b> |

| Enchaînement | Étapes de l'enchaînement   | Résultats  | Zone d'influence | Zone d'influence : notes |
|--------------|--|--|------------------|--------------------------|
|              | <i>L'intervention locale n'est pas en mesure d'éteindre l'incendie</i><br><i>L'incendie continue</i><br><i>L'intervention d'urgence ne peut pas éteindre l'incendie</i><br><i>L'incendie est souterrain</i><br><i>L'incendie se propage à d'autres équipements mobiles et/ou infrastructures</i><br><i>Échec du retrait et/ou du refuge en urgence souterraine</i> | <i>Interruptions significatives de la production</i> |                  |                          |

### Détails par zone d'influence de modes de défaillance crédible dans la gestion d'EMESRT des incendies sur équipements mobiles

À droite : hiérarchie et composants d'un cadre de travail pour contrôles

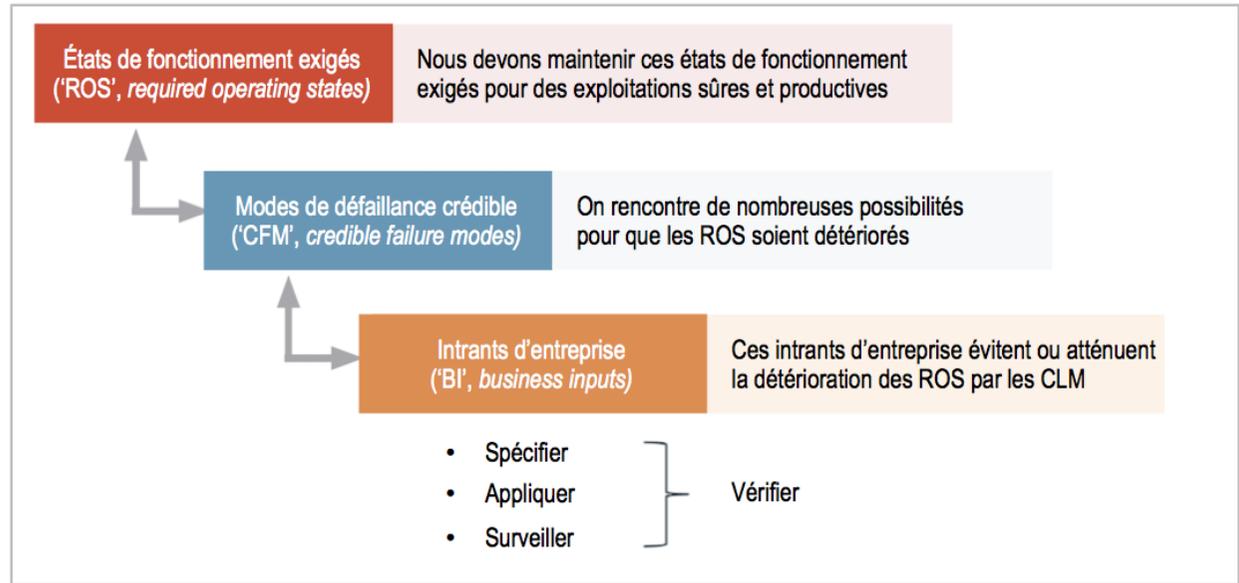


Tableau 2 : modes de défaillance crédible correspondant à la conception d'équipement mobile

| Modes de défaillance de conception           | Modes de défaillance crédible dans la conception d'équipement mobile : nom et description   |
|--|---|
| Défaillances dans le confinement de liquides | <p><b>CFM-EDF-21.01 Perte de confinement de combustible liquide : inadéquation de la conception</b></p> <p>En cours de fonctionnement normal, il se produit une défaillance dans les réservoirs, les tuyaux flexibles ou les conduites contenant du carburant, des fluides d'hydraulique, de graissage, de refroidissement, etc., à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frottements, vibrations, corrosion, etc.</li> <li>▪ Le liquide libéré est un combustible pouvant être enflammé dans son état spécifique ou particulier, par ex. turbocompresseur, échappement, défaut électrique, fluides pulvérisés sous pression, etc.</li> <li>▪ Paliers pressurisés continuant à alimenter un turbo en combustible (huile) même après déclenchement de l'arrêt de moteur</li> <li>▪ Alimentation d'un turbo en huile par gravité [alimentation en combustible (huile) continuant après déclenchement de l'arrêt de moteur]</li> <li>▪ Prise en compte insuffisante de l'exposition aux dommages des composants externes (par ex. bouchons et reniflards de réservoirs de stockage de liquides inflammables, position de débordement, etc.</li> <li>▪ La perte de confinement est due à une défaillance dans la conception de l'équipement ou d'un composant par le FEO ou un Fournisseur tiers</li> </ul> |

| Modes de défaillance de conception                 | Modes de défaillance crédible dans la conception d'équipement mobile : nom et description   |
|--|---|
| <b>Composants inflammables d'équipement mobile</b> | <p><b>CFM-EDF-21.02 Combustible solide présent sur l'équipement mobile : inadéquation de la spécification</b></p> <p>En cours de fonctionnement normal, du combustible autre que liquide est présent et peut s'enflammer, dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contact de composants avec turbocompresseur, échappement, défaut électrique, etc.</li> <li>▪ Le combustible est présent du fait de la conception ou de défaut de conception d'équipement ou de composant par FEO ou tierce partie, ceci comprenant réadaptation d'accessoires, par ex. couvertures et protections combustibles sur équipement mobile</li> <li>▪ Absence de prise en compte des effluents de combustion de composants inflammables [par ex. produits antistatiques résistants au feu (FRAS) générant des gaz de cyanure]</li> <li>▪ Les batteries (sur véhicules électriques) sont inflammables</li> <li>▪ Identification inadéquate des risques de combustible solide : conception et spécifications de conception, audits, évaluations de risques, acceptation par le site, etc.</li> </ul>  |
| <b>Accumulation de combustible extérieur</b>       | <p><b>CFM-EDF-21.03 Du combustible est introduit sur l'équipement mobile : inadéquation de la conception</b></p> <p>En cours de fonctionnement normal, la conception de l'équipement n'empêche pas les accumulations de combustible extérieur sur l'équipement mobile, dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Composant chaud ou surfaces avoisinantes permettant une accumulation de poussières de charbon, minerais de sulfure, matière organique, etc.</li> </ul>   |
| <b>Blindage ou isolation inadéquats</b>            | <p><b>CFM-EDF-21.04 Une chaleur excessive est produite et son confinement / blindage contre les sources de combustible n'est pas efficace pendant le fonctionnement d'équipement mobile : inadéquation de la conception</b></p> <p>Pendant une exploitation normale, des surfaces chaudes exposées sont au-dessus de la température d'allumage de sources probables de combustible, dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Défauts électriques tels que démarreurs de moteurs bloqués</li> <li>▪ Câbles surchauffés ou défauts à cause de protection inadéquate contre des charges excessives ou des courts-circuits ;</li> <li>▪ Défaillance électrique au voisinage de batteries, avec endommagement d'isolation, court-circuit sur câbles et/ou contacts entre composants sous tension et corps de machine</li> <li>▪ Défaillances d'alternateur</li> <li>▪ isolation thermique de surfaces chaudes, par ex. turbocompresseurs, systèmes d'échappement, et incorporant une isolation pour atténuation du bruit</li> <li>▪ Ségrégation, protection et fixation inadéquates dans les cheminements de câbles à proximité de matériaux / combustibles inflammables</li> </ul> |
| <b>Conception non tolérante aux erreurs</b>        | <p><b>CFM-EDA-3 OEM ne fournit pas de stratégie de maintenance appropriée pour l'installation technique livrée</b></p> <p>Une conception adéquate de l'équipement et sa livraison impliquent que l'opérateur reçoit des informations sur les tâches de maintenance. Quelques exemples de défaillances sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exigences de maintenance et d'entretien insuffisamment identifiées et décrites, par ex. systèmes de freinage, durée de vie de la protection des surfaces chaudes, durée moyenne de fonctionnement avant défaillance pour flexibles hydrauliques, etc.</li> </ul>  |

| Modes de défaillance de conception                      | Modes de défaillance crédible dans la conception d'équipement mobile : nom et description  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accès adéquat avec capacité d'exécuter les tâches de maintenance gênée par la conception de la machine, ce qui introduit un potentiel d'erreur</li> <li>▪ Composants critiques pour prévention ou extinction d'incendie non identifiés dans la stratégie de maintenance comme nécessitant une fréquence plus courte d'inspection et/ou remplacement</li> <li>▪ Identification inadéquate de composants de machine liés aux incendies (par ex. conduites de carburant, tuyauteries, détecteurs, défaillances d'éléments rotatifs, etc.) exposés prématurément à un endommagement et une défaillance</li> <li>▪ Analyse inadéquate des risques d'incendie d'équipement fournie par l'exploitant minier</li> <li>▪ Les exigences nominales minimales établies par le FEO sont inadéquates pour répondre aux exigences du site – et ceci n'est pas identifié au cours de la mise au point de la stratégie de maintenance</li> </ul>   |
| <b>Conception non tolérante aux erreurs</b>             | <p><b>CFM-EDA-21.20 Recommandations externes (alertes) non prises en compte par les concepteurs</b></p> <p>Contraintes dans l'adoption de modifications dans la conception à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exploitation de l'équipement mobile sur de multiples juridictions minières d'où un éventail d'exigences de conformité</li> <li>▪ Décalage entre réglementations, normes et directives régionales et mondiales</li> <li>▪ Modifications de conception recommandées techniquement non réalisables</li> <li>▪ Modifications de conception recommandées économiquement non viables</li> <li>▪ Nouvelles conceptions non facilement adaptées pour la flotte existante</li> </ul>   |
| <b>Dangers d'incendie par de nouvelles technologies</b> | <p><b>CFM-EDF-21.50 Nouvelle génération d'équipement mobile : potentiel d'incendie et enchaînements non reconnus</b></p> <p>Les risques d'incendie résultant de nouvelles technologies ne sont pas bien compris, ou ils sont évalués de façon inadéquate ; par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Véhicules électriques ou en partie électriques faisant appel à la régénération en descente</li> <li>▪ Remorquage incorrect de véhicules électriques à batterie</li> <li>▪ Nouvelle génération de moteurs diesel (norme 'Tier 4' – T4 Final de l'EPA), car ils fonctionnent à des températures plus élevées avec un potentiel accru d'exposition à des surfaces chaudes</li> <li>▪ Technologies nouvelles pour systèmes de gestion des commandes de véhicules désactivant l'intégration directe avec les systèmes d'arrêt et d'extinction d'incendies</li> <li>▪ Capacité inadéquate d'initiation de systèmes anti-incendie pour équipements actionnés à distance</li> <li>▪ Évaluation inadéquate des interventions anti incendie pour sources de stockage d'énergie de nouvelle génération, par ex. batteries lithium-ion, piles à combustible d'hydrogène, etc.</li> </ul> |

Tableau 3 : Modes de défaillance crédible correspondant à la maintenance d'équipement mobile

| Modes de défaillance de conception  | Modes de défaillance crédible dans la maintenance : nom et description  |
|---|---|
| <b>Défaillances de composants qui rejettent des liquides inflammables</b>               | <p><b>CFM-EPA-31.10 Perte de confinement de combustible liquide : maintenance non conforme aux normes établies</b></p> <p>Pendant une exploitation normale, il se produit une défaillance de réservoirs, flexibles ou conduites contenant du carburant, du liquide d'hydraulique, de graissage, de refroidissement, etc. à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuites sur flexibles ou conduites par excès ou insuffisance de serrage</li> <li>▪ Défaut par frottement ou usure résultant de maintenance ou réinstallation de flexibles et conduites indépendamment des recommandations de FEO ou fournisseur tiers</li> <li>▪ Le liquide rejeté est un combustible pouvant être enflammé par une surface chaude exposée, par ex. turbocompresseur, échappement, défaut électrique, etc.</li> <li>▪ La défaillance conduisant au rejet de liquide est due à une maintenance inadéquate de composants d'équipement de FEO ou de tiers</li> <li>▪ Liquides inflammables introduits dans le cadre d'un processus de maintenance (par ex. solvants, produits de nettoyage, etc.)</li> </ul> |
| <b>Protection thermique fragilisée et combustible solide</b>                            | <p><b>CFM-EPA-31.11 Combustible solide, composants présents sur équipement mobile devenant du combustible : normes de maintenance inadéquates</b></p> <p>Composants solides constituant une source de combustible, à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Composants inflammables (par ex. couvertures) restant en contact avec des composants chauds (par ex. turbocompresseur, échappement, etc.)</li> <li>▪ Installation de composant(s) inflammable(s) et/ou hors spécifications du FEO</li> <li>▪ Retrait / absence de remplacement de barrières protectrices entre composants chauds et inflammables</li> <li>▪ Nettoyage ou retrait inadéquats de conduites inflammables (par ex. charbon) sur des emplacements de composants chauds ou à leur proximité</li> </ul>   |
| <b>Introduction de combustibles externes pendant la maintenance</b>                     | <p><b>CFM-EPA-31.12 Du combustible est introduit sur l'équipement mobile : normes de conception inadéquates</b></p> <p>Pendant une exploitation normale, une source de combustible extérieure introduite en cours de maintenance s'enflamme au contact d'une surface chaude comme un turbocompresseur, un échappement, etc. à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ chiffons de nettoyage</li> <li>▪ graisse / lubrifiants</li> <li>▪ solvants et dégraissants</li> <li>▪ conteneurs inflammables</li> <li>▪ autres matières inflammables laissées dans le compartiment moteur</li> </ul>   |
| <b>Défaillances de composants en service provoquant une augmentation de température</b> | <p><b>CFM-EPA-31.13 Maintenance inadéquate engendrant une chaleur excessive pendant l'exploitation subséquente de l'équipement mobile</b></p> <p>Incendies consécutifs à la maintenance, à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pendant une exploitation normale, les composants du moteur s'élèvent au-dessus de la température d'allumage de sources voisines de combustible, par ex. défaillance de turbocompresseur, par ex. écran thermique non remplacé sur turbocompresseur</li> <li>▪ Allumage suite à un défaut électrique (par ex. inspection / remise en état inadéquates de câbles entraînant le pincement / l'endommagement des</li> </ul>  |

| Modes de défaillance de conception  | Modes de défaillance crédible dans la maintenance : nom et description   |
|---|--|
|   | <p>câbles, emplacements de batteries fragilisés, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frottements entre composants en mouvement, par ex. palier de roue usé</li> <li>▪ Absence d'identification par les techniciens de maintenance d'éléments fragilisés sur les systèmes de carburant, d'hydraulique ou d'intervention contre l'incendie (donc absence de demande ou de clôture d'ordres de travaux répondant aux exigences du site)</li> <li>▪ Fonctionnement sans graissage</li> <li>▪ Blindage contre la chaleur</li> <li>▪ Barrières de déflexion séparant des surfaces chaudes (par ex. turbocompresseurs) les flexibles d'huile et les conduites de carburant</li> <li>▪ Remplacement inadéquat des composants, par ex. confinement des conduites de carburant et des flexibles hydrauliques afin d'éviter que des fuites ne se pulvérisent sur des surfaces chaudes</li> </ul> |
| <b>Défaillances de systèmes de travaux à chaud</b>                                      | <p><b>CFM-EPA-31.14 Source de chaleur extérieure introduite sur équipement mobile pendant la maintenance</b></p> <p>Les employés à la maintenance introduisent de la chaleur à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réalisation de travaux de maintenance à chaud directement sur équipement mobile ou à proximité (étincelles, éléments inflammables au contact de scories)</li> <li>▪ Carence de suivi adéquat d'une procédure de travaux à chaud (par ex. surveillance d'incendie absente ou inadéquate)</li> <li>▪ Absence de mise en place de protection thermique autour d'éléments inflammables de l'équipement pendant la réalisation de travaux à chaud</li> <li>▪ Utilisation de matériel défectueux pour les travaux à chaud (y compris équipement défectueux pour intervention sur travaux à chaud)</li> </ul>  |
| <b>Défaillances de composants en service provoquant une augmentation de température</b> | <p><b>CFM-EPA-31.01 Équipement remis en service sans inspection et confirmation de tâche adéquates</b></p> <p>À cause de contrôle qualité inadéquat : inspection inadéquate avant de remettre l'équipement en service – avec inspections ne couvrant pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Travail d'entretien et de maintenance efficace et enregistré</li> <li>▪ Non-identification / confirmation de fuites sur flexibles et conduites de fluides</li> <li>▪ Inadéquation d'installation et de maintenance de déflecteurs et d'isolation de surfaces chaudes</li> <li>▪ Systèmes de détection, d'alarmes et d'extinction d'incendie non fonctionnels / non remis en service de manière efficace</li> <li>▪ Utilisation de composants de remplacement de conception / qualité inadéquates</li> </ul>  |
|   | <p><b>CFM-EPA-31 Recommandations de FEO ou Fournisseur tiers non appliquées</b></p> <p>Défauts inhérents à la conception ou à la fabrication non corrigés à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Absence de processus en place sur les sites d'exploitation pour appliquer les recommandations</li> <li>▪ Absence de priorité vis-à-vis des mesures / ordres de travaux prescrits à la suite d'alertes par FEO / autres fournisseurs pour traitement dans les délais</li> <li>▪ Relation non perçue entre l'équipement en service sur le site et l'application d'alertes de sécurité et de bulletins techniques</li> </ul>  |

Tableau 4 : modes de défaillance crédible correspondant au système de détection et d'extinction d'incendie

| Modes de défaillance de conception  | Modes de défaillance crédible de système de détection et d'extinction d'incendie : nom et description   |
|---|---|
| Défaillance de systèmes de détection et d'extinction d'incendie             | <p><b>CFM-EDF-23.01 Les systèmes d'extinction d'incendie ne fonctionnent pas ou sont inadéquats : défaut de conception</b></p> <p>À cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La conception du système d'extinction des incendies permet à l'opérateur de s'échapper, mais elle est inadéquate pour l'extinction de certains incendies compte tenu de son manque de capacité, de l'agent d'extinction sélectionné, ou du type et de l'intensité de l'incendie, par ex. incendies verticaux de grande ampleur</li> <li>▪ La source d'inflammation ne peut pas être éteinte en raison d'une capacité inadéquate de stockage d'agent d'extinction</li> <li>▪ Il n'est pas possible d'isoler la source de combustible</li> <li>▪ Position inefficace des conduites de détection ('Pyro Tubes') ou des buses d'arrosage d'agent d'extinction</li> <li>▪ Le déploiement automatique du système d'extinction ou d'arrêt ne s'active pas comme prévu</li> <li>▪ L'interface opérateur du système d'extinction d'incendie ne transmet pas de façon efficace l'exigence pour déploiement (absence de commande vocale ou autre système de notification)</li> <li>▪ Systèmes du véhicule endommagés ou réduits à cause d'une collision ou d'un renversement</li> </ul>  |
| Intégration de logique d'interface entre équipements et systèmes d'incendie | <p><b>CFM-EDF-28.01 Défaillance de système d'extinction d'incendie suite à des problèmes de logique d'interface</b></p> <p>À cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Signal d'activation automatique ou manuelle du système envoyé, mais non reçu par le système d'extinction d'incendie</li> <li>▪ Signal d'activation automatique ou manuelle du système envoyé et reçu par le système d'extinction d'incendie qui est activé, mais ne réussit pas à éteindre l'incendie à cause d'un problème de séquence ou de minutage, c.-à-d. ventilateurs de refroidissement continuant à fonctionner, temporisation incorrecte, non intégrée dans la conception de base de la machine</li> </ul>   |
| Conception inadéquate des systèmes de détection et d'extinction d'incendie  | <p><b>CFM-EDF-25 Externalisation de conception, configuration et installation des systèmes d'extinction des incendies : assurée par l'exploitant sans spécification ou surveillance par le FEO</b></p> <p>La conception de système d'extinction des incendies ne maîtrise pas de façon adéquate le risque d'incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une information inadéquate ou inefficace sur le potentiel relatif d'incendie au cours de l'exploitation est fournie par le FEO</li> <li>▪ Installation vulnérable, c.-à-d. que les activateurs du système d'extinction sont désactivés par l'incendie</li> <li>▪ L'installation d'un système d'extinction d'incendie entrave le fonctionnement de l'équipement, avec notamment endommagement de composants existants pouvant conduire à un événement d'incendie</li> <li>▪ Longueurs de tuyaux d'agent d'extinction susceptibles d'endommagement mécanique</li> <li>▪ Couverture inadéquate par la détection de zones à haut risque</li> <li>▪ Intégration inefficace d'un système de composants provenant de concepteurs multiples, c.-à-d. système hybride</li> <li>▪ Acceptation inadéquate par l'exploitation du site ou approbation pour procédé d'exploitation sans identification et correction de défauts de fabrication et/ou de conception</li> <li>▪ La conception de l'équipement du FEO prévoit de façon inadéquate l'extinction d'incendie par tierce partie (espace insuffisant pour bouteilles</li> </ul> |

| Modes de défaillance de conception   | Modes de défaillance crédible de système de détection et d'extinction d'incendie : nom et description   |
|--|---|
|  | d'agent d'extinction, câbles, flexibles, colliers, etc.)  |
| Installation inadéquate des systèmes de détection et d'extinction d'incendie | <p><b>CFM-EDF-25.01 Spécification, conception, installation, mise à l'essai et maintenance faisant intervenir des concepteurs et des fournisseurs multiples</b></p> <p>Spécification et installation inadéquates du système, conduisant à des défauts d'intégration à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Communication inadéquate des exigences de performance et exigences techniques pour conception et installation entre les FEO et les concepteurs tiers</li> <li>• Maintenance et mise à l'essai inadéquates et/ou inefficaces par la société d'exploitation, le FEO, le concessionnaire ou les tiers à cause d'une connaissance inadéquate de l'exploitation intégrée des systèmes</li> </ul> |



 [enquiries@emesrt.org](mailto:enquiries@emesrt.org)

 [emesrt.org](http://emesrt.org)

 Suivez-nous sur LinkedIn