

INCENDIE ET EXPLOSION : TOUS CONCERNÉS

Prenant en compte la grande diversité des entreprises qui présentent des risques d'incendie ou d'explosion, cet article rappelle les notions et principes de base pour mettre en œuvre une démarche de prévention à la mesure de chaque situation rencontrée. L'application des principes, méthodes et outils détaillés dans ce dossier permet d'adapter la prévention des risques à l'évolution rapide des nouvelles technologies.

BENOÎT SALLÉ,
PIERRE-NICOLAS MAUGER
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

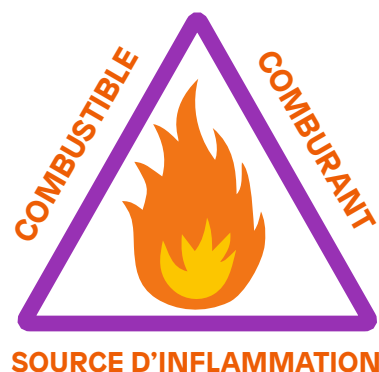
Les risques d'incendie et d'explosion sont des sujets de préoccupation permanente pour de nombreuses entreprises. En effet, les incendies et les explosions sont à l'origine de blessures graves, voire de décès, et de dégâts matériels considérables. Chacun de ces risques fait l'objet d'une démarche de prévention spécifique dont l'objectif prioritaire est d'agir avant que le sinistre ne survienne. Il n'en reste pas moins que, compte tenu des conséquences de ces événements, il est aussi nécessaire de combiner des dispositions techniques et organisationnelles, avec pour objectif de limiter l'étendue d'un éventuel sinistre. L'incendie et l'explosion d'atmosphère explosive (ATEX) se définissent comme des réactions de combustion ; ainsi, l'incendie peut mener à une explosion et inversement. Les produits combustibles qui génèrent ces phénomènes dangereux sont extrêmement courants en entreprise ; il est donc nécessaire que toutes les situations de travail les mettant en œuvre fassent l'objet d'une analyse des risques pour mettre en place des mesures de prévention et des moyens de protection adaptés.

Afin de maîtriser les démarches de prévention, il est essentiel de comprendre ces phénomènes dangereux et de connaître les conditions de leur survenue. Pour l'incendie, la représentation la plus commune est le « triangle du feu » (Cf. Encadré 1). En effet, la réaction de combustion doit mettre en œuvre trois éléments, schématisés par le triangle du feu, pour pouvoir être initiée. Cette réaction de combustion va engendrer un important dégagement de chaleur, ainsi que des fumées composées de particules et de produits de dégradation majoritairement inflammables et toxiques (oxydes de carbone, acides, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). En l'absence de dispositions techniques et organisationnelles permettant de limiter sa propagation, l'incendie continue jusqu'à ce qu'il ne reste plus de combustible ou de comburant. Pour que la réaction de combustion puisse produire une explosion, caractérisée par des effets de surpression en plus des effets thermiques, il est nécessaire d'ajouter trois conditions au triangle du feu. On parle alors de l'« hexagone de l'explosion » (Cf. Encadré 2).

ENCADRÉ 1 LE TRIANGLE DU FEU

Pour qu'une combustion susceptible de produire un incendie soit possible, il faut trois conditions simultanées [1] :

- un combustible, c'est-à-dire une matière capable de brûler (matériau de construction, bois, essence, papier, carton, chiffon...);
- un comburant, qui, en se combinant avec le combustible, permet la combustion (oxygène, air...);
- une source d'inflammation, qui va initier la réaction de combustion (étincelle, flamme nue, surface chaude...).



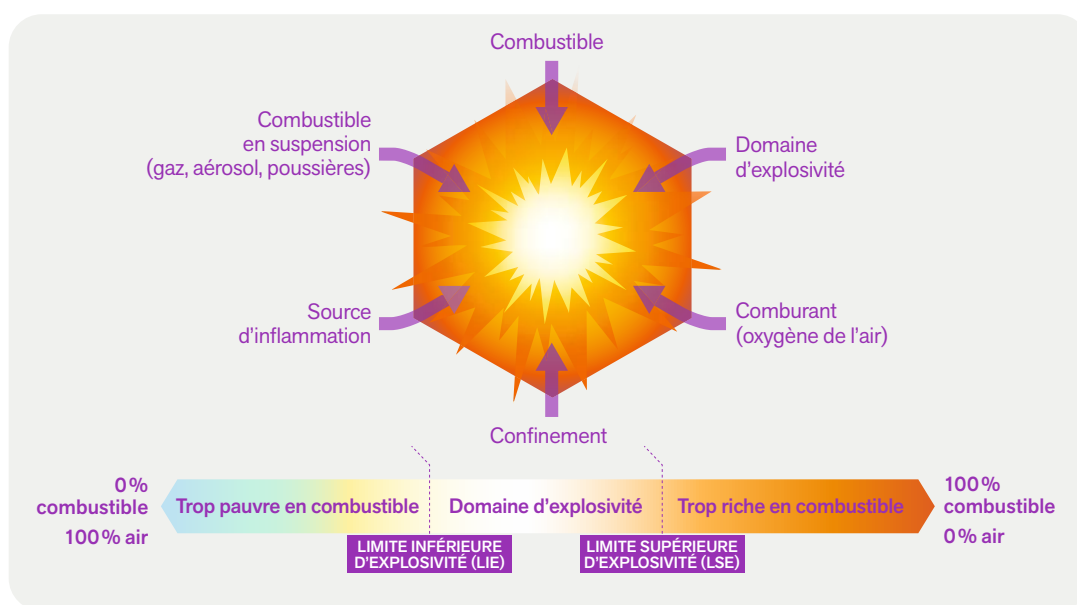
ENCADRÉ 2

L'HEXAGONE DE L'EXPLOSION

Pour qu'une explosion se produise, il faut six conditions simultanées [2].

Le confinement n'est pas une condition indispensable, mais représente un facteur aggravant du phénomène d'explosion et des risques associés.

**Hexagone de l'explosion :
6 conditions à remplir**



L'intérêt de ces représentations, au-delà de la compréhension des phénomènes dangereux mis en jeu, est que toute action portant sur au moins un des sommets aura pour incidence la diminution voire la suppression du risque.

Démarche de prévention : approches stabilisées, offre d'information de l'INRS

Face à l'enjeu, l'INRS a développé une offre d'information complète avec des produits relatifs aux différentes étapes de la démarche de prévention ou à des domaines ou thèmes spécifiques. Cette offre comprend notamment :

- des outils de sensibilisation: documents synthétiques [1-2], dossiers Web sur l'incendie et l'explosion [3], vidéos en format court utilisables également pour des formations, affiches et autocollants [4];
- des outils méthodologiques: évaluation du risque d'incendie [5] et du risque d'explosion [6], démarche de prévention (notamment permis de feu [7], consignes de sécurité [8] et consignation/déconsignation des installations [9]);
- des publications techniques sur la prise en

compte du risque: incendie [10], explosion de gaz/vapeurs [11], explosion de poussières [12];

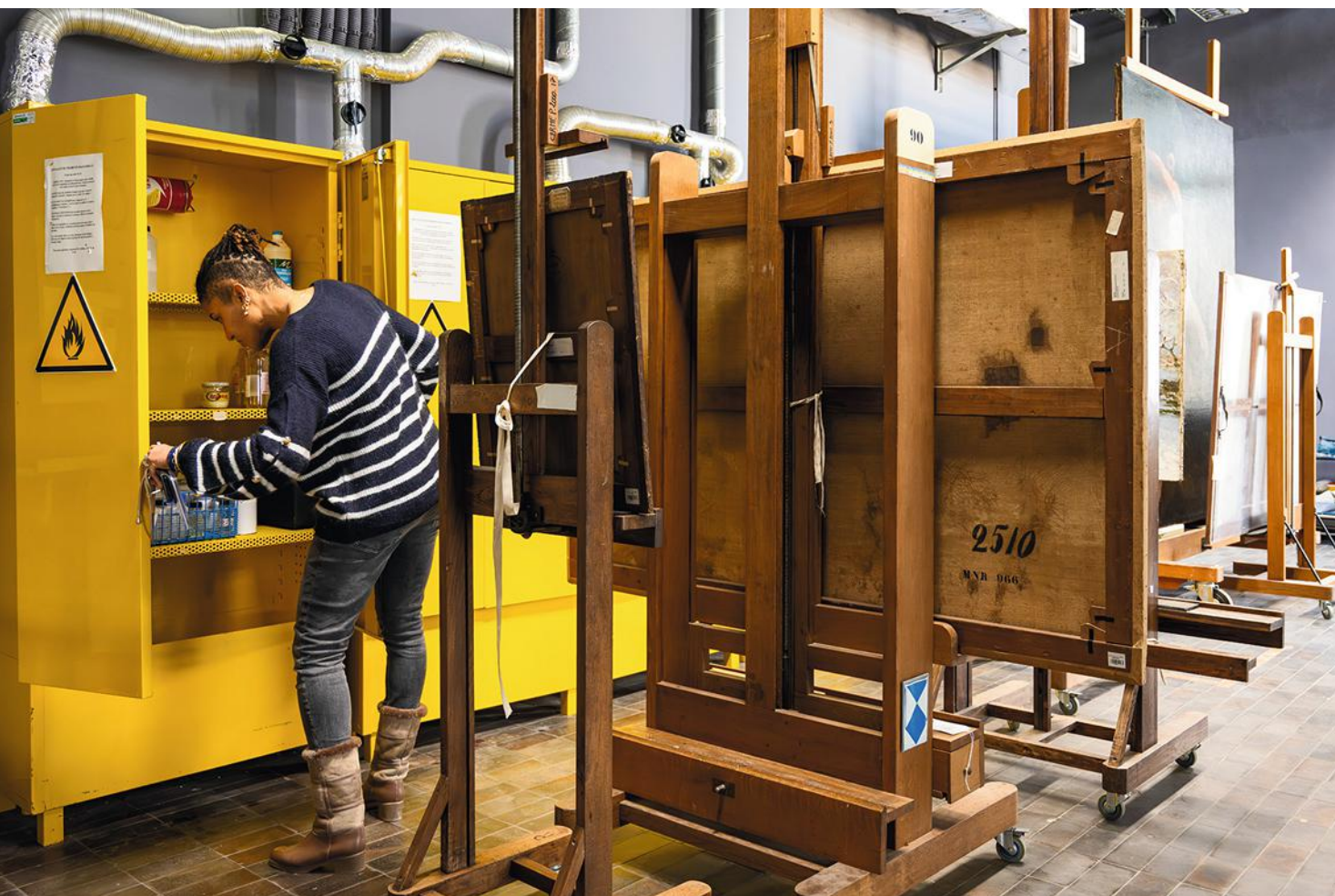
- des publications consacrées à certaines situations de travail ou certains domaines d'activité: charges des accumulateurs plomb-acide [13], méthanisation [14], véhicules industriels équipés au gaz naturel [15], nettoyage des cuves de produits pétroliers en station de distribution [16], choix et utilisation des extincteurs [17], industrie du bois [18];
- des rediffusions de journées techniques permettant de partager des bonnes pratiques en termes de prévention [19,20].

Malgré l'importance de ce fonds documentaire, il ne pourra jamais être exhaustif et aborder l'ensemble des situations de travail et des mesures de prévention et de protection adaptées à mettre en place, notamment pour la prévention des risques émergents.

Évolutions technologiques : revenir à une démarche complète de prévention

Dans ce dossier, le choix a été fait de privilégier des articles mettant en lumière une démarche méthodologique globale qui n'est souvent pas détaillée





© Patrick Delapierre pour l'INRS / 2025

pour des équipements ou des procédés existants. En effet, les évolutions constantes de la technique, des produits utilisés et des besoins de solutions industrielles, additionnées à la pression socio-économique d'autre part, montrent qu'il est primordial de ne pas oublier que la prévention des risques est une démarche structurée et méthodique amenant à la mise en place des mesures de prévention et de protection adaptées au risque. Les développements de nouveaux procédés ou l'émergence de nouvelles situations de travail nécessitent une appropriation de la culture de prévention des risques par les acteurs concernés. Par ailleurs, les concepts de sécurité préexistants pouvant atteindre leurs limites, une analyse de risque spécifique est essentielle afin de mettre en place des moyens de prévention et de protection adaptés. Tout cela doit être intégré dans une vision globale, depuis la conception des équipements et des situations de travail jusqu'à l'entretien et la maintenance de ces équipements.

Bien connaître les produits pour mieux évaluer les risques

Le deuxième article (Cf. pp. 28-37) correspond au premier thème essentiel de la démarche de préven-

tion : la connaissance de la dangerosité des produits. Pour un gaz ou une vapeur combustible, les données sont largement disponibles. Il existe par ailleurs des approches permettant d'estimer les données relatives à l'inflammabilité/explosivité des substances en mélange. Cependant, cette connaissance acquise pour les gaz/vapeurs n'est pas transposable aux poudres et poussières utilisées ou produites par les procédés. Cet article aborde donc les facteurs qui influencent les caractéristiques d'explosivité des matériaux solides, tout en définissant des éléments indispensables pour une bonne analyse de risques tout au long du procédé.

Dans la suite du dossier, les risques émergents liés aux nouveaux vecteurs énergétiques (hydrogène, batteries lithium-ion) sont abordés (Cf. pp. 38-41 et pp. 42-47). Ils éclairent le lecteur sur les spécificités de ces produits.

L'hydrogène, outre ses propriétés de combustion singulières (très faible énergie d'inflammation, vaste domaine d'inflammabilité, vitesse élevée de propagation du front de flamme, cinétique de montée en pression rapide), doit également être appréhendé vis-à-vis de sa compatibilité avec les matériaux (fragilisation des métaux, perméabilité entraînant

des fuites) et de sa pression de stockage très élevée dans les applications visées (pouvant dépasser plusieurs centaines de bars).

Pour les batteries lithium-ion, leur défaillance (emballement thermique notamment) peut entraîner des cinétiques d'incendie particulièrement violentes et difficiles à maîtriser, voire une explosion. Ces éléments remettent en question les stratégies de sécurité habituellement utilisées pour prévenir les risques d'incendie/explosion.

Intégrer la sécurité des travailleurs dans une approche globale

Le cinquième article (Cf. pp. 48-55) présente une démarche méthodologique robuste de « maîtrise des risques », issue de l'industrie et du domaine du pétrole et du gaz, appliquée aux nouveaux vecteurs énergétiques. Cette méthode décloisonne les différentes approches de la prévention des risques et replace la santé et la sécurité des salariés au cœur d'une approche globale. Elle apporte aux préventeurs une connaissance des autres outils et visions existantes des différentes parties prenantes (fabricants, intégrateurs, installateurs, législateur, assureurs, services de secours...), permettant d'enrichir

leur réflexion et leur compréhension des risques dans les applications émergentes. De plus, les différentes barrières de sécurité ont une influence conjointe et globale sur la prévention du risque. Leur connaissance et leur prise en compte sont donc également importantes pour la sécurité des travailleurs. Par ailleurs, face aux limitations de l'approche prescriptive actuelle concernant les nouveaux enjeux liés aux risques émergents et à leur prévention, le sixième article (cf. pp. 56-60) présente l'approche dite d'« ingénierie de sécurité incendie », en illustrant son apport pour la sécurité des travailleurs. Ces outils, appliqués à l'incendie et à l'explosion, se sont en effet largement perfectionnés au cours des vingt dernières années. Portés par un contexte réglementaire favorable, ils fournissent aux préventeurs des éléments d'évaluation des risques précis en fonction de nombreux paramètres.

Conclusion

Compte tenu de l'évolution rapide des technologies, la mise en œuvre des principes, méthodes et outils détaillés dans le dossier est nécessaire pour une prévention adaptée des risques associés à ces nouvelles applications. ●

BIBLIOGRAPHIE

- [1] INRS – *L'incendie sur le lieu de travail*. ED 6336. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206336>
- [2] INRS – *L'explosion d'Atex sur le lieu de travail*. ED 6337. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206337>
- [3] INRS – *Incendie et explosion sur le lieu de travail. S'informer pour prévenir*. ED 4702. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204702>
- [4] INRS – *Incendie et explosion : des combustions ravageuses*. Page portail / Dossiers Web. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/risques/incendie-explosion/introduction.html>
- [5] INRS – *Évaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique*. ED 970. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20970>
- [6] INRS – *Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (Atex). Guide méthodologique*. ED 945. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20945>
- [7] INRS – *Le permis de feu. Démarche et document support*. ED 6030. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206030>
- [8] INRS – *Consignes de sécurité incendie. Conception et plans associés*. ED 6230. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206230>
- [9] INRS – *Consignations et déconsignations*. ED 6109. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206109>
- [10] INRS – *Incendie et lieu de travail. Prévention et organisation dans l'entreprise*. ED 990. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20990>
- [11] INRS – *Les mélanges explosifs. Gaz et vapeurs*. ED 911. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20911>
- [12] INRS – *Les mélanges explosifs. Poussières combustibles*. ED 944. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20944>
- [13] INRS – *Charge des batteries d'accumulateurs au plomb. Prévention du risque explosion*. ED 6120. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206120>
- [14] INRS – *Méthanisation des déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Risques et prescriptions de sécurité*. ED 6153. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206153>
- [15] INRS – *Véhicules industriels équipés au gaz naturel*. ED 6090. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206090>
- [16] INRS – *Stations-services et autres stations de distribution de produits pétroliers. Prévenir les risques lors des opérations de maintenance*. ED 6256. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206256>
- [17] INRS – *Les extincteurs d'incendie portatifs, fixes et mobiles*. ED 6054. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206054>
- [18] INRS – *Incendie et explosion dans l'industrie du bois*. ED 6021. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206021>
- [19] LABORDE L. – Prévention du risque incendie : enjeux et principes. Compte rendu de la journée technique organisée par l'INRS le 11 décembre 2018. *Hygiène & sécurité du travail*, 2019, CC 27, pp. 90-94. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=CC+27>
- [20] INRS – *Journée technique du 17 novembre 2020 – Atmosphères explosives en entreprise : quels risques, quelle prévention ?* Présentation et rediffusions accessibles sur : <https://www.inrs.fr/footer/actes-evenements/journee-technique-atex.html>