

Un article proposé par Jean Pariès
Animateur de programmes et ancien directeur scientifique de la Foncsi

Une démarche épidémiologique contre le syndrome de la sécurité fantôme

Réflexions suite à l'accident de l'aéroport de Washington le 19 janvier 2025

Dans cette « Tribune de la sécurité industrielle », Jean Pariès, ancien directeur scientifique de la Foncsi et ancien chef adjoint du Bureau d'enquêtes et d'analyses (BEA) et responsable des enquêtes, nous livre quelques réflexions suite au rapport préliminaire du NTSB sur la collision en vol survenue le 29 janvier 2025 à Washington. N'est-il pas prématuré de livrer des recommandations ? Cet accident était-il prévisible ? N'est-il pas révélateur d'un dysfonctionnement plus profond de certains modèles de sécurité ? Au travers de la relecture de cet accident et des premiers rapports qui ont été publiés, Jean Pariès aborde une notion peu développée, celle du « syndrome de la sécurité fantôme ».

Le 29 janvier dernier, une collision en vol est survenue à 20h48, heure locale, à proximité de l'aéroport Reagan National de Washington, entre un avion de transport régional Bombardier CRJ700 de la compagnie PSA Airlines, filiale d'American Airlines, et un hélicoptère Sikorsky UH-60 Black Hawk de l'US Army. L'avion était en approche finale vers la piste 33 de cet aéroport, l'hélicoptère en vol d'entraînement et en transit dans le voisinage du seuil de cette piste. Un accident d'autant plus spectaculaire qu'un enregistrement en direct par une caméra de surveillance en a été rediffusé par les chaînes de télévision dans le monde entier.

L'interprétation de Donald Trump

Dès le lendemain matin, lors d'une conférence de presse improvisée par lui-même, en l'absence de toute donnée sérieuse sur le scénario de l'accident, Donald Trump est venu donner au monde entier son « opinion » sur l'accident. Les contrôleurs aériens n'étaient pas, comme ils auraient dû l'être, des « génies talentueux », « au plus haut standard d'intelligence et de psychologie », et cela parce que les administrations Obama puis Biden avaient imposé à la FAA (Federal Aviation Administration) de respecter un plan de recrutement anti-discrimination et pro-diversité. Le contrôle aérien a ainsi été envahi par des handicapés. « *Il s'agit notamment de l'ouïe, de la vue, de l'absence d'extrémités, de paralysie partielle, de paralysie complète, d'épilepsie, de déficience intellectuelle grave, de déficience psychiatrique et de nanisme, tous ces troubles étant qualifiés pour le poste de contrôleur d'avions qui affluent dans notre pays. [...] Ensuite, il y a un groupe au sein de la FAA, une autre histoire, qui a déterminé que la main d'œuvre était trop blanche et qui a déployé des efforts concertés pour que l'administration change cela, et ce, immédiatement. C'était sous l'administration Obama, juste avant mon arrivée. Et nous avons pris soin des Afro-américains, des Hispano-américains, nous avons pris soin de tout le monde à un niveau jamais vu auparavant* ». Et quid des pilotes de l'hélicoptère ? Là aussi, c'est très simple : Donald Trump avait pu visionner l'enregistrement de vidéo-surveillance, et... « *Il y a eu un problème de pilotage de l'hélicoptère. Comme c'était visible, la nuit était très claire. Il faisait froid, mais la visibilité était*

POUR RÉAGIR à cette Tribune de la sécurité industrielle, rendez-vous sur www.foncsi.org

Foncsi

Fondation pour une culture de sécurité industrielle
tribunes@foncsi.org



optimale. L'avion d'American Airlines avait les phares allumés. Tous ses phares d'atterrissage étaient allumés. Je pouvais le voir sur la vidéo du Kennedy Center. [...] J'ai des hélicoptères. On peut arrêter un hélicoptère très rapidement. Il pouvait monter ou descendre. Il pouvait tourner, mais le virage qu'il a effectué n'était évidemment pas le bon, et il a fait un peu le contraire de ce qu'on lui avait indiqué »...

Le rapport préliminaire du NTSB

Environ un mois plus tard, le 7 mars dernier, sur la même planète et dans la même ville de Washington, le NTSB (National Transportation Safety Board) a publié, conformément à la règle d'usage, son rapport préliminaire (*Investigation Preliminary Report*) concernant cet accident, ainsi qu'un texte de recommandations urgentes (*NTSB's urgent recommendation report*). La clarté et la rigueur avec lesquelles ces documents sont rédigés, et ont été présentés à la presse par la [présidente du NTSB Jennifer Homendy](#), sont absolument remarquables. On peut retrouver toutes les communications du NTSB sur la progression de son enquête sur la [page dédiée de son site](#). On y voit tout le professionnalisme de cet organisme, porté ici à son plus haut niveau. Nul besoin de pousser très loin la malice pour y entendre comme un petit écho à ce qui précède...

Pourtant, au fond, le NTSB ne fait-il pas la même chose que Trump : conclure avant de savoir ? Car il publie un rapport préliminaire, certes déjà très riche en faits établis, mais dont il dit lui-même qu'il est très loin, à ce stade, d'établir ne serait-ce que le scénario précis de l'accident – sans même parler des causes. Or en même temps, il publie des recommandations « urgentes », qui ne recommandent rien moins que de stopper et reconsidérer complètement un trafic hélicoptères intense au service de tous les VIP de Washington !

« La publication simultanée de résultats d'enquête très préliminaires et de recommandations urgentes est un classique de l'enquête accident, notamment dans l'aviation. »

Qu'on se rassure : cette contradiction n'est qu'apparente, et la démarche du NTSB est bien l'antithèse absolue du numéro de Trump. La publication simultanée de résultats d'enquête très préliminaires et de recommandations urgentes est un classique de l'enquête accident, notamment dans l'aviation. Elle illustre la coexistence et l'articulation de deux démarches d'analyse, distinctes mais complémentaires, dans l'extraction des leçons d'un accident. Mais cette distinction n'est pas toujours très facile à appréhender. Or l'illustration que le NTSB nous en offre est très démonstrative. Je vais donc essayer de profiter de cette occasion pédagogique dans la suite de ce texte. Et on verra même que l'intérêt de cette distinction dépasse le domaine de l'analyse d'événement a posteriori, pour inclure les capacités proactives de détection de modes cachés de défaillance. Notamment celui que j'appellerai « syndrome de la sécurité fantôme », et qui est à mon sens illustré également par l'accident de Washington.

Analyse causale et analyse critique du modèle de sécurité ?

J'ai évoqué la coexistence et l'articulation de deux démarches d'analyse dans le cadre du retour d'expérience (REX). La première est l'analyse causale : son but est de comprendre l'échec, c'est-à-dire les causes de l'incident/accident, pour en déduire des recommandations de sécurité visant à éradiquer ces causes pour réduire la probabilité de récurrence.

« Sachant ce qu'on a appris avec ces incidents/accidents, peut-on encore faire confiance à ce modèle de sécurité, et poursuivre les opérations similaires en attendant des correctifs tactiques, ou faut-il tout arrêter [...] et repenser la stratégie ? »

La seconde est une « analyse critique du modèle de sécurité », c'est-à-dire un questionnement, basé sur les constats d'expérience, de la validité de la stratégie et des principes de base censés garantir cette sécurité. Son but est d'abord de bien expliciter le modèle de sécurité, c'est-à-dire de bien comprendre les conditions postulées du succès, pour répondre ensuite à la question : « Sachant ce qu'on a appris avec ces incidents/accidents, peut-on encore faire confiance à ce modèle de sécurité, et poursuivre les opérations similaires en attendant des correctifs tactiques, ou faut-il tout arrêter (ex. bloquer au sol le Boeing 737 Max) et repenser la stratégie ? ».

On voit bien que les deux démarches sont complémentaires. La compréhension des causes de l'accident va aider à évaluer ses chances de se reproduire, ici ou ailleurs, et donc aider à répondre à la seconde question, qu'on pourrait résumer par : « Est-ce que c'est grave, ou est-ce que c'est très grave ? ». Inversement, la connaissance d'une faiblesse générique dans le modèle de sécurité peut guider la recherche des causes d'un accident particulier.

Mais on voit également que les rapports à l'urgence des deux démarches sont très différents. On peut souvent – et parfois on doit – attendre la compréhension détaillée des causes conjoncturelles d'un accident avant de

« Il est souvent utile ou nécessaire de faire appel à une autre démarche que l'analyse causale pour valider ou invalider (falsifier) le modèle de sécurité. »

mettre en œuvre les correctifs. On ne peut pas attendre pour prendre des mesures de sauvegarde et corriger des failles d'échelle systémique. C'est pourquoi les recommandations urgentes sont formulées au fur et à mesure qu'elles apparaissent justifiées dans l'analyse causale, sans attendre l'achèvement de celle-ci. Mais c'est également pourquoi il est souvent utile ou nécessaire de faire appel à une autre démarche que l'analyse causale pour valider ou invalider (falsifier) le modèle de sécurité. C'est là qu'intervient l'analyse critique du modèle de sécurité.

Analyse clinique et analyse épidémiologique

Pour aider à bien comprendre ces deux démarches et leur articulation, considérons un autre domaine où on cherche également à comprendre (diagnostiquer) ce qui ne va pas (une maladie), à partir de signaux (symptômes) plus ou moins graves ou évidents, et à corriger la situation (soigner) : le domaine de la santé. Les médecins procèdent à des analyses cliniques : ils vous examinent, vous, un cas particulier, détectent des symptômes, vous interrogent sur le contexte, s'informent sur les épidémies en cours, produisent un diagnostic, et en déduisent un traitement. L'épidémiologiste quant à lui procède, comme son nom l'indique, à des analyses épidémiologiques. Il consolide l'ensemble des diagnostics des médecins, s'intéresse à l'évolution de leurs fréquences et de leur distribution dans l'espace et dans le temps, et se réfère à des lois de propagation et à des connaissances sur la contagiosité et la gravité des maladies en cause.

Le rapprochement des termes « analyse causale » et « analyse critique » d'une part, et « analyse clinique » et « épidémiologique » d'autre part est sans doute plus métaphorique que rigoureux, mais je le trouve fécond, car il indique mieux la différence d'échelle et de perspective des deux démarches. Regardés à travers ce prisme, les deux documents du NTSB illustrent bien l'articulation entre elles.

Le rapport préliminaire se centre sur le recueil des faits et du contexte, et constitue la première étape de l'analyse clinique, le recueil des symptômes, avant l'analyse causale proprement dite, le diagnostic.

Les recommandations de la seconde publication découlent essentiellement d'une analyse épidémiologique. La causalité directe ou indirecte (organisationnelle) de l'accident étant loin d'être établie à ce stade, elle s'intéresse au fonctionnement réel du modèle de sécurité qui était censé protéger les opérations conjointes de transit hélicoptères et d'approche finale avions vers la piste 33 de l'aéroport Reagan National, et au niveau de risque qui était accepté explicitement ou implicitement. Elle en fait à la fois une critique analytique et statistique.

La fenêtre de trajectoire des hélicoptères sur l'aéroport de Whashington

Le document des *Recommandations* présente en particulier un graphique montrant en section verticale la position relative de l'enveloppe normalisée des trajectoires des hélicoptères au-dessous de la trajectoire d'approche nominale des avions à l'atterrissage.

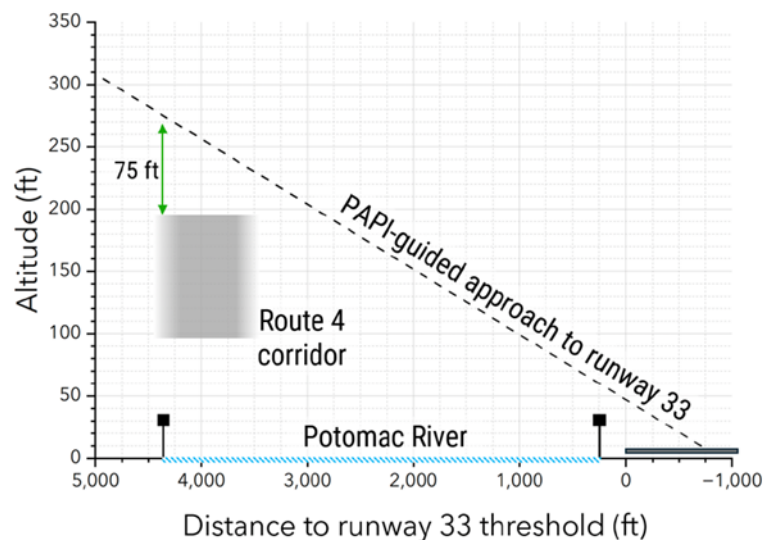


Figure 3. Cross section showing the notional separation between Route 4 and a PAPI-guided visual approach to runway 33, according to FAA charts and aerial photogrammetry analysis.

La ligne inclinée en pointillés représente la trajectoire nominale d'approche finale des avions au-dessus du Potomac, vers la piste 33, telle que définie et visualisée pour les équipages par le PAPI (*Precision Approach Path Indicator*). Cette trajectoire est représentée telle que vue depuis la trajectoire « Route 4 » des hélicoptères, c'est-à-dire sous un angle voisin de 90°. L'axe vertical repère l'altitude et l'axe horizontal la distance au seuil de piste. Le pavé gris représente la fenêtre par laquelle sont censées passer les trajectoires des hélicoptères (perpendiculaires au plan de la figure).

Ce graphique montre que, compte tenu de l'incertitude sur les trajectoires latérales des hélicoptères – et sans compter la dispersion verticale des trajectoires d'approche des avions (qui n'est pas nulle) –, même un strict respect par les hélicoptères de l'altitude maximum réglementaire de 200 pieds ne garantit qu'une séparation verticale de 75 pieds en cas de croisement « réel » des trajectoires à la verticale de la trajectoire avion. Cette séparation se réduit encore si la trajectoire de l'hélicoptère se décale vers la droite sur le schéma, c'est-à-dire vers le seuil de la piste 33, ce qui est tout à fait possible car le positionnement latéral de la trajectoire par rapport à la berge (ici en partie gauche de la figure) du Potomac n'est pas précisé dans la procédure.

Ce schéma montre que la limitation à 200 pieds de l'altitude de cheminement des hélicoptères ne peut pas assurer une séparation verticale suffisante, et ne peut donc pas être considérée comme le facteur de base de l'anticollision, mais seulement comme un atténuateur de risque secondaire. Le principe premier est donc nécessairement une séparation latérale, le cas échéant par altération de la trajectoire de l'hélicoptère pour éviter l'avion par l'arrière, sur instruction du contrôle aérien. Cela suppose notamment un contrôleur (attentif), une communication sol-bord efficace et une bonne identification de l'avion par l'équipage de l'hélicoptère. Ces deux dernières conditions semblent avoir été en défaut dans cet accident.

Multiplications des incidents avions-hélicoptères

On dit qu'il y a « perte de séparation » lorsque les distances latérales et verticales qui séparent deux aéronefs sont simultanément inférieures à des valeurs prédéfinies, considérées comme des minima de sécurité – ici 1 Nm (1850 mètres) en latéral et 400 pieds en vertical.

Un inventaire des pertes de séparation déclarées entre hélicoptères et avions à l'atterrissage entre 2011 et 2024 confirme la fragilité de ce modèle d'anticollision. Durant cette période, l'analyse des informations recueillies dans le cadre des programmes volontaires de signalement de sécurité, ainsi que des données de la FAA, a permis de recenser 15 214 incidents (plus de 1000 par an !) entre avions commerciaux et hélicoptères avec une distance de séparation latérale inférieure à 1 Nm et une séparation verticale inférieure à 400 pieds. 85 événements ont été enregistrés avec une séparation latérale inférieure à 500 mètres et une séparation verticale inférieure à 200 pieds (perte sévère de séparation). Et durant cette période, en moyenne, chaque mois a vu le déclenchement d'une alerte de résolution de conflit, c'est-à-dire une instruction d'exécution immédiate d'une manœuvre d'évitement d'urgence émise à l'équipage par le système d'anticollision embarqué TCAS (*Traffic Collision Avoidance System*) – instruction du type : « descendez, descendez » ou « montez, montez »...

Le NTSB en déduit que ces opérations simultanées de transit hélicoptères et d'atterrissage sur la piste 33 constituent dans les conditions actuelles une « prise de risque intolérable ». Il en conclut qu'il est urgent d'interrompre la section concernée des cheminements hélicoptères (Route 4), et de reconcevoir la coexistence des opérations hélicoptères et avions sur l'aéroport de Washington. Et ceci, indépendamment de la causalité détaillée de la collision du 29 janvier, qui sera précisée par la poursuite de l'enquête.

« Il n'est pas toujours nécessaire de comprendre la causalité détaillée d'un accident pour définir des actions correctrices. »

On voit dans cet exemple l'articulation des conclusions *a posteriori* qu'on peut associer aux deux démarches : il

n'est pas toujours nécessaire de comprendre la causalité détaillée d'un accident pour définir des actions correctrices. Cela ne signifie pas qu'il est inutile de poursuivre l'enquête et l'analyse de cette causalité. Sa compréhension permettra l'identification d'actions correctrices plus ciblées. Mais ces corrections seront le plus souvent de niveau « tactique » : renforcement du modèle de sécurité sans en changer les principes. Dans le cas présent, ce pourrait être par exemple une amélioration de la communication sol-bord, ou du positionnement des appareils.

Mais cette compréhension causale détaillée peut être très longue, voire inaccessible, et il est heureux qu'elle ne soit pas toujours nécessaire pour identifier des corrections « stratégiques » et urgentes au modèle de sécurité. En remplacement, une analyse épidémiologique, parfois simplement statistique, des défaillances du modèle de sécurité peut suffire pour la décision. Dans le cas présent, l'analyse du NTSB va conduire à une restructuration complète des trajectoires relatives en 4D, modifiant fondamentalement l'exposition au risque. Ce sont bien des corrections stratégiques. Une extension de la démarche épidémiologique consisterait par ailleurs à regarder l'état de sécurité des opérations conjointes avions/hélicoptères sur les autres aéroports que celui de Washington D.C.

Pourquoi ne pas avoir changé avant ?

A ce stade, le simple bon sens amène inévitablement à poser la question : « Mais si c'est si évident, pourquoi a-t-il fallu attendre une telle catastrophe pour agir ? Pourquoi le raisonnement qui fonctionne *a posteriori* n'a-t-il pas fonctionné *a priori* ? ». La réponse est complexe et reste en partie spéculative. Mais on ne peut guère invoquer l'inconscience du problème : le NTSB n'a fait qu'exploiter des données statistiques qui étaient disponibles. On ne peut pas non plus invoquer l'irresponsabilité des autorités aéroportuaires et de la FAA : même si aux USA la culture accepte généralement une exposition à des risques plus élevés qu'en Europe (mais avec une protection rigoureuse), et même si la pression pour accepter et continuer le trafic hélicoptère VIP devait être énorme, il s'agit justement d'un transport de VIP, et de toute façon, le niveau de sécurité de l'aviation américaine est de tout premier plan.



Il faut donc invoquer des mécanismes de biais décisionnel qui distordent ou occultent avant l'accident ce qui devient totalement évident après. Il existe toute une littérature scientifique sur le sujet, tant aux niveaux individuel et collectif qu'organisationnel. Mon propos n'est pas d'entrer dans cette discussion, mais de suggérer une hypothèse explicative spécifique au modèle de sécurité, applicable à l'accident de Washington, ainsi qu'un remède méthodologique.

Cette hypothèse est la suivante. Dans le cas de cet accident, l'importance accordée dans les premières investigations au respect par l'hélicoptère de la limitation à 200 pieds de l'altitude de cheminement peut laisser penser que le principe de base de l'anticollision était perçu comme étant une séparation verticale. En fait, on a vu avec la présentation du graphique de la séparation verticale des trajectoires que cela ne pouvait pas être le cas. Pour le dire autrement, le modèle de sécurité était peut-être partiellement « fictif ». Ça « marchait », mais peut-être pas pour les raisons présumées : l'absence de collision dans le passé n'était pas due à l'efficacité d'une séparation verticale garantie par une altitude de cheminement limitée à 200 pieds, mais à la très faible probabilité de coprésence d'un avion et d'un hélicoptère sur la même verticale, autrement dit à une séparation latérale, assurée le cas échéant par le contrôle aérien.

Le syndrome de la sécurité fantôme

Cela renvoie, me semble-t-il, à un mode de défaillance de la sécurité systémique insidieux et assez fréquent, qu'on pourrait appeler « syndrome de la sécurité fantôme » : les résultats de sécurité semblent confirmer sur une longue période l'efficacité du modèle de sécurité « officiel », mais en réalité celle-ci résulte de contributions mal perçues, voire non perçues, dont la fiabilité et les fragilités ne sont donc pas considérées ni surveillées.

« Les résultats de sécurité semblent confirmer sur une longue période l'efficacité du modèle de sécurité officiel, mais en réalité celle-ci résulte de contributions mal perçues. »

L'accident du vol AF 447 Rio-Paris relève de ce schéma : les incidents de perte totale de la référence anémométrique, rapportés et analysés au niveau de la flotte, s'étaient tous bien terminés et ont été analysés – à une exception près – comme confirmant la validité des hypothèses de certification : l'équipage comprendra le message de panne affiché par les instruments, entrera dans la bonne procédure, qui fonctionne bien, et il sait piloter manuellement en croisière. En réalité, le succès était surtout dû à l'inaction liée à la surprise et au délai de compréhension de l'équipage, la stabilité de l'avion étant suffisante pour passer la durée de la panne. La situation n'était pas comprise, la procédure pas appliquée et l'avion pas piloté.

« Le succès était surtout dû à l'inaction liée à la surprise et au délai de compréhension de l'équipage. »

Une anticipation impossible... peut-être pas

L'anticipation – la révélation avant l'accident – des scénarios d'accident potentiels associés à ce genre de situation constitue un vrai défi. On invoque souvent des démarches de sécurité « proactives » basées sur les signaux précurseurs, mais en pratique cette ambition de « lire les signaux faibles » est régulièrement déçue. L'une des raisons en est qu'on recherche ces signaux de façon trop détaillée dans l'arborescence causale des événements, dont la combinatoire et la non-linéarité des liens de cause à effet constituent un défi souvent insurmontable pour la prédiction. Dans le cas de la « sécurité fantôme », le défi est encore plus grand. En effet, il est impossible de surveiller en permanence et dans le détail le comportement de tous les principes de sécurité. Le regard doit être dirigé par une alerte. Or dans ces situations, l'alerte est atténuée, étouffée par les compensations cachées et on n'en a pas conscience.

Il faudrait donc mettre en place des mécanismes de genèse de signaux d'alerte non liés à la causalité. C'est là qu'une démarche épidémiologique peut jouer un rôle important. Dans le cas de l'accident de Washington, les recommandations du NTSB s'appuient sur une statistique des pertes de séparation et une critique de la séparation verticale. Cela suffit après l'accident, mais ne suffisait manifestement pas avant. Il faudrait renforcer le pouvoir d'alerte des constats, et pour cela pousser la démarche épidémiologique au-delà des constats statistiques généraux. On peut penser par exemple qu'une visualisation sur une carte en 3D des points de perte de séparation, en fonction du contexte (heure, jour/nuit, météo) aurait fait apparaître un cluster au voisinage du seuil 33, et suscité un réexamen du modèle de sécurité avant la catastrophe.

En d'autres termes, une démarche épidémiologique rigoureuse, appuyée sur une surveillance fine de la robustesse du modèle de sécurité face aux variations connues et prévisibles du monde, et soucieuse d'éviter les biais d'échantillonnage, semble pouvoir offrir une certaine capacité à relever le défi de la proactivité. La mise en œuvre de telles démarches sera peut-être encouragée par le développement des systèmes de collecte et de traitement de données massives, et par celui de l'IA. Mais il ne sera pas possible de surveiller toutes les épidémies de toutes les maladies sur tout le territoire, et il restera à établir des principes de priorisation raisonnables.

Jean Pariès

Jean Pariès est ingénieur du corps des ponts et des eaux et forêts (IPEF). Il a travaillé 15 ans à la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) et a rejoint ensuite le Bureau d'enquêtes et d'analyses (BEA) pour la sécurité de l'aviation civile. De 2000 à 2004, il a été directeur de recherche associé au CNRS. Il a dirigé la société Dédale, spécialisée dans la sécurité industrielle, pendant une vingtaine d'années. Jean Pariès a été directeur scientifique de l'icsi et de la Foncsi de 2020 à 2023. Depuis 2024, il est animateur de programmes à la Foncsi, et soutient ainsi le pilotage des analyses stratégiques du programme « Foncsi 4 ».

jean.paries@foncsi.icsi-eu.org

Les propos tenus ici n'engagent ni la Foncsi ni la ou les structures de rattachement de l'auteur, et sont sous la seule responsabilité de ce dernier.

POUR RÉAGIR à cette
Tribune de la sécurité
industrielle, rendez-vous sur
www.foncsi.org

Foncsi
Fondation pour une culture de
sécurité industrielle
tribunes@foncsi.org



Fondation pour une culture
de sécurité industrielle

Tribunes de la sécurité industrielle - 2025, n°01 - p.7

