PAR **MICHEL BARRY**
Pilote professionnel, ingénieur aéronautique

Sécurité

L'atterrissage train rentré

De la check-list à la bonne compréhension de la procédure

En 2010, notre petit monde de l'aviation légère a connu au moins quatre atterrissages train rentré. Bien qu'en général les conséquences soient davantage matérielles que corporelles, se poser sur le ventre peut aussi entraîner de graves dommages, notamment si un incendie se déclare.

Trois cas de figure conduisent à un atterrissage train rentré :
1) L'oubli pur et simple suivi d'une vérification inefficace. Cause à rechercher au chapitre « facteurs humains ».
2) La méconnaissance des systèmes par le pilote. Encore « facteurs humains ».
3) Un dysfonctionnement du mécanisme avec parfois un endommagement irréparable en vol. Mais souvent une bonne connaissance des procédures de secours permet la sortie du train et un atterrissage normal dont la réussite dépend grandement du comportement du pilote. Toujours « facteurs humains ».

Comme on le voit le pilote est très souvent impliqué dans le dénouement de ce type d'incident ou d'accident. Aussi le retour d'expérience que nous tentons d'exploiter à partir de quatre rapports du BEA devrait nous éviter soit de vivre les mêmes mésaventures, soit de limiter la casse comme l'a fait le pilote de notre dernier exemple.

1. L'oubli de la manœuvre de sortie ou l'oubli de vérification. Parfois les deux.

Un premier exemple (*rapport BEA n°1*) nous est donné par le pilote d'un TB 20 qui a soit oublié de sortir son train, soit l'a sorti puis rentré par inadvertance. On trouve un pilote qui totalise 1 302 heures de vol à soixante-deux ans, plutôt fatigué par une absence d'alimentation et obligé de rajouter une étape à un trajet déjà allongé contre son gré. Autant de raisons qui perturbent l'esprit et diminuent la vigilance. Le rapport du BEA mentionne aussi le rôle d'un passager bavard qui, pendant la finale, veut se rendre intéressant et ne s'aperçoit pas qu'il distrait dangereusement le pilote. Outre l'oubli du train, l'avion se pose avec les volets en position décollage montrant bien que le pilote n'a pas pu « caser » sa check-list « avant atterrissage ».
Un deuxième exemple d'oubli est donné par l'incident d'un Yak-52 (*rapport BEA n° 2*). Comme sur tous les appareils en tandem à commande de train non conjuguée, le constructeur doit avoir recours à des dispositifs de sécurité un peu compliqués demandant une attention particulière pour leur utilisation. Ici c'est un verrou de la commande de train qui a semé la perturbation. Mais, indépendamment de l'erreur de manœuvre, la vérification qui doit terminer toute opération liée à la sortie du train avant l'atterrissage n'a pas été faite. Pourtant, sur le Yak- 52, il existe plusieurs indicateurs de position et de verrouillage du train : 3 voyants verts allumés à côté de la commande de train (train sorti et verrouillé), 3 voyants rouges allumés (train rentré). De plus des témoins mécaniques externes, liés aux trois jambes de train, dépassent sur l'extrados de l'aile et juste devant le pare-brise, sous les yeux du pilote (*voir photo du rapport n°2*). On prend très vite l'habitude de consulter tous ces indicateurs pendant la manœuvre afin de s'assurer que les trois roues sont prêtes pour l'atterrissage.
Toutefois, même si le pilote a tenté infructueusement de positionner la poignée de train sur « sorti » et que le verrou mis en place inutilement a entravé le passage de « rentré » à « sorti », les différents dispositifs de contrôle (voyants, témoins) ne laissaient aucun doute sur la position réelle du train et leur concordance (3 voyants rouges, 3 témoins mécaniques non apparents) aurait dû alerter le pilote.
Outre la faiblesse des vérifications due au manque de maîtrise du système, on retiendra une fois de plus une procédure improvisée, suggérée par l'instructeur, et qui consistait à utiliser le verrou pour empêcher le train de sortir alors que ce verrou est simplement destiné à éviter toute fausse manœuvre de rentrée une fois le train sorti.

2. La méconnaissance des systèmes par le pilote.

Les différentes et nombreuses technologies des trains d'atterrissage rétractables ne permettent pas de bien standardiser à la fois l'ergonomie de la commande et surtout les procédures d'utilisation et de contrôle. Certes la fameuse roue de la poignée évite la confusion avec d'autres manettes comme celle des volets par exemple.
Poignée en haut = train rentré (*gear up*) ; poignée en bas = train sorti (*gear down*).
Là s'arrête la standardisation notamment pour les procédures de contrôle et les opérations de secours.
Dans le rapport BEA n°3, sur un Cessna 310, le pilote ignore l'existence d'une position intermédiaire « OFF » de la commande de train. D'abord parce que l'indication de cette position n'existe pas (ou plus) près de la manette, ensuite parce que le pilote n'en avait pas entendu parler. Tout comme il ignorait la signification de l'alarme sonore qui se met en route lorsque l'on réduit les gaz au-dessous d'une certaine valeur de la pression d'admission alors que le train est toujours rentré. Trois négligences qui ne lui ont pas permis de comprendre qu'il se posait train rentré probablement parce que la commande avait été replacée par inadvertance en position intermédiaire « OFF ».
Autre oubli : ne pas avoir la présence d'esprit de jeter un œil au petit miroir convexe placé opportunément sur la plupart des nacelles moteur des petits bimoteurs et qui permet de voir les roues et les jambes de train en position « sorti ».
Bien qu'il soit difficile de donner des recommandations à caractère universel, nous conseillons d'aborder tout nouvel avion par une phase d'information et de formation qui devrait permettre au pilote de ne plus rien ignorer à la fois sur le maniement normal de la commande de train, la signification des systèmes de contrôle et aussi la manœuvre de sortie en secours.
Ces deux derniers rapports illustrent bien comment une meilleure connaissance de l'appareil aurait permis d'éviter les cafouillages qui ont

conduit à ne pas comprendre si le train est bien sorti et verrouillé ou quelle est la signification des indicateurs et alarmes.

3. Le dysfonctionnement ou la « panne de train ».

Si la lecture des événements du BEA, avec comme mots-clés « atterrissage train rentré », montre une très grande majorité d'incidents ou d'accidents dus à l'oubli pur et simple de sortir le train (sur une centaine de rapports consultés nous avons trouvé un seul cas où le train ne sortait pas pour des raisons techniques auxquelles d'ailleurs le constructeur a remédié aussitôt) la panne de sortie de train existe aussi.

Elle est illustrée dans le rapport BEA n°4 par un TB 20 dont le train refuse obstinément de se verrouiller sorti. La conduite exemplaire du pilote, qui choisit de se poser train rentré après être resté en vol pour vider ses réservoirs, montre qu'en cas de nécessité on peut réussir un atterrissage sur le ventre avec un minimum de dégâts. Et la plupart du temps pratiquement sans risques si on applique bien à la fois les procédures générales (consommer le maximum de carburant pour réduire l'importance de l'incendie qui risque de se déclarer et alléger l'avion) et les procédures particulières (voir procédures d'urgence de la check-list) que vous avez répétées avant d'être lâché sur l'appareil.

Là où le pilote est censé intervenir en expert lors d'une panne de train (il ne sort pas ou il ne se verrouille pas) c'est dans la mise en œuvre de la stratégie d'arrivée et dans l'application de la procédure d'urgence.

Il peut alors compter sur l'assistance des contrôleurs. Nos amis sont des professionnels rompus à l'exercice d'accueil d'appareils en difficulté. Ils sont donc instantanément aptes à considérer la situation dans son ensemble, et non pas par le petit bout de la lorgnette, comme peut le faire le pilote. En effet, le stress induit par la panne lui donne un moins grand recul face à cette situation qu'il rencontre souvent pour la première fois. Bien entendu, le commandant de bord reste décisionnaire mais recevoir du sol à la fois des encouragements et des directives éclairées participe grandement à le détendre et à lui faire retrouver ses capacités, surtout chez un pilote peu expérimenté.

A chaque fois que le terrain est contrôlé, il y a donc tout intérêt à signaler l'incident au plus tôt de façon à ce que la situation générale autour du terrain s'organise vite : libération des trajectoires dont vous pouvez avoir besoin, organisation du fameux passage à basse hauteur pour faire vérifier de visu la position des jambes de train, organisation des secours (pompiers, ambulance…), proposition d'un déroutement vers un terrain mieux adapté. De même, si l'on s'apprêtait à se poser sur un terrain non contrôlé, il vaut mieux se dérouter vers un aérodrome qui dispose d'une meilleure infrastructure d'accueil pour appareil en difficulté.

Le pilote d'un avion à train rentrant doit donc être familier avec cette procédure dans sa globalité tout autant qu'avec la check-list d'urgence. Même sans l'avoir simulée auparavant, rien n'empêche de s'y préparer mentalement afin qu'elle ne soit pas une improvisation totale le jour où elle survient.

Quant aux procédures de sortie du train en secours leur variété ne permet pas ici d'en faire l'étude même succincte. Elles font partie intégrante de la qualification du pilote sur le type d'appareil qu'il désire utiliser et elles doivent faire l'objet d'une formation au sol, d'un amphi-cabine et si possible d'une démonstration en vol.

Pour la conception des dispositifs de rentrée et de sortie du train, les constructeurs ont multiplié les précautions, certes pas toujours dans l'uniformité, mais avec un maximum d'efficacité pour prévenir l'atterrissage train rentré. Aux pilotes ensuite de faire l'effort de comprendre pourquoi telle procédure est présente sur tel appareil. Car selon que la source d'énergie pour la manœuvre du train sera musculaire (Gardan GY 80), électrique, électro-hydraulique, hydraulique ou pneumatique (avions russes) les manœuvres, surtout les manœuvres de secours seront très différentes. Et si le pilote connaît bien la technologie et le principe général du fonctionnement, ses décisions seront plus pertinentes en cas de problème. Entre apprendre par cœur une procédure et comprendre pourquoi elle est en vigueur, le bénéfice pédagogique est bien différent. On retient mieux ce que l'on comprend et on l'applique ensuite sans hésitation.

Recommandations aux pilotes d'appareils à train rentrant

- La check-list, rien que la check-list, c'est bien. Mais une bonne vigilance globale telle que s'étonner qu'avec la même pression d'admission habituelle, avec la même position des volets, l'anémomètre indique 10 à 15 kt de trop, c'est un pas vers la vérification de la configuration et notamment de la position du train. Bien sentir son avion : il ne « vole pas pareil » train rentré ou train sorti.
- La connaissance totale de tous les éléments liés au fonctionnement du train (manœuvre, commande, principe technologique, moyens de contrôle, sortie de secours…) est indispensable pour partir serein sur un appareil à train rentrant.
- S'attendre à de grosses différences d'un appareil à l'autre notamment dans les dispositifs de contrôle de position et dans la procédure de sortie de secours.
- Identifier sans hésitation l'alarme « train non sorti » qui se déclenche au-dessous d'une certaine puissance affichée (PA, RPM…). Ne pas hésiter à la faire fonctionner de temps en temps en vol pour s'habituer à reconnaître sa musique.
- Savoir que les facteurs suivants favorisent l'oubli de la manœuvre de sortie de train en finale :
  - une surcharge de travail dans une arrivée plus rapide que prévue : le pilote est « derrière l'avion » ;
  - une perturbation venue de l'intérieur de la cabine ;
  - une focalisation sur des sujets d'inquiétude externes comme un trafic un peu plus dense que d'habitude, une météo qui se gâte… ;
  - une procédure inhabituelle comme une approche aux instruments (MVL ou MVI) au cours de laquelle on doit rentrer le train pour une manœuvre à vue. On peut le « ressentir » toujours sorti au moment de passer en courte finale ;
  - des procédures bricolées comme celle qui consiste à interrompre le klaxon de train pendant un encadrement moteur réduit ;
  - toute supervision défaillante en école si l'instructeur sort temporairement de la boucle.
- Connaître la phraséologie exacte associée à la panne de sortie de train. Vous êtes en situation d'urgence ! Faites le savoir immédiatement et sans ambiguïté dès votre premier contact avec le contrôle par votre message commençant par : « *PAN PAN - PAN PAN - PAN PAN…* » suivi de votre immatriculation, type d'appareil, position et description du problème. Immédiatement le contrôleur va prendre en charge l'échange radio et vous guidera par des questions simples vous mobilisant le moins possible.

RAPPORT BEA n°1

Accident survenu en février 2010 à un Daher-Socata TB 20 « Trinidad ».

Evénement : atterrissage avec le train rentré.

Cause identifiée : action involontaire sur la commande de train d'atterrissage.

Facteurs contributifs probables :

- distraction causée par le passager en finale,
- absence d'alimentation du pilote depuis la veille,
- augmentation imprévue de la durée du vol.

Conséquences et dommages : aéronef endommagé.

Exploitant : club.

Nature du vol : voyage.

Personnes à bord : pilote + 1.

Titres et expérience : pilote, 62 ans, PPL (A) de 2003, IR/ME de 2008, 1 302 heures de vol dont 1 191 sur type, 15 dans les trois mois précédents toutes sur type.

Conditions météorologiques : vent 280 à 340° / 10 kt, visibilité supérieure à 10 km, SCT à 2 600 pieds, BKN à 3 300 pieds, température 10 °C, température du point de rosée 6 °C, QNH 1012 hPa.

Circonstances :

Le pilote accompagné d'un passager décolle de l'aérodrome de Nantes à 11 h 14 vers l'aérodrome de La Rochelle (17). Il explique qu'à l'issue d'un posé-décollé sur cet aérodrome, il se dirige vers l'île d'Yeu (85) où ils comptent déjeuner. Il se présente en auto-information. L'absence d'automobiles aux abords de l'aérodrome, dont il aurait pu profiter pour se rendre dans la ville la plus proche pour déjeuner, le conduit à effectuer un autre posé-décollé.

Il poursuit le vol comme prévu vers l'aérodrome de Vannes (56). Il décide une nouvelle fois d'effectuer un posé-décollé et de rejoindre l'aérodrome de départ. Il se présente en étape de base main gauche pour la piste 03. Il indique qu'il effectue les actions et les vérifications avant atterrissage, dont celle de la sortie du train d'atterrissage. Pendant l'approche, le passager (qui n'avait pas d'expérience aéronautique) discute beaucoup et

annonce notamment les passages d'altitude. L'avion atterrit avec les volets sur 10° et le train rentré, 2h30 après le départ. Le pilote arrête le moteur une fois l'avion immobilisé sur l'axe de la piste à 1 100 m du seuil 03. Les essais de sortie et de rentrée du train d'atterrissage n'ont pas révélé d'anomalie. Le pilote pense qu'il a actionné la manette de train vers la position train rentré en finale. Il ajoute qu'il ne s'est pas alimenté depuis la veille. Lors de la finale, il n'a pas osé demander au passager de se taire, pensant que, compte tenu de son expérience, cela n'avait pas d'influence sur sa conduite du vol.

L'augmentation imprévue de la durée du vol, la distraction causée par le passager ainsi que l'absence d'alimentation du pilote ont probablement altéré sa performance, ce qui l'a amené à actionner par inadvertance en finale la manette de commande de train vers la position rentrée.

RAPPORT BEA n°2

Incident survenu en juin 2010 à un Yakovlev Yak-52.

Evénement : atterrissage avec le train d'atterrissage rentré, sortie latérale de piste.

Cause identifiée : absence de vérification de la sortie du train d'atterrissage.

Facteur contributif : stress dû au transfert inopiné des commandes.

Conséquences et dommages : aéronef légèrement endommagé.

Exploitant : privé.

Nature des vols : voyage.

Personne à bord : pilote + 1.

Titres et expérience : pilote, 59 ans, PPL (A) de 2008, 191 heures de vol dont 25 sur type, 24 heures dans les trois mois précédents dont 21 sur type.

Conditions météorologiques : vent 360° / 10 kt, CAVOK.

Circonstances :

Le pilote, propriétaire de l'avion, effectue un voyage au départ de l'aérodrome de Lille (59) à destination de l'aérodrome d'Albert Bray (80). Sur l'aérodrome d'arrivée, il s'intègre en branche vent arrière main droite pour un atterrissage sur la piste 27 revêtue.

Vue de la commande de manœuvre du train d'atterrissage et du système de verrouillage.

Vue d'un témoin de sortie du train d'atterrissage principal gauche.

Lors de l'atterrissage, le pilote entend l'hélice heurter le sol. L'avion sort latéralement de piste par la droite.

L'avion est équipé d'une manette de commande de train d'atterrissage, d'un « verrou de train », de trois témoins lumineux de couleur verte indiquant que le train est sorti et de trois témoins lumineux de couleur rouge indiquant que le train est rentré. L'avion dispose également de témoins mécaniques extérieurs situés sur chaque demi-aile et sur le capot du moteur. Ces témoins signalent que le train est sorti sans indiquer son verrouillage.

La procédure décrite dans le manuel de vol indique que le verrou de train doit être mis en place uniquement après la sortie du train d'atterrissage et avant d'atterrir afin d'éviter une manœuvre intempestive de rentrée du train au sol. Il se manœuvre de la gauche (position neutre) vers la droite. Il doit être ensuite repositionné au neutre après le décollage.

Le pilote explique qu'après le décollage de l'aérodrome de Lille, il a positionné le verrou vers la droite, empêchant toute sortie du train. Cette procédure lui avait été conseillée par un instructeur de son aéroclub quelques jours auparavant. Il ajoute que le passager, pilote instructeur qualifié sur Yak-52 et situé en place arrière, a souhaité réaliser la fin de la navigation à environ vingt nautiques de l'aérodrome d'Albert. Le passager lui a rendu les commandes lors de leur intégration dans le circuit de piste, car il souhaitait photographier les avions de collection basés sur les parkings de l'aérodrome. Le pilote a été surpris par ce soudain transfert de commandes mais n'en a pas fait mention au passager. Il a constaté que la vitesse était un peu trop élevée (180 km/h). Il l'a réduite à 150 km/h (vitesse d'attente) et a décidé d'atterrir sans utiliser les volets. Il n'a pas actionné la manette de sortie du train d'atterrissage et n'a pas vérifié l'allumage des témoins lumineux.

RAPPORT BEA n°3

Accident survenu en mars 2010 à un Cessna 310 D.

Evénement : atterrissage avec le train rentré.

Causes identifiées :

• lever de doute incomplet entraînant la décision de poursuivre l'approche ;

• connaissance insuffisante des systèmes de l'avion.

Facteur contributif : volonté d'atterrir liée à une faible autonomie restante.

Conséquences et dommages : hélices tordues, dessous du fuselage et des nacelles des moteurs endommagés.

Exploitant : société.

Nature du vol : convoyage.

Personne à bord : pilote.

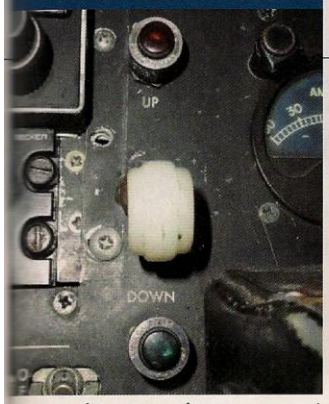
Titres et expérience : pilote, 55 ans, PPL (A) de 1997, qualification VFR de nuit de 1998, MEP de 2003, 545 heures de vol dont 105 sur type, 1h40 dans les trois mois précédents, toutes sur type.

Conditions météorologiques : vent 180° / 21 à 29 kt, CAVOK, température17 °C, température du point de rosée 0 °C, QNH 1015 hPa.

Circonstances :

A l'issue d'une visite de maintenance des 50 heures, le pilote convoie l'avion depuis Lille (59), situé à 17 milles marins vers l'est-sud-est, vers Merville, son aérodrome de rattachement. Il explique qu'à l'arrivée, il est autorisé à s'intégrer directement en étape de base main gauche pour la piste 22. Il est numéro un à l'atterrissage. Il configure l'avion pour l'atterrissage avant le dernier virage, mais est per-

La manette à trois positions de commande du train du Cessna. On note l'absence du « OFF ».



turbé par une alarme sonore qui retentit et par un excédent de vitesse qu'il ne parvient pas à résorber. Aucun voyant de signalisation du train n'est allumé et l'alarme continue de retentir. Il appuie sur le voyant vert et diagnostique un faux contact. Il poursuit l'approche. L'avion atterrit avec le train rentré.

Les observations au sol montrent que, lors de l'atterrissage, les trappes internes des trains principaux ont frotté la piste. Elles sont les premières à s'ouvrir lors de la sortie du train et les dernières à se refermer lors de sa rentrée. L'avion a donc atterri avec le train en position intermédiaire.

Le train d'atterrissage est commandé par une manette à trois positions : UP, DOWN et OFF. Cette dernière, située entre les positions UP et DOWN, permet de couper le circuit électrique du système de sortie du train, en cas de nécessité de sortir le train manuellement. Dans cette position de commande, les voyants et l'alarme sonore sont toujours alimentés. Sur ce Cessna il n'y a pas d'indication OFF à côté de la commande de train entre les indications UP et DOWN.

Deux voyants sont dédiés à la signalisation de la position du train. Un voyant rouge est normalement allumé lorsque le train est rentré. Un voyant vert, monté en série avec les switches de position de chaque train, s'allume lorsque le train est sorti et verrouillé. Les deux voyants sont éteints lorsque le train est dans une position intermédiaire. Un simple appui sur les voyants permet de tester leur fonctionnement. Une alarme sonore se déclenche si le train n'est pas sorti et verrouillé et si la pression d'admission de l'un des deux moteurs est inférieure à douze pouces de mercure.

Au sol, les essais de sortie du train n'ont pas mis en évidence d'anomalie de fonctionnement ni d'indication. Il a toutefois été constaté qu'il peut être possible de placer la commande sur la position OFF par inadvertance après avoir commandé la sortie du train. En effet, la position basse de cette dernière peut favoriser sa manipulation intempestive lors du retrait de la main après l'avoir placée en position DOWN. Dans ce cas, les deux voyants restent éteints, le train étant stoppé en position intermédiaire.

Le pilote ignorait l'existence de la position OFF ainsi que l'origine de l'alarme qu'il a entendue lors de la finale. Il explique qu'il ne se souvient pas avec précision de ses actions sur la commande du train d'atterrissage. Il ajoute que la rapidité de l'approche ne lui a pas permis d'approfondir la recherche de la raison du non-allumage des voyants. Il précise qu'il n'a pas pensé à observer la position du train dans le rétroviseur situé sur la nacelle du moteur gauche, ni à interrompre l'approche. Il y avait dans les réservoirs la quantité de carburant juste suffisante à la réalisation du vol. Il devait effectuer un vol en vue de la prorogation de sa qualification multimoteur à son arrivée.

RAPPORT BEA n° 4

Accident survenu en décembre 2002 à un Socata TB 20.

Evénement : atterrissage train rentré.

Cause identifiée : ajustage de la trappe et du capotage moteur du train avant inadapté.

Conséquences et dommages : hélice, trappes de train, partie inférieure du fuselage endommagées.

Exploitant : société.

Nature du vol : contrôle technique.

Personnes à bord : pilote + mécanicien.

Titres et expérience : pilote, 35 ans, CPL de 1992, 4215 heures de vol dont 500 sur type et 4 heures de vol dans les trois mois précédents.

Conditions météorologiques : vent calme, visibilité 9000 mètres, OVC à 2000 pieds, température 0 °C, température du point de rosée -3,5 °C. QNH 1019 hPa.

Circonstances :

Lors du vol de contrôle technique à l'issue d'une grande visite, le pilote sort le train d'atterrissage et constate son bon fonctionnement pendant ses manœuvres de sortie et de rentrée.

Il explique qu'au retour du vol, en vent arrière de la piste 08 de Lognes, il configure l'avion pour l'atterrissage. Il positionne la manette de train sur « sorti » et observe le non-verrouillage du train avant. Il teste le bon fonctionnement des ampoules des quatre voyants du train d'atterrissage. Il tente ensuite plusieurs manœuvres de sortie du train en suivant les procédures normales et de secours, sans succès. Un avion s'approche du TB 20, son pilote confirme que le train avant est partiellement sorti à mi-course. Le pilote du TB 20 décide de prolonger le vol d'environ trois heures afin de consommer le maximum de carburant. Après concertation avec le mécanicien à bord, il décide d'atterrir avec le train rentré sur la piste 08 non revêtue. Le service de secours est mis en alerte. L'avion s'immobilise sur la piste après avoir glissé une centaine de mètres sur la piste.

L'avion est mis sur vérins, les capots moteurs sont déposés et le train d'atterrissage peut sortir normalement.

La trappe fixée sur le fût du train avant est déformée. Elle a endommagé une partie du capotage moteur en venant en contact avec celui-ci. La déformation de la trappe a empêché la sortie complète du train avant.

Les dommages constatés sont dus à un jeu insuffisant entre la trappe et le capot moteur lors du remontage. Un service bulletin a été émis recommandant le remplacement de cette trappe par un modèle de dimensions inférieures.