

## Mauvaise utilisation de l'affichage de trafic du TCAS

Éditorial

### Événement 1 : perte d'espacement dû à un mauvais virage

Le TCAS II est un filet de sécurité de dernier recours pour éviter les collisions. Il avertit l'équipage et fournit un avis de résolution (RA) indiquant quelle manœuvre effectuer pour éviter la collision. Utilisé à bon escient, il augmente la sécurité du transport aérien.

L'affichage de trafic du TCAS II aide l'équipage à voir où se trouvent les aéronefs à proximité. Bien entendu, il contribue aussi à aider l'équipage à avoir mieux conscience de son environnement.

L'expérience a toutefois démontré que dans certains cas, l'équipage est tenté de faire sa propre analyse du trafic à partir de l'affichage du trafic et d'effectuer une manœuvre en anticipant les instructions de l'ATC.

L'équipage peut mal interpréter le trafic affiché par le TCAS II car celui-ci ne donne qu'une information partielle, sa précision est limitée et ses données sont fondées sur une référence mobile. Il n'a pas été conçu pour que l'équipage établisse lui-même l'espacement ou l'attribution d'un ordre de priorité. L'utilisation du TCAS II à cette fin est inappropriée et peut être dangereuse.

Le présent Bulletin ACAS décrit quelques événements qui se sont réellement produits à cause d'une mauvaise interprétation de l'affichage TCAS II et présente une analyse des causes de ces événements.

John Law  
Directeur du programme Mode S et ACAS  
EUROCONTROL  
March 2005

Un B767 au cap 100 et un MD80 au cap 217 sont au FL290 sur des routes sécantes. Le B767 doit passer environ 15 NM derrière le MD80 (pointillés sur la figure).

Pour l'espacement radar, le contrôleur ordonne aux deux avions de maintenir leur cap actuel quand ils sont à 80 NM l'un de l'autre.

Une minute avant le croisement des routes, le contrôleur donne au B767 les renseignements sur le trafic en disant : « 11 heures, de gauche

à droite, même niveau, un MD 80, actuellement à 25 NM, convergeant. » Le pilote du B767 commence alors à surveiller une cible qui se trouve sur la gauche de l'afficheur de trafic du TCAS.

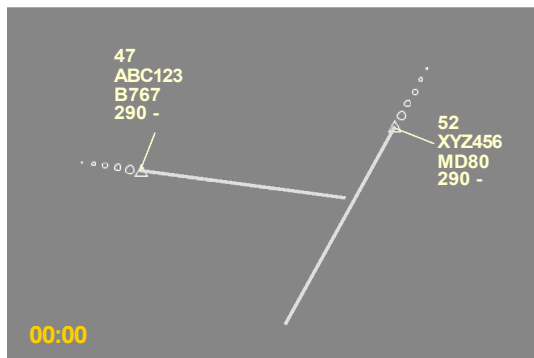
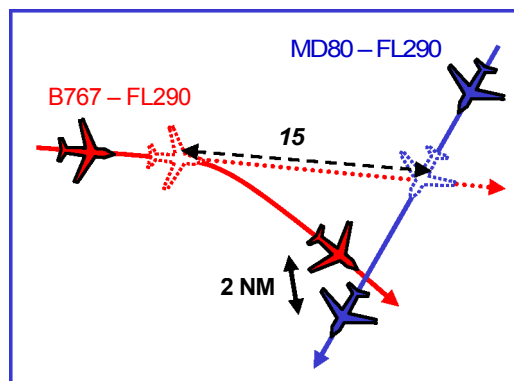
Le pilote du B767 estime que l'autre trafic arrive en face et demande : « Où va ce trafic à douze heures? » Le contrôleur met le pilote à jour sur le trafic.

Toutefois, le pilote du B767 dit qu'il « va virer à droite, au cap 120 » et commence un virage à droite. À cause de ce virage, du mauvais côté, l'espacement horizontal s'amenuise rapidement et le TCAS déclenche un TA à bord des deux avions. Tout en descendant, le pilote du B767 annonce qu'il « voudrait aller au [FL] 270 ».

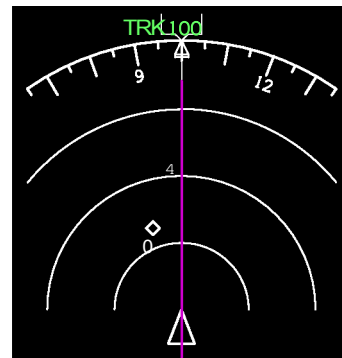
Par la suite, le pilote du B767 déclare au contrôleur, pour justifier sa décision de virer que « le trafic arrivait droit sur nous; on a viré pour éviter le trafic. » Ce virage indu a réduit l'espacement à seulement 2 NM.

**Pourquoi donc le pilote du B767 a-t-il décidé de lui-même de virer, contrairement aux instructions de l'ATC? Et pourquoi à droite?**

Les illustrations ci-dessous montrent l'affichage de l'écran radar du contrôleur et l'affichage TCAS à bord du B767 au moment où les renseignements sur le trafic sont communiqués pour la première fois.



Affichage de l'écran radar du contrôleur



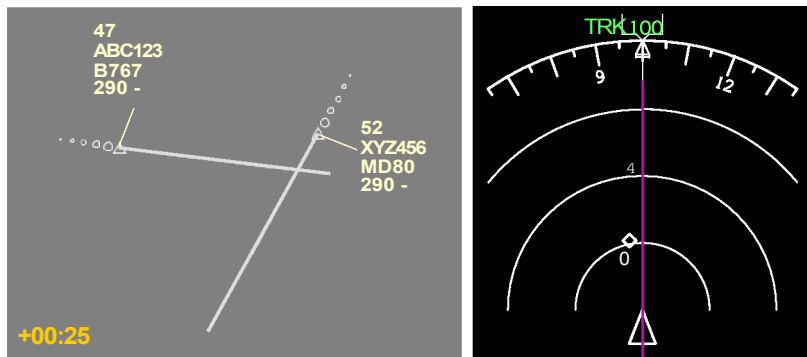
Affichage TCAS du B767

Sur l'affichage du contrôleur, le vecteur vitesse de 3 minutes (route magnétique et vitesse) indique clairement que le B767 doit passer derrière le MD80 (qui est plus rapide puisqu'il file à 520 KT alors que le 767 a une vitesse sol de 470 KT). Ce fait n'est pas évité sur l'affichage TCAS à bord du 767.

On explique page suivante pourquoi le pilote du B767 a mal interprété la situation.

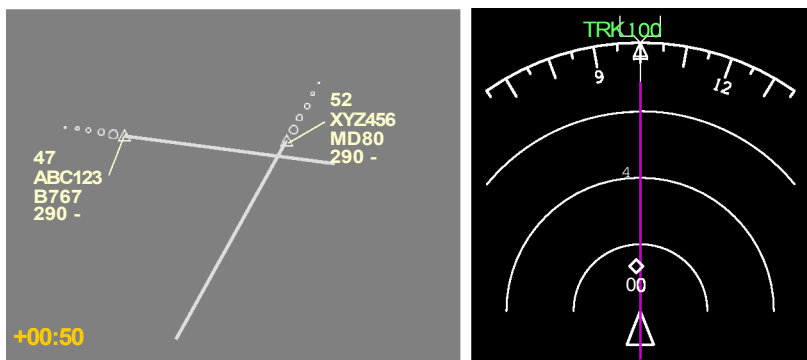
## L'afficheur du TCAS n'est pas un écran radar.

À cause du déplacement relatif du symbole et de l'absence de vecteur vitesse, **il est très difficile de prévoir l'évolution d'une situation à partir de l'affichage TCAS du trafic** (voir explication à la page 3). Dans le cas décrit en première page, le pilote a associé une cible affichée par le TCAS au trafic indiqué initialement par le contrôleur. Le pilote pouvait voir une cible se déplaçant **apparemment** en sens inverse, légèrement à gauche. Il a donc demandé au contrôleur :



**Où va ce trafic à douze heures?**

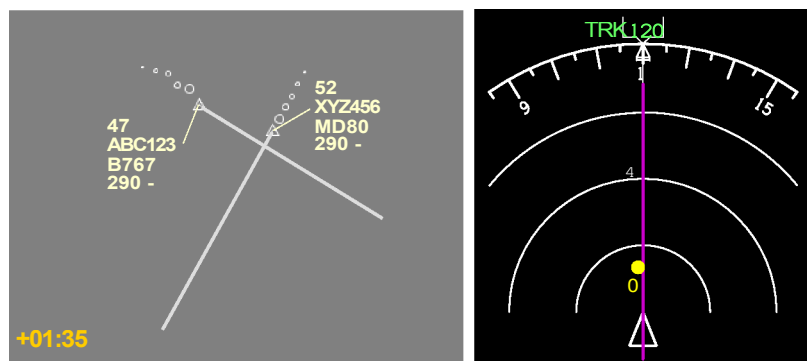
Quand la cible était à 12 heures et à moins de 20 NM, le pilote du B767 a décidé de virer à droite pour éviter la cible affichée par le TCAS :



**On va virer à droite, au cap 120.**

Le pilote n'a pas associé la direction du trafic que lui avait indiqué le contrôleur aux données affichées par le TCAS et n'en a donc pas tenu compte. Pour le contrôleur, il était évident que le virage à droite allait causer une perte d'espace.

À cause de ce virage, la cible est restée à gauche sur l'afficheur TCAS, apparemment sur une route opposée, de sorte que le TCAS a déclenché un TA. Le pilote a alors décidé de descendre :



**On voudrait aller au 270.**

Il y a donc eu une perte d'espace dont ni le pilote, ni le contrôleur ne comprenait la cause.

L'affichage du TCAS n'est pas fait pour servir d'aide aux manœuvres d'espace mais pour aider le pilote à obtenir un contact visuel avec l'intrus. Il ne donne qu'un aperçu de la **position relative horizontale et verticale des autres aéronefs**.

## Règlement sur l'utilisation de l'affichage TCAS du trafic

PANS-OPS de l'OACI, Doc 8168, énonce que

**« les pilotes ne doivent pas exécuter de manœuvre suite à un TA seulement. »**

Les consignes pour la formation ACAS II de l'OACI renforcent cette même notion :

**« On ne doit effectuer aucune manœuvre qui serait fondée uniquement sur l'information affichée par l'ACAS »**

La phraséologie des normes OACI ne porte que sur le signalement des RA. Ainsi, **les pilotes ne devraient pas dire « Contact TCAS » ou « On l'a sur le TCAS » après être informé du trafic par l'ATC. Un tel compte rendu n'apporte rien à l'ATC.**

## Exemples d'utilisation inappropriée de l'affichage TCAS

### Décisions de virer

- Un Fokker 100 est autorisé à descendre au FL110. Au FL120, deux cibles s'affichent au TCAS, toutes deux « devant, à gauche, à -15 » (1500 pi plus bas). Le TCAS déclenche un RA « Montez ». Le pilote suit le RA mais décide aussi de virer à droite. La réaction du pilote d'obéir au RA a heureusement permis l'espacement vertical car le virage inapproprié a réduit la marge horizontale à 0,2 NM.
- Un B737 est autorisé à monter à 3000 pi. Un trafic VFR sur route opposée décalée latéralement est en palier à 3500 pi. Le contrôleur donne les renseignements sur le trafic au B737. Le pilote signale observer deux cibles affichées au TCAS puis, un instant plus tard, indique qu'il vire à gauche pour éviter le trafic. Heureusement, le contrôleur ordonne au B737 de cesser la montée à 2500 pieds car le virage inapproprié réduit l'espacement.

### Instructions ATC ignorées

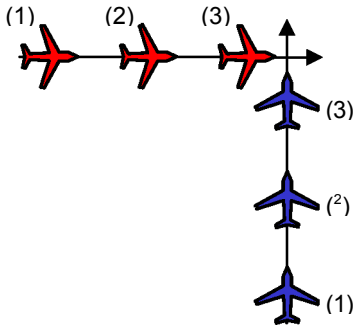
Les comptes rendus suivants proviennent de contrôleurs à un grand aéroport européen.

- « [En se basant sur le TCAS], le pilote de l'A340 réduit la vitesse de son propre chef, bien trop tôt en approche, en vue d'accroître la distance avec l'avion précédent. La séquence d'approche est perturbée de sorte qu'un A320 n'est alors plus que 4 NM derrière lui et reçoit l'instruction de faire un S pour le « retarder ».
- Le pilote [parce qu'il surveille sur le TCAS l'avion sur le précède] ne vire pas en base au moment voulu. Après lui avoir donné à deux reprises l'instruction d'intercepter l'alignement de piste, j'ai dû faire remonter [l'avion suivant] à 4000 pi pour éviter un conflit et donner des caps aux autres avions pour les retarder. [...] Quand il a finalement répondu, il m'a dit : « Je ne peux pas vous répondre; il faut que je surveille mon TCAS. »

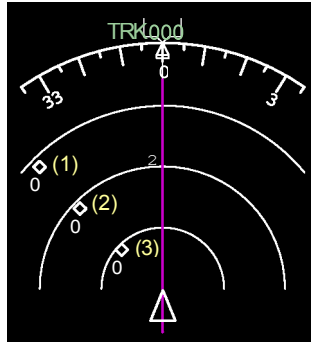
## Affichage à référence mobile

La référence de l'affichage TCAS est la position de l'avion lui-même qui se déplace constamment (contrairement à la référence fixe de l'écran radar). On a donc un affichage où les cibles sont en mouvement relatif; c'est la principale cause de l'interprétation erronée de l'affichage TCAS.

Le cas le plus frappant est lorsque deux **aéronefs convergent sur des routes à angle droit**. Les illustrations suivantes montrent que le symbole d'un avion sur une route à 90° de celle de l'avion dont on observe l'affichage TCAS semble arriver sous un **angle de 45° sur l'affichage du TCAS**.



Les trajectoires se coupent à 90°



La convergence semble être de 45°

Le même genre de situation survient lorsqu'un avion rattrape un autre plus lent volant dans la même direction. Dans ce cas, le TCAS affiche une cible qui semble être un intrus en sens opposé.

L'interprétation de la trajectoire d'un intrus sur l'affichage TCAS d'un avion est encore plus difficile lorsque cet avion manœuvre puisque le relèvement de l'intrus varie énormément même s'il maintient un cap constant.

En outre, l'absence d'un vecteur vitesse ou l'ignorance des intentions de l'autre aéronef complique encore davantage l'interprétation de l'affichage du TCAS.

Il est par ailleurs difficile de déterminer si les aéronefs sont sur une trajectoire de collision ou si l'espacement est maintenu. Par exemple, si on sélectionne une grande portée d'affichage, la taille du symbole des cibles peut correspondre à plusieurs milles marins. Cet affichage est par conséquent beaucoup moins précis que l'écran radar du contrôleur.

## Image partielle du trafic

Bien que l'afficheur de trafic du TCAS aide à détecter la présence d'intrus à proximité, les pilotes ne devraient pas trop s'y fier. C'est une aide pour chercher au bon endroit, mais **qui ne remplace pas le balayage visuel**, notamment parce que l'image du trafic qu'elle donne n'est que partielle.

**Le TCAS ne détecte que les intrus équipés d'un transpondeur en marche** et ne donne pas de renseignements sur l'identité du trafic. Il peut y avoir des aéronefs à proximité sans qu'il y ait de cibles sur l'afficheur TCAS. Les pilotes peuvent donc avoir une perception inexacte du trafic, comme l'illustre les deux événements suivants :

- Le contrôleur avise un avion qui approche du niveau auquel il est autorisé que sa descente reprendra dans 4 NM en raison d'un trafic. Le pilote répond : « On l'a sur le TCAS. » Or, l'avion en conflit a une panne de transpondeur et ne peut donc pas être la cible qui ne s'affiche que sur un radar primaire.
- Le pilote dépose un compte rendu d'anomalie du TCAS parce que l'afficheur montrait un intrus en descente alors qu'il avait un contact visuel avec un chasseur en montée. En fait, le TCAS marchait très bien : il y avait deux chasseurs, l'un avec un transpondeur qui descendait et l'autre sans qui montait.

**On peut réduire la portée de la surveillance TCAS à 5 NM** en espace aérien achalandé. Un pilote peut donc voir des aéronefs à proximité que l'afficheur TCAS ne montre pas.

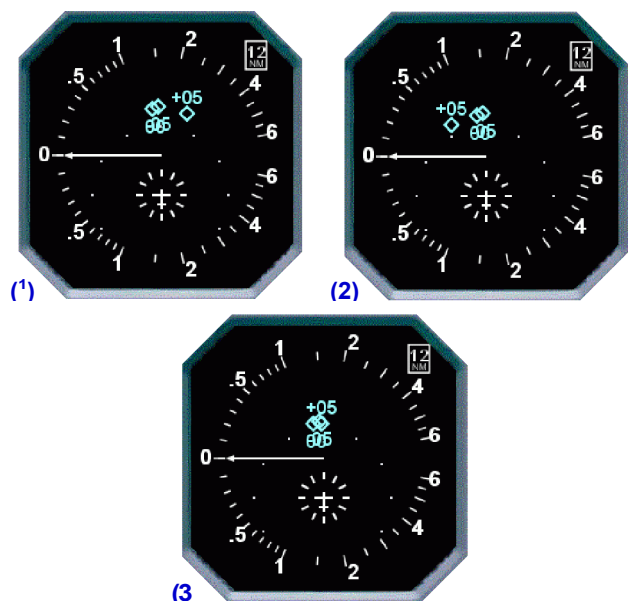
**Certains aéronefs, même si le TCAS les a détectés, peuvent ne pas être affichés.** Il existe des systèmes limitant à 8 le nombre de cibles affichées. En outre, les options d'affichage permettent le filtrage d'altitude. (Ex. En mode NORMAL, on ne voit que les cibles à +/- 2700 pi.)

## Précision limitée des relèvements sur le TCAS

La mesure du relèvement par le TCAS II n'est pas très précise. L'erreur ne dépasse pas 5° habituellement, mais elle peut parfois dépasser 30°, ce qui peut faire « sauter » le symbole de cible.

Les illustrations suivantes montrent des affichages TCAS enregistrés lors d'essais TCAS II. Il y a 3 intrus à 12 heures espacés de 500 pi verticalement. Cependant, l'intrus à +05 (500 pi au-dessus) apparaît à intervalles de 6 secondes d'abord à droite du groupe de cibles (1), puis à gauche (2), avant d'apparaître au bon endroit (3).

Dans le pire des cas, l'erreur de relèvement pourrait faire apparaître une cible d'un côté de l'aéronef alors que l'aéronef concerné se trouve réellement de l'autre côté. **On peut donc comprendre à quel point il peut être dangereux d'effectuer une manœuvre fondée uniquement sur l'information affichée par le TCAS.**



Variations de relèvement : +17°, -26° et +02°

Note : Le TCAS II n'a pas besoin du relèvement pour les RA d'évitement de collision. Le relèvement ne sert qu'à l'affichage.

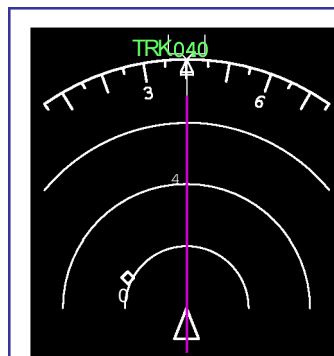
## Événement 2 : Contestation d'une instruction ATC de virage pour espacement

Un DC10 au cap 100 et un B747 au cap 040 en palier au FL350 sont sur une trajectoire de collision.

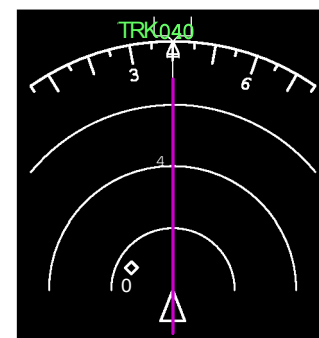
Deux minutes et demie avant le croisement, le contrôleur donne au B747 l'instruction de virer 30° à gauche de façon à établir un espacement de 5 NM derrière le DC10. Toutefois, le pilote du B747 qui voit sur l'affichage TCAS une cible sur sa gauche au même niveau demande au contrôleur : « Confirmez 30° à gauche ? » Il pense, à tort, qu'un virage à gauche (qui résout effectivement le problème) engendre un risque de collision.

Trente secondes plus tard, le pilote du B747 dit : « Si on vire 30° à droite, on se dirige droit sur un autre avion à notre niveau. »

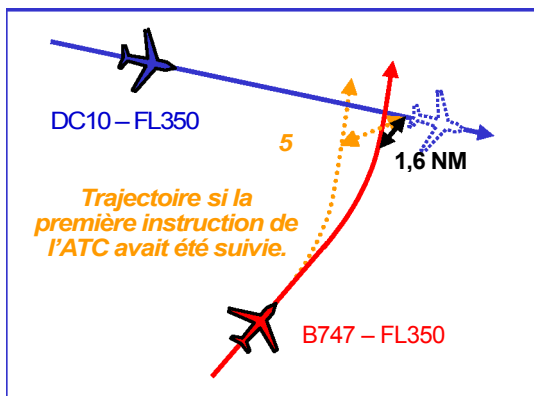
Pendant ce temps, le contrôleur reçoit une alerte de conflit à court terme et ordonne au DC10 de descendre.



« Confirmez 30° à »



« Si on vire 30° à droite, on se dirige droit sur un autre avion à notre niveau. »



Le contrôleur donne ensuite les renseignements sur le trafic au B747 qui demande alors : « Quel cap voulez-vous qu'on prenne ? » Le contrôleur réitère son instruction de « virer 30° à gauche. » Cette fois, le pilote du B747 obtempère et commence le virage à gauche, mais trop tard pour maintenir l'espacement. Il signale un « avis TCAS ». La distance minimale entre les deux avions sera de 1,6 NM.

Par la suite, le B747 demande au contrôleur de lui donner la raison du virage. Le contrôleur répond qu'il y avait un trafic en conflit au même niveau. Le pilote du B747 réplique : « Nous déposons un rapport; d'après le TCAS, vous nous avez envoyé tout droit vers un autre avion. »

L'analyse de l'incident a confirmé que si le pilote du B747 avait suivi l'instruction initiale de l'ATC d'effectuer le virage, il y aurait eu entre cet avion et le DC10 l'espacement horizontal suffisant de 5 NM (pointillés sur l'illustration).

### Conclusion

L'affichage de trafic du TCAS est conçu pour aider l'équipage à acquérir visuellement les autres avions.

Il est possible que les avions à proximité ne soient pas affichés. En outre, à cause de l'imprécision des relevements, de la mobilité de la référence, de l'absence d'un vecteur vitesse et du manque d'identification des cibles, l'équipage peut interpréter d'une façon erronée les cibles affichées par le TCAS.

Les contrôleurs fondent leurs décisions sur les données multiples qu'affiche leur écran radar de façon à maintenir la sécurité et la rapidité de l'écoulement du trafic. Le TCAS ne fournit pas les renseignements nécessaires pour établir l'espacement entre les avions et leur attribuer une priorité.

Des manœuvres effectuées par des avions, lorsqu'elles étaient fondées uniquement sur l'information affichée par le TCAS, ont souvent causé une dégradation de la sécurité aérienne. Par conséquent, **les pilotes ne doivent pas tenter de se charger eux-mêmes de l'espacement ni remettre en question les instructions de l'ATC en se fondant sur des données provenant uniquement de l'affichage TCAS.** La responsabilité d'espacer les avions relève des contrôleurs.

Le TCAS II déclenche un RA lorsqu'il y a un risque de collision entre des avions. Le principe fondamental de l'utilisation du TCAS II est qu'une **réaction appropriée au déclenchement d'un TCAS résout le problème ayant donné lieu à ce déclenchement.**

**Les pilotes ne doivent pas utiliser l'affichage TCAS du trafic pour établir l'espacement eux-mêmes.**

Contact : John Law

EUROCONTROL  
Directeur du programme  
Mode S et ACAS  
96, rue de la Fusée  
B-1130 Bruxelles

Ce bulletin ACAS II fait partie d'une série portant sur des problèmes d'exploitation.

« Follow the RA ! »

« RAs and 1000 ft level-off manœuvres »

« Wrong reaction to "Adjust Vertical Speed" Ras »  
"TCAS II and VFR traffic »

« Controller and Pilot ACAS regulation and training »

On peut y accéder au site Web du programme ACAS où l'on trouvera également une brochure ACAS II et quelques documents de formation.

Tél. : +32 2729 37 66

Fax : +32 2729 37 19

<http://www.eurocontrol.int/acas/>  
acas@eurocontrol.int