



Abordajes

1989-1999

ESTUDIO

Índice

GENERALIDADES	3
1- PRESENTACIÓN CON CIFRAS	4
1.1 Reparto por año	4
1.2 Información relativa a los pilotos	4
1.2.1 Edad	4
1.2.2 Licencias	5
1.2.3 Experiencia	5
1.2.4 Experiencia reciente	5
1.2.5 Duración del vuelo	6
1.2.6 Vigilancia	6
1.3 Información relativa al entorno	7
1.3.1 Condiciones meteorológicas	7
1.3.2 Modelos de aeronaves	7
1.3.3 Altitud de los abordajes	7
1.3.4 Lugares del suceso y fases del vuelo	7
1.3.5 Espacios aéreos	8
1.3.6 Utilización de la radio	8
2 - ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES	9
2.1 Regla “Ver y evitar”	9
2.1.1 Resumen del sistema visual y de sus límites	9
2.1.2 Características de las colisiones	13
2.2 Conocimiento de la normativa	15
2.3 Utilización de las radiocomunicaciones	16
2.4 Utilización del respondedor	16
2.5 Abordajes cerca de los aeródromos	17
3 - CONCLUSIÓN	18
4 - REDUCIR EL RIESGO DE ABORDAJE	18
LISTA DE ABORDAJES	20

GENERALIDADES

Este estudio se refiere a los abordajes ocurridos en territorio francés entre 1989 y 1999, y en los que se vio implicado al menos un avión civil.

Los abordajes durante un vuelo en patrulla o en presentación están excluidos del estudio, ya que en estos casos los pilotos conocían la posición de las demás aeronaves. Los abordajes entre planeadores o que impliquen a un paracaidista tampoco se han tenido en cuenta.

Del 1 de enero de 1989 al 30 de junio de 1999, se contabilizaron diecisiete abordajes en vuelo.

Estos abordajes registraron un total de cuarenta y dos muertos y nueve heridos. De los treinta y cuatro aparatos implicados, veintisiete quedaron destruidos.

En tres casos, los pilotos pudieron guiar los dos aparatos afectados, y en otros dos casos, uno de los aviones pudo ser pilotado hasta su aterrizaje.

Entre los diecisiete casos estudiados:

- tres se refieren a abordajes entre un avión de transporte de pasajeros y un avión ligero (dos casos) o un planeador (un caso),
- tres, a un abordaje entre un avión ligero y un planeador,
- once se produjeron entre aviones ligeros,
- nueve eran vuelos de instrucción con instructor a bordo,
- dos abordajes se produjeron cuando uno de los dos aparatos estaba en vuelo por instrumentos.

1- PRESENTACIÓN CON CIFRAS

1.1 Reparto por año

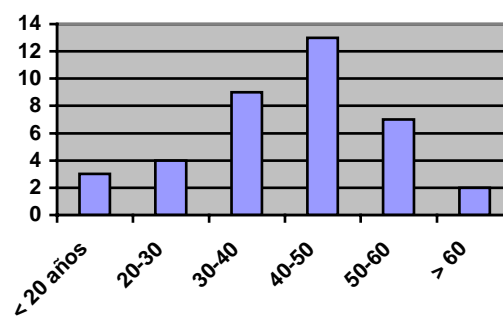
Se produjeron, como promedio, 1,5 abordajes por año.

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Número de abordajes	3	2	1	2	4	0	2	0	1	1	1

1.2 Información relativa a los pilotos

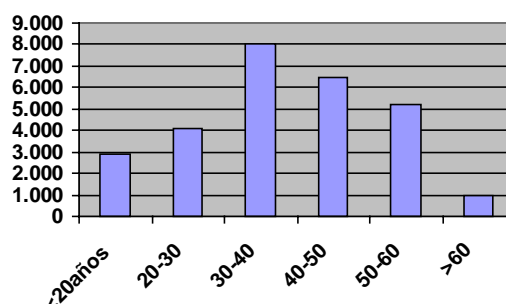
1.2.1 Edad

El histograma que figura a la derecha presenta el reparto de la edad de los pilotos, habiéndose tenido en cuenta a todos los presentes en el puesto.



Se observa que todos los tramos de edad se ven afectados por las colisiones en vuelo, aumentando en el tramo de 40-50 años.

A título indicativo, el segundo histograma de la derecha muestra el reparto de la población de pilotos privados en 1997. Los dos histogramas tienen prácticamente el mismo perfil, pero en el tramo de 40-50 años, en el que hay menos pilotos licenciados, el número de éstos implicados en abordajes es mayor.

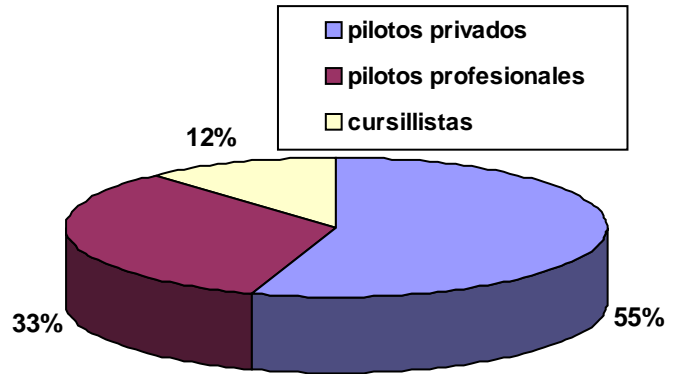


Observación: Dado que el análisis se ha realizado sobre una población reducida, y a falta de información sobre la actividad exacta de los pilotos de cada tramo, parece difícil, por no decir inadecuado, intentar interpretar las constataciones precedentes.

1.2.2 Licencias

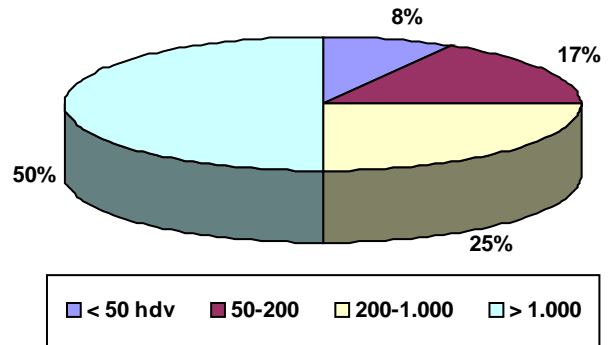
El gráfico de la derecha representa el reparto de las licencias que poseen los pilotos presentes en su puesto durante los diversos abordajes estudiados.

Las colisiones en vuelo afectan a todos los pilotos, sean cuales fueren sus licencias. En su mayoría se trata de pilotos privados. Los pilotos que vuelan a título profesional son, por una parte, los pilotos de los tres aparatos de transporte implicados, y por otra, instructores.



1.2.3 Experiencia

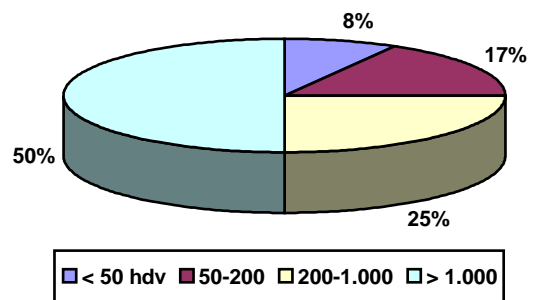
El gráfico de la derecha muestra la experiencia de los pilotos implicados en abordajes, el número de horas de vuelo adoptado para cada aparato corresponde a las horas de vuelo del piloto más experimentado encargado de una función en los mandos.



Se observa que todos los pilotos, sea cual fuere su experiencia, se ven afectados por los abordajes, y que muchos pilotos tenían una experiencia superior a 1.000 horas de vuelo (el 50%).

1.2.4 Experiencia reciente

Se puede estudiar la experiencia reciente, en los tres últimos meses, del comandante de la aeronave. El límite de noventa horas corresponde a pilotos profesionales o a instructores. El límite de doce horas corresponde, sobre todo, a pilotos privados que vuelan aproximadamente una hora por semana. En siete casos, la experiencia del comandante de la aeronave era escasa (aproximadamente una hora por mes).



La falta de experiencia reciente, que disminuye la disponibilidad del piloto del avión, es, con toda seguridad, un factor agravante. No obstante, conviene destacar que los pilotos que vuelan con regularidad tampoco se libran de los abordajes.

1.2.5 Duración del vuelo

En el momento del abordaje, el 56% de los aviones había volado menos de treinta minutos, el 35% había volado entre media hora y dos horas, y el 9%, más de dos horas.

1.2.6 Vigilancia

En la mayoría de los eventos encontramos factores que pueden motivar una disminución de la vigilancia:

- En diecisiete aviones afectados había dos pilotos a bordo. Sin tener en cuenta los tres aparatos de transporte de pasajeros, para los que existe un reparto de tareas entre la tripulación, se puede pensar que en los demás vuelos la vigilancia de cada piloto era menor debido a la presencia de un segundo piloto, es decir, que cada uno contaba con la hipotética vigilancia del otro.
- Un informe de accidentes pone de manifiesto la gran confianza de los pilotos en la información del tráfico que proporciona el control aéreo. Hay que recordar que esta información sólo es, como su nombre indica, una información sobre el tráfico conocido por el controlador y, en ningún caso, sobre el espaciamiento con los demás aparatos.
- En varios casos, los aparatos llegaban al aeródromo o a una zona de mucho tráfico, y la atención de los pilotos parecía centrada en la búsqueda de la pista o de una frecuencia de radio.

En esta fase del estudio podemos sacar algunas conclusiones.

- **Todos los pilotos pueden enfrentarse al riesgo de abordaje, sea cual fuere su edad, sus cualificaciones o su experiencia.**
- **Aunque la experiencia reciente no constituye una protección contra los abordajes, seguramente la falta de entrenamiento es un factor agravante.**
- **Los vuelos con varios pilotos o los vuelos de instrucción pueden inducir a transferir la vigilancia al otro piloto.**
- **El aumento de la carga de trabajo puede provocar una disminución de la vigilancia exterior.**

1.3 Información relativa al entorno

1.3.1 Condiciones meteorológicas

Todos los abordajes estudiados se produjeron de día, cuando las condiciones meteorológicas eran propicias para el vuelo visual. No obstante, hay que destacar dos casos en los que los pilotos informaron de unas condiciones mediocres de visibilidad (final de la jornada y partículas en suspensión). En seis abordajes, al menos uno de los pilotos tenía el sol de frente. En tres casos, no se pudieron determinar las condiciones de visibilidad en el aire.

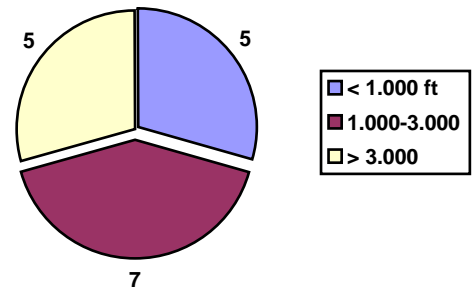
1.3.2 Modelos de aeronaves

Seis de los diecisiete accidentes se produjeron entre un avión de ala alta y un avión de ala baja. En tres de estos casos, la posición relativa de las alas (alas altas/bajas) pudo ser una molestia para los pilotos. Resulta difícil sacar una conclusión general, pero es evidente que los ángulos muertos generados por el ala, sea cual fuere su posición, constituyen un obstáculo visual importante.

1.3.3 Altitud de los abordajes

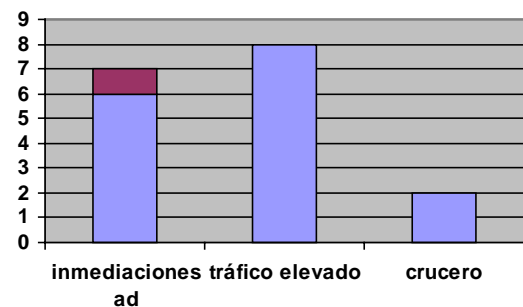
Los abordajes contabilizados se produjeron en altitudes que oscilan de 150 a 8.000 pies.

En el gráfico de la derecha se observa que estos accidentes ocurrieron principalmente por debajo de los 3.000 pies. Es en este tramo de altitud donde encontramos la mayoría de los aviones evolucionando en vuelo visual. En efecto, corresponde a las salidas, las llegadas y los circuitos de aeródromo, así como a un gran número de vuelos en crucero VFR.



1.3.4 Lugares del suceso y fases del vuelo

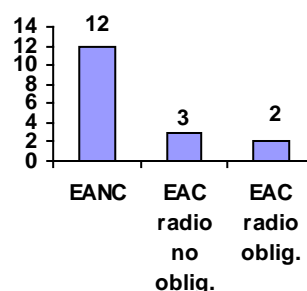
Siete abordajes tuvieron lugar en las inmediaciones de un aeródromo. En seis casos, uno de los aviones estaba en fase de integración. El séptimo accidente se produjo en el eje de despegue. Un abordaje tuvo lugar en un aeródromo controlado. La autoinformación era la regla en los demás aeródromos.



Ocho abordajes sucedieron en zonas en las que la concentración de tráfico es elevada (local de aeródromo, vertical de un medio de radionavegación, gran frecuentación de planeadores). Sólo se produjeron dos abordajes en crucero.

1.3.5 Espacios aéreos

Doce abordajes se registraron en espacio aéreo no controlado (EANC). Tres tuvieron lugar en espacios aéreos controlados (EAC) en los que el contacto por radio no era obligatorio. Por último, hubo dos accidentes en espacios aéreos controlados en los que el contacto por radio era obligatorio.



En tres casos, uno de los dos aparatos pasaba de un espacio aéreo controlado a otro no controlado.

1.3.6 Utilización de la radio

De los treinta y cuatro aparatos implicados, sólo uno no disponía de equipo de radiocomunicación.

Se ha visto que tres abordajes tuvieron lugar en una zona controlada en la que el contacto por radio era obligatorio (dos en espacio aéreo controlado, y el tercero en un aeródromo controlado situado en espacio aéreo no controlado). Otros dos se produjeron en aeródromos no controlados reservados a aeronaves equipadas con radio. Los fallos se debieron a las siguientes causas:

- interferencias, sobrecargas de la frecuencia o procedimientos de radio mal asimilados,
- falta de contacto con el organismo de circulación aérea o en la frecuencia de autoinformación,
- falta de entendimiento entre el piloto y el controlador, o entre los pilotos.

Otros cuatro accidentes tuvieron lugar en aeródromos en los que la radio no era obligatoria. Tres sucedieron durante la fase de integración. En dos de ellos, uno de los pilotos no utilizaba su radio. En el tercer accidente, uno de los aparatos no estaba equipado con radio.

Todos estos abordajes se produjeron de día, con buen tiempo, casi siempre a altitudes poco elevadas y en zonas con una importante concentración de tráfico. La mayoría ocurrieron en espacio aéreo no controlado o en aeródromos no controlados. Por último, la utilización de la radio no era óptima.

2 - ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES

2.1 Regla “Ver y evitar”

Las normas y prácticas recomendadas, establecidas en el Anexo 2 del Convenio de Chicago, y contempladas en la normativa nacional, se aplican en el espacio aéreo francés. Una de estas reglas precisa:

«es importante que la vigilancia ejercida para detectar riesgos de abordaje no disminuya a bordo de las aeronaves en vuelo, sean cuales fueren el tipo de vuelo y la clase de espacio en el que evoluciona la aeronave, y durante las maniobras en el área de movimiento del aeródromo.»

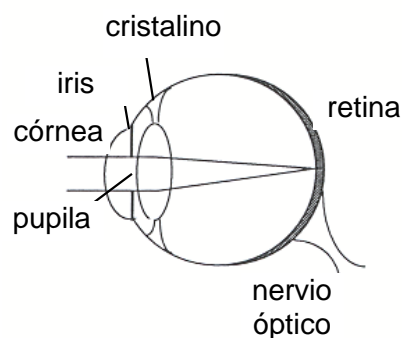
En algunas clases de espacio, el control aéreo puede dar información sobre el tráfico y los espaciamientos para prevenir los abordajes. Sin embargo, “Ver y evitar” sigue siendo la regla básica, tanto en vuelo visual como en vuelo por instrumentos. Esta regla no ha sido en absoluto satisfactoria en los diecisiete casos estudiados. Varios factores han dificultado un correcto funcionamiento.

2.1.1 Resumen del sistema visual y de sus límites

La percepción visual del hombre tiene características especiales. Es interesante conocer la estructura y el funcionamiento del ojo, así como sus interacciones con el cerebro, para analizar las posibilidades y los límites de la visión.

2.1.1.1 Descripción del ojo

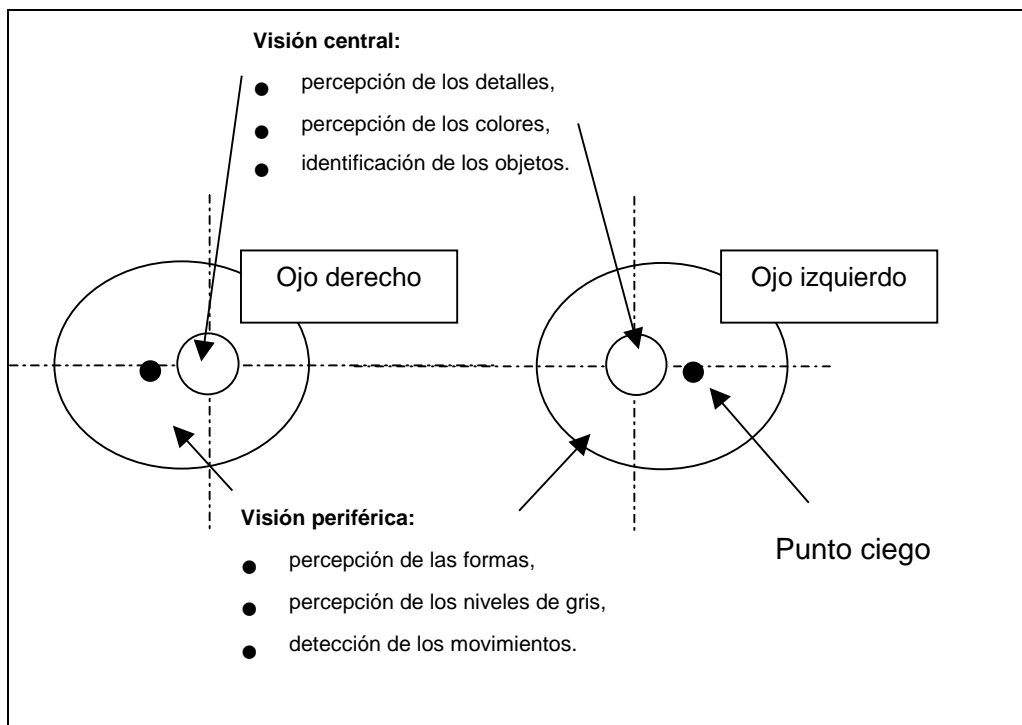
La parte delantera del ojo se llama **córnea**. Es un tejido transparente que protege el globo ocular. El **iris** es la parte coloreada. En el centro del iris se encuentra la **pupila**, que permite que la luz pase al ojo. Detrás del iris y de la pupila se encuentra el **crystalino**, que se deforma bajo la acción de los músculos situados alrededor. La deformación del cristalino permite enfocar, es decir, formar una imagen nítida en la retina sea cual fuere la distancia del objeto.



La retina contiene varios millones de células fotosensibles de dos clases:

- Los **conos**, esencialmente en la parte central de la retina (la **fóvea**), que se estimulan con las intensidades luminosas intensas y son sensibles a los colores. Los detalles más precisos se perciben en la visión central.
- Los **bastones**, mucho más numerosos y esencialmente repartidos en la periferia, que son sensibles a las bajas intensidades luminosas, a las formas y a los movimientos.

Mientras que la visión periférica sólo permite detectar objetos muy contrastados y en movimiento, la visión central realiza, además, la identificación.



El ojo tiene unos 125 millones de células fotosensibles (120 millones de bastones y 5 millones de conos). Las informaciones procedentes de estas células llega al cerebro a través del **nervio óptico**. Este nervio está constituido aproximadamente por un millón de fibras nerviosas. Por tanto, hay un trabajo de codificación de la información que se efectúa antes de enviarla hacia el cerebro. El nervio óptico está unido a la retina. En el lugar de esta unión no hay células fotosensibles. Esta zona se denomina **punto ciego**. Está centrada, según los individuos, entre 10 y 16° a la izquierda del eje óptico, en el ojo izquierdo, y cubre un sector angular de unos 3°. El ojo derecho posee, por simetría, la misma propiedad. En ninguna de estas zonas es posible la detección en visión monocular. Para compensar esta falta de detección en el punto ciego de un ojo, el cerebro utiliza la información

recogida por el otro ojo.

Para ilustrar el fenómeno relacionado con el punto ciego, el lector puede remitirse a la imagen que presentamos a continuación. Debe taparse el ojo izquierdo, fijar la vista del ojo derecho en la cruz y acercar la imagen hasta que el avión desaparezca.



2.1.1.2 Movimientos del ojo

El ojo se mueve de dos formas diferentes:

- El **seguimiento**: El ojo sigue a un objetivo y se mueve de forma continua sobre este objetivo.
- La **sacudida**: El ojo realiza movimientos a $200^\circ/s$ aproximadamente y el cerebro inhibe el análisis visual durante este tiempo. El enfoque se efectúa después de que se para el movimiento. Cuando el ojo busca un objetivo alejado, utiliza la visión central. A gran distancia, los espacios que no se detectan, situados entre dos sacudidas, son muy importantes. Cuando el objetivo está más cerca se detectará en visión periférica.

2.1.1.3 Miopía espacial

Cuando el ojo no recibe ningún estímulo, lo que ocurre, por ejemplo, cuando el aire está limpio, realiza un enfoque en posición de reposo que se sitúa entre 1 y 2 metros, lo que dificulta la detección de potenciales objetivos alejados. Este fenómeno se denomina **miopía espacial**.

2.1.1.4 Contraste y agudeza visual

El **contraste** percibido entre un objeto y el fondo sobre el que aparece se debe a la diferencia entre la luminancia del objeto (o la cantidad de luz emitida por unidad de superficie del objeto) y la del fondo.

La agudeza visual, que determina la calidad de una imagen transmitida al cerebro por el ojo, puede compararse con la capacidad de separación de un sistema óptico. La agudeza visual equivale a 10/10 si el ojo puede separar dos puntos vistos bajo un ángulo de un minuto de arco, y a 1/10 si el ojo sólo distingue este detalle bajo un ángulo de 10 minutos. La agudeza visual disminuye cuando nos alejamos del centro del campo visual. Es una función creciente del contraste. Por ejemplo, será difícil distinguir un planeador blanco en un cielo lechoso.

El punto ciego, el movimiento de sacudida del ojo, la miopía espacial y la degradación de las capacidades en visión periférica constituyen obstáculos para detectar objetivos o conflictos potenciales. Además, aunque se examine regularmente la agudeza visual de los pilotos, la capacidad del ojo se degrada con la edad, el entorno y la fatiga.

2.1.1.5 Etapas psicovisuales

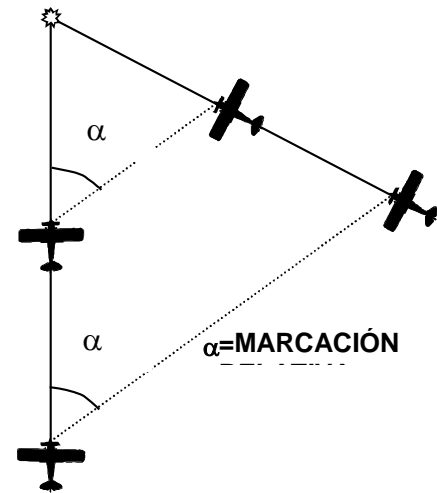
Los mecanismos centrales de la percepción y de la memorización actúan para reconocer la forma y la trayectoria de una aeronave.

La duración del tratamiento de la información visual es del orden de medio segundo para transmitir el mensaje visual a las estructuras centrales, y de dos segundos y medio para que el cerebro realice las operaciones de reconocimiento, de lo que resulta una latencia de unos tres segundos para que un piloto pueda identificar un objeto como una aeronave a partir del momento en que es perceptible.

2.1.2 Características de las colisiones

2.1.2.1 Acercamiento con marcación relativa constante

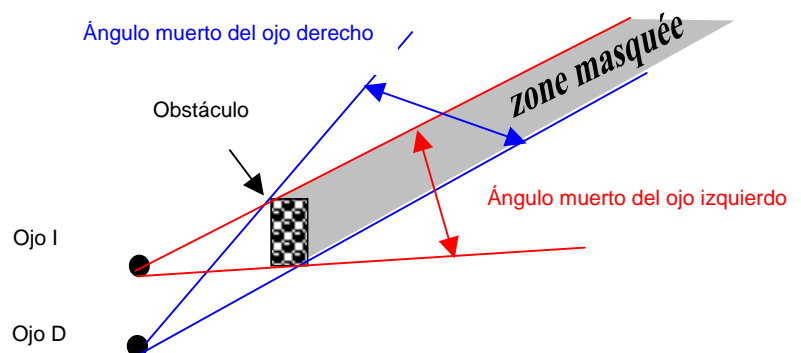
Los pilotos de dos aparatos que vuelan a velocidad y altitud constantes y con trayectorias convergentes verán al otro aparato con marcación relativa constante. En otras palabras, el tráfico convergente permanecerá inmóvil para el piloto. Esta inmovilidad aparente entraña problemas muy graves, ya que la detección se hace muy a menudo en visión periférica y, como ya hemos visto, esta visión se estimula sobre todo con el movimiento.



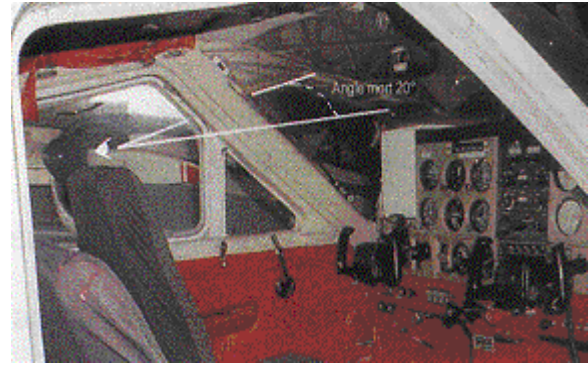
2.1.2.2 Ángulos muertos

La visión binocular transmite al cerebro dos imágenes procedentes de los dos ojos. En el caso de un objeto situado en el infinito, las dos imágenes son similares. Si se trata de un objeto cercano (del orden de un metro), es observado por los dos ojos bajo ángulos distintos. Este fenómeno permite apreciar el relieve.

Un ángulo muerto corresponde a una zona del entorno oculta por algún objeto y que, por tanto, no se ve. Así pues, para cada uno de los dos ojos que se acomodan al infinito, un objeto cercano puede constituir un ángulo muerto diferente. De la superposición de estas dos zonas resulta una zona oculta que, según los casos, puede ir hasta el infinito. En un avión, el montante del parabrisas puede constituir un ángulo muerto especialmente molesto.



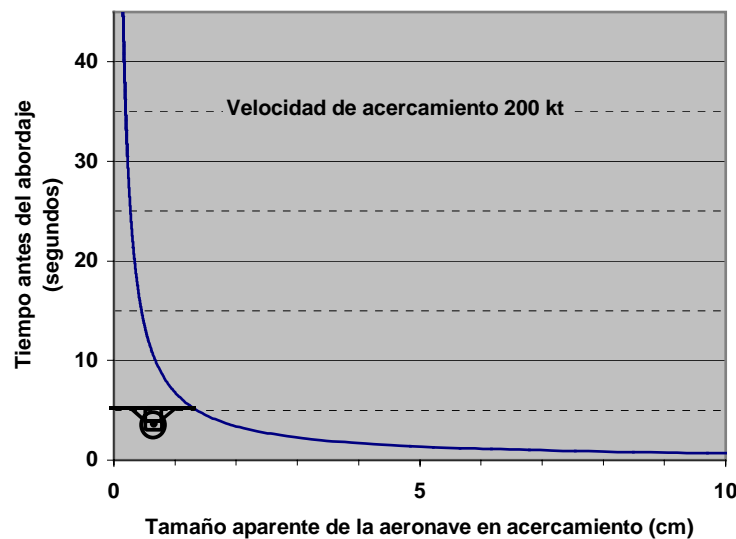
En la foto de la derecha se han representado las limitaciones de la visibilidad exterior causadas en un C177 por el ángulo muerto producido por los montantes de la puerta del parabrisas.



Además, se puede producir una coincidencia entre el punto ciego de un ojo y el ángulo muerto del otro.

2.1.2.3 Aumento del objetivo durante el acercamiento

Cuando dos aparatos se están acercando, sus pilotos verán cómo aumenta el tamaño del otro aparato. Sin embargo, este aumento no sigue una ley de variación lineal. El siguiente esquema ilustra este fenómeno. Representa la visión que tiene el piloto de un avión que vuela a 100 kt de otro avión que se acerca volando a la misma velocidad y con una envergadura aproximada de diez metros. Para interpretar correctamente este dibujo es conveniente situarlo delante de uno con el brazo extendido (aproximadamente 70 cm).



2.1.2.4 Tiempo de reacción

El tiempo de reacción no se puede considerar constante. Depende del piloto y del aparato. Incluye el reconocimiento del objetivo (aeronave), el análisis de una colisión potencial, la decisión de evitación, la acción sobre los mandos y el tiempo de maniobra del aparato. Para realizar esta secuencia se precisan algunos segundos. Además, el efecto sorpresa puede retardar o bloquear las reacciones del piloto.

La figura anterior presenta el tamaño de un aparato con una velocidad de acercamiento reducida cinco segundos antes del impacto. La detección, integrada en la carga de trabajo del piloto, de este objetivo de pequeña dimensión no es fácil.

Además de los límites inherentes al sistema visual, las trayectorias conflictivas presentan características muy particulares:

- **El acercamiento con marcación relativa constante, que caracteriza las trayectorias conflictivas, y el reducido contraste entre un aparato y su entorno pueden dificultar la visión periférica, sobre todo sensible al movimiento de objetos muy contrastados.**
- **La ergonomía del puesto de pilotaje y las particularidades del ojo humano pueden ocultar algunas partes de espacio.**
- **El pequeño tamaño de un aparato hasta muy poco tiempo antes de la colisión dificulta la detección. Además, su aumento repentino crea un importante efecto sorpresa.**
- **Por último, la maniobra de evitación no es instantánea.**

Así pues, la regla “Ver y evitar” puede no ser suficiente debido a los límites fisiológicos de la visión humana, a las velocidades elevadas y a la ergonomía de las aeronaves. En un informe sobre un abordaje entre un avión de transporte de pasajeros y un planeador (febrero de 1999), la Oficina de Investigaciones-Accidentes llegó a la conclusión de **«la inadecuación del concepto “Ver y evitar”, teniendo en cuenta las características actuales de la aviación.»**

Otros dos factores pueden contribuir a disminuir la vigilancia exterior:

- **Frecuentemente, la carga de trabajo en vuelo es importante. Durante un vuelo visual o por instrumentos con un solo piloto, éste debe encargarse del manejo de su máquina, de la navegación y de la vigilancia exterior. A veces, la vigilancia exterior puede delegarse en otra persona presente a bordo (instructor, otro piloto o pasajero). Esta transferencia de vigilancia, que podría incluirse en el trabajo de la tripulación, esta confianza mutua, se efectúa a menudo sin intercambio verbal, e incluso a veces inconscientemente.**
- **También podemos pensar que, durante los vuelos en crucero, cuando la carga de trabajo es menor, se baja la vigilancia.**

2.2 Conocimiento de la normativa

La clasificación de los espacios aéreos, identificados mediante una letra, está vigente en Francia desde el 2 de abril de 1992. Esta clasificación, conforme a las disposiciones del Anexo 2 del Convenio de Chicago, permite distinguir los espacios aéreos controlados de los no controlados y asociar los servicios de la

circulación aérea que se proporcionan. Los espacios aéreos controlados son de clase A, B, C, D y E. Los espacios aéreos no controlados son de clase F y G. En Francia sólo existen espacios de clase A, D, E y G.

El insuficiente conocimiento de las reglas que se aplican a estas clases de espacio lleva frecuentemente a los pilotos a cometer ciertos errores.

En el caso de los pilotos con una reducida experiencia o que vuelan poco, los matices entre espaciamiento, información de tráfico e información de vuelo no siempre son bien asimilados.

- **Espaciamiento:** El organismo de la circulación aérea establece un intervalo entre las posiciones de dos aeronaves. La utilización del espaciamiento implica que el control conoce la posición de todos los aparatos.
- **Información de tráfico:** El organismo de la circulación aérea informa al piloto de la presencia de otras aeronaves, cuya posición es conocida u observada (radio, radar, etc.), para ayudarle a evitar un abordaje. Para proporcionar una información de tráfico segura y eficaz, el controlador necesita conocer todos los aparatos que vuelan en su espacio. Por este motivo, el contacto por radio es obligatorio en los espacios aéreos en donde está asegurada la información de tráfico.
- **Información de vuelo:** El organismo de la circulación aérea da recomendaciones e informaciones útiles para la ejecución segura y eficaz de los vuelos. En este caso, un controlador o un agente AFIS puede comunicar una información relativa a un vuelo a otro aparato, pero no tiene un conocimiento exhaustivo de todo el tráfico.

2.3 Utilización de las radiocomunicaciones

La utilización de la radio, obligatoria en ciertos espacios aéreos, es facultativa en otros. El análisis de los accidentes demuestra que los pilotos pueden quedarse sin contacto radio, en muchas ocasiones por temor o por falta de costumbre. Actuando de este modo se privan de la información de vuelo que se les podría facilitar. Además, no informan al control o a los demás aviones de su presencia en la zona.

Contrariamente, a veces se observa que la utilización de la radio da un falso sentimiento de seguridad. Los pilotos piensan que cuentan con la información de tráfico, o incluso de espaciamiento, mientras que sólo se les indican las informaciones de vuelo. Entonces, el peligro puede deberse a un aparato no conocido por el control. Este último caso se produce entre los pilotos que evolucionan en vuelo por instrumentos.

2.4 Utilización del respondedor

Como ya hemos visto anteriormente, el control aéreo dispone de varios métodos

para identificar, separar e informar a los pilotos. La radio es un vector de información que funciona en los dos sentidos. El radar también permite que el controlador conozca mejor la posición de los aparatos. Los antiguos radares primarios no requerían ningún aparato embarcado, pero los radares utilizados actualmente sólo permiten detectar una aeronave si está equipada de un respondedor. Progresivamente, lo incorporan cada vez más aparatos. Todos los aviones de línea y los aviones que evolucionan en IFR lo tienen. Los demás aviones también están frecuentemente equipados con respondedor. Pero en el caso de los planeadores y aviones de construcción aficionado está menos extendido. Si este aparato está en funcionamiento, permite no sólo ser localizado en pantallas radar, sino también que los pilotos de aviones equipados con el sistema TCAS conozcan directamente, como último recurso, un tráfico potencialmente peligroso. Este sistema TCAS se está generalizando en los aviones de línea.

En el informe de accidente de la BEA respecto al abordaje acaecido el 30 de julio de 1998 enfrente de la costa de Quiberon, podemos leer que *«algunos usuarios no aplican la parte RAC 1-05 del Manual de Información Aeronáutica relativa a la obligación que tiene el piloto de un avión equipado con un respondedor de anunciar el código 7000 con indicación de la altitud en ausencia de instrucción de control.»* Esta obligación estaba incluida en la documentación entregada a los pilotos de una forma que podía interpretarse como facultativa, lo que explica que todavía no sea muy conocida. Además, a veces se cree que el respondedor se utiliza como un aparato de vigilancia de los organismos de la circulación aérea para perseguir las infracciones.

En los dos últimos casos de abordajes que implicaron a un avión de transporte de pasajeros se llegó a la conclusión de que, si se hubiera utilizado la pareja TCAS/respondedor se hubieran minimizado los riesgos de abordaje.

2.5 Abordajes cercanos a los aeródromos

Existen reglas, prácticas o procedimientos recomendados capaces de limitar el riesgo de abordaje, en particular en aquellos sectores en los que la intensidad de tráfico es importante. Este es el caso de las inmediaciones de los aeródromos. Algunos están controlados y el contacto por radio es obligatorio; otros pueden estar en autoinformación y puede que el uso de la radio no sea obligatorio. Para el aterrizaje se debe seguir un circuito de aeródromo y, en las pistas en las que la radio no es obligatoria, se debe realizar una maniobra de integración.

En ninguno de los casos de abordaje cerca de los aeródromos se utilizó la radio correctamente o se respetó el procedimiento de integración o el circuito de pista. En este último punto, encontramos casos en los que los pilotos «acortaron» los circuitos con una voluntad de eficacia, en detrimento de la seguridad.

La no utilización de la radio, la confianza excesiva en la información de vuelo y la interpretación incorrecta de la normativa, son elementos que encontramos en los accidentes estudiados.

3 - CONCLUSIÓN

Este estudio demuestra que todos los pilotos, sea cual fuere su edad, sus cualificaciones y las reglas de vuelo que utilizan, pueden enfrentarse al riesgo de abordaje. No se producen muchos accidentes de este tipo, pero casi siempre tienen graves consecuencias.

El creciente número de aparatos, la complejidad de algunos itinerarios, las mayores prestaciones y la ergonomía de los puestos de pilotaje deben incitar a los pilotos a utilizar todos los métodos que les permitan detectar y ser detectados por los demás.

Por último, son indispensables las evoluciones reglamentarias, ya que a menudo todavía la regla "Ver y evitar" es el único garante del antiabordaje. Esta regla básica, en un contexto cada vez más exigente, ya no es suficiente.

4 - REDUCIR EL RIESGO DE ABORDAJE

Como complemento a las recomendaciones que había emitido la BEA en las investigaciones sobre los accidentes de Quiberon y Montpellier, se pueden sugerir varias medidas para reducir el riesgo de abordaje basándose en las constataciones anteriores. En primer lugar, teniendo en cuenta las limitaciones de la visión que dificultan la localización de una aeronave en una trayectoria de colisión, es decir, con marcación relativa constante, es conveniente favorecer todo lo que pueda mejorar la percepción:

- Utilización de todos los medios que permitan ser localizado: las luces de destellos, las luces de navegación y los faros son ayudas muy valiosas que permiten que los demás pilotos o los controladores localicen el avión lo antes posible.
- Limpieza de las lunas o del parabrisas: el estudio ha demostrado que un obstáculo, incluso pequeño, puede disimular un avión de modo que el tiempo necesario para la evitación sea insuficiente. Los documentos de vuelo y otros objetos colocados sobre el tablero de instrumentos también provocan reflejos que pueden obstaculizar la visibilidad a través del parabrisas.
- Utilización sistemática de la radio. Los contactos organizados a nivel local entre pilotos VFR y controladores, que a su vez suelen ser pilotos, podrían eliminar algunas reticencias y facilitar el uso correcto de la información de vuelo.
- Utilización sistemática del respondedor si está disponible a bordo (y si funciona con indicación de altitud). Esto permite que el controlador conozca el tráfico y, en última instancia, que la tripulación de un avión de transporte equipado con un TCAS detecte un tráfico conflictivo.

- Respeto de las trayectorias de llegada y de los circuitos de aeródromo, sean cuales fueren los imperativos de rentabilidad o de horario.

Los pilotos en VFR, o que evolucionen en IFR en un espacio en el que pueden encontrarse vuelos en VFR, deben ser conscientes de la existencia real del riesgo de abordaje y de la importancia de vigilar en todo momento. En particular:

- Se necesita una buena disponibilidad durante el vuelo, para garantizar el antiabordaje. Para ello, una buena preparación del vuelo, ya se realice en VFR o en IFR, puede reducir la carga de trabajo y, especialmente, limitar la consulta de la documentación.
- Es indispensable el perfecto conocimiento de los espacios aéreos, actualizado regularmente, para estar al tanto de las obligaciones y los servicios prestados, así como de las interacciones con los demás vuelos (visuales o por instrumentos).
- Se debe incrementar la vigilancia en torno a las zonas muy frecuentadas (medio de radionavegación, aeródromos) y cuando la aeronave vuela con el sol en el sector trasero.
- Es conveniente el reparto explícito de la vigilancia exterior antes de un vuelo compartido entre dos pilotos.

Por último, habría que mejorar el funcionamiento de la regla “Ver y evitar”, sin desestimar sus limitaciones. Esto pasa necesariamente por una buena formación y un entrenamiento regular de los pilotos privados para:

- la ejecución metódica de la vigilancia exterior. Una vigilancia dinámica que favorezca la búsqueda de un objetivo es ciertamente más eficaz que una simple mirada al cielo. Los pilotos deben ser entrenados para **buscar y detectar**;
- la ejecución oportuna de una maniobra de evitación. Los pilotos deben entrenarse para apreciar el movimiento relativo de otra aeronave y para pensar y ejecutar rápidamente la maniobra correcta de evitación.

Observación: La realización de películas o de programas de simulación destinados a las escuelas y centros de formación podría contribuir a implantar estos últimos puntos.

ANEXO

LISTA DE ABORDAJES

FECHA	LUGAR	Dpt.	Resumen
20/02/1989	TARBES	65	Abordaje entre un Merlin IV en acercamiento IFR sobre Tarbes y un TB10 con salida de este mismo aeródromo. Después de haber abandonado el ATZ, el TB10 volvió a esta zona sin contacto por radio.
2/06/1989	LES MEES	04	Abordaje entre un Rallye remolcador enganchado y un planeador DG 300 en transición en una zona con tráfico vuelo a vela denso.
30/12/1989	MOOREA	Polinesia	Abordaje entre un PA28 y un DR400 en una zona de control. El incumplimiento de las reglas de fraseología provocó una confusión que llevó al controlador a dar la información de ausencia de tráfico.
5/05/1990	WAMBRECHIES	59	Abordaje entre un Rallye remolcador enganchado en ascenso y un C185 en descenso, después del lanzamiento de paracaidistas.
25/09/1990	CALVIGNAC	46	Abordaje en crucero a nivel de vuelo 65, entre un PA28 sobre una ruta 230 y un TB10 sobre una ruta 350. Los dos aparatos respetaban la regla semicircular.
13/07/1991	VENETTE	60	Abordaje entre un DR400 en ascenso inicial y un Robin 2100 que llegaba a la vertical del terreno, por encima del circuito de pista.
2/05/1992	PLAISIR	78	Abordaje entre un C152 y un DR400. Cada aparato salía en navegación. Habían despegado de dos aeródromos próximos de la región parisina.
6/11/1992	15 NM aeródromo de TARBES	65	Abordaje entre dos CAP10 en vuelo de instrucción.
13/03/1993	Aeródromo de PONT SUR YONNE	89	Abordaje en ascenso inicial entre un ULM y un Jodel que despegaron de dos pistas paralelas.
23/07/1993	MASSIGNY	74	Abordaje entre un PA28 y un C172 en crucero a 8.000 pies, en la TMA de clase E de Chambéry. Los dos aparatos acababan de atravesar el espacio aéreo de clase C de la TMA de Ginebra con recorridos diferentes.
11/11/1993	Aeródromo de TOUSSUS le NOBLE	78	Abordaje entre un C150 y un RF3 en etapa de base. Los dos aparatos acababan de integrarse en el circuito del aeródromo. La frecuencia estaba sobrecargada.
23/12/1993	Aeródromo del CASTELET	83	Abordaje al final entre un Rallye y un CAP10 al final de la evolución de una acrobacia aérea. Los planos de aproximación de los dos aparatos eran muy diferentes.
25/07/1995	LA POINTE	64	Abordaje entre un TB10 y un DR400 durante la llegada de una etapa del Tour de Francia de pilotos jóvenes. Uno de los aparatos efectuaba un circuito de espera en un punto de entrada de la CTR, y el otro llegaba al terreno por este punto de entrada.
18/08/1995	Aeródromo de VINON	83	Abordaje entre un Rallye remolcador y un planeador. El Rallye, en último viraje y circuito corto, había chocado con la parte trasera del planeador.
09/03/1997	Aeródromo de MONTARGIS	45	Abordaje entre un PA28 que llegaba a la vertical del terreno y un Stampe en evolución acrobática aérea sin radio.
30/07/1998	QUIBERON	56	Abordaje entre un Beechcraft 1900 que había anulado IFR y un C177 por encima del trasatlántico NORWAY.
12/02/1999	GORNIES	34	Abordaje entre un A320 en IFR en descenso hacia Montpellier y un planeador G103 en vuelo en ondulatoria.