

Accidents
de Robinson R 22
1988 - 2001

ETUDE

Table des matières

GLOSSAIRE	4
CONTEXTE DE L'ETUDE	5
1 - PRESENTATION DES ACCIDENTS DE R 22	6
1.1 Les accidents et leurs conséquences	6
1.2 Mesures réglementaires	7
1.2.1 Situation en 1995	7
1.2.2 Situation en 1998	7
1.2.3 Conditions d'expérience pour les pilotes et instructeurs	8
1.2.4 Documentation	9
1.3 Caractéristiques des accidents	9
1.3.1 Répartition des accidents par types	9
1.3.2 Accidents survenus en instruction	10
1.4 Accidents et expérience du pilote	10
1.4.1 Heures totales	10
1.4.2 Heures sur R 22	11
1.5 Accidents à l'étranger	11
1.5.1 Aux Etats-Unis	11
1.5.2 Au Royaume-Uni	12
2 - ANALYSE DES ACCIDENTS DE R 22	12
2.1 Pertes de contrôle	12
2.2 Autorotations	13
2.2.1 Entraînements en autorotation	14
2.2.2 Autorotations forcées	14
2.3 Retournements dynamiques	14
2.4 Collisions	15
2.5 Problèmes mécaniques	15
2.6 Talonnage du mât rotor en vol sous faible facteur de charge	16
2.7 Analyse de l'expérience et des connaissances des pilotes	17

3 - CONCLUSIONS	17
3.1 Faits établis par l'étude	17
3.2 Causes les plus fréquentes	19
4 - INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS DE SECURITE	19
4.1 Informations de sécurité	19
4.2 Recommandations de sécurité	20
4.2.1 Documentation	20
4.2.2 Stages de sécurité	21
LISTE DES ANNEXES	22
ANNEXE 1	22
ANNEXE 2	22
ANNEXE 3	22
ANNEXE 4	22
ANNEXE 5	22

Glossaire

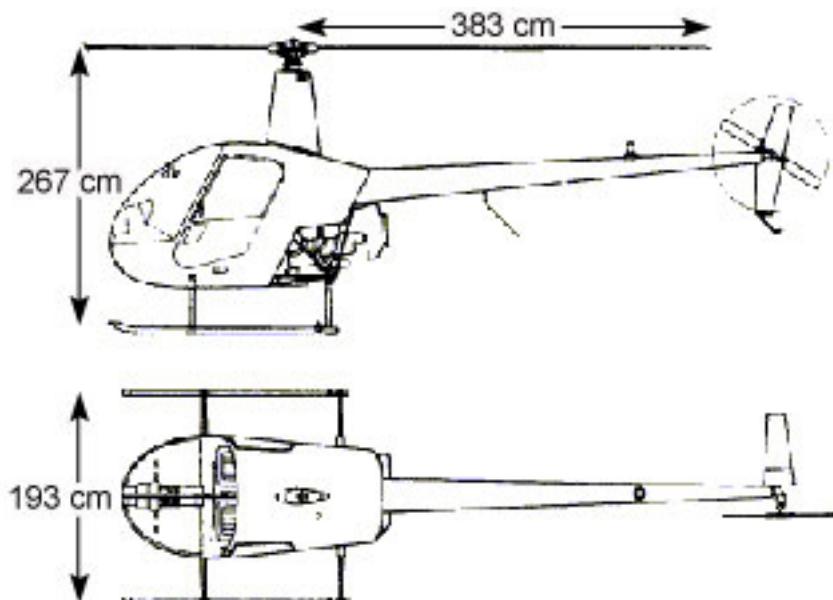
AD	Aérodrome
BKN	Nuages morcelés (5 à 7 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
CAVOK	Visibilité, nuages et temps présent meilleurs que valeurs ou conditions prescrites
CdB	Commandant de Bord
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
FEW	Nuages rares (1 à 2 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
ft	Pied(s)
hPa	Hectopascal
ITH	Instructeur de pilote privé hélicoptère
kt	Nœuds
METAR	Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
NM	Mille marin
OVC	Ciel couvert (8 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
PPH	Licence de pilote professionnel hélicoptère
QNH	Calage altimétrique requis pour lire l'altitude de l'aérodrome
SCT	Nuages épars (3 à 4 octas) suivi de la hauteur de la base des nuages
SFACT	Service de la Formation Aéronautique et du Contrôle Technique
TT	Licence de pilote privé avion
TTH	Licence de pilote privé hélicoptère

CONTEXTE DE L'ETUDE

Le R 22 est un hélicoptère bi-pales apprécié des aéroclubs et des particuliers qui y trouvent un bon rapport performances/prix. Les autres machines également équipées de moteurs à pistons comme le Bell 47 ou le Hughes 300 sont de conception plus ancienne et ont des vitesses de croisière plus faibles que le R 22, pour des prix à l'heure de vol comparables. Ces éléments ont favorisé l'augmentation du nombre de R 22 en France depuis sa mise en service. En 1991, mille six cents hélicoptères Robinson R 22 sont en activité dans le monde et trois unités sortent quotidiennement d'usine.

Entre 1988 et 1991, quatre-vingt cinq R 22 ont été vendus en France et vingt-cinq accidents furent recensés. Bien que le nombre d'accidents imputables à des défaillances de l'aéronef n'ait pas été significativement plus important que celui des autres hélicoptères, le nombre d'accidents de R 22 a été cependant globalement nettement plus élevé. Le BEA avait alors réalisé une étude qui analysait les causes des accidents de R 22 entre 1988 et 1991 et la DGAC avait pris des mesures pour améliorer la sécurité des vols sur ce type d'hélicoptère.

Fin 2000, Robinson avait produit quatre mille hélicoptères (3 132 R 22 et 868 R 44). Soixante-treize R 22 étaient immatriculés en France au 31 décembre 2000. La recrudescence des accidents de R 22 survenus en France en 2000 a fait apparaître la nécessité de réactualiser l'étude de 1991.



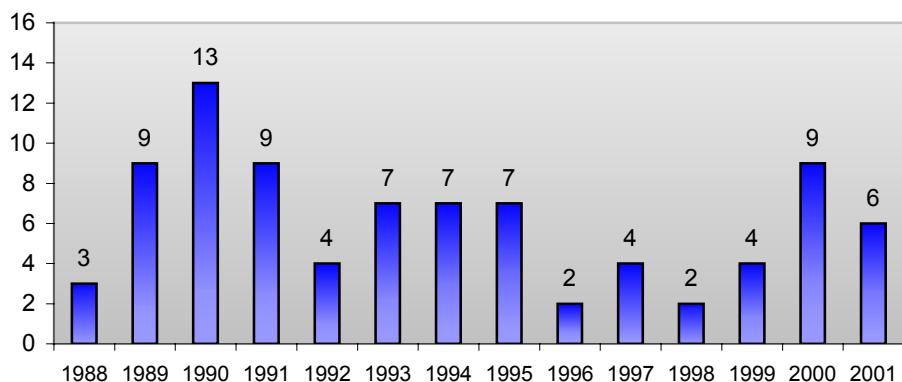
Vue de gauche et de dessus

1 - PRÉSENTATION DES ACCIDENTS DE R 22

1.1 Les accidents et leurs conséquences

La figure 1 présente sous forme d'histogramme le nombre annuel d'accidents de R 22 survenus entre 1988 et 2001.

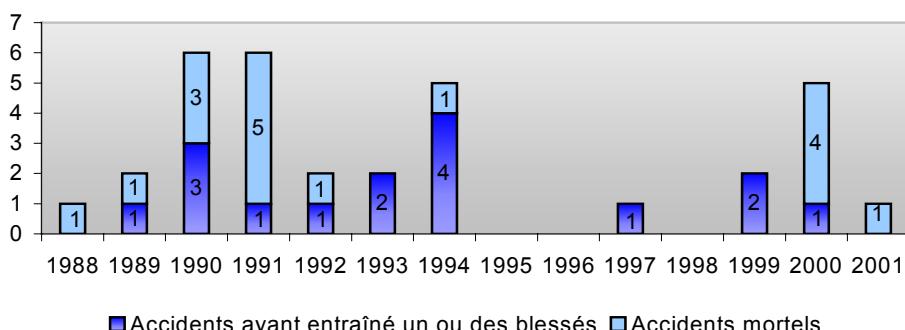
Figure 1 : Nombre annuel d'accidents



Durant cette période, quatre-vingt six accidents de R 22 ont été portés à la connaissance du BEA. Trente-trois ont provoqué des dommages corporels, dix-sept ont été mortels. En 1994 (respectivement 1995), le nombre d'accidents pour ce type d'appareil représentait 18 % (respectivement 20 %) du total des accidents d'hélicoptère survenus en France.

La figure 2 présente la répartition annuelle des accidents corporels. Aucun accident mortel n'est à signaler entre 1995 et 1999. On note pour 2000 une recrudescence du nombre d'accidents avec des conséquences mortelles.

Figure 2 : Période de 1988 à 2001



1.2 Mesures réglementaires

1.2.1 Situation en 1995

De nombreux accidents de R 22 en France et à travers le monde avaient mis en évidence des problèmes liés aux caractéristiques particulières de cet hélicoptère en raison entre autres de la faible inertie de son rotor.

Ceci avait conduit la DGAC à prendre les mesures suivantes :

- Le 10 février 1994 : par décision ministérielle n° 4-065, tout candidat à la qualification de type R 22 doit suivre un programme d'instruction minimal⁽¹⁾.
- Le 16 janvier 1995 : une consigne de navigabilité limite l'exploitation du R 22 et du R 44 dans certaines conditions de vent⁽²⁾.
- Le 30 janvier 1995 : le SFACT demande aux services déconcentrés de l'aviation civile de ne pas autoriser « jusqu'à avis contraire » l'utilisation de ces hélicoptères en transport public.
- Par ailleurs l'administration américaine introduisait en mars 1995 dans la FAR 61 (Federal Aviation Regulations), au moyen du règlement spécial SFAR 73 (Special Federal Aviation Regulations)⁽³⁾, des exigences spéciales concernant l'expérience et la formation nécessaires pour pouvoir piloter un Robinson R 22 ou R 44.

1.2.2 Situation en 1998

Le programme d'instruction minimal pour la qualification de type R 22, instauré en 1994, n'incluait pas le R 44, probablement en raison du faible nombre de machines concernées. L'arrêté du 11 décembre 1998 « relatif aux conditions d'utilisation des hélicoptères Robinson R 22 et R 44 » couvre désormais le cas du R 44 à l'instar du R 22⁽⁴⁾.

En 1998, à la suite de demandes renouvelées d'exploitants pour effectuer du transport public au moyen de Robinson R 22 et R 44, la DGAC a examiné la possibilité de lever l'interdiction temporaire d'utilisation de ces appareils en transport public, moyennant l'introduction d'exigences spécifiques concernant la

1 Programme joint en annexe.

2 Consigne de navigabilité CN 1995-018-IMP(A) en annexe.

3 Ce règlement spécial modifie le contrôle en vol biennal pour le renouvellement de qualification en instaurant une vérification des compétences des pilotes de R 22 et R 44 par une augmentation du nombre d'heures de vol en double commandes sur type. Ce règlement arrivait à échéance le 31 décembre 1997 ; sa validité a été étendue au 31 décembre 2002.

4 Voir annexe 3 : arrêté du 11 décembre 1998 (JO du 05/01/99) relatif aux conditions d'utilisation des hélicoptères Robinson R 22 et R 44.

formation et l'expérience aéronautique des pilotes. L'arrêté du 11 décembre 1998 a été publié en tenant compte des faits suivants :

- depuis les mesures prises par la DGAC, dont celles concernant la formation des pilotes de R 22, le nombre d'accidents de R 22 avait diminué de façon significative entre 1995 et 1998 (voir figures 1 et 2),
- l'expérience de quelques autorités de pays étrangers (Royaume-Uni et Allemagne en particulier) où l'exploitation en transport public s'était poursuivie, moyennant des exigences particulières concernant la qualification des pilotes et des instructeurs, s'était révélée satisfaisante,
- le sous-comité hélicoptères des JAA (Joint Airworthiness Authorities) n'était pas opposé à l'utilisation de ces appareils en transport public.

1.2.3 Conditions d'expérience pour les pilotes et instructeurs

Pour dispenser et sanctionner l'instruction en vol sur hélicoptère R 22, tout instructeur doit :

- totaliser au moins deux cents heures de vol sur hélicoptère en qualité de commandant de bord dont cinquante heures sur R 22,
- avoir effectué un stage de sécurité Robinson approuvé par le ministre chargé de l'aviation civile.

Pour voler sur hélicoptère R 22, les limitations ci-dessous doivent être respectées par tout pilote, sauf si celui-ci a totalisé au moins deux cents heures de vol sur hélicoptère en qualité de commandant de bord dont cinquante heures sur R 22 et s'il a suivi un stage de sécurité Robinson approuvé par le ministre chargé de l'aviation civile :

- les vols sont interdits lorsque les vents en surface dépassent vingt-cinq noeuds, rafales incluses,
- les vols sont interdits lorsque les rafales de vent en surface dépassent quinze noeuds,
- les vols prolongés dans des conditions de turbulence modérée, sévère ou extrême sont interdits.

Avant d'effectuer son premier vol solo, un élève pilote ne détenant pas la licence de pilote d'hélicoptère doit avoir effectué au moins vingt heures d'instruction en double commande sur R 22.

1.2.4 Documentation

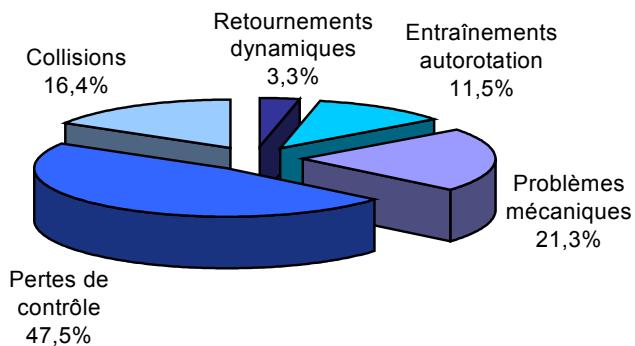
L'actuel manuel de vol du R 22 est celui de l'ancien importateur, tel qu'approuvé par la DGAC en 1986, et auquel sont ajoutés des additifs (consignes de navigabilité et additifs de mise à jour approuvés).

1.3 Caractéristiques des accidents

1.3.1 Répartition des accidents par types

La figure 3 présente la répartition par types des accidents survenus entre 1991 et 2001⁽⁵⁾.

Figure 3 : Période 1991 - 2001



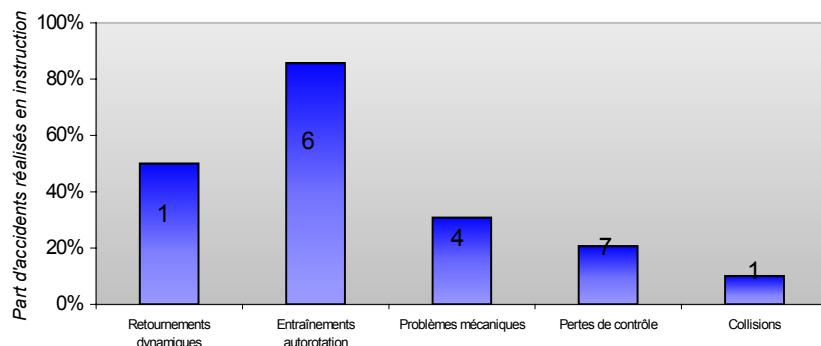
La perte de contrôle représente le type d'accident le plus recensé pendant cette période. Viennent ensuite les accidents liés à des problèmes mécaniques (21,3 %) et les collisions avec le relief ou des obstacles sans perte de contrôle en vol (16,4 %). Les accidents survenus lors d'entraînements en autorotation représentent 11,5 % des événements.

5 Dans une étude précédente portant sur les accidents survenus en France à des hélicoptères Robinson R 22 entre 1988 et 1991, les événements avaient été classés de la façon suivante :
pertes de tours rotors : huit accidents
retournements dynamiques : six accidents
imprudences : six accidents
entraînements en autorotation : trois accidents
inexpliqués : deux accidents

1.3.2 Accidents survenus en instruction

La figure 4 présente la répartition des accidents survenus en instruction (solo compris) ainsi que le nombre d'événements concernés entre 1991 et 2001.

Figure 4 : Période 1991 - 2001



Pendant cette période le nombre d'accidents en instruction représente 31 % du total des accidents en R 22.

Sept accidents (quatre avec instructeur et trois en solo) sont des pertes de contrôle en instruction ce qui représente 24 % des pertes de contrôle.

Cinq instructeurs avaient moins de cent heures de vol sur type.

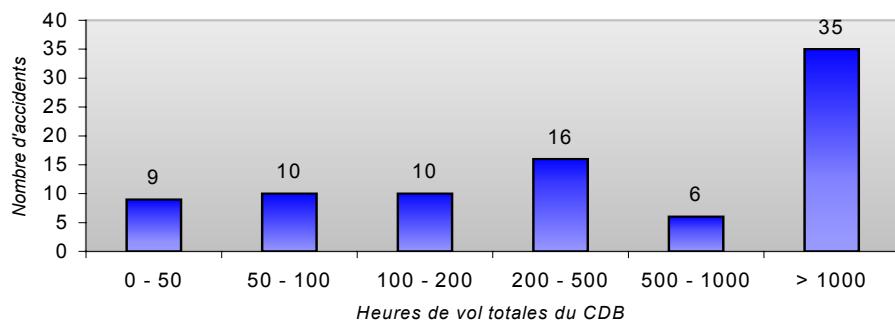
Il convient de noter une nette diminution de la proportion du nombre d'accidents en instruction par rapport à la période 1988-1991, pour laquelle les accidents en instruction représentaient 52 % du total des accidents en R 22.

1.4 Accidents et expérience du pilote

1.4.1 Heures totales

La figure 5 présente le nombre d'accidents de R 22 en fonction du nombre d'heures de vol totales du commandant de bord.

Figure 5 : Période 1988 - 2001

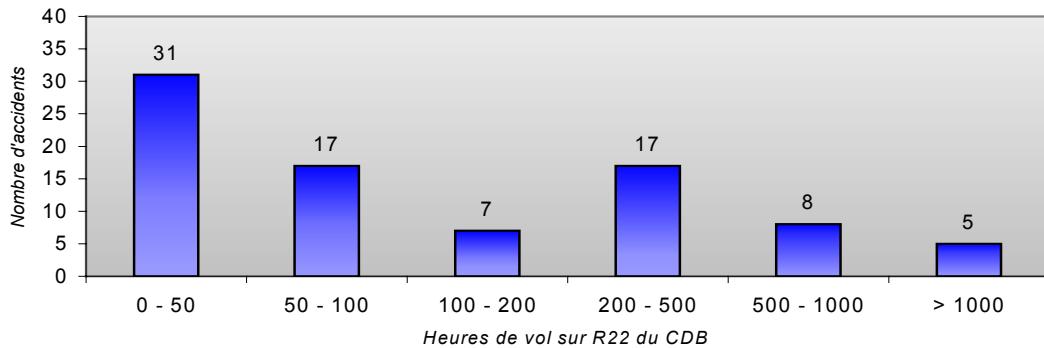


Dans 40 % des accidents, les pilotes avaient une expérience totale sur tous types d'hélicoptères supérieure à mille heures de vol.

1.4.2 Heures sur R 22

La figure 6 présente le nombre d'accidents en fonction du nombre d'heures de vol du commandant de bord sur R 22⁽⁶⁾.

Figure 6 : Période 1988 - 2001



Dans 56 % des accidents, les pilotes avaient une expérience sur R 22 inférieure à cent heures de vol. Ce chiffre passe à 84 % pour les pilotes ayant une expérience sur R 22 inférieure à cinq cents heures de vol.

Remarque : 40 % des commandants de bord avec une expérience supérieure à mille heures de vol sur tous types d'hélicoptères avaient moins de cent heures de vol sur ce type.

1.5 Accidents à l'étranger

Des études américaine et britannique ont également analysé les pertes de contrôle survenues à des R 22 avec leurs propres critères.

1.5.1 Aux Etats-Unis

Entre 1981 et 1994, soixante-deux accidents mortels ont été enregistrés⁽⁷⁾ dont vingt-trois sont considérés comme des pertes de contrôle avec comme causes :

- décrochage du rotor principal,
- défaut structurel de la boîte de transmission principale,
- perte de contrôle ou collision avec le relief pour des raisons inconnues,
- passage en IMC (conditions météorologiques de vol aux instruments),
- pilotage sous l'effet de drogue ou d'alcool.

6 L'expérience sur R 22 d'un des commandants de bord n'a pas pu être déterminée.

7 NTSB, Special Investigation Report, Robinson Helicopter company R 22 loss of main rotor control accidents, mars 1996.

1.5.2 Au Royaume-Uni

Entre 1985 et 2000, cent dix-sept accidents dont dix mortels ont été recensés⁽⁸⁾. Soixante dix-huit étaient des pertes de contrôle survenues dans les conditions suivantes :

- atterrissage solo : vingt-cinq accidents,
- atterrissage avec instructeur : douze accidents,
- atterrissage pilote privé : vingt-sept accidents,
- retournement dynamique : huit accidents⁽⁹⁾,
- assiette à cabrer trop importante : trois accidents,
- calage moteur/givrage carburateur : trois accidents.

2 - ANALYSE DES ACCIDENTS DE R 22

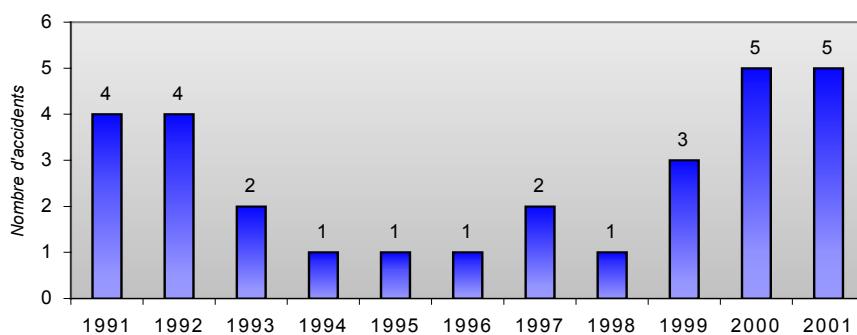
Le R 22, qui a la particularité d'être léger et équipé d'un système de rotor à balancier, possède des commandes de vol très sensibles. Des actions brutales peuvent conduire à des situations dangereuses telles un retournement dynamique ou un talonnage du mât rotor sous faible facteur de charge.

2.1 Pertes de contrôle

La perte de contrôle en vol est due à un écart important entre les paramètres de vol de l'hélicoptère (tours rotors, vitesse...) et les paramètres voulus par le pilote, au point qu'il ne peut plus parvenir à donner à son appareil la trajectoire désirée.

La figure 7 présente l'évolution annuelle, entre 1991 et 2001, du nombre d'accidents relatifs à une perte de contrôle.

Figure 7 : pertes de contrôle / accidents R 22



8 Robinson R 22, European Safety Course, octobre 2001.

9 Les études française et américaine ne classent pas le retournement dynamique parmi les pertes de contrôle.

Ces accidents (dix corporels dont sept mortels) de ce type se répartissent comme suit : neuf au décollage, onze en croisière, neuf à l'atterrissage.

Parmi ces accidents quatre ont eu lieu avec un instructeur à bord (deux en croisière, deux au décollage) et trois en solo (deux en croisière, un à l'atterrissage).

Il est à noter que jusqu'en 1996, la perte de contrôle provenait principalement d'une prise en compte insuffisante des caractéristiques spécifiques du R 22, notamment de la difficulté de gérer les tours rotors sans régulateur de régime. En effet, la faible inertie du rotor entraîne, lors des évolutions, une tendance aux variations rapides et importantes du régime rotor. Ce phénomène est aggravé par la faible marge de puissance, principalement lors des transitions comme celle entre le vol d'avancement et le vol stationnaire pendant laquelle le régime rotor tend à diminuer. Dans ce cas, il importe d'anticiper ou d'appliquer rapidement la bonne action de récupération. Un pilote non sensibilisé à ce phénomène ou peu entraîné peut aggraver la situation et perdre rapidement la portance du rotor principal ou le contrôle en lacet⁽¹⁰⁾.

L'installation d'un régulateur de régime sur les R 22 a été préconisée par une recommandation du comité technique de la FAA (Federal Aviation Administration) en juin 1995⁽¹¹⁾. L'introduction de ce dispositif a permis de réduire le nombre de pertes de contrôle liées aux variations du régime rotor.

Les pertes de contrôle, entre 1991 et 2001, à proximité du sol (au décollage et à l'atterrissage) proviennent essentiellement d'une prise en compte insuffisante des limitations de la machine se traduisant par :

- un dosage inadapté des actions sur les commandes,
- une insuffisance de coordination des pas cyclique et collectif et des palonniers,
- une translation effectuée à très basse hauteur,
- une gestion inadaptée des tours rotors,
- une approche trop rapide,
- une exécution incomplète des procédures : oubli d'enclencher le régulateur régime par exemple.

Les pertes de contrôle en croisière sont principalement la conséquence de l'utilisation des machines dans des conditions météorologiques défavorables (perte de références visuelles, vents forts, rabattants, etc.).

2.2 Autorotations

10 Voir en annexe le rapport relatif à l'accident survenu le 6 juillet 1997 à Carros (06), publié dans le Bulletin d'information sur les accidents et incidents d'aviation générale (édition de mars 1999).

11 Robinson a équipé d'un régulateur les nouvelles versions d'hélicoptère à compter du numéro de série 2510 et a rendu disponible un kit permettant d'installer cet équipement sur les anciens modèles.

L'autorotation, comparable au vol plané pour un avion, est un régime de fonctionnement de l'hélicoptère en descente dans lequel le rotor principal ne reçoit pas de puissance de l'installation motrice mais est entraîné par le flux relatif de l'air qui le traverse, globalement, de bas en haut.

2.2.1 Entraînements en autorotation

Depuis 1991, sept accidents, dont trois corporels, ont été dénombrés lors d'entraînements en autorotation (six en instruction). Sur ces sept autorotations exécutées, cinq ont été complètes et deux avec reprise moteur. Pour quatre accidents, le pilote avait beaucoup d'heures de vol sur hélicoptère mais peu d'expérience sur R 22.

L'entraînement en autorotation sur le R 22 reste un exercice particulièrement délicat et la marge d'erreur est très faible compte tenu des spécificités de l'appareil. Cette manœuvre nécessite d'une part une très grande précision pour la tenue des paramètres et d'autre part une zone de touché préparée pour cet exercice. De plus, l'exercice ne doit être entrepris que dans de bonnes conditions, avec notamment une marge suffisante par rapport à la masse maximale de l'appareil et par conditions météorologiques favorables (température, vent de face).

Ces éléments ainsi qu'une bonne préparation permettent de maîtriser les risques d'un exercice souvent perçu comme difficile et stressant par les pilotes.

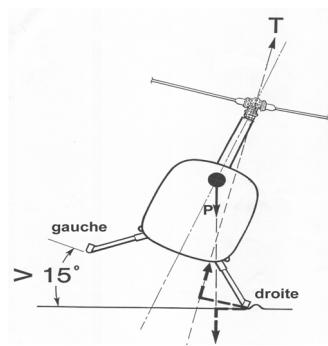
2.2.2 Autorotations forcées

Il est à noter que 66 % des autorotations effectuées après la détection d'une anomalie de fonctionnement ont été réussies (équipage indemne).

2.3 Retournements dynamiques

Dans la période considérée, deux retournements dynamiques ont été enregistrés. Ce phénomène se produit lorsque l'appareil s'incline avec un patin bloqué par un obstacle ou par le sol (boue, sable, gel, racine, etc.), la portance étant appliquée. Le R 22 semble plus sensible à ce phénomène que la plupart des autres hélicoptères en raison de la position élevée du centre de poussée du rotor : si l'inclinaison dépasse 15° avec un patin au sol et de la portance, le retournement dynamique devient pratiquement irréversible.

Par exemple, si le patin droit est bloqué par un obstacle lors d'une translation latérale à très basse hauteur, il devient une charnière pour un renversement par la droite. Le positionnement de la commande du cyclique en butée à gauche afin de stopper le renversement se révèle alors inutile. En effet, le prolongement du vecteur portance (T) étant toujours à gauche du patin droit, le moment de retournement ne pourra être annulé. Le moyen le plus efficace pour arrêter le retournement dynamique consiste à diminuer rapidement le pas collectif.



2.4 Collisions

Depuis 1991, dix collisions avec un obstacle ont été recensées. Le vol à basse hauteur est à l'origine de sept d'entre elles (collision avec le relief ou avec des lignes électriques). Pour les autres, on note :

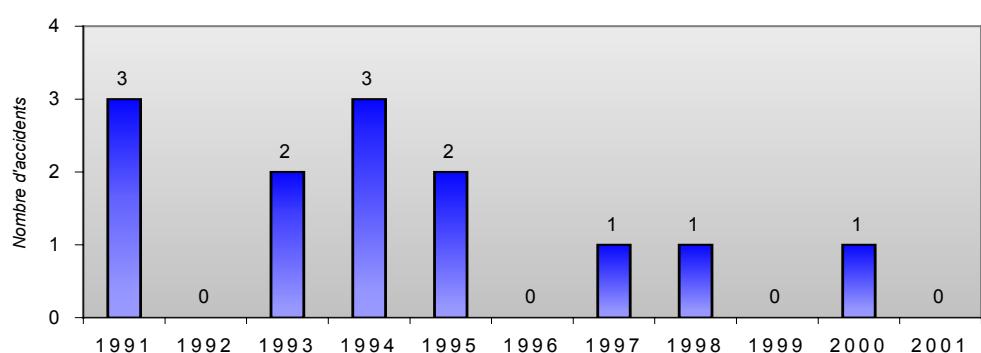
- des évolutions brutales à proximité de la plate-forme de poser,
- des évolutions avec une mauvaise visibilité : présence de buée sur la verrière et aveuglement dû au soleil.

Quatre accidents sont survenus à des pilotes ayant entre deux cents et cinq cents heures de vol sur R 22.

2.5 Problèmes mécaniques

La figure 8 présente la répartition des treize accidents liés à un problème mécanique.

Figure 8 : accidents liés à des problèmes mécaniques



Les problèmes mécaniques se traduisent par :

- une diminution du régime rotor,
- des vibrations,
- une détérioration de l'arbre d'entraînement du rotor anti-couple par une pale du rotor principal à la suite d'une perte de tours,
- une rupture de la transmission du rotor anti-couple,
- un grippage au niveau d'une soupape d'échappement.

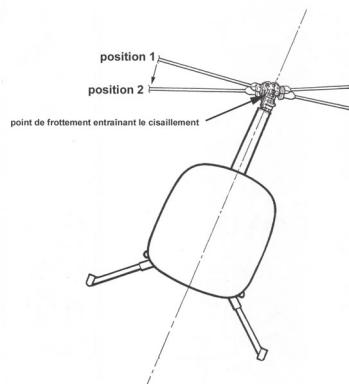
Une maintenance et/ou une utilisation inadaptées de la machine peuvent être à l'origine des effets décrits précédemment. Par exemple, le givrage carburateur a été identifié comme cause possible dans trois accidents.

2.6 Talonnement du mât rotor en vol sous faible facteur de charge

Remarque : ce type d'accident n'a pas été rencontré en France entre 1991 et 2001 mais des cas de talonnement du mât rotor en vol sous faible facteur de charge (mast bumping) ont été identifiés dans d'autres pays, ce qui a conduit le constructeur Robinson à émettre plusieurs bulletins de sécurité⁽¹²⁾. Le GSAC (Groupement pour la Sécurité de l'Aviation Civile) a également révisé la consigne de navigabilité concernant les R 22 en la complétant avec des informations relatives aux interférences rotor/fuselage⁽¹³⁾.

Des actions brutales sur les commandes du R 22 peuvent conduire à des situations potentiellement dangereuses sous faible facteur de charge. L'ensemble du rotor à balancier peut prendre une amplitude excessive par rapport à l'axe du mât et générer des chocs au niveau du mât en cas d'action inappropriée du pilote.

Le facteur de charge diminue par exemple lorsque le pilote pousse rapidement sur le manche. Dans ces conditions, le couple de renversement du rotor risque de combiner son effet à l'action du rotor anti-couple, induisant une inclinaison de la cellule vers la droite (position 1). La mise en butée immédiate à gauche du pas cyclique sera alors sans effet sur la position de la cellule, car celle-ci se trouvant sous faible facteur de charge ne réagira plus aux sollicitations du rotor principal qui s'inclinera seul vers la gauche. Dans ce cas limite, il y a risque de talonnement et de rupture du mât, et/ou risque de contact d'une pale avec la cellule (position 2).



12 Notices de sécurité de Robinson SN 11 et SN 29 relatives aux talonnements du mât rotor sous faible facteur de charge (mast bumping in low G conditions).

13 Révision du 23 février 2000 de la CN 1995-018-IMP(A), voir annexe.

Ainsi, si au cours d'une manœuvre d'évitement, le pilote décide brusquement de descendre et par exemple, par réflexe acquis sur avion, pousse sur le manche, il se trouve sous faible facteur de charge avec un possible talonnement/cisaillement du mât rotor s'il met alors brusquement du manche à gauche pour annuler l'inclinaison. Pour éviter une situation de « mast bumping », il convient d'agir en souplesse sur les commandes en tirant progressivement sur le pas cyclique pour restaurer de la portance et ensuite en le mettant à gauche pour rétablir une position horizontale.

2.7 Analyse de l'expérience et des connaissances des pilotes

On voit sur la figure 6, au paragraphe 1.4.2, que la population de pilotes la plus sensible aux accidents est celle ayant moins de cent heures de vol sur R 22 (56 % des accidents) et que 84 % des accidents concernent des pilotes ayant moins de cinq cents heures de vol sur R 22.

On a vu au § 1.4 qu'une grande expérience sur d'autres types d'hélicoptères ne réduisait pas la vulnérabilité aux accidents sur R 22, ce qui souligne les spécificités du pilotage de cet appareil.

Après des accidents en instruction, certains instructeurs ont précisé que leur expérience leur aurait permis de maintenir les paramètres de vol dans leurs limites (lors de leur qualification de type sur R 22), mais qu'ils avaient parfois des difficultés à retrouver des paramètres de vols normaux au cours d'un vol d'instruction lorsque le stagiaire les perdait.

En effet, ne connaissant pas toujours suffisamment bien les particularités du R 22, les instructeurs n'ont pas les moyens d'anticiper ou de réagir face à la rapidité de variation des paramètres.

Selon d'autres témoignages, des instructeurs avec peu d'expérience sur R 22 préfèrent éviter les simulations de situations critiques. L'élève une fois breveté possède alors des connaissances limitées qui peuvent s'avérer insuffisantes face à d'éventuelles situations dégradées qui, détectées et traitées rapidement, ne présentent cependant aucun danger.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'étude

Statistiques

Après cinq ans sans accident mortel, l'année 2000 a connu une recrudescence d'accidents de R 22, tendance retrouvée en 2001.

Dans 84 % des accidents, les pilotes avaient une expérience sur R 22 inférieure à cinq cents heures de vol et même à cent heures dans 56 % des cas.

Dans 40 % des accidents, les pilotes et/ou instructeurs avaient une expérience totale sur hélicoptère supérieure à mille heures de vol, avec pour près de la moitié, moins de cent heures sur R 22.

Les accidents en instruction représentent 31 % du total pour la période 1991-2001 contre 52 % pour la période 1988-1990.

Lors des accidents survenus en exercice d'autorotation, les pilotes/instructeurs avaient un grand nombre d'heures de vol sur hélicoptère mais relativement peu d'expérience sur R 22.

Particularités du R 22

Le R 22 présente des caractéristiques spécifiques, principalement dues à sa conception :

- une faible inertie rotor,
- un système de rotor à balancier qui, en conditions de vol en faible facteur de charge ou à la suite de brusques actions sur les commandes, peut entraîner un battement excessif du rotor principal,
- une réserve de puissance disponible relativement réduite dans certaines conditions (phase de vol transitoire, vol en altitude, températures élevées),
- une masse maximale atteinte⁽¹⁴⁾, avec deux personnes à bord et le plein de carburant.

Formation

Depuis 1994, tout candidat à la qualification de type R 22 doit suivre un programme d'instruction minimal.

Une consigne de navigabilité de 1995 limite l'exploitation des R 22 dans certaines conditions de vent.

Des écoles en France dispensent depuis peu des stages de sécurité Robinson.

Documentation

Le déphasage entre les évolutions technologiques du R 22 et le manuel de vol français de 1986 est de plus en plus important.

Robinson diffuse une documentation en anglais qui aborde les caractéristiques particulières de ce type d'hélicoptère.

¹⁴ Par exemple pour le R 22 Bêta (avec une planche de bord équipée de neuf instruments), la masse moyenne équipée est de 395 kg et la masse maximale de carburant de 83 kg pour une masse maximale au décollage de 622 kg. Il reste donc 144 kg disponible pour les personnes à bord.

3.2 Causes les plus fréquentes

Les accidents de R 22 sont dus principalement aux causes suivantes :

- un excès de confiance des pilotes très expérimentés sur avion ou sur d'autres types d'hélicoptère,
- une prise en compte insuffisante des limitations de la machine et de ses particularités,
- une gestion des paramètres effectuée en dehors du domaine de compétence de l'instructeur,
- une réaction tardive de l'instructeur,
- un « flare » effectué trop tard et trop bas, comme par exemple lors d'autorotations,
- un vol stationnaire ou en translation effectué trop bas.

Les études étrangères permettent de rajouter les éléments suivants : un lâcher solo prématûr et un vol à basse hauteur.

4 - INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Informations de sécurité

Les diverses informations recueillies au travers des événements de cette étude et des données internationales, peuvent être résumées et présentées sous la forme de notions de base pouvant prévenir l'occurrence d'accidents :

- vol en croisière au dessus de cinq cents pieds,
- vitesse de montée ou de croisière à soixante nœuds au minimum,
- vol stationnaire effectué à une hauteur de sécurité conforme au manuel de vol (diagramme hauteur/vitesse),
- reprise moteur effectuée à une hauteur minimum de sécurité par rapport au sol et aux obstacles,
- augmentation de la puissance et diminution du collectif en cas de bas régime rotor,
- vol en translation effectué à une hauteur minimum de sécurité,
- entraînement en autorotation effectué au dessus d'une surface spécialement préparée pour cet exercice et par conditions favorables (masse, vent, température),

- maintien d'une vitesse de translation suffisante tout au long de la trajectoire, pour les autorotations effectuées en PTU (prise de terrain en « U »),
- entraînement en autorotation, reprise moteur effectuée à une hauteur minimum de cinq cents pieds en cas de non obtention des paramètres nominaux : tours rotors situés dans la plage verte et une vitesse de soixante-cinq noeuds,
- utilisation du réchauffage carburateur,
- pas d'actions brutales sur les commandes,
- en altitude, maintien d'une puissance disponible suffisante.

Il est aussi important de souligner la nécessité d'avoir une documentation à jour (manuel de vol, consigne de sécurité) relative aux particularités du R 22⁽¹⁵⁾.

4.2 Recommandations de sécurité

Conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident.

4.2.1 Documentation

Il existe un problème inhérent à la documentation du R 22. En effet, d'après la réglementation française, les R 22 d'exploitation française doivent être livrés avec un manuel de vol en français.

Le manuel de vol du R 22 est celui de l'ancien importateur de Robinson en France, approuvé par la DGAC en 1986, et auquel ont été ajoutés des additifs par consignes de navigabilité. En 1997, la FAA a approuvé un nouveau moteur qui à ce jour n'est accepté en France que sous le régime de CDN (certificat de navigabilité) spécial renouvelable tous les six mois. Le déphasage entre les évolutions technologiques du R 22 et le manuel de vol français de 1986 devient de plus en plus important. En conséquence le BEA recommande que :

- **le SFACT définit les mesures nécessaires à la mise en service d'une documentation de sécurité en français à jour pour le R 22.**

15 Robinson publie régulièrement des SAFETY NOTICES (trente-six à ce jour). Les thèmes abordés sont par exemple :

- accidents mortels causés par décrochage du rotor (SN 10),
- risques engendrés par les vols à basse altitude au-dessus de l'eau (SN 19),
- toujours procéder à une réduction du taux de chute avant une diminution de la vitesse (SN 22),
- le contrôleur de tours peut masquer un givrage carburateur (SN 31),
- vent fort ou turbulence (SN 32).

Cette documentation diffusée seulement en anglais et sur abonnement devrait être connue de tout pilote de R 22.

4.2.2 Stages de sécurité

Les Etats-Unis et le Royaume-Uni ont mis en place depuis plusieurs années des stages de sécurité R 22. Ces stages, composés d'une partie instruction au sol et d'une partie instruction en vol, ont pour finalité d'une part de renforcer les connaissances des instructeurs sur ce type d'hélicoptère et d'autre part de sensibiliser les pilotes aux phénomènes particuliers que génère l'appareil dans certaines phases de vol.

Au Royaume-Uni, après la mise en place de ces stages, il a été constaté une baisse des accidents mortels en instruction.

En France, un stage de sécurité est devenu nécessaire pour tous les instructeurs de R 22 afin d'être en conformité avec :

- la consigne de navigabilité 1995-018-IMP(A) R2,
- l'arrêté du 11 décembre 1998 relatif aux conditions d'utilisation des hélicoptères exploités par une entreprise de transport aérien et relatif aux conditions d'utilisation des hélicoptères R 22.

Ce stage pourrait concerter à court terme les pilotes désireux d'approfondir leurs connaissances théoriques et pratiques. Pour l'instant, deux centres dispensent ce stage de sécurité en métropole et un troisième en Nouvelle-Calédonie. En conséquence le BEA recommande que :

- **la DGAC définisse dans le stage de sécurité Robinson 22 un complément pratique spécifique pour les instructeurs.**

Aux Etats-Unis, les pilotes ayant effectué un stage de sécurité bénéficient d'une prime d'assurance allégée. La quasi totalité des pilotes de R 22 ont suivi un tel stage. Cette mesure a donc un effet fortement incitatif. En conséquence le BEA recommande que :

- **les compagnies d'assurance prennent en compte dans leur politique contractuelle les démarches de précaution effectuées par les utilisateurs d'hélicoptères R 22.**

Liste des annexes

ANNEXE 1

Extraits du Bulletin d'information sur les accidents et incident d'aviation générale

Accident survenu à Danvou-la-Ferrière le 16 août 1999

Accident survenu à La Baule le 23 novembre 1999

Accident survenu à Nangis le 18 mars 2000

Accident survenu à Escrènes le 15 mai 2000

Accident survenu à Evian le 10 décembre 2000

Accident survenu à Meaux le 11 mai 2001

Accident survenu à Enchastrayes le 3 octobre 2001

ANNEXE 2

Rapport : accident du 6 juillet 1997 à Carros (06) – R 22 bêta II

ANNEXE 3

Programmes d'instruction minimaux au sol et en vol pour l'obtention de la qualification de type R 22/R 44

ANNEXE 4

Arrêtés relatifs aux conditions d'utilisation des hélicoptères Robinson R 22 et R 44

ANNEXE 5

Consigne de Navigabilité concernant tous les modèles de Robinson R 22

Evénement :	atterrissement d'urgence manqué.
Causes identifiées :	vérifications avant le décollage incomplètes, manque de connaissance sur le type d'aéronef.
Conséquences et dommages :	aéronef fortement endommagé.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Béta.
Date et heure :	lundi 16 août 1999 à 11 h 45.
Exploitant :	société.
Lieu :	Danvou-la-Ferrière (14).
Nature du vol :	local.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote, 48 ans, TTH de novembre 1995, 59 heures de vol toutes sur type et 3 h 45 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques :	sur AD Caen situé à 17 NM du site de l'accident : vent 240°/08 à 12 kt, BKN à 1 500 pieds, visibilité 20 km, température 17 °C, QNH 1009 hPa.

Circonstances : Le pilote a indiqué qu'à une hauteur de cinq cents pieds, peu de temps après le décollage, il ne parvient pas à maintenir le nombre de tours rotor. Il décide de se poser le plus rapidement possible dans un champ. Il effectue alors l'approche finale avec précipitation. L'hélicoptère touche le sol sur le patin droit, puis rebondit sur le gauche, bascule et s'immobilise sur le côté gauche. Le pilote pense qu'il a oublié de mettre en marche le régulateur de régime. En outre, il n'est pas parvenu, à l'aide de la manette des gaz, à maintenir le régime de rotation rotor nécessaire.

Evénement :	atterrissement dur.
Cause identifiée :	insuffisance de coordination lors du contrôle du vol stationnaire en finale.
Conséquences et dommages :	aéronef fortement endommagé.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Béta.
Date et heure :	mardi 23 novembre 1999 à 15 h 30.
Exploitant :	école.
Lieu :	AD La Baule (44).
Nature du vol :	navigation circulaire solo.
Personnes à bord :	pilote stagiaire seul à bord.
Titres et expérience :	pilote stagiaire, 42 ans, 32 h de vol toutes sur type dont 29 en double commande et 15 dans les trois mois précédents, TT d'août 1999, 50 h de vol sur avion. instructeur, environ 5 000 h de vol dont 2 000 sur type et 1 500 en instruction.
Conditions météorologiques :	vent calme, CAVOK.

Circonstances : En très courte finale sur le seuil de la piste 29, lors de la phase précédant le contrôle en vol stationnaire dans l'effet de sol, le pilote affiche une assiette à cabrer en même temps qu'il actionne la commande de pas collectif mais tarde à exercer une action sur les palonniers. De ce fait l'hélicoptère part en rotation rapide par la droite alors qu'il est à moins d'un mètre du sol. Le pilote la contre par une action sur le palonnier gauche mais l'assiette reste à cabrer. L'appareil recule tout en perdant de la hauteur. Le patin gauche et le rotor anti-couple se brisent en heurtant le sol. Le pilote parvient à poser l'hélicoptère sur le ventre et le patin droit.

Explications complémentaires sur les techniques de pilotage de l'hélicoptère :

Le contrôle du vol stationnaire dans l'effet de sol à l'issue d'une finale requiert de la part du pilote une coordination très fine de ses actions sur les différentes commandes de vol. En effet, il doit cabrer l'appareil à l'aide la commande de pas cyclique (manche) pour diminuer la vitesse horizontale tout en agissant sur la commande de pas collectif pour réduire progressivement la vitesse verticale jusqu'à l'annuler.

Cette dernière action entraîne deux effets secondaires :

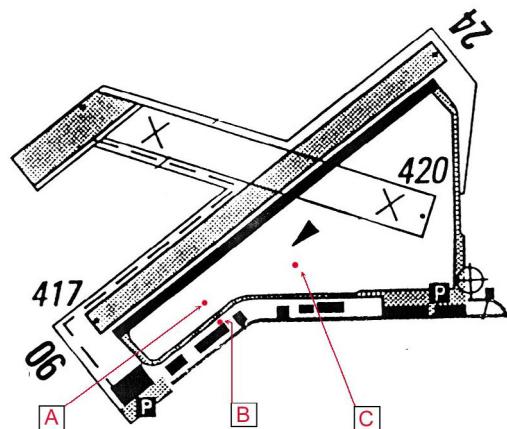
1- l'augmentation du couple de renversement et donc, par réaction, la rotation de l'hélicoptère autour de son axe de lacet dans le sens inverse de la rotation du rotor. Pour contrer ce renversement le pilote agit sur les palonniers.

2- l'accroissement de l'assiette à cabrer de l'appareil. Le pilote doit contrer cet effet avec la commande de pas cyclique.

Enfin, après avoir contrôlé les vitesses horizontale et verticale, le pilote doit procéder à la remise à plat (à l'horizontale) de l'hélicoptère à l'aide de la commande de pas cyclique. Ainsi pour contrôler le vol stationnaire à l'issue de la finale, le pilote doit agir simultanément et avec dosage (en fonction du type d'hélicoptère) sur les trois commandes de vol.

Evénement :	perte de contrôle à l'arrondi, collision avec le sol.
Cause identifiée :	dosage inadapté des actions sur les commandes.
Cause probable :	changement de stratégie à l'atterrissement.
Conséquences et dommages :	pilote et passager blessés, aéronef détruit.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Béta.
Date et heure :	samedi 18 mars 2000 à 15 h 30.
Exploitant :	privé.
Lieu :	AD Nangis (77).
Nature du vol :	local.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote, 48 ans, TTH de juin 1999, 81 h de vol, toutes sur type et 6 dans les trois mois précédents. passager, 39 ans, TTH de janvier 1999, environ 60 h de vol.
Conditions météorologiques :	observées sur le site de l'accident : vent 340°/18 à 20 kt, visibilité supérieure à 10 km.

Circonstances : Le pilote se présente en finale 06 sur le point A (voir carte page suivante) avec l'intention d'effectuer ensuite une translation vers le parking situé en B. Au cours de la manœuvre d'approche, le passager, également pilote privé hélicoptère, propose au pilote aux commandes d'aller plutôt se garer près de la manche à air (point C). Le passager explique que pendant l'arrondi l'appareil s'enfonce jusqu'à ce que le patin droit touche le sol, l'hélicoptère étant alors dans l'effet de sol toujours en translation avant. Il lui semble qu'à ce moment le pilote tire violemment sur la commande de pas général. L'appareil monte alors verticalement avec une forte assiette à cabrer puis retombe sur sa droite, rotor tournant, pour finir sa course contre la porte du hangar situé à proximité du point B.



Evénement :	remise de gaz manquée en fin d'autorotation, collision avec le sol
Cause identifiée :	réaction tardive de l'instructeur
Conséquences et dommages :	aéronef fortement endommagé.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Béta.
Date et heure :	lundi 15 mai 2000 à 11 h.
Exploitant :	association.
Lieu :	Escrines (28).
Nature du vol :	instruction
Personnes à bord :	instructeur = élève.
Titres et expérience :	instructeur, 48 ans, TH de 1987, ITH de 1992. 1 718 h de vol dont 1 592 h sur type et 60 h dans les trois mois précédents ; 1 360 h en instruction, pratiquement toutes sur type. pilote stagiaire, 31 ans, TT de 1999, 140 h de vol avion, 8 h de vol hélicoptère en double commande et sur type.
Conditions météorologiques :	vent calme, CAVOK, température 23 °C.

Circonstances : L'instructeur fait exécuter par l'élève une simulation de panne moteur avec autorotation et remise de gaz. L'élève débute l'exercice, en fin de descente il remet les gaz. A environ cinq mètres du sol, l'instructeur constate que la remise en puissance est partielle, il reprend alors les commandes. Les tours rotor continuent à diminuer. En glissement, l'hélicoptère touche le sol du patin droit, une pale du rotor principal heurte la poutre de queue puis l'hélicoptère se couche sur le côté gauche.

Événement :	perte de contrôle au décollage.
Causes probables :	prise en compte insuffisante des conditions de décollage, évaluation insuffisante des conditions particulières du décollage, des possibilités du pilote et des performances de l'appareil.
Conséquences et dommages :	aéronef détruit.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Béta biplace.
Date et heure :	dimanche 10 décembre 2000 à 13 h 45.
Exploitant :	privé.
Lieu :	hélosurface de l'hôtel Royal d'Evian (74).
Nature du vol :	voyage.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote, 56 ans, TTH de juillet 2000, 56 h de vol dont 53 sur type et 6 dans les trois mois précédents. passager, 39 ans, TTH d'octobre 1997, 55 h de vol toutes sur type et 4 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques :	estimées sur la région de l'accident : vent variable du sud à l'ouest 10 à 15 kt, visibilité supérieure à 10 km, ciel très nuageux par altocumulus et stratocumulus élevés à l'avant d'un front qui se déplace à 25 kt vers l'est. METAR de Genève à 13 h 50 : vent variable 180° à 310°/8 kt, visibilité 6 km, pluie, FEW à 500 pieds, SCT à 2 000 pieds, OVC à 4 000 pieds.

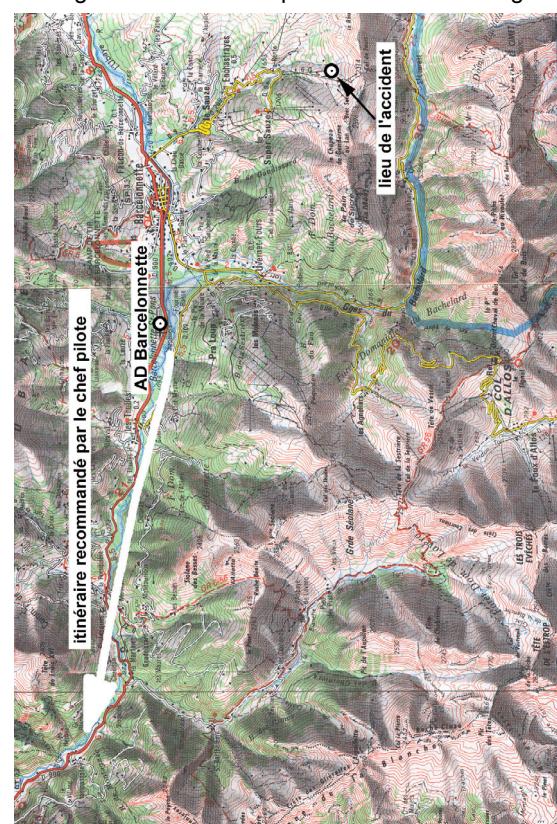
Circonstances : L'hélicoptère décolle d'Annecy à 10 h 30 à destination d'Evian où les pilotes vont déjeuner. Tous deux sont habilités à utiliser les hélosurfaces par la préfecture de Savoie. L'un effectue le vol aller, l'autre doit réaliser le trajet retour. L'hélicoptère est stationné au cap 260° sur la hélosurface de l'hôtel Royal située à l'est du bâtiment. L'aire d'atterrissement est par ailleurs bordée d'arbres au sud. Lors du décollage, le pilote effectue un virage par la gauche ce qui nécessite, sur le R 22, un surcroît de puissance. Durant cette manœuvre, l'hélicoptère se retrouve avec le vent de trois quarts arrière dans un écoulement probablement tourbillonnaire compte tenu des obstacles environnants. L'aéronef s'enfonce alors qu'il se trouve environ à deux mètres de hauteur, le patin gauche touche le sol et l'hélicoptère se renverse. Le pilote indique qu'il a subi une forte rafale de vent. Selon le passager, la manche à air située sur le toit de l'hôtel, ne signalait pas de vent.

Événement :	autorotation manquée, heurt d'une pale du rotor principal avec la poutre de queue.
Cause identifiée :	décision de poursuivre l'exercice d'autorotation lors d'une finale non stabilisée.
Conséquences et dommages :	pale et rotor endommagés, poutre arrière sectionnée.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 « Mariner ».
Date et heure :	vendredi 11 mai 2001 à 16 h 00.
Exploitant :	privé.
Lieu :	AD Meaux - Esbly (77).
Nature du vol :	local.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote, 41 ans, PPH de novembre 1985, ITH de 1988, 5 985 h de vol dont 1 500 sur type et 25 dans le dernier mois. passager, 43 ans, ITH de 1988, 5 000 h de vol dont 800 sur type et 500 en instruction dont 6 dans le dernier mois.
Conditions météorologiques :	vent 130°/10 kt, CAVOK.

Circonstances : Le pilote et son passager décollent de l'aérodrome de Lognes à destination de l'aérodrome de Meaux pour entreprendre des exercices d'autorotation. A l'issue de son intégration pour utiliser le seuil de la piste 16 droite, le pilote débute les exercices. Il effectue trois autorotations complètes en ligne droite, toutes trop courtes, dont la première nécessite une remise de gaz. Le pilote décide ensuite d'entreprendre une quatrième autorotation depuis la vent arrière rapprochée à une hauteur de sept cents pieds. Le pilote explique qu'il ne peut atteindre le point d'aboutissement. Alors que le nombre de tours rotor se situe dans la « plage verte », il tire sur le pas collectif pour bénéficier d'un accroissement de portance. Cette action provoque une diminution du nombre de tours rotor. Le pilote décide de poursuivre l'autorotation. Après le flare, l'hélicoptère touche le sol au seuil de piste 16 droite et rebondit de quelques centimètres. L'aéronef, en glissant, pivote de 90° et s'immobilise. Le rotor ayant perdu de son inertie, une pale heurte et coupe la poutre de queue à la hauteur du feu anti-collision. Le manuel de vol indique que pour réaliser une autorotation, l'approche doit être stabilisée à une hauteur de cinq cents pieds.

Événement :	utilisation de l'aéronef en limite de puissance, atterrissage forcé manqué.
Cause identifiée :	choix de route inadapté aux performances de l'aéronef en zone montagneuse.
Conséquences et dommages :	aéronef détruit.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 Mariner (équipé de flotteurs).
Date et heure :	mercredi 3 octobre 2001 vers 16 h 30.
Exploitant :	club.
Lieu :	Enchastrayes (04), col de Fours, lieu dit le Pré-aux-Chèvres, altitude 7 218 pieds.
Nature du vol :	instruction.
Personnes à bord :	instructeur + élève.
Titres et expérience :	instructeur, 30 ans, PPH et ITH de 1998 délivrés par l'Italie, 472 h vol dont 330 sur type et 50 dans les trois mois précédents dont 29 sur type. pilote stagiaire, 54 ans, 70 h en double commande, toutes sur type.
Conditions météorologiques :	estimées sur le site de l'accident : vent 200° à 220°/12 à 15 kt, turbulences modérées à assez fortes, versant à l'ubac exposé à des rabattants ; visibilité 15 km, température 22 °C, isotherme 0 °C à 3 900 m, givrage nul en-dessous de cette altitude, situation sur la région : flux établi de sud à sud-est avec remontées nuageuses irrégulières depuis la Méditerranée, AD Barcelonnette (station automatique) : vent 300°/10 kt, température 22 °C, température du point de rosée 5 °C.

Circonstances : L'instructeur et l'élève effectuent un vol d'instruction de navigation de l'héliport de Monaco à l'aérodrome de Barcelonnette et retour. Les services de prévision de Météo France sont en grève. Les pilotes sont en possession des observations relevées sur la région. Avant le départ de Monaco le chef pilote du club recommande à l'instructeur de choisir, pour le retour, une trajectoire suivant la vallée de l'Ubaye, vers l'ouest, trajectoire permettant une montée vers l'altitude de croisière en toute sécurité. Le vol aller est direct et passe notamment par le col de Fours, altitude 7 592 pieds, à l'est du sommet « le Chapeau de Gendarme ». Après une courte escale, le décollage de Barcelonnette vers Monaco s'effectue face à l'est. Il est suivi d'une mise de cap par la droite vers le col de Fours, dans l'intention de prendre une route directe vers Monaco au cap sud-est. L'instructeur explique qu'il constate en cours de montée que le régime rotor diminue. Il prend les commandes et actionne le pas général pour augmenter le régime. C'est alors que l'alarme « bas régime rotor » retentit. Au moment où il prend les commandes, il se souvient être à une altitude de 7 500 pieds avec une vitesse de 60 nœuds, d'une pression à l'admission de 23 pouces de mercure et d'un taux de montée au variomètre de 300 pieds par minute. L'élève, quant à lui, se souvient d'une vitesse de 50 nœuds, d'une indication au variomètre évoluant entre 0 et 200 pieds par minute pendant la montée le long de la pente. A défaut de sustentation, contraint à un atterrissage forcé, avec un taux de chute important, l'instructeur ne peut éviter l'impact brutal sur la seule partie en pente douce se trouvant sous la trajectoire immédiate de l'appareil. La faible hauteur de l'hélicoptère au moment du déclenchement de l'alarme n'a pas permis au pilote de réaliser une auto-rotation. Dans les conditions du jour, le décollage de Barcelonnette a été effectué à l'intérieur des limites indiquées par le constructeur (avec une masse de 610 kg, à une température de 22 °C, l'altitude maximum autorisée pour le décollage est de 6 700 pieds avec une pression à l'admission maximum disponible de 23 pouces de mercure). L'examen du moteur n'a mis en évidence aucune défaillance susceptible d'être à l'origine ou d'avoir concouru, à la perte de puissance. De l'aérodrome de Barcelonnette, 3 714 pieds, au site de l'accident, 7 218 pieds, l'hélicoptère a parcouru entre 8 et 13,5 NM et a effectué une dénivellation de 3 500 pieds. La forte pente, la diminution rapide de densité de l'air ajoutées à des vents rabattants de face et de travers droit sans réserve de puissance, ont été des facteurs contributifs dans les causes de l'événement.



RAPPORT du Bureau Enquêtes-Accidents

**relatif à l'accident survenu le 6 juillet 1997
à Carros (06) au Robinson R 22 bête II
immatriculé I-RHII**

I-II970607

AVERTISSEMENT

Ce rapport exprime les conclusions auxquelles est parvenu le Bureau Enquêtes-Accidents sur les circonstances et les causes de cet accident. Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale et à la Directive Européenne 94/56/CE, l'analyse de l'événement n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents ou incidents. En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Événement :	perte de contrôle à l'atterrissement.
Cause identifiée :	utilisation en limite de puissance.
Conséquences et dommages :	deux occupants blessés, aéronef détruit.
Aéronef :	hélicoptère Robinson R 22 bête II immatriculé I-RHII.
Date et heure :	dimanche 6 juillet 1997 à 11 h 55
Exploitant :	SARL American Center, 1928 R.N. 102, 06670 Colomars.
Lieu :	Carros (06), altitude 900 pieds environ.
Nature du vol :	voyage.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote 36 ans, TTH de 1994, 81 h de vol dont 14 sur type et 7 dans les trois mois précédents ; passager 41 ans, TTH de 1993, 172 h de vol dont 63 sur type et 23 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques :	évaluées sur le site : vent 180° / 10 à 15 kt, CAVOK, température 27 °C, QNH 1017 hPa.

Circonstances : Le pilote décolle de Grimaud vers l'hélisurface privée située près de son domicile. L'appareil se présente en finale face au sud. A une hauteur de 15 m environ, le pilote réduit sa vitesse et débute un léger virage à droite avant de procéder à l'atterrissement. L'aéronef tourne autour de son axe de lacet vers la droite. Par une action sur le palonnier gauche, le pilote ne parvient pas à annuler ce mouvement. La rotation à droite s'amplifie. Le passager prend alors les commandes. Afin d'éviter la collision avec une manche à air, il agit sur le pas général pour tenter de reprendre de la hauteur. Le mouvement de rotation s'amplifie. L'hélicoptère s'écrase à l'est de l'hélisurface, dans un ravin, parmi des arbres. Les occupants de l'aéronef ont fait état d'un départ en rotation à droite progressif. Le pilote et le passager étaient titulaires d'une habilitation d'utilisation d'hélisurface. Ils utilisaient très souvent ces installations. L'hélisurface est aménagée sur un éperon rocheux orienté nord-ouest sud-est, dans une propriété privée, entre une maison d'habitation et un garage. Une manche à air est installée sur le toit du garage. L'appareil était à l'intérieur des limites de masse et de centrage. L'équipage n'a pas rapporté d'anomalie mécanique.

Examen de l'épave

Le rotor anticouple était resté accroché dans un arbre, à une douzaine de mètres de hauteur. L'examen de cette pièce montre qu'il n'y a pas eu de choc ou de défaillance préalable à l'accident.

Le reste de l'épave se trouvait au pied d'un arbre, dans un taillis. Son examen n'a révélé aucune anomalie technique. Une partie de l'arbre de transmission vers le rotor arrière n'a pas été retrouvé, mais aucun indice ne laisse supposer une rupture préalable à l'accident. Le réservoir contenait encore du carburant.

Renseignements complémentaires

1. La puissance nécessaire au vol

Lorsque le rotor principal assure la portance de l'hélicoptère, il exerce sur la cellule de l'appareil un couple de réaction qui a tendance à la faire tourner en sens inverse, c'est-à-dire vers la droite pour le RH 22. Le rotor anticouple empêche ce mouvement en produisant une force appliquée à l'extrémité arrière du fuselage. En vol stabilisé, la création de cette force consomme environ 10 % de la puissance fournie par le moteur.

Le vol stationnaire, ou à très faible vitesse, demande généralement une puissance plus importante que le vol en translation à vitesse moyenne (diagramme des puissances en annexe 2). C'est pourquoi, lorsque le pilote réduit la vitesse de son appareil, il doit augmenter la puissance délivrée par le moteur.

Un hélicoptère peut voler en stationnaire dans et hors effet de sol. L'effet de sol est un phénomène qui favorise la sustentation de l'hélicoptère se trouvant à proximité immédiate du sol. Cet effet devient négligeable à une hauteur égale ou supérieure au diamètre du rotor. L'hélicoptère évolue alors hors effet de sol, ce qui requiert une puissance moteur plus grande qu'en effet de sol.

Ainsi, le vol stationnaire hors effet de sol nécessite un important supplément de puissance moteur. Par conséquent, à régime moteur constant, le couple moteur augmente. Pour neutraliser l'accroissement du couple de réaction, le pilote agit par le palonnier gauche sur le rotor anticouple. Celui-ci requiert également un complément de puissance.

Enfin, par une action sur le palonnier gauche pour arrêter un mouvement de lacet vers la droite, le pilote sollicite encore le rotor anticouple pour une force supplémentaire. Cette action consomme un autre supplément de puissance, d'autant plus grand que le mouvement de lacet à droite est rapide et que l'amplitude de l'action sur le palonnier gauche est importante.

2. La puissance fournie par le moteur

Le manuel de vol de l'aéronef indique une puissance utile maximale lorsque le moteur est utilisé dans les conditions atmosphériques standards de température et de pression. L'emploi du moteur dans des conditions différentes entraîne des puissances utiles variables. En particulier, une augmentation d'altitude, comme une augmentation de température, provoque une diminution de la puissance utile maximale fournie par le moteur (diagramme des puissances en annexe 2).

3. Conséquences pour le vol de l'hélicoptère

En vol stabilisé, la puissance fournie par le moteur est égale à la puissance nécessaire au vol. Un supplément de puissance est requis pour modifier la trajectoire de l'hélicoptère ou pour revenir au vol stabilisé. C'est notamment le cas lorsqu'il s'agit d'arrêter un mouvement de lacet à droite pour le RH 22.

4. Perte de transmission arrière

La rupture de l'arbre de transmission arrière provoque la perte immédiate et totale de l'efficacité du rotor anticouple. En raison de sa faible inertie, l'hélicoptère tourne aussitôt très rapidement autour de son axe de lacet. Aucune action ne peut être envisagée pour retrouver, même momentanément, le contrôle de l'appareil.

5. La perte de puissance moteur

Si la puissance du moteur devient insuffisante, le pilote de l'hélicoptère peut récupérer de l'énergie au travers du rotor principal. Celle-ci provient de l'énergie cinétique de l'aéronef (due à la vitesse horizontale), ou de son énergie potentielle (due à sa hauteur), ou enfin d'une combinaison des deux. Dans ce cas-là, l'aéronef perd de la vitesse ou/et de la hauteur.

Le cas limite de cette anomalie est l'arrêt moteur. Le manuel de vol de ce type d'appareil indique alors des domaines pour les couples hauteur-vitesse qui assurent une énergie suffisante pour réaliser un atterrissage d'urgence (autorotation).

Analyse

1. Scénario de l'accident

Le pilote présente l'hélicoptère pour un atterrissage face au sud sur son hélisurface. Compte tenu de l'environnement et de la hauteur des arbres qu'il survole, il demeure constamment hors effet de sol. En finale, l'appareil évolue à vitesse très faible, proche du stationnaire. La puissance nécessaire au vol est alors proche de la puissance moteur maximale dans les conditions du jour.

En vue de positionner l'hélicoptère sur l'aire d'atterrissage, un léger virage vers la droite est entrepris. L'amplitude de ce mouvement de lacet semble avoir surpris le pilote. Par une action sur le palonnier gauche, il tente d'arrêter ce mouvement. En raison du supplément de puissance requis par cette action, la puissance nécessaire au vol est supérieure à la puissance moteur maximale. L'action sur le palonnier gauche ne produit pas sur le rotor anticouple l'efficacité escomptée. L'appareil devient incontrôlable en lacet.

L'expérience du passager sur le type d'aéronef et sur le site d'atterrissage est plus importante que celle du pilote. Prenant les commandes, le passager agit sur le pas général dans le but de gagner de la hauteur afin d'éviter les bâtiments. Cette action a pour conséquence une augmentation du couple de réaction qui accentue le mouvement de lacet à droite. L'écart augmente encore entre la puissance nécessaire au vol et la puissance utile maximale du moteur. Le mouvement autour de l'axe de lacet devient plus rapide, pendant que l'hélicoptère s'élève légèrement en s'éloignant.

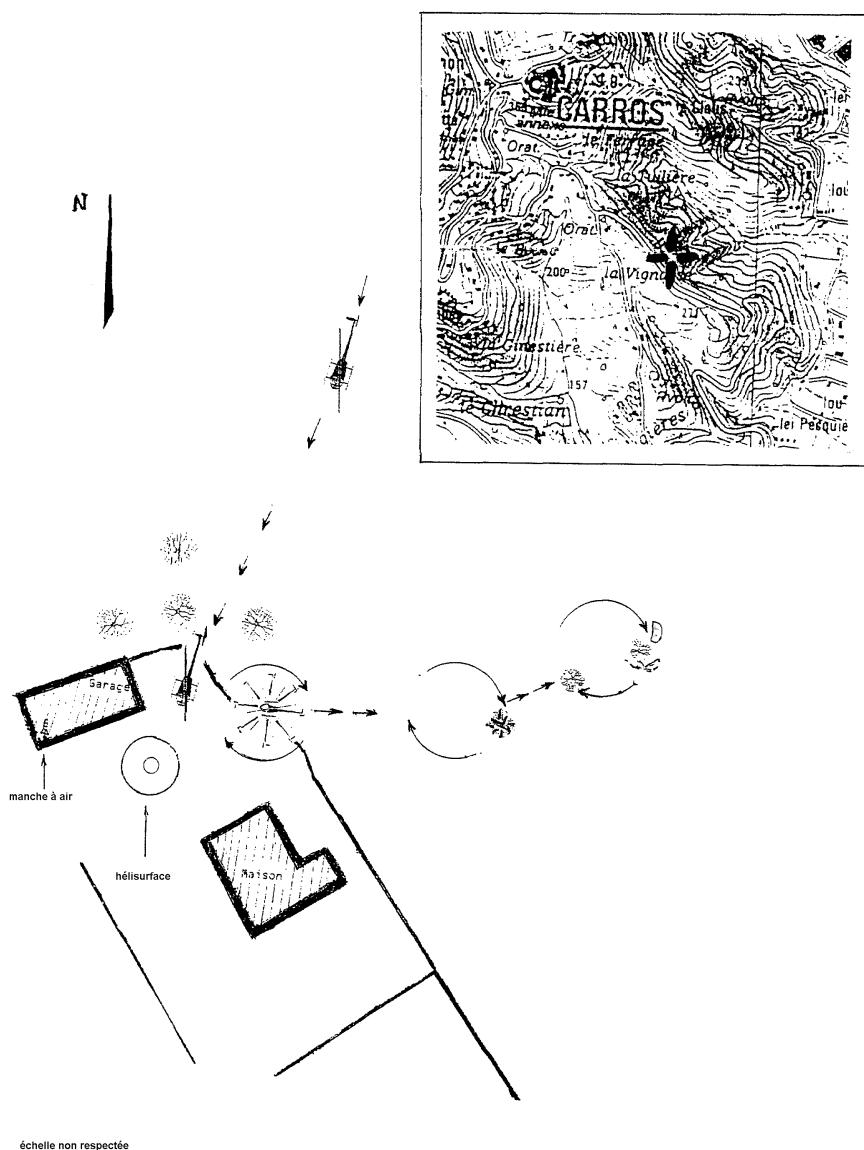
2. Hypothèse de la perte de transmission arrière

Pour assurer le contrôle en lacet de l'appareil, l'efficacité du rotor anticouple était insuffisante. Cependant, il exerçait encore une force dont le moment s'opposait en partie au couple de réaction. Ainsi, en dépit de l'action du passager sur le pas général pour prendre de la hauteur et éviter les bâtiments, le départ en rotation a été progressif. Une rupture de l'arbre de transmission arrière aurait induit un départ en rotation extrêmement rapide. L'arbre de transmission arrière était donc encore actif au moment de la perte de contrôle.

Conclusion

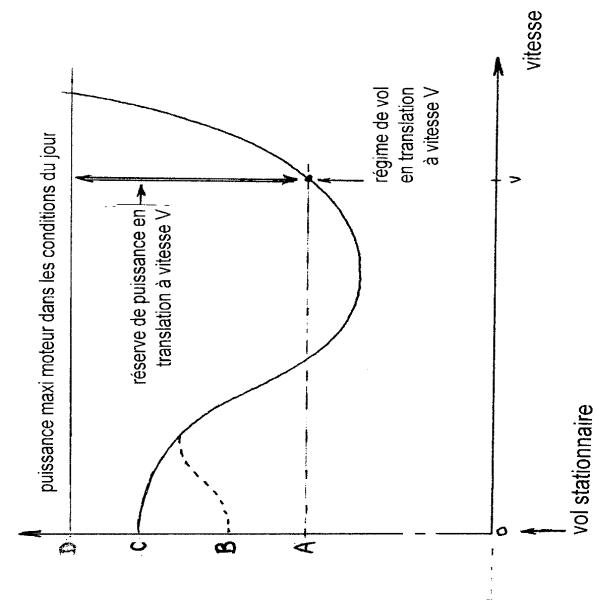
L'accident est dû à une perte de contrôle en lacet en phase d'atterrissage à proximité d'obstacles. La puissance motrice disponible était insuffisante pour assurer en même temps la sustentation de l'appareil proche du stationnaire hors effet de sol et pour arrêter rapidement son mouvement de lacet à droite.

ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION



ANNEXE 2 : DIAGRAMME DE LA PUISSANCE EN FONCTION DE LA VITESSE

DIAGRAMME : la PUISSANCE en fonction de la VITESSE



CAS DU VOL STATIONNAIRE (ou vol à très faible vitesse)

PUISSEANCE NÉCESSAIRE AU VOL	PUISSEANCE MOTEUR
supplément de puissance pour arrêter un mouvement de lacet à droite	diminution de puissance due à l'altitude
supplément de puissance pour le vol stationnaire hors effet de sol	diminution de puissance à la température
supplément de puissance pour le vol stationnaire en effet de sol (puissance nécessaire au vol en translation)	puiisance nominale dans les conditions atmosphériques standards
	réserve de puissance en translation à vitesse V

La longueur d'un segment n'est pas représentative d'une valeur de puissance.

ANNEXE 3 : PHOTOGRAPHIES



Cliché 1 : L'hélisurface



Cliché 2 : Le site dans lequel l'hélicoptère s'est écrasé

**PROGRAMMES D'INSTRUCTION MINIMAUX AU SOL
ET EN VOL POUR L'OBTENTION DE LA QUALIFICATION DE
TYPE RH 22/RH 44 (ROBINSON R 22 ET R 44)
ET MOYENS ASSOCIES**

1 - PREAMBULE

Ce programme est établi en application des arrêtés du 31 juillet 1981 modifiés relatifs aux brevets, licences et qualifications des navigateurs professionnels et non professionnels de l'aéronautique civile.

2 - INSTRUCTEURS

Pour dispenser et sanctionner l'instruction en vol sur hélicoptères ROBINSON R 22 (RH 22) ou R 44 (RH 44), tout instructeur doit :

- Pour le RH 22, totaliser au moins 200 heures de vols sur hélicoptère en qualité de commandant de bord dont 50 heures sur RH 22,
- Pour le RH 44, totaliser au moins 200 heures de vol sur hélicoptère en qualité de commandant de bord dont 50 heures sur Robinson (parmi lesquelles 25 heures au plus pourront avoir été effectuées sur RH 22),
- Avoir effectué un stage de sécurité Robinson approuvé par le Ministre chargé de l'Aviation Civile.

3 - FORMATION

3.1 - Exigences pour un postulant ne détenant pas une licence de pilote d'hélicoptère

Premier vol solo : Un élève pilote ne détenant pas la licence de pilote d'hélicoptère doit avoir effectué au moins 20 heures d'instruction en double commande sur le type considéré avant son premier vol solo hélicoptère RH 22 ou RH 44. L'autorisation de vol solo doit être visée d'un instructeur qualifié sur l'appareil, attestant que l'instruction a été donnée sur les manœuvres et procédures spécifiques à l'appareil et que le candidat a été jugé suffisamment compétent pour être lâché. L'instruction précédant le « lâché » doit au moins inclure :

- Entraînement aux procédures d'urgence, notamment l'autorotation,
- Contrôle des tours rotor et moteur sans l'utilisation du système « governor »,
- Reconnaissance du bas régime rotor et retour au régime normal.

3.2 - Programme de formation pour un postulant détenant une licence de pilote d'hélicoptère

Ce programme minimal sert en outre de fiche de suivi de formation. L'instructeur porte une croix dans les cases associées aux rubriques lorsque la formation correspondante a été dispensée. Dans l'hypothèse où l'instructeur qui va effectuer le contrôle d'aptitude n'est pas celui qui a dispensé la formation, ce dernier lui remet la fiche de suivi de formation préalablement au contrôle. Avant d'effectuer le contrôle, l'instructeur vérifie sur la fiche de suivi que l'ensemble de la formation a été dispensé.

Programme de formation à la qualification : RH 22 RH 44
(Rayer la mention inutile)

3.2.1 - Programme d'instruction au sol

- a) Etude détaillée du manuel de vol RH 22 (RH 44)
- | | |
|------------|---|
| Section 1 | Généralités et description |
| Section 2 | Limitation (de vitesse, de vitesse rotor, du groupe motopropulseur, de masse, de centrage, de facteur de charge...) |
| Section 3 | Procédure d'urgence (à mémoriser) |
| Section 4 | Procédures normales |
| Section 5 | Performances : compréhension et utilisation des différentes courbes |
| Section 6 | Devis de masse et centrage : compréhension et utilisation des diagrammes |
| Section 7 | Description des circuits |
| Section 8 | Manutention et entretien |
| Section 10 | Consignes de sécurité |

- b) Etude approfondie du phénomène de basculement dynamique**
- c) Etude du phénomène de cognement de mat rotor consécutif à une situation de faible gravité**
 - (vol solo, vol en atmosphère turbulente, rétablissement en croisière après ressource, mise en piqué prononcé) : démonstration théorique du phénomène et remède
- d) Mise en garde contre les phénomènes de givrage carburateur**
- e) Avertissement concernant les problèmes qui peuvent se poser en vent arrière et traversier fort (efficacité du rotor de queue) et des manœuvres trop enchaînées**
- f) Rupture des courroies d'entraînement : symptômes et procédures à suivre**
- g) Avertissement sur les problèmes posés par la différence importante de comportement, à la mise en stationnaire, de la machine de vol solo**
- h) Mise en garde envers le phénomène de vortex en RH 22 (RH 44)**

3.2.2 - Programme d'instruction en vol

Cette phase d'instruction comporte au minimum cinq heures de vol. Une attention particulière doit être portée sur les points suivants :

- contrôle des régimes moteur et rotor
- actions souples en autorotation
- utilisation du réchauffage carburateur

Unité n°1

- Visite prévol
- Procédure de mise en route : aspects particuliers et spécificité de l'embrayage (embrayage sans délai)
- Avant décollage, vérification nouvelle du verrouillage de la pompe manuelle
- Décollage
- Changement de cas de vol
- Méthode de récupération des tours rotor avec et sans « governor »
- Sortie d'une incursion involontaire dans la plage des vitesses comprises entre VNO et VNE
- Evolutions près du sol
- Atterrissage
- Procédure d'arrêt moteur (particularité du débrayage)

Unité n°2

- Tour de piste approche à vitesse constante et de précision avec et sans « governor »
- Evolutions près du sol
- Panne moteur en stationnaire
- Traitement des pannes par alarmes lumineuses ou sonores
- Démonstration d'une autorotation complète

Unité n°3

- Etude du travail en campagne
- Autorotations sur panne de moteur et sur panne de commande de rotor anti-couple
- Croisière : vol à niveau élevé (75 au minimum) synchronisation gaz/pas

Unité n°4

- Poser en dévers (étude du basculement dynamique)
- Décollage obliques et verticaux
- Atterrissages sous angles forts et verticaux
- Autorotations (l'élève doit maîtriser l'autorotation au moins jusqu'à la remise à plat)

Unité n°5

- Vol solo. L'utilisation du « governor » est IMPERATIVE
- Programme fixé par l'instructeur en fonction des points étudiés pendant les séances précédentes
- Une attention particulière doit être portée au centrage longitudinal et latéral et aux attitudes de la machine dans les différentes phases de vol (utilisation souhaitable des gueuses).

Temps total d'instruction	Sol : DC : Solo :
Candidat : M.	Instructeur : M.
<input type="checkbox"/> ITTH <input type="checkbox"/> IATTH	<input type="checkbox"/> IPPH <input type="checkbox"/> ISPPH
atteste l'exactitude des informations portées sur cette fiche.	
Signature du candidat	Signature de l'instructeur

4 - CONTROLE D'APTITUDE

A l'issu de la formation, un contrôle au sol et en vol est effectué.

Le contrôle au sol est un examen théorique écrit ou oral. Il comporte des questions permettant de vérifier la connaissance parfaite du manuel de vol RH 22 (RH 44) et une question pour chaque phénomène particulier du RH 22 (RH 44).

Le contrôle en vol ne peut avoir lieu que si le contrôle au sol est satisfaisant. Le contrôle en vol doit permettre de vérifier que le candidat a assimilé les particularités du RH 22 (RH 44) ; il comporte notamment les points suivants :

- évolutions près du sol
- tours de piste avec approche de précision / à vitesse constante
- panne moteur en stationnaire
- poser en dévers
- gestion de la puissance
- pertes de tours rotor et retour au régime normal sans « governor »
- décollage et atterrissage sous angle fort ou vertical
- autorotation

Lorsque le contrôle au sol et en vol est satisfaisant, l'instructeur délivre au candidat l'attestation d'aptitude au moyen de son carnet à souches DGAC et la fiche de suivi de formation.

5 - DELIVRANCE DE LA QUALIFICATION

Sur présentation de l'attestation d'aptitude et de la fiche de suivi de formation aux services des licences, le candidat obtient l'apposition de la qualification de type RH 22 (RH 44) sur la licence de pilote d'hélicoptère correspondant au niveau de qualification de l'instructeur (sur la licence de pilote privé, si l'instructeur est instructeur de pilote privé, sur la licence de pilote professionnel si l'instructeur est instructeur de pilote professionnel).

6 - COURS DE DIFFERENCE RH 22 - RH 44

Le candidat, titulaire d'une qualification de type RH 22 et désirant obtenir une qualification de type RH 44, ne doit effectuer qu'un programme portant sur les différences entre ces deux appareils.

Le contenu de ce cours de différence doit porter, outre l'étude du manuel de vol, sur la spécificité du RH 44 dans son utilisation en travail près du sol et en autorotation. Le temps de vol en double commande ne peut être inférieur à trois heures.

Le formulaire de suivi de formation présenté au paragraphe 3.2 devra être utilisé, en cochant les sections réalisées dans le cadre de ce cours de différence.

Arrêté du 11 février 1999 (JO du 02/03/99) relatif à la qualification de type des hélicoptères ROBINSON R 44, et arrêté du 11 décembre 1998 (JO du 05/01/99) relatif aux conditions d'utilisation des hélicoptères ROBINSON R 22 et R 44

L'arrêté du 11 février 1999 (JO du 02/03/99) a pour objet de rajouter le Robinson R 44 à la liste des types d'aéronefs pour lesquels un programme minimal d'instruction en vue de l'obtention de la qualification de type est définie par le ministre chargé de l'aviation civile. Le projet d'arrêté a reçu l'avis favorable du conseil du personnel navigant professionnel de l'aéronautique civile le 10 septembre 1998.

L'arrêté du 11 décembre 1998 (JO du 05/01/99) a pour objet de définir, pour certains types d'hélicoptères présentant des caractéristiques particulières, des conditions plus spécifiques d'expérience et de formation à respecter pour être commandant de bord en transport public de passagers. Cela concerne typiquement les Robinson R 22 et R 44. Le projet a retenu l'avis favorable du conseil du personnel naviguant professionnel de l'aéronautique civile le 13 novembre 1998.

Le Robinson R 22 (RH 22) est un hélicoptère biplace équipé d'un moteur à piston Lycoming délivrant 160 à 180 ch. de puissance selon la version. Léger et doté d'un rotor de faible inertie il est d'une grande maniabilité (liée à une instabilité dans certaines conditions). Plus de 2500 exemplaires volent dans le monde. Il est principalement utilisé en école et en travail aérien. En France quatre vingt quinze R 22 étaient immatriculés au 1^{er} décembre 1998.

Le Robinson R 44 (RH 44) est un hélicoptère quadriplace dont le moteur piston Lycoming délivre 260 ch. de puissance. S'il ressemble à une version allongée du R 22, son poids et la grande inertie de son rotor bipale semblent en faire un appareil au pilotage plus lourd que le précédent, moins maniable mais beaucoup plus stable, notamment en autorotation. Il est principalement utilisé en transport public (sauf en France à ce jour) et en travail aérien. Au 1^{er} décembre 1998, le registre d'immatriculation français comptait dix R 44.

ROBINSON HELICOPTER COMPANY - Hélicoptères R 22
Interférences rotor/fuselage (ATA 62)

MATERIELS CONCERNES

La présente Consigne de Navigabilité concerne les hélicoptères ROBINSON R 22 tous modèles.

RAISONS

La présente Consigne de Navigabilité vise à empêcher le décrochage du rotor principal ou le talonnement du mât, qui pourraient provoquer le contact des pales avec le fuselage, causant la détérioration du système rotor principal et la perte consécutive de contrôle de l'hélicoptère.

La Révision 1 de cette CN introduit la notion d'expérience et de formation du pilote pour l'application de certaines limitations, et elle définit une limite basse de vitesse de translation (57 nœuds).

La Révision 2 de cette CN en précise la formulation sans apporter de contrainte supplémentaire.

ACTIONS IMPERATIVES ET DELAIS

Les mesures suivantes sont rendues impératives :

Avant le prochain vol qui suit la date d'entrée en vigueur de cette CN à l'édition originale, sauf si déjà accompli, insérer dans le Manuel de Vol les informations suivantes dans les sections concernées.

SECTION LIMITATIONS

Les limitations (1), (2) et (3) ci-dessous doivent être respectées par tout pilote sauf si celui-ci a totalisé au moins 200 heures de vol sur hélicoptère en qualité de commandant de bord dont 50 heures sur Robinson R 22 et s'il a suivi un stage de sécurité Robinson approuvé par le Ministre chargé de l'aviation civile.

- (1) Les vols sont interdits lorsque les vents en surface dépassent 25 nœuds, rafales incluses.
- (2) Les vols sont interdits lorsque les rafales de vent en surface dépassent 15 nœuds.
- (3) Les vols prolongés dans des conditions de turbulence modérée, sévère ou extrême sont interdits.

Adopter une vitesse de translation avant comprise entre 60 nœuds indiqués et 0,7 fois la VNE (sans être inférieure à 57 nœuds indiqués) si l'on rencontre, par inadvertance, une turbulence modérée, sévère ou extrême.

NOTA : La turbulence modérée est une turbulence qui cause :

- (1) des modifications d'altitude ou d'assiette.
- (2) des variations de la vitesse indiquée, et ;
- (3) des efforts de tension ressentis par les occupants de l'appareil dans les ceintures de sécurité.

SECTION PROCEDURES NORMALES

NOTE

Les pilotes de R 22 sont fortement exhortés à se familiariser avec les informations suivantes et à se conformer à ces procédures recommandées.

Décrochage du Rotor Principal : Bon nombre de facteurs peuvent contribuer au décrochement du rotor principal et les pilotes devront se familiariser avec ces facteurs. Toute condition de vol qui crée des angles d'attaque excessifs sur les pales du rotor principal peut produire le décrochage. Des tours rotor faibles, des manœuvres agressives, un pas collectif élevé (souvent le résultat d'une altitude densité élevée, d'un dépassement des limites de pas (dépassement de la puissance disponible) pendant la montée, ou d'une vitesse de translation vers l'avant élevée) ainsi qu'une réaction lente à l'apparition visuelle et sonore de régime rotor faible, peuvent provoquer le décrochage du rotor principal. Les effets de ces conditions peuvent être amplifiés dans les turbulences. Lors du décrochage du rotor principal, celui-ci peut finalement heurter la cellule. Une information complémentaire sur le décrochage du rotor principal est donnée dans les Notices de Sécurité de Robinson Helicopter Company SN-10, SN-15, SN-20, SN-24, SN-27 et SN-29.

Talonnement du Mât : Le talonnage du mât peut se produire avec un système de rotor à balancier lorsque des conditions de vol en faible gravité (facteurs de charge inférieurs à 1,0) ou de brusques actions sur les commandes entraînent un battement excessif du rotor principal. Des conditions de vols en faible gravité (facteur de charge inférieur à 1,0) peuvent résulter d'actions brusques sur le cyclique vers l'avant en vol d'avancement. Des vitesses avant élevées, la turbulence et des dérapages excessifs peuvent accentuer les effets dangereux de ces mouvements de commande. Le battement excessif entraîne des à-coups de l'ensemble moyeu du rotor principal sur le mât rotor avec, pour conséquence, la séparation du système rotor principal de l'hélicoptère.

Afin d'éviter ces conditions, les pilotes sont fortement exhortés à suivre ces recommandations :

- (1) Maintenir des vitesses de croisière comprises entre 60 nœuds indiqués et 0,9 fois la VNE (sans être inférieures à 57 nœuds indiqués).
- (2) Pour les vols en puissance, utiliser les NR maximum autorisés.
- (3) Eviter les dérapages pendant le vol. Maintenir à tout moment du vol, l'appareil correctement compensé.
- (4) Eviter les manœuvres brusques ou importantes du cyclique vers l'avant en vol de translation avant, et des manœuvres brutales de commandes en zone de turbulence.

SECTION PROCEDURES D'URGENCE

(1) ROULIS A DROITE DANS DES CONDITIONS DE GRAVITE FAIBLE (FACTEUR DE CHARGE INFÉRIEUR A 1)

Appliquer graduellement du manche cyclique vers l'arrière pour restaurer des conditions de gravité NORMALES (facteur de charge supérieur ou égal à 1) et la portance du rotor principal. Ne pas appliquer de cyclique latéral avant que des conditions de gravité normales aient été rétablies.

(2) TANGAGE, ROULIS OU LACET NON COMMANDES RESULTANT DU VOL EN TURBULENCE

Avoir des actions souples sur les commandes pour maintenir les tours rotors, des conditions de gravité normales et pour éliminer les dérapages. Réduire les manœuvres sur le manche cyclique en turbulence, ne pas effectuer de surcontrôle (dépassements d'amplitude ou de réponse sur les commandes).

(3) RENCONTRE, PAR INADVERTANCE, DE TURBULENCE MODEREE, SEVERE OU EXTREME

Si la zone de turbulence est isolée, sortir de la zone ; autrement, atterrir dès que possible.

REF. : Airworthiness Directive FAA 95-26-04

Cette Révision 2 remplace la CN 1995-018-IMP(A) R1 du 29/12/1999.

DATES D'ENTREE EN VIGUEUR

1.1.1.1	CN originale	Dès Réception de la Consigne
1.1.1.2	-	Télégraphique émise le 16 JANVIER 1995
1.1.1.2.1	Révision 1	08 JANVIER 2000
1.1.1.2.2	Révision 2	04 MARS 2000