



*Epandage agricole
en hélicoptère
1992-1999*

ETUDE

Ce document présente une étude concernant les accidents survenus lors de vols d'épandage agricole réalisés en hélicoptère sur le territoire français entre 1992 et 1999.

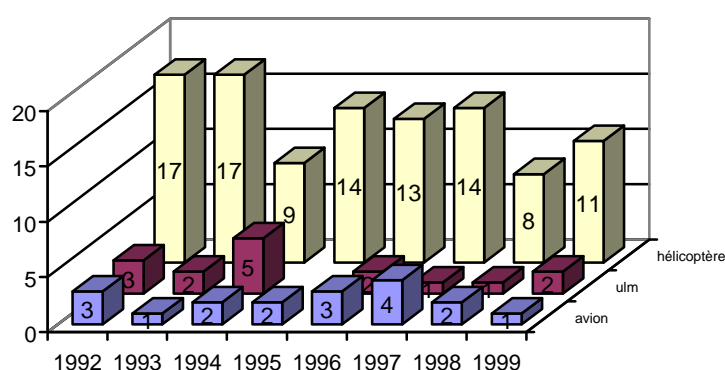
Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1 - CONTEXTE DU TRAVAIL AÉRIEN | 4 |
| 1.1 Répartition annuelle des accidents de travail aérien par catégorie d'aéronef | 4 |
| 1.2 Répartition annuelle des accidents d'hélicoptère en travail aérien par activité | 4 |
| 2 - ACCIDENTS EN ÉPANDAGE AGRICOLE PAR HÉLICOPTÈRE | 5 |
| 2.1 Répartition par importance des dommages | 5 |
| 2.2 Répartition par année | 6 |
| 2.3 Répartition saisonnière | 6 |
| 2.4 Répartition en fonction de l'heure de la journée | 7 |
| 2.5 Répartition géographique des accidents | 8 |
| 2.6 Répartition par expérience | 8 |
| 2.7 Répartition par tranche d'âge | 9 |
| 2.8 Répartition par type d'hélicoptère | 9 |
| 2.9 Répartition par type d'événement | 10 |
| 3 - ÉTUDE TYPOLOGIQUE DES ÉVÉNEMENTS | 12 |
| 3.1 Collisions avec des lignes électriques ou des câbles | 12 |
| 3.2 Les collisions avec le sol ou des obstacles | 13 |
| 3.3 Les problèmes mécaniques | 13 |
| 3.4 Les pertes de contrôle | 13 |
| 4 - CONCLUSION | 15 |

1 - CONTEXTE DU TRAVAIL AÉRIEN

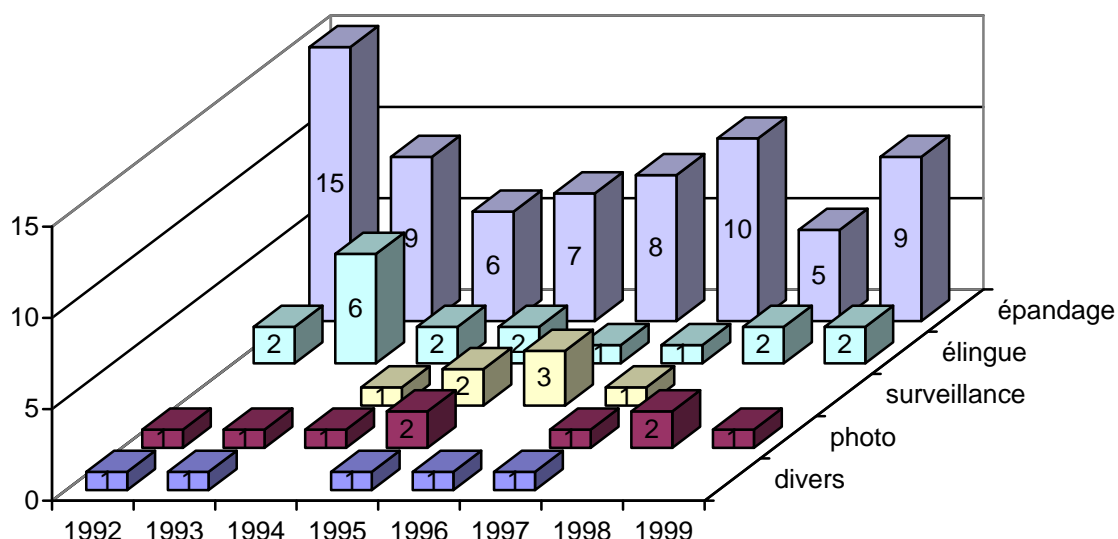
De 1992 à 1999 on dénombre cent quarante-deux accidents en travail aérien sur le territoire français parmi lesquels soixante-neuf sont des accidents corporels ayant fait vingt-sept morts et soixante-seize blessés.

1.1 Répartition annuelle des accidents de travail aérien par catégorie d'aéronef



L'hélicoptère représente 75 % des accidents en travail aérien et 78 % des accidents corporels¹.

1.2 Répartition annuelle des accidents d'hélicoptère en travail aérien par activité



¹ Sauf mention contraire, dans cette étude l'axe des ordonnées représente le nombre d'événements.

La majeure partie des accidents en hélicoptère se produit lors de vols d'épandage agricole. Dans cette activité, soixante-neuf accidents ont été dénombrés parmi lesquels trente et un sont corporels. Ces accidents ont fait six morts et vingt-six blessés dont une personne au sol.

Les accidents d'épandage agricole en hélicoptère représentent environ la moitié des accidents de travail aérien. Le nombre de victimes (morts, blessés) est proportionnellement moins élevé. Ceci s'explique par les faibles hauteurs et vitesses d'évolution.

| | Epandage hélicoptère | Travail aérien |
|---------------------|----------------------|----------------|
| Nb accidents | 69 | 142 |
| Nb morts | 6 | 27 |
| Nb blessés | 26 | 76 |

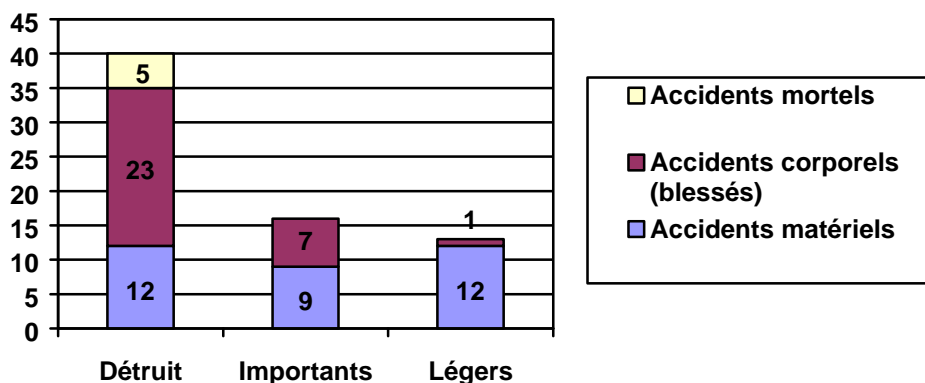
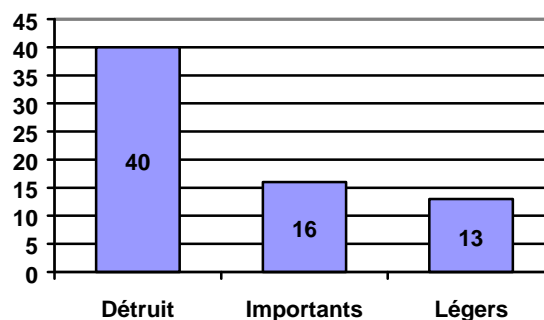
2 - ACCIDENTS EN ÉPANDAGE AGRICOLE PAR HÉLIPTÈRE

2.1 Répartition par importance des dommages

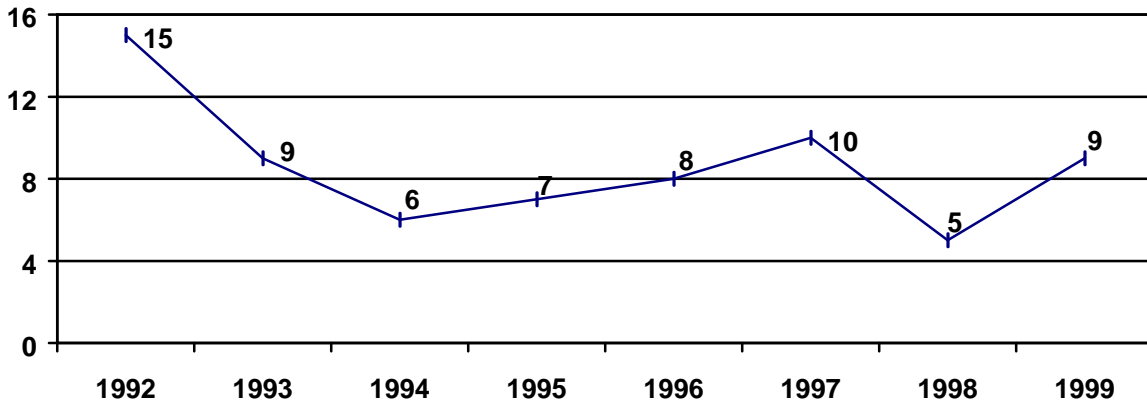
Comme dans l'ensemble des accidents d'hélicoptères, 80 % d'entre eux entraînent des dommages importants ou des destructions de l'aéronef avec en épandage une proportion d'hélicoptères détruits légèrement plus élevée que la moyenne (58 % contre 50 %).

Dix appareils ont été accidentés plusieurs fois.

Répartition des accidents par importance des dommages



2.2 Répartition par année

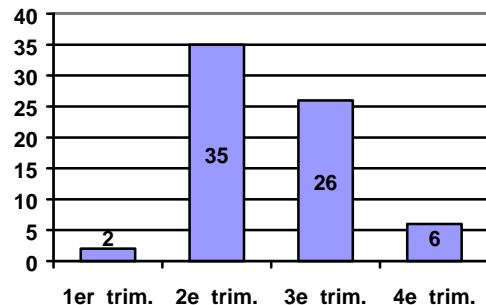


Si l'on exclut les années 1992 et 1998, le nombre d'accidents par an est compris entre six et dix avec une relative stabilité d'une année sur l'autre.

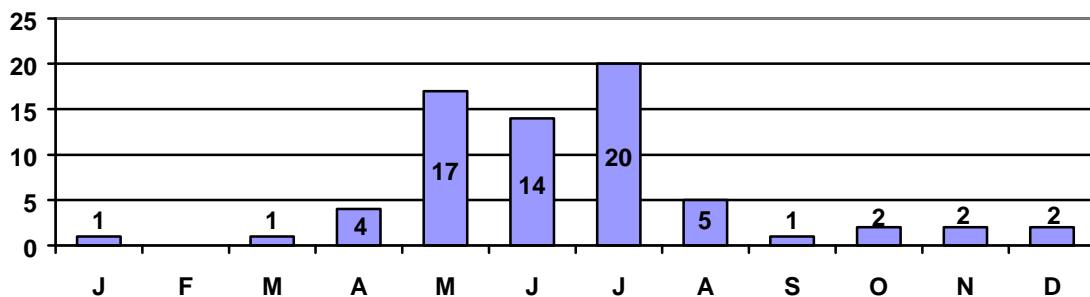
2.3 Répartition saisonnière

L'épandage agricole est une activité à caractère saisonnier marqué.

Il est intéressant de constater que le nombre d'accidents subit parallèlement des fluctuations saisonnières très importantes, vraisemblablement dans des proportions comparables à l'activité (début lent en avril, intensification dès le mois de mai et décroissance en août).

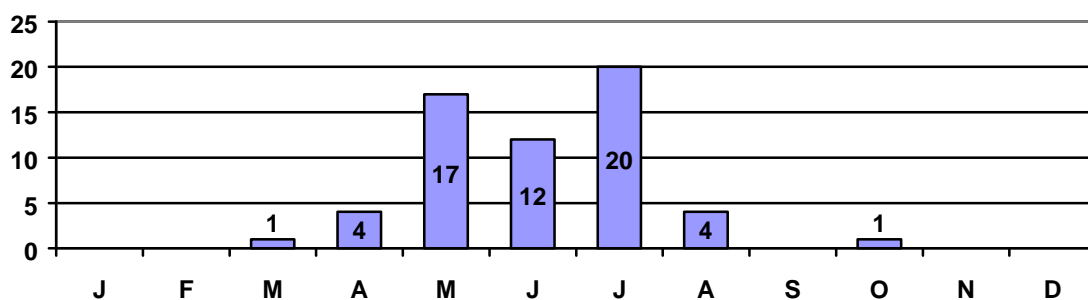


Répartition mensuelle des accidents en France



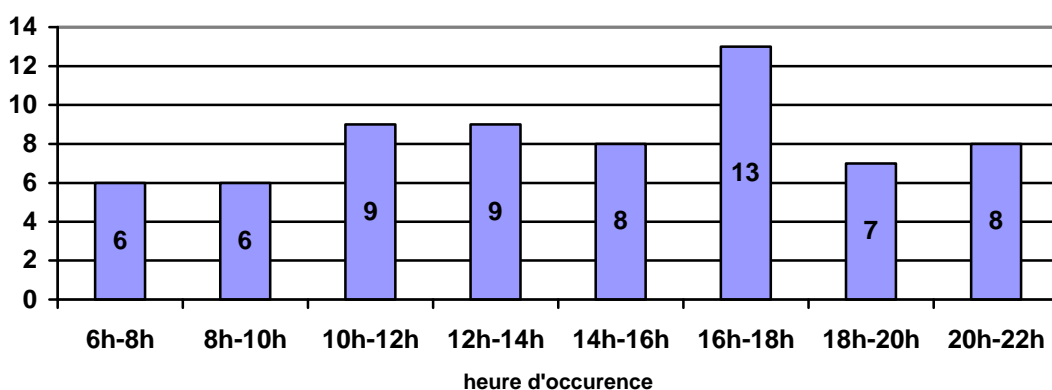
Le nombre d'accidents commence à croître dès le mois d'avril avec deux pics notables en mai et juillet. Ceci est d'autant plus vrai si on ne fait apparaître sur le graphe que les accidents survenus en France métropolitaine. En effet les accidents dénombrés « hors saison » se produisent souvent dans les territoires d'outre-mer.

Répartition mensuelle des accidents en France métropolitaine

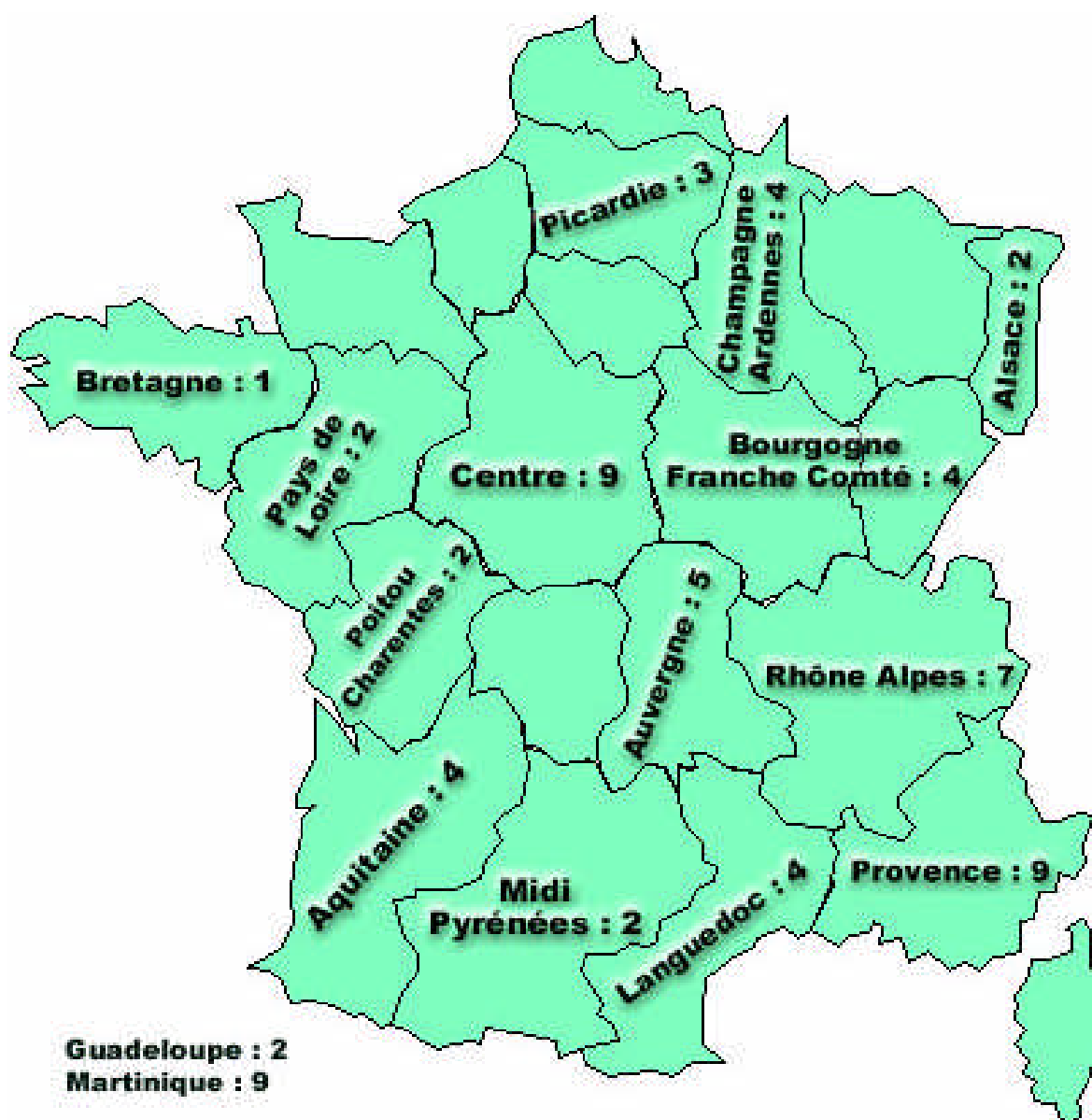


2.4 Répartition en fonction de l'heure de la journée

Le graphique ci-dessous montre que globalement le nombre d'accidents est plus important en fin d'après midi. La fatigue n'est certainement pas étrangère à ce fait.



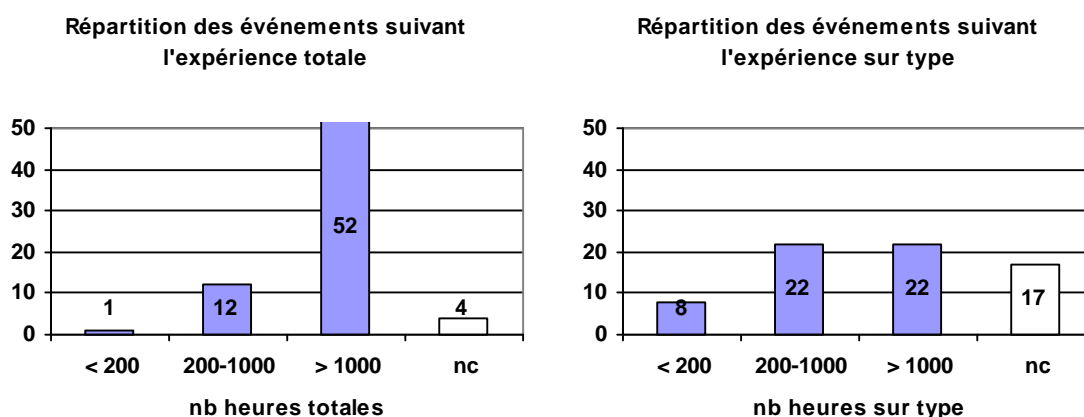
2.5 Répartition géographique des accidents



2.6 Répartition par expérience

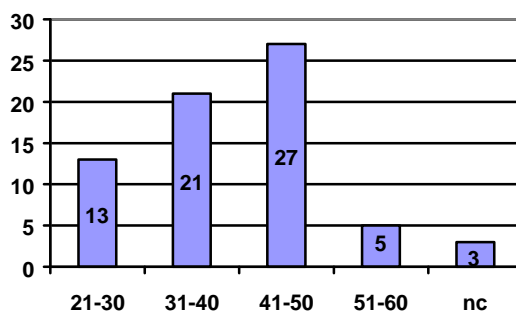
En première approche l'expérience moyenne des pilotes concernés par des accidents d'hélicoptères en épandage est voisine de 3 800 heures de vol (calculée sur cinquante-trois événements).

Cette moyenne cache toutefois des disparités très importantes avec des pilotes ayant cent quatre-vingt heures de vol et d'autres plus de dix milles.



Les pilotes ayant une faible expérience sont peu représentés dans ces accidents. Toutefois ils ne représentent qu'un faible pourcentage parmi les pilotes d'épandage agricole.

2.7 Répartition par tranche d'âge



2.8 Répartition par type d'hélicoptère

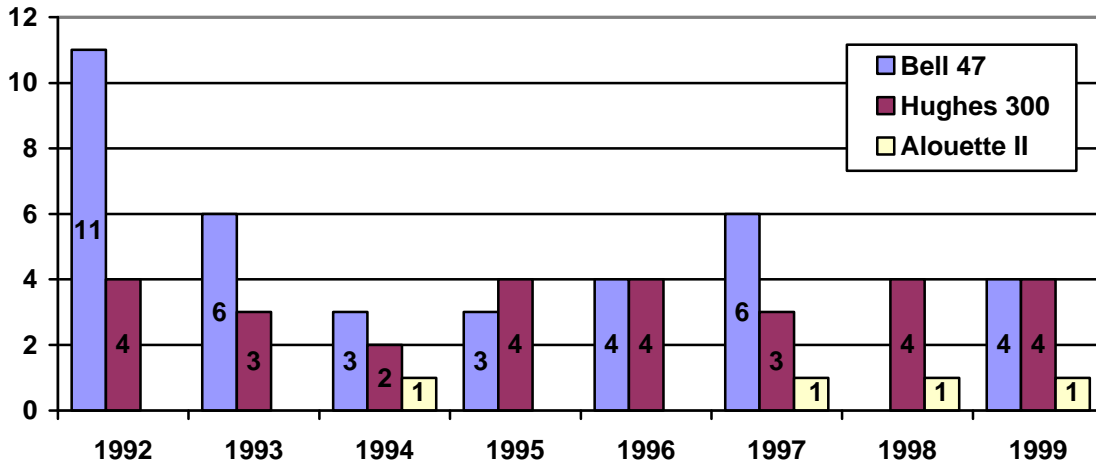
Trois types d'hélicoptère sont concernés par des accidents d'épandage. Ce sont des Bell 47, Hughes 300 et Alouette II. Les hélicoptères à moteur à piston Bell 47 et Hughes 300 sont les appareils les plus utilisés pour cette activité. Le nombre d'accidents par type d'hélicoptère est :

| | |
|---------|----|
| Bell 47 | 37 |
|---------|----|

| | |
|------------|----|
| Hughes 300 | 28 |
|------------|----|

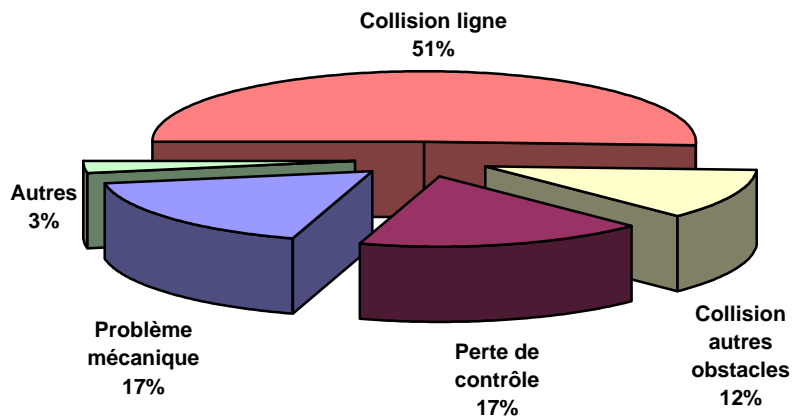
| | |
|-------------|---|
| Alouette II | 4 |
|-------------|---|

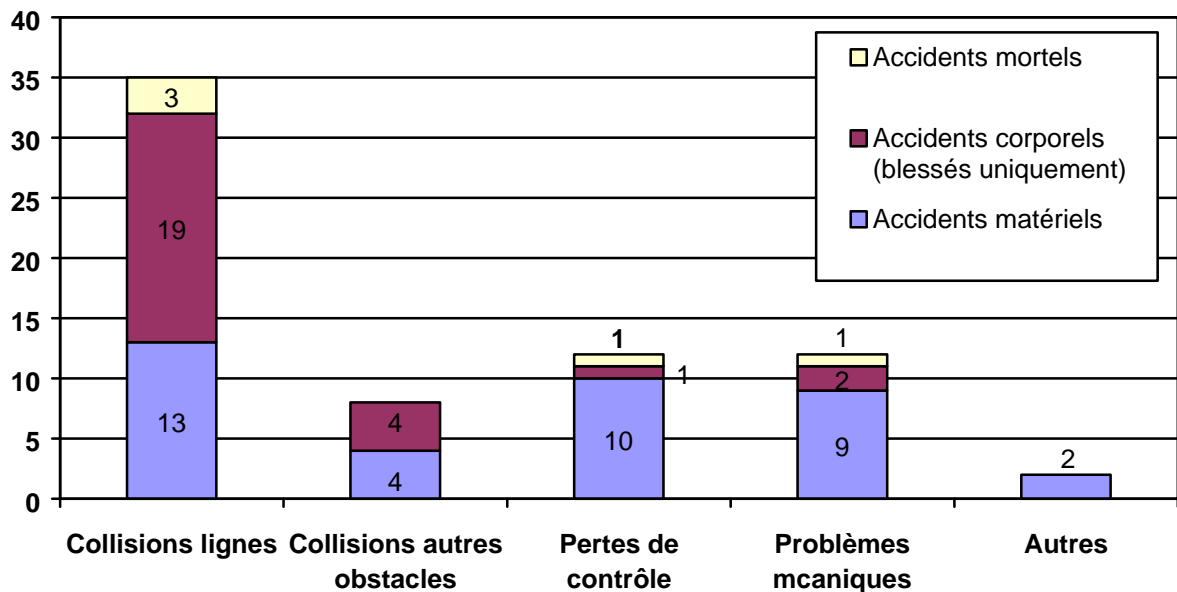
Répartition des accidents par type d'appareil et par année



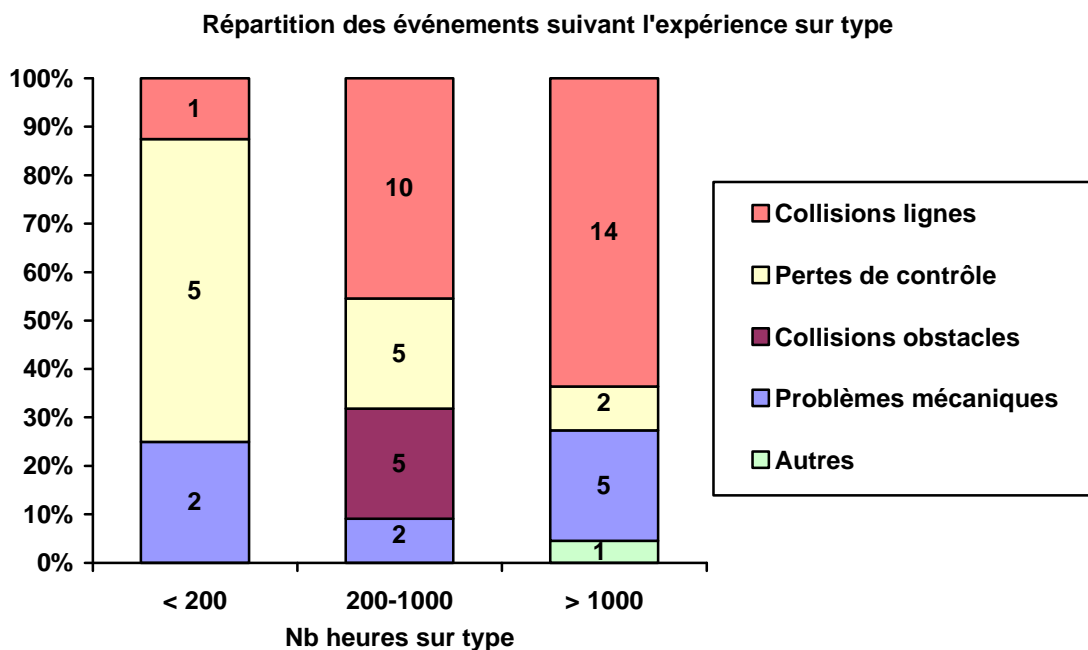
2.9 Répartition par type d'événement

Sur les soixante-neuf accidents répertoriés, quarante-trois sont des collisions avec des obstacles dont trente-cinq avec des câbles ou des lignes électriques. A noter également douze pertes de contrôle généralement en phase de renversement et douze problèmes mécaniques. Un accident est dû au phénomène de résonance sol et un à une panne d'essence.





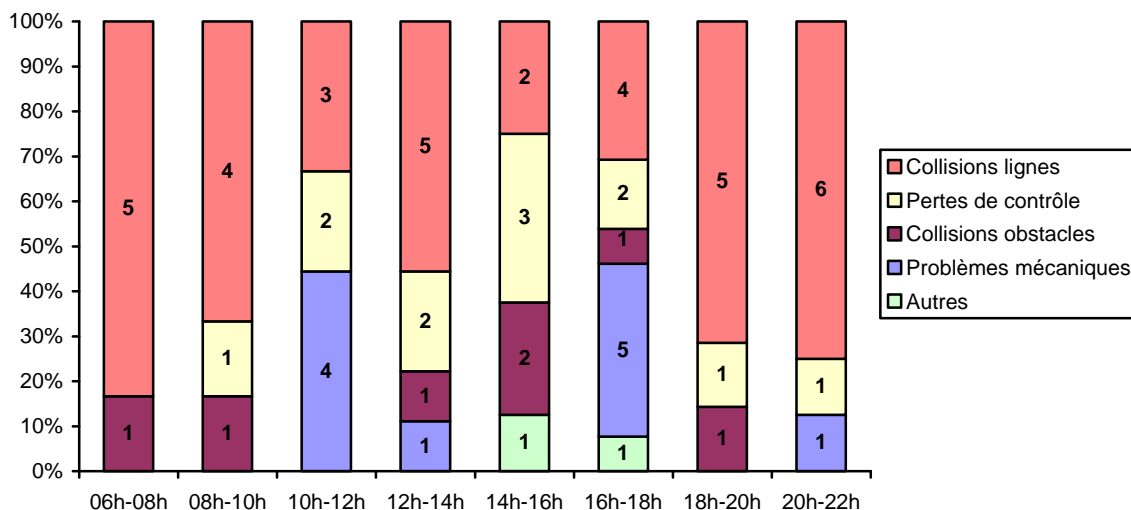
En examinant les conséquences des événements par type d'accident il s'avère que les collisions avec des lignes ou des obstacles sont à l'origine de l'essentiel des accidents corporels.



Le diagramme de répartition des événements en fonction de l'expérience sur type montre que les pilotes peu expérimentés sont surtout exposés aux pertes de contrôle. Au contraire, pour les pilotes possédant une expérience importante, plus de la moitié des accidents sont dus à des collisions avec des lignes ou câbles.

La comparaison des événements en fonction du type d'appareil ne fait pas apparaître de différence notable entre Bell et Hughes. Le faible nombre d'Alouette II utilisées en épandage et impliquées dans des accidents ne permet pas de tirer des enseignements sur l'utilisation d'hélicoptères à piston par rapport aux hélicoptères à turbine.

Répartition des événements suivant l'heure



L'étude des types d'événements suivant l'heure montre qu'en proportion les collisions avec des lignes interviennent surtout en début de matinée et en fin d'après midi ou en soirée. Il s'agit essentiellement d'éblouissement par la présence du soleil assez bas et/ou d'obstruction de la visibilité par une bulle dont l'état de propreté n'est plus satisfaisant.

3 - ÉTUDE TYPOLOGIQUE DES ÉVÉNEMENTS

3.1 Collisions avec des lignes électriques ou des câbles

L'étude des trente-cinq collisions avec des lignes électriques ou des câbles permet de dégager des caractéristiques communes.

La fatigue est un facteur important ; dans treize accidents les pilotes avaient effectué plus de sept heures de vol dans les dernières vingt-quatre heures, avec des temps de vol dépassant parfois treize heures.

Le soleil et le manque de propreté des bulles sont des facteurs affectant la visibilité qui sont récurrents. Ils sont cités dans un tiers de ces accidents. Souvent le manque de contraste de la ligne heurtée dans l'environnement est aussi rapporté.

Dans plusieurs accidents, le pilote a bien vu un des câbles mais n'a pas perçu la présence des autres placés au dessus ou en dessous. De plus, les lignes électriques moyenne tension sont le plus souvent placées à une hauteur de six mètres. Pour diverses raisons cette hauteur peut être inférieure (poteaux inclinés, dilatation des câbles...). Dans ces cas le pilote a une représentation mentale erronée de l'environnement.

Enfin la focalisation de l'attention sur le travail à effectuer est souvent citée. Elle peut amener le pilote à relâcher sa vigilance vis à vis d'éventuels obstacles.

3.2 Les collisions avec le sol ou des obstacles

On dénombre huit collisions avec le sol ou des obstacles. Lors de cinq accidents le pilote a heurté un obstacle. Deux des obstacles étaient des véhicules en mouvement. Dans ces deux cas le pilote avait eu des informations donnant à penser qu'il n'y aurait pas de véhicule pendant son activité.

Un appareil a heurté le sol alors que le pilote volait bas pour passer sous une ligne électrique.

3.3 Les problèmes mécaniques

Autant les avions peuvent connaître de sérieuses défaillances mécaniques mais rester contrôlables, autant les hélicoptères deviennent rapidement incontrôlables surtout hors du domaine hauteur-vitesse comme c'est le cas en épandage, lorsqu'ils subissent des avaries relatives au moteur ou aux pièces tournantes. En effet, les hélicoptères sont, par conception de nature instable, le pilotage n'est possible que par le contrôle permanent de forces en mouvement complexes de valeurs égales et opposées en sens. Si l'une d'elles subit un changement brutal dû à une avarie mécanique, l'hélicoptère devient alors incontrôlable. Il s'ensuit en général un accident dans le cadre de l'épandage agricole, la hauteur restante ou la vitesse de translation ne permettant pas de récupérer le contrôle de l'aéronef.

Sur les douze événements liés à des causes mécaniques, sept concernent le fonctionnement du moteur. Les cinq autres sont liés à une défaillance soit au niveau du rotor principal (trois événements) soit au niveau du rotor anticouple (deux événements).

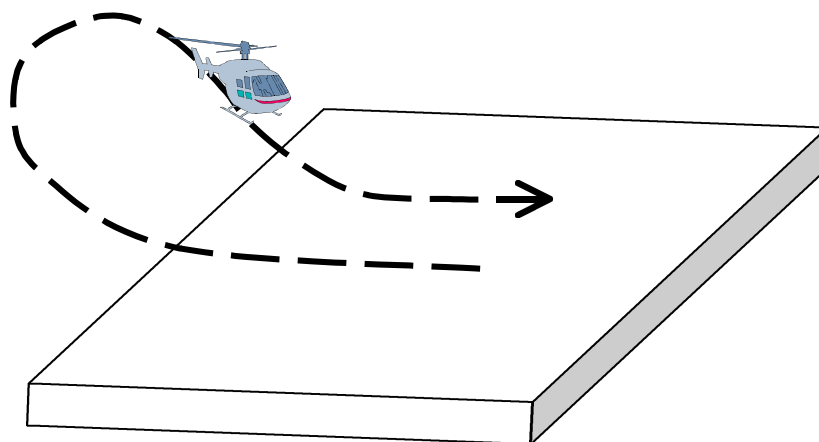
3.4 Les pertes de contrôle

Les pertes de contrôle représentent douze événements sur soixante-neuf recensés dans la présente étude, soit environ 17 % des occurrences. Elles interviennent toutes lors de la phase de renversement.

La pratique du renversement est courante en épandage car elle permet un gain de temps substantiel entre chaque passe. Elle consiste à faire un demi-tour en un

minimum de temps pour positionner l'hélicoptère sur la passe suivante en n'interrompant l'épandage que quelques secondes.

I



Cette manœuvre est réalisée très près du sol et implique plusieurs conditions fondamentales pour être réalisée en toute sécurité, à savoir :

- une vitesse air suffisante,
- une réserve de puissance suffisante,
- un savoir-faire pilote (dextérité).

A ces conditions, il convient d'ajouter plusieurs paramètres qui viennent compliquer plus ou moins la manœuvre :

- le type d'hélicoptère et sa manœuvrabilité,
- la masse de la machine au moment du renversement,
- la présence des rampes d'épandage,
- le type de terrain (plat, vallonné),
- l'environnement (arbres, lignes électriques...)
- l'ensoleillement (rasant),
- l'éblouissement,
- l'état de propreté de la bulle
- le vent,
- la chaleur (performances limitées)
- etc.

Ainsi, le pilote devra intégrer ces paramètres aux conditions fondamentales décrites plus haut. Cela requiert de sa part une grande faculté de jugement et une dissociation d'attention importante, ce qui n'est pas toujours évident en fin de journée à cause de la fatigue accumulée. Il n'est pas rare, en effet, de rencontrer des pilotes qui au moment de l'accident venaient d'effectuer une dizaine d'heures de vol, voire plus.

Par ailleurs, cette manœuvre réalisée le plus souvent dans un cadre espace/temps très court nécessite une grande compétence et une très bonne maîtrise de l'hélicoptère.

4 - CONCLUSION

La présente étude montre que l'épandage agricole par hélicoptère représente environ la moitié des accidents de travail aérien.

Cependant, la spécificité de l'épandage agricole par hélicoptère (travail à très faible hauteur près du sol et à faible vitesse) fait que le nombre d'accidents mortels est moins élevé qu'en travail aérien en général.

L'épandage agricole par hélicoptère constitue néanmoins un vol à risque puisqu'il est réalisé en permanence près du sol et des obstacles. Il demande de la part des pilotes une vigilance permanente. Les voies de prévention à emprunter passent par une restauration de cette vigilance, notamment par une meilleure prise en compte des conséquences de la routine et de la fatigue.