
Guide national d'apprentissage — Application de pesticides par aéronef



Édition du millénaire



Santé Canada
Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire



Comité fédéral, provincial et territorial
sur les pesticides et la lutte antiparasitaire

REMERCIEMENTS

Le *Guide national d'apprentissage - application de pesticides par aéronef* est le fruit d'un effort concerté de rédaction d'un document correspondant aux connaissances fondamentales contenues dans le module sur la pulvérisation aérienne de la Norme pour l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides au Canada. Santé Canada a fait paraître la « norme nationale », qui a été reconnue par tous les organismes provinciaux de réglementation et la Canadian Aerial Applicators Association.

Nous remercions les groupes suivants pour leur aide et leur participation aux travaux :

- Le Groupe de travail sur l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides*,
- Les représentants du secteur industriel,
- Les organismes provinciaux.

* Le Groupe de travail est un comité permanent du Comité fédéral, provincial et territorial sur la lutte antiparasitaire et les pesticides. Il est composé d'un représentant de l'Agence fédérale de réglementation de la lutte antiparasitaire, de membres d'organismes provinciaux de réglementation et de membres du milieu scolaire. Sans leur dévouement, la rédaction de ce guide aurait été impossible.

Le secteur industriel nous a été d'un grand secours en ce qu'il a contribué à ce que les exigences en matière de formation soient pratiques sur le plan opérationnel. Nous tenons particulièrement à remercier les personnes suivantes du secteur industriel :

- Jon Bagley et Stephen Ritchey de la Canadian Aerial Applicator Association;
- Ted Delanghe de Communicom Ltd., de Régina, Saskatchewan;
- Lowell Ritchey, Fairfield Services Ltd. d'Abbotsford, Colombie-Britannique;
- Forest Protection Ltd., Frédéricton, Nouveau-Brunswick.

Les organismes provinciaux suivants ont contribué au financement et(ou) ont aussi contribué de manière importante à la rédaction de ce guide. Ce sont :

- le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Service des terres et des parcs;
- le ministère de l'Environnement de l'Ontario;
- le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick.

Les services d'édition, de révision et de traduction ont été assurés par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Nous tenons également à remercier le ministère de l'Environnement du Québec et la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies de leur contribution à la révision de la version française du document.

La parution du *Guide national d'apprentissage - application de pesticides par aéronef* a été rendue possible grâce au dévouement et à la persévérance de toutes les personnes et organismes mentionnés.

PRÉFACE

Le secteur de l'application de pesticides par aéronef fournit un important service à de nombreux secteurs de lutte contre les organismes indésirables. L'aéronef s'est avéré un moyen plus économique et plus efficace que l'application de pesticides au sol pour traiter rapidement de grandes étendues et pour atteindre des endroits inaccessibles à l'équipement au sol.

Les opérations aériennes se sont diversifiées au fil des ans. Au début, l'avion servait surtout à la lutte contre les insectes. Son utilisation s'est élargie pour inclure la lutte contre les mauvaises herbes et les broussailles, l'application d'engrais et de fongicides, la défoliation, le dessèchement, l'ensemencement et la prévention des dommages causés par le gel. Les traitements aériens occupent une place considérable en agriculture et en foresterie et, dans une moindre mesure, dans la lutte contre la végétation sur les emprises et contre les moustiques. Les personnes qui participent aux applications aériennes de pesticides peuvent travailler dans de nombreuses provinces ou territoires d'un bout à l'autre du pays. De manière à offrir une formation équivalente à tous les applicateurs de pesticides par voie aérienne et à accorder plus de souplesse au niveau de l'obtention d'un permis et d'une certification en matière d'application aérienne de pesticides, un guide intitulé *Guide national d'apprentissage - application de pesticides par aéronef* a été rédigé.

Ce guide contient des renseignements traitant de la plupart des types de traitements aériens pratiqués au Canada, notamment en contexte agricole, en contexte forestier, contre la végétation en contexte industriel et pour la lutte contre les moustiques, au moyen d'avions ou d'hélicoptères.

Ce guide ainsi qu'un manuel de tronc commun destiné aux applicateurs dans les provinces doivent servir de guide d'apprentissage et de référence à l'intention des personnes qui veulent obtenir leur certification en vue de l'application des pesticides par voie aérienne. Les applicateurs qui veulent obtenir un certificat d'applicateur de pesticides par voie aérienne doivent se familiariser avec le contenu des deux documents pour réussir un examen sur la pulvérisation aérienne. Consulter l'organisme de réglementation de la lutte antiparasitaire de sa province pour obtenir des renseignements précis sur les manuels de tronc commun destinés aux applicateurs dans les provinces et les exigences en matière de certification et d'obtention de permis.

La formation obtenue à l'étude de ce guide ne conduit pas systématiquement à la certification ou à l'obtention d'un permis dans d'autres provinces ou territoires au Canada. Les diverses instances provinciales ou des territoires peuvent exiger d'avoir suivi des programmes additionnels de formation avant d'accorder la certification et le permis. Il est recommandé de consulter les organismes de réglementation de la lutte antiparasitaire d'autres provinces ou territoires pour obtenir cette information avant de procéder à l'application par voie aérienne de pesticides dans ces provinces ou territoires.

Le *Guide national d'apprentissage - application de pesticides par aéronef* contient de l'information sur la plupart des types de traitement aérien au Canada, y compris en agriculture, en foresterie, dans la lutte contre la végétation sur les terrains incultes et les emprises, et contre les moustiques, au moyen d'avions et d'hélicoptères. Les sujets généraux suivants sont abordés :

- Réglementation;
- Étiquetage;
- Santé humaine;
- Sécurité des pesticides;
- Protection de l'environnement;
- Lutte antiparasitaire;
- Techniques d'application;
- Interventions d'urgence.

Le guide contient de l'information sur les avions et les hélicoptères. On s'attend à ce que les applicateurs aériens retiennent l'information sur le type d'aéronef qu'ils utilisent. Pour obtenir une formation complète, il faut connaître les opérations de soutien au sol ainsi que les opérations de vol décrites dans le présent guide. L'information contenue dans ce guide est valable pour l'ensemble du Canada. Il se peut cependant qu'il existe de l'information particulière à certaines provinces. On doit s'assurer d'avoir examiné l'information de la section Renseignements spécifiques aux provinces. À noter que ces renseignements peuvent varier selon les provinces. Toujours vérifier cette information auprès des organismes provinciaux de réglementation.

Le contenu du guide est basé sur le module intitulé pulvérisation aérienne de la « Norme pour l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides au Canada », publiée par Santé Canada (1996). Il est endossé par la Canadian Aerial Applicator Association (CAAA).

Le traitement aérien comporte des dangers professionnels. Il importe de connaître ces dangers et les lignes directrices concernant les opérations sécuritaires afin de réduire les risques. Il faut aussi prendre des précautions et faire preuve de discernement.

La plus grande place occupée par les traitements aériens et les préoccupations accrues sur le plan de la protection de l'environnement ont conduit à la réalisation de travaux de recherche et à la formation relative aux techniques d'application aérienne, à l'efficacité de la lutte antiparasitaire et aux effets sur l'environnement. Par le fait même, l'industrie a beaucoup évolué depuis le « poudrage des cultures ». Bien des mesures ont été prises pour promouvoir la sécurité et l'efficacité des traitements aériens.

On a conçu de nouveaux aéronefs et systèmes de pulvérisation et effectué beaucoup de recherche sur la dérive du nuage de pulvérisation et l'efficacité des traitements. On met toujours l'accent sur l'importance de la protection des applicateurs, de leur équipement et de l'environnement.

La sécurité est et continuera d'être la principale priorité dans la pulvérisation aérienne. Il existe très peu de métiers dans lesquels la négligence ou l'insouciance peuvent avoir des effets aussi graves. Les pilotes doivent être sensibles aux situations dangereuses et ils doivent toujours

réaliser leurs opérations de façon professionnelle et sécuritaire. Les préposés au mélange, au chargement et à la signalisation et les autres membres du personnel au sol doivent aussi toujours se méfier des dangers potentiels lorsqu'ils travaillent autour de l'aéronef et avec celui-ci.

Trois questions doivent être posées avant l'application aérienne d'un pesticide. « L'applicateur et l'équipage seront-ils en sécurité? », « A-t-on pensé à la sécurité des personnes exposées accidentellement et à la protection de l'environnement? » et « Le traitement sera-t-il efficace? » Les opérations doivent débuter uniquement lorsqu'on répond par l'affirmative à ces trois questions.

La CAAA est l'organisme national qui représente les applicateurs aériens au Canada. Elle appuie les normes élevées de professionnalisme dans l'industrie et fournit une approche coordonnée pour permettre aux applicateurs de communiquer avec les organismes gouvernementaux de réglementation, les fabricants de pesticides, les organismes de formation et le public en général. Il existe des organismes provinciaux semblables.

Grâce aux efforts de collaboration comme l'élaboration du présent guide d'apprentissage, les applicateurs aériens et les organismes de réglementation espèrent assurer l'application de traitements aériens efficaces pour lutter contre les organismes indésirables au Canada.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Remerciements	
Préface	
Chapitre 1: Réglementation	1 - 1
Chapitre 2: Étiquetage	2 - 1
Chapitre 3: Santé humaine	3 - 1
Chapitre 4: Sûreté des pesticides	4 - 1
Applications aériennes	4 - 1
Entreposage, mélange et chargement des pesticides	4 - 12
Chapitre 5: Environnement	5 - 1
Chapitre 6: Lutte antiparasitaire	6 - 1
Chapitre 7: Techniques d'application	7 - 1
Systèmes d'application	7 - 1
Méthodes d'application	7 - 28
Caractéristiques du nuage de pulvérisation	7 - 52
Étalonnage	7 - 78
Chapitre 8: Interventions d'urgence	8 - 1
Renseignements spécifiques aux provinces	RSP - 1
Réponses aux questions	RQ - 1
Glossaire	G - 1

CHAPITRE PREMIER - RÉGLEMENTATION

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure :

- bien comprendre les lois fédérales concernant l'utilisation d'aéronefs pour l'application aérienne de pesticides.

Législation fédérale

La pulvérisation aérienne de pesticides doit être conforme au *Règlement de l'air canadien* (RAC).

Un aéronef servant aux traitements aériens doit être piloté par un pilote détenant un permis de pilote professionnel, à l'exception des agriculteurs détenant un permis de pilote privé, s'ils respectent les conditions suivantes :

- que leurs opérations se déroulent à l'intérieur d'un rayon de 25 milles nautiques du centre de leur ferme;
- qu'ils soient propriétaires de l'aéronef;
- qu'ils utilisent des pesticides uniquement à des fins de production agricole.

Selon l'article 602.23 du Règlement de l'air, nul ne peut créer un danger pour les personnes ou les biens au sol en laissant tomber quoi que ce soit d'un aéronef en vol. Toutefois, les « opérations spéciales », comme l'application de pesticides, sont exemptées.

L'alinéa 602.15 2(b) du Règlement de l'air établit les hauteurs de vol minimales, tout en prévoyant une exemption pour les « opérations spéciales ». Il faut toutefois obtenir une autorisation spéciale du ministre pour les vols à basse altitude au-dessus des zones bâties.

Bon nombre de provinces et certaines municipalités ont édicté des règlements sur les applications aériennes de pesticides. Voir à consulter les organismes provinciaux de réglementation pertinents pour connaître les exigences relatives aux permis, aux zones tampons et aux avis publics.

Les étiquettes de certains produits indiquent que ceux-ci peuvent être appliqués par pulvérisation aérienne à des usages particuliers. D'autres interdisent cette méthode. Il importe de suivre les instructions fournies sur les étiquettes.

Antérieurement, les étiquettes de pesticides n'indiquaient pas clairement si les applications aériennes étaient permises ou non. À compter du 1^{er} janvier 2000, seuls les produits dont l'étiquette le spécifie, peuvent être appliqués par aéronef.

Législation provinciale

En plus de la législation fédérale, il peut exister des politiques ou des règlements provinciaux concernant les traitements par pulvérisation aérienne et l'utilisation de pesticides. La section Renseignements spécifiques aux provinces présente des renseignements avec lesquels les applicateurs doivent être familiers et qui s'appliquent particulièrement à l'intérieur des limites de la province où ils demandent la certification. Il est aussi conseillé de communiquer avec l'organisme provincial de réglementation pour obtenir plus d'information.

Règlements municipaux

En plus des lois fédérales et provinciales, certaines administrations municipales peuvent avoir établi des politiques ou adopté des règlements concernant les applications aériennes ou l'utilisation des pesticides. L'applicateur doit être au courant de ces exigences et être en mesure de s'y conformer bien avant d'entreprendre ses opérations.

Exercices - Réglementation

1. Tous les pilotes qui commandent un aéronef servant aux applications aériennes doivent-ils détenir un permis de pilote professionnel?
2. Que représente l'abréviation « RAC » et en quoi ce qu'elle représente concerne la pulvérisation aérienne des pesticides?

CHAPITRE 2 - ÉTIQUETAGE

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure :

- ' d'interpréter les renseignements affichés sur les étiquettes de pesticides concernant les applications aériennes;
- ' d'interpréter les étiquettes de pesticides qui ne font pas spécifiquement référence aux applications aériennes.

Introduction

La question des étiquettes de pesticides est abondamment étudiée dans le tronc commun. On doit bien connaître cette information.

L'étiquette est une source d'information essentielle pour l'applicateur. L'information qu'elle contient provient d'abondantes données obtenues au laboratoire et sur le terrain qui sont évaluées et approuvées dans le cadre du processus fédéral d'homologation.

Les étiquettes de pesticides sont des documents ayant valeur juridique. Les pesticides doivent être utilisés conformément aux directives figurant sur l'étiquette. Quiconque ne respecte pas ces directives commet une infraction au sens de la loi. Les applicateurs doivent toujours lire l'étiquette avant d'utiliser un pesticide et se conformer aux instructions fournies.

La fiche signalétique (FS) fournit de l'information supplémentaire au sujet du pesticide. Elle contient des renseignements sur les dangers pour la santé, sur la sécurité personnelle et sur la protection de l'environnement. Des fiches signalétiques peuvent ne pas être disponibles pour tous les pesticides aussi longtemps qu'elles ne seront pas rendues légalement obligatoires. Les applicateurs doivent bien connaître les fiches signalétiques. La compréhension de l'information figurant sur celles-ci et le fait d'en tenir compte aideront les applicateurs à prendre des décisions judicieuses et écologiques concernant les interventions en cas d'urgence et les pratiques de manutention sécuritaires.

Directives concernant les applications aériennes

Les directives sur les applications aériennes varient selon les étiquettes. Voici quelques exemples :

Étiquettes mentionnant les pulvérisations aériennes

Seuls sont homologués pour application aérienne les produits portant des énoncés mentionnant ce mode d'application. Il faut respecter les directives sur les étiquettes.

Étiquettes ne mentionnant pas les pulvérisations aériennes ou faisant état de contre-indications à cet effet

Il est interdit d'appliquer par voie aérienne des produits ne mentionnant pas ce mode d'application ou comportant un énoncé pour interdire ce mode d'application.

Catégories

Les applicateurs aériens doivent connaître les catégories fédérales de pesticides destinés aux secteurs boisés.

- Les produits portant une étiquette avec mention Forêt ou aménagement forestier - À usage restreint sont homologués pour les traitements dans les régions boisées ou les sites de reboisement de plus de 500 hectares.
- Les produits portant une étiquette avec mention Aménagement des terrains boisés – À usage restreint sont homologués pour les traitements dans les régions boisées ou les sites de reboisement de 500 hectares ou moins, et pour des usages antiparasitaires telles que la lutte contre les insectes dans les plantations d'arbres de Noël ou la lutte contre des plantes indésirables dans les peuplements d'arbres en voie de régénération.
- Les produits portant une étiquette avec mention Aménagement des terrains boisés – À usage commercial sont homologués pour les traitements dans les régions boisées de 500 hectares ou moins, y compris les pépinières d'arbres, les vergers à graines et les emprises passant dans des terres forestières et des forêts.

Les applicateurs aériens doivent communiquer avec les organismes de réglementation provinciaux concernant les autorisations ou les permis susceptibles d'être exigés pour l'utilisation de ces produits.

Exercices - Étiquetage

1. Si l'étiquette d'un pesticide ne mentionne pas spécifiquement que le produit peut être appliqué par voie aérienne, qu'est-ce que cela signifie?
2. Décrivez les expressions « Forêt ou aménagement forestier - À usage restreint », « Aménagement des terrains boisés – À usage restreint » et « Aménagement des terrains boisés – À usage commercial ».

CHAPITRE 3 - SANTÉ HUMAINE

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure :

- ' de décrire les effets des pesticides inhibiteurs de la cholinestérase;
- ' de discuter du besoin de procéder à des essais de détermination de la cholinestérase;
- ' de décrire les symptômes d'intoxication causée par certains des pesticides les plus communément utilisés pour les applications aériennes.

Effets sur la santé des grands groupes de pesticides

Hydrocarbures chlorés

Suite à l'absorption de quelques grandes doses ou de petites doses répétées, certains de ces pesticides peuvent s'accumuler dans les tissus adipeux des personnes. Cependant, les pesticides ainsi séquestrés dans ces tissus paraissent être inactifs et il n'a pas été établi qu'ils sont à l'origine de problèmes de toxicité chronique (à long terme). Très peu d'insecticides à base d'hydrocarbures chlorés sont présentement en usage. En voici quelques-uns qui sont disponibles : dicofol, endosulfan et méthoxychlore.

Voici des symptômes d'intoxication :

- Modérée : mal de tête, fatigue, perte d'appétit, nausée, vomissement,
- Grave : tremblement, convulsions, coma, insuffisance respiratoire, mort.

Pesticides organophosphorés

Ce groupe comprend des insecticides tels que le diméthoate, le diazinon, le dichlorvos, le malathion et le parathion. Bon nombre des pesticides de ce groupe sont très toxiques et sont facilement absorbés par la peau, les poumons ou le système digestif. Même le produit le moins toxique de ce groupe peut facilement causer l'intoxication humaine s'il est mal employé. L'exposition répétée des applicateurs à de petites doses est également dangereuse. Les symptômes d'intoxication aiguë se manifestent au moment de l'exposition ou dans les 12 heures suivant le contact.

Les pesticides organophosphorés agissent sur le système nerveux humain et animal en inhibant l'action d'une enzyme (l'acétylcholinestérase) qui inactive normalement un médiateur chimique (l'acétylcholine) lors du passage de celui-ci d'une cellule à une autre (synapse). (Se reporter à la rubrique « Essais de détermination de la cholinestérase » à la fin de cette section). Puisque l'accumulation trop abondante d'acétylcholine provoque la stimulation à répétition des cellules réceptrices, cela peut avoir des effets nocifs sur le fonctionnement du système nerveux. Par exemple, la stimulation à répétition de cellules ou de fibres musculaires provoque des secousses musculaires, c.-à-d. les oblige à se contracter constamment, et peut donner lieu à une fibrillation ou à des tremblements musculaires. Dans le cerveau, la surstimulation de neurones peut donner lieu à la confusion mentale, à des crises ou à des convulsions. C'est pourquoi un traitement médical approprié est promptement requis en cas d'intoxication suspectée par des pesticides organophosphorés.

En général, une légère exposition à ces pesticides, si elle est peu fréquente, risque peu d'exercer des effets toxiques. Cependant, l'exposition à de petites doses répétées comporte un danger, celui que les symptômes d'intoxication apparaissent subitement, sans signe avant-coureur, si le taux de cholinestérase n'a pas le temps de se rétablir. Ordinairement, il n'existe pas d'effet à long terme sérieux, associé à des expositions limitées dans la mesure où le taux de cholinestérase a le temps de se rétablir. Toutefois, si les expositions persistent, il peut se produire une inhibition irréversible du taux de cholinestérase, ce qui se traduirait par des effets à long terme sur la santé.

Voici des symptômes d'intoxication :

- Légers : perte d'appétit, mal de tête, étourdissements, faiblesse, anxiété, tremblements de la langue et des paupières, myosis (constriction très prononcée de la pupille), perte d'acuité visuelle;
- Modérés : nausée, salivation, crampes abdominales, vomissement, sudation, pouls lent, tremblements musculaires;
- Graves : diarrhée, myosis extrême et abolition du réflexe photomoteur (pupilles), respiration laborieuse, oedème pulmonaire, cyanose, perte de contrôle sphinctérien, convulsions, coma, bloc cardiaque.

Carbamates

Ce groupe d'insecticides réunit une gamme de composés fortement à modérément toxiques. Voici des exemples : carbaryl, bendiocarbe et pyrimicarbe. Ces composés s'apparentent beaucoup aux composés organophosphorés par leur mode d'action, en ce sens qu'ils inhibent l'enzyme cholinestérase. (Se reporter à la rubrique « Essais de détermination de la cholinestérase » à la fin de cette section). Cependant, les carbamates sont décomposés plutôt rapidement dans l'organisme et leur effet sur la cholinestérase est très bref. L'annulation de l'inhibition de la cholinestérase est tellement rapide que, si des précautions spéciales ne sont pas adoptées, la mesure du taux sanguin de cholinestérase de personnes exposées à des carbamates sera probablement inexacte, les valeurs obtenues se rapprochant toujours de la normale. Les symptômes de l'intoxication aux carbamates sont semblables à ceux qui sont causés par les pesticides organophosphorés, mais ils sont de plus courte durée.

Insecticides végétaux et insecticides végétaux synthétiques

Comme leur nom l'indique, les insecticides végétaux sont dérivés de plantes. Le **pyrèthre** est extrait des capitules des fleurs de chrysanthème. Il s'agit d'un mélange de quatre composés ayant une structure chimique similaire. La **resméthrine** est un pyrèthroïde synthétique présentant des caractéristiques très semblables au pyrèthre naturel.

Ces composés agissent en perturbant la propagation électrique de l'impulsion nerveuse le long de l'axone. L'**axone** est un long prolongement du corps de la cellule nerveuse. Il est essentiel à la transmission de l'influx nerveux. Lorsque ce dernier est interrompu au niveau de l'axone, le système musculaire est rapidement paralysé.

Les cas d'intoxication par des produits de cette classe sont rares parce que la teneur en matière active dans les produits disponibles est faible et qu'ils ont une DL₅₀ assez élevée.

Les symptômes d'intoxication vont de la perte de coordination, des tremblements, de la salivation et de l'irritabilité au bruit et au toucher, aux symptômes graves tels que la nausée, le vomissement et la diarrhée. Par exposition cutanée, ces substances peuvent être à l'origine de réactions de type allergique, ou elles peuvent causer, par inhalation, une irritation de la gorge et des poumons (et causer une respiration sifflante ou une toux chez certaines personnes).

Chez les mammifères, les **pyrèthroïdes** (des analogues synthétiques des pyrèthrines) sont à l'origine d'une toxicité aiguë faible à modérée, et ils peuvent irriter la peau.

Pesticides du type dithiocarbamate et thiocarbamate

Ce groupe comprend des fongicides et des herbicides tels que le métirame. En général, ces pesticides ne sont pas très toxiques. Ils n'inhibent pas la cholinestérase. Certains peuvent irriter la peau, les yeux, le nez, la gorge ou les poumons. À des doses très élevées, ces pesticides peuvent donner la nausée, causer le vomissement ou provoquer une faiblesse musculaire.

Herbicides du type bipyridylum

Ce sont les herbicides les plus toxiques que vous ayez à utiliser. Ils peuvent (p. ex., le paraquat) irriter la peau et les muqueuses, notamment des yeux, de la bouche et des poumons.

Voici des symptômes d'intoxication :

- nausée,
- vomissement,
- diarrhée (souvent sanglante).

Le diquat provoque des diarrhées aqueuses abondantes. Le paraquat peut être à l'origine d'une respiration laborieuse.

Herbicides de type phénoxy

Ces herbicides exercent une toxicité de faible à modérée. On pense ici aux herbicides communément employés que sont le 2,4-D et le MCPA. L'exposition par la voie respiratoire et

l'absorption des préparations commerciales peuvent avoir des effets nocifs, particulièrement avec certains solvants. Certains sont modérément irritants pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et l'épithélium gastro-intestinal.

Voici des symptômes d'intoxication :

- faiblesse, peut-être léthargie,
- anorexie, diarrhée,
- faiblesse musculaire (dans certains cas, à l'inclusion des muscles responsables de la mastication et de la déglutition).

Produits pétroliers/Solvants

Les produits pétroliers servent de solvants et de supports, ou encore sont employés à cause de leurs propriétés pesticides (p. ex., les huiles dormance). Il en existe deux classes :

Distillats de pétrole : (p. ex., kérosène, fraction de distillation donnant les solvants, huile diesel): ces substances ont des degrés de toxicité très divers. Les symptômes d'intoxication aiguë peuvent comprendre la nausée, le vomissement, la toux et l'irritation des poumons qui peuvent évoluer vers la bronchopneumonie accompagnée de fièvre et de toux.

Si la dose ingérée est supérieure à 1 mg/kg, il peut apparaître des symptômes de dépression et d'irritation du système nerveux central, accompagnés de faiblesse, d'étourdissements, d'une respiration lente et superficielle, d'inconscience et de convulsions.

L'intoxication chronique peut donner lieu à la faiblesse, à la perte de poids, à l'anémie, à la nervosité, à des douleurs dans les membres ou à un engourdissement périphérique.

Hydrocarbures aromatiques (p. ex., xylène): ces substances ont des degrés de toxicité très divers. Les symptômes d'intoxication aiguë peuvent comprendre les étourdissements, l'euphorie, le mal de tête, la nausée, le vomissement, l'oppression thoracique et une démarche chancelante. Les symptômes plus graves sont des troubles de la vision, la respiration rapide, la paralysie, l'inconscience et des convulsions.

Essais de détermination de la cholinestérase

Les insecticides des groupes des composés organophosphorés et des carbamates utilisés par les applicateurs sont ceux qui exercent la plus grande toxicité aiguë. Ces produits inhibent l'activité d'une enzyme appelée acétylcholinestérase ou encore cholinestérase. La surexposition à ces pesticides peut donner lieu à une baisse marquée de l'activité de cette enzyme et à une intoxication aiguë. Il est important de bien comprendre le rôle de la cholinestérase dans le fonctionnement normal des cellules nerveuses.

Lorsque le cerveau produit une impulsion nerveuse pour faire bouger un muscle, celle-ci doit franchir un certain nombre de synapses (régions de contact entre les prolongements de deux cellules nerveuses). À chaque synapse, une substance chimique, l'acétylcholine, est libérée dans cet espace par la première cellule pour transporter l'impulsion nerveuse jusqu'à l'autre. Lorsque cette substance atteint l'autre cellule nerveuse, l'impulsion nerveuse est transmise. Ensuite, l'acétylcholine est rapidement détruite par une enzyme, la cholinestérase. Si elle ne l'était pas, elle obligerait la deuxième cellule nerveuse à envoyer à répétition des impulsions nerveuses. Lorsque la cholinestérase est inactivée, l'acétylcholine n'est pas détruite et des impulsions nerveuses sont déclenchées à répétition. Cela donne lieu à l'apparition de divers symptômes tels que le mal de tête, la fatigue et des étourdissements, en cas d'intoxication bénigne, et à la nausée, aux tremblements, aux convulsions et à la défaillance respiratoire suivie du décès, en cas d'intoxication grave.

Il existe un test sanguin aidant le personnel médical à déterminer si les symptômes observés sont attribuables à une intoxication par des insecticides organophosphorés ou du type carbamate. En cas de surexposition, l'activité de la cholinestérase sanguine est abaissée, comme c'est le cas au niveau des synapses. Si on mesure une faible concentration sanguine de cholinestérase, on peut suspecter d'être en présence d'une intoxication par ces insecticides.

Toutefois, il n'existe pas de degré standard d'activité de cette enzyme dans le sang humain, et les variations d'une personne à l'autre sont très marquées. C'est pourquoi les personnes qui travaillent avec les insecticides organophosphorés ou du type carbamate devraient passer un test sanguin afin de déterminer le degré de référence d'activité de la cholinestérase dans leur cas avant de travailler avec ces pesticides. Ce niveau de référence sert à établir des comparaisons avec les tests subséquents si on suspecte une intoxication.

En cas d'intoxication par des insecticides organophosphorés et s'il n'y a pas de nouvelle intoxication, la concentration sanguine de cholinestérase retournera en environ 120 jours à la valeur de référence, à partir de très faibles valeurs. Elle se rétablira plus rapidement en cas d'intoxication par des insecticides du type carbamate. Pour être utile, le dosage sanguin de la cholinestérase doit être effectué immédiatement après l'exposition. Il n'est pas efficace dans le cas des fongicides du type carbamate.

On recommande vivement aux applicateurs qui utilisent fréquemment des insecticides organophosphorés ou du type carbamate de pratiquer un suivi de la gravité de leur exposition à ces composés au moyen d'un programme de tests de détermination de la cholinestérase. Consulter son médecin pour plus de renseignements.

Exercices – Santé humaine

1. Les applicateurs devraient subir un test de détermination de la cholinestérase lorsqu'ils utilisent des :
 - a) composés organophosphorés
 - b) produits pétroliers
 - c) hydrocarbures chlorés
 - d) tous les pesticides
2. Qu'est-ce que la cholinestérase?
3. Quand faut-il subir les tests de détermination de la cholinestérase?
4. Combien de temps faut-il pour que la concentration de cholinestérase remonte jusqu'à la valeur de référence s'il y a eu intoxication?

CHAPITRE 4 – SÛRETÉ DES PESTICIDES

Section I – Applications aériennes

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure :

- ' de décrire les principaux dangers associés aux applications aériennes;
- ' de décrire les procédures de vol sécuritaires pour les applications aériennes;
- ' de résumer les procédures sécuritaires concernant les signaux.

Introduction

La sécurité doit être au cœur des préoccupations de tous les participants à toutes les étapes des opérations d'application aérienne. Il est nettement préférable d'éviter les accidents que de devoir procéder à des opérations de décontamination et à des enquêtes sur des accidents. La formation et la sensibilisation, ainsi que la détermination de mener professionnellement des opérations bien planifiées, sont des aspects essentiels des traitements aériens réalisés de façon sécuritaire.

Malgré l'existence de nombreuses lois et normes gouvernementales destinées à promouvoir la sécurité, la responsabilité du déroulement sécuritaire des opérations revient en définitive aux personnes plutôt qu'aux organismes de réglementation. Les pilotes, les préposés au chargement et le personnel sur le terrain doivent apprendre à exécuter leurs tâches de façon sécuritaire et à appliquer les connaissances acquises afin d'assurer leur propre sécurité et celle des autres, ainsi que d'assurer la protection de l'environnement.

Chaque personne concernée devrait avoir en sa possession une liste des choses à faire et des choses à éviter qui correspond de manière particulière à ses responsabilités professionnelles, conformément aux règlements et à la politique de l'entreprise. Les procédures sécuritaires de fonctionnement doivent être périodiquement et régulièrement examinées en veillant particulièrement à leur applicabilité et à leur efficacité.

Dangers

Comme c'est le cas avec toutes les formes d'application de pesticides, les applications aériennes présentent des dangers. Mais avec celles-ci, il ne faut jamais perdre de vue que le fait de ne pas

apporter toute l'attention requise aux sources de danger suivantes risque d'entraîner de très graves conséquences.

- Les lignes de transport d'électricité, arbres et autres obstacles élevés constituent le danger le plus courant en cas d'application aérienne de pesticides. Lorsqu'il y a eu accident, dans la plupart des cas le pilote était conscient de l'existence de l'obstacle, mais n'a pas respecté une marge de sécurité suffisante pour éviter les accrochages.
- Les décrochages accidentels et les décrochages à vitesse élevée pendant les cabrages ou les entrées sont, en fréquence, la deuxième cause des accidents.
- La fatigue et le vol au-delà des capacités de l'aéronef ou du pilote peuvent accroître le risque d'accident.

La sécurité du pilote et la protection de l'aéronef pendant les traitements, notamment au décollage et à l'atterrissage, constituent, et de loin, la principale préoccupation dans le cas des applications aériennes. Au cours des dernières années, plusieurs facteurs ont contribué à réduire le nombre d'accidents. Mais, même avec du matériel spécialisé, ce type d'opération comporte encore des dangers qui demeurent plutôt rares dans d'autres secteurs de l'aviation, notamment :

- le vol de l'aéronef près de la masse maximale brute à des vitesses propre relativement basses;
- les opérations à très basse altitude, de telle sorte que le risque d'accrochage d'obstacles est omniprésent;
- le nombre élevé de décollages et d'atterrissages sur une base continue, souvent sur des pistes étroites et non aménagées;
- les longues heures de travail avec de fréquentes opérations accomplies très tôt le matin, et des heures de sommeil irrégulières;
- le danger d'exposition à des produits chimiques toxiques susceptibles de perturber la vision du pilote, d'intensifier la somnolence ou de perturber le sens de l'équilibre ou celui de l'orientation.

Causes d'accidents

Le tableau 1 (préparé par l'Organisation de l'aviation civile internationale – OACI) a répertorié les accidents et leurs causes lors d'applications aériennes aux États-Unis, en 1979.

La plupart de ces accidents sont attribuables à une erreur du pilote. Les erreurs d'autres membres du personnel, comme les préposés au mélange et au chargement ainsi que les signaleurs, sont à l'origine d'un nombre restreint d'accidents. **L'erreur humaine et la négligence ou la mauvaise gestion des opérations sont les principales causes d'accidents.** Compte tenu du taux très élevé d'accidents associés à une erreur du pilote, il est évident qu'une formation pertinente et que l'acquisition d'une bonne expérience en cours d'emploi, sous la surveillance de pilotes

expérimentés, sont la clé d'une carrière professionnelle réussie et sécuritaire dans le secteur des applications aériennes de pesticides.

Principe de « la sécurité avant tout »

Le principe de « la sécurité avant tout » est l'élément unique le plus important pour assurer le déroulement sécuritaire des opérations. Ce principe doit être enseigné, assimilé et mis en pratique par tous, spécialement si on considère les longues heures de travail, l'éloignement des secteurs à traiter et l'urgence de la tâche à accomplir qui caractérisent souvent les projets d'application aérienne de pesticides. Le respect rigoureux des méthodes de fonctionnement sécuritaires permettra d'effectuer des opérations sécuritaires, efficaces et rentables.

Avant le début de toute opération, le projet doit être expliqué à tout le personnel en insistant sur les points suivants :

- objectifs,
- calendrier,
- tâches courantes,
- dangers,
- plans d'urgence en cas d'accident,
- examen de l'organigramme.

Tableau I. Accidents survenus au cours d'applications aériennes aux É.-U. en 1979 (OACI)

Cause/Facteur	Accidents mortels		Accidents non mortels		Pourcentage de tous les accidents	
	Cause	Facteur	Cause	Facteur	Cause	Facteur
Pilote	23	1	260			
Autre personne	2	0	22	16	72	4
Cellule	0	0	0	3	6	10
Train d'atterrissage	0	0	12	1	0	0,3
Moteur	0	0	75	1	3	0,3
Systèmes	0	0	2	5	19	1,3
Instruments/matériel et accessoires	0	0	1	0	0,5	0
				0	0,3	0
Aéroport/voies aériennes/installations	0	0	2	16	0,5	4,1
Conditions météo	0	1	2	38	0,5	9,8
Terrain	0	7	18	95	4,5	25,8
Divers/non déterminé	3	0	17	4	5,1	1,0

Connaissance de l'aéronef

Un pilote expérimenté prendra le temps qu'il faut pour se familiariser avec un aéronef en effectuant des décrochages en altitude jusqu'à ce qu'il ait assimilé les signes avant-coureurs du décrochage et la technique de sortie de décrochage.

Les débutants devront s'entraîner pendant de nombreuses heures pour « s'habituer » au comportement d'un aéronef. Cet entraînement détermine dans une large mesure l'aptitude à voler dans le cadre d'opérations de précision que sont les traitements aériens, surtout à des fins agricoles. **Les acrobaties aériennes (comme les renversements, etc.) n'ont pas leur place dans les applications aériennes.**

Méthodes sécuritaires de traitement

Les applications aériennes peuvent être des opérations dangereuses. Il est essentiel de faire tout en son pouvoir afin d'atténuer ce danger, notamment en fournissant le meilleur matériel possible et les conditions de travail le moins exténuantes possible, et en limitant la durée des vols de traitement à une durée raisonnable. On doit le plus possible penser à la prévention et à la réduction du nombre d'accidents.

Matériel de sécurité

- On doit considérer que les casques antichoc font partie de l'équipement individuel de chaque pilote et membre de l'équipe; ils doivent être ajustés pour assurer le bien-être maximal et une grande protection de l'ouïe afin de prévenir la fatigue et la perte de l'ouïe, en particulier pour les travaux de longue durée. (Pour accroître la protection de l'ouïe, on doit porter des bouchons d'oreille dans un environnement très bruyant ou si les opérations sont longues.) Les casques doivent être munis d'une monture à baïonnette servant à fixer les appareils respiratoires appropriés au pesticide utilisé.
- Les pilotes et l'équipage doivent porter des gants et une combinaison de vol confortable et ignifuge. Dans la mesure du possible, éviter de porter des matériaux à base de nylon.
- Dans certains cas comme les programmes de foresterie, il est essentiel de maintenir une communication radio entre le site où sont préparés les mélanges et l'aéronef.

Exigences en matière de sécurité avant le vol

La planification professionnelle et le bon sens contribuent grandement à réduire les risques d'accident. Soyez au courant des règles de sécurité générale énoncées ci-après. Ces exigences doivent être respectées dans toute opération d'application aérienne de pesticides.

- Le pilote doit avoir reçu une formation poussée sur les techniques d'application aérienne de pesticides.
- Tous les membres du personnel doivent avoir des habitudes de vie personnelle raisonnables face à la cigarette, la nourriture, la boisson, le sommeil et l'hygiène.
- L'aire d'atterrissage et de décollage doit être choisie avec soin afin d'assurer la sécurité des opérations dans toutes les conditions prévisibles.
- Un indicateur de vitesse et de direction du vent doit être bien visible dans l'aire d'atterrissage et de décollage.
- Il convient de connaître et de respecter rigoureusement les limites structurales et opérationnelles de l'aéronef.
- Le personnel doit demeurer très alerte mentalement et physiquement, et éviter la fatigue.
- Le pilote doit porter un casque antichoc bien ajusté, d'un modèle approuvé et en bon état.
- Tous les membres du personnel, surtout ceux qui sont susceptibles d'être exposés à un pesticide, doivent connaître la toxicité des pesticides utilisés, les symptômes d'une intoxication et les mesures de premiers soins relatifs au type de pesticides utilisés.
- Le pilote doit être bien informé des conditions et des prévisions météorologiques qui risqueraient de nuire à la sécurité du vol ou d'entraver gravement les opérations d'application de pesticides.

Mesures de sécurité en vol

Pour ces raisons et pour bien d'autres, il faut respecter les mesures suivantes en vol pendant la formation ou pendant les opérations :

- Avant d'entreprendre un traitement, procéder à l'inspection aérienne des lieux en survolant à une altitude sécuritaire la zone à traiter. Vérifier soigneusement s'il existe des obstacles. Porter une attention particulière aux points suivants :
 - trous dans les cultures pouvant signaler l'existence d'obstacles cachés,
 - haubans sur tous les poteaux et sur toutes les tours,
 - fils menant aux maisons et autres bâtiments,
 - isolateur unique au sommet de lignes de transport à haute tension, indiquant l'existence de fils à support simple, souvent difficiles à apercevoir,
 - fils électriques et poteaux masqués par les arbres ou le feuillage; les fils électriques et les poteaux sont souvent situés en bordure des routes et aux extrémités des champs.
- Veiller à ce que les signaleurs soient toujours du côté face au vent par rapport aux nuages de pulvérisation, et à une distance suffisante de la trajectoire de vol.

- Être constamment aux aguets pour déceler les dangers et les obstacles au sol et en vol.
- Parcourir les bandes de traitement successives en remontant contre le vent afin d'éviter l'exposition aux produits chimiques appliqués lors des passages précédents.
- Les circuits en forme d'hippodrome réduisent la fatigue et simplifient les manoeuvres requises, à comparer aux circuits en navette, et laissent davantage de temps pour le réalignement en vue du passage suivant.
- Avec les circuits en navette, il faut tourner vent arrière avant de tourner à nouveau et passer vent debout pour accélérer et améliorer le positionnement de l'aéronef, pour le virage conventionnel subséquent sur la bande de traitement suivante.
- Ne pas regarder en arrière durant les passages. Choisir ses repères d'alignement durant le virage.
- Suivre les contours du terrain autant que possible, en évitant de remonter les pentes, ce qui risque d'entraîner une perte de vitesse rapide de l'aéronef, voire un décrochage.
- Dans la mesure du possible, procéder à une inspection au sol ou demander aux signaleurs de la zone à survoler une description des obstacles.
- Lorsqu'un GPS est utilisé, voir à ce que les coordonnées soient entrées avant le vol et non pas durant celui-ci.
- La fatigue est l'un des problèmes physiologiques les plus courants chez les pilotes. Elle diminue le rendement au point où le pilote ne peut plus exécuter ses tâches avec autant de fiabilité et de précision qu'il ne faut.

Les pilotes doivent obtenir une formation de pilotage appropriée au type d'aéronef et aux applications à réaliser.

Pour éviter les décrochages et les piqués en vrille :

- ne pas surcharger l'aéronef;
- éviter les cabrages brusques et les virages serrés;
- dans la mesure du possible, ne pas amorcer le virage pendant le cabrage à la fin d'un passage;
- maintenir le taux de roulis au minimum en début et en fin de virage;
- reporter les passages courts et « de finition » au moment où l'aéronef a une faible charge.

Les pilotes d'hélicoptères doivent accorder une attention particulière à l'information suivante qui se trouve dans le guide du pilote :

- utilisation du couple pour faciliter les virages,
- état de vortex (enfoncement avec moteur),

- cognement du mât,
- perte d'efficacité du rotor de queue.

Météorologie

Parmi les nombreux facteurs déterminants qui contribuent à l'efficacité et à la sûreté des applications aériennes, les conditions météorologiques sont de ceux qui sont les moins bien compris. Leur effet sur le diamètre et le comportement des gouttelettes ainsi que sur la gestion de nuage de pulvérisation sera couvert dans d'autres parties du présent manuel.

De plus, le pilote doit bien connaître d'autres facteurs météorologiques, par exemple, l'altitude-densité et le cisaillement du vent à basse altitude, qui nuit à la performance de l'aéronef.

Il est manifeste que l'applicateur doit tenir compte de ces nombreuses variables et doit tenter de pratiquer les applications pendant les périodes où tous ces facteurs sont, sinon optimaux, du moins à l'intérieur de paramètres acceptables. Lorsqu'on dispose de peu de temps, on pourrait être beaucoup porté à travailler dans des conditions susceptibles de nuire à l'efficacité du traitement ou à la sûreté du vol. Ces situations doivent être évitées.

La connaissance des conditions et des prévisions météorologiques permettra un traitement aérien sécuritaire et efficace.

Plus précisément, le pilote doit connaître les facteurs suivants :

- mouvements frontaux susceptibles de nuire à l'application,
- vitesse et direction du vent, surtout si des zones vulnérables se trouvent à proximité,
- rafales, bourrasques ou turbulence à basse altitude qui pourraient menacer la sécurité du vol si l'aéronef est très chargé,
- heures de lever et de coucher du soleil qui, avec les conditions météorologiques locales, servent à déterminer l'heure à laquelle il y a suffisamment de lumière pour entreprendre ou poursuivre les opérations,
- avertissements de pluie et d'orages,
- type, base, hauteur et quantité des nuages,
- altitude-densité,
- cisaillement du vent.

Sécurité des signaleurs

Les mesures de sécurité suivantes doivent être revues avec tous les préposés à la signalisation et le pilote.

- Un briefing détaillé avec le pilote et les signaleurs est essentiel à la sécurité des opérations. Il doit porter sur le bon positionnement, sur le moment de se déplacer face au vent, et sur

les communications radio et sur les signaux au sol s'il n'y a pas de communication radio bilatérales.

- Le cas échéant, les signaleurs doivent avoir accès à des appareils météorologiques, par exemple, un anémomètre pour mesurer la vitesse du vent et un psychromètre fronde pour mesurer la température et l'humidité relative. Cet équipement peut fournir des renseignements sur les conditions du site à traiter, permettant au pilote de prendre des décisions pertinentes concernant l'application des pesticides.
- Les nouveaux signaleurs doivent obtenir la formation relative aux méthodes de signalisation adéquates et être jumelés à des employés expérimentés jusqu'à ce qu'ils connaissent les procédures de la compagnie et qu'ils aient acquis les compétences requises.
- Les signaleurs ne doivent jamais perdre l'aéronef de vue. Ils ne doivent jamais tourner le dos à un aéronef qui approche.
- Il faut commencer par le côté du champ qui est du côté sous le vent et terminer par le côté face au vent pour éviter l'exposition à la dérive des pesticides. La signalisation doit cesser dès qu'il y a danger de contamination grave du personnel en raison de sautes de vent ou d'autres changements atmosphériques.
- Les signaleurs doivent se placer à la position face au vent suivante dès que l'aéronef est aligné sur le passage suivant. Les signaleurs non expérimentés commettent souvent l'erreur de ne pas se déplacer assez vite. Lorsque l'aéronef est bien aligné, il n'est pas nécessaire pour les signaleurs de maintenir leur position. Règle générale, ils doivent être placés à la position vent de face suivante et tournés pour voir l'aéronef au moins cinq secondes avant qu'il passe près d'eux sur le passage précédent.
- Les signaleurs doivent bien connaître la toxicité du pesticide utilisé, ses effets sur l'être humain et les premiers soins à donner si on soupçonne une intoxication.
- Les signaleurs doivent faire attention aux haubans et autres obstacles. Ne pas se placer près d'eux pour la signalisation, et informer le pilote de leur présence.
- Les signaleurs doivent bien connaître la marche à suivre en cas d'accident de l'aéronef.
- Il faut porter des vêtements de protection, (y compris des lunettes de protection, des gants et un appareil respiratoire) qui conviennent au pesticide et qui sont très visibles à partir des airs. Les combinaisons de couleur pâle, à l'épreuve des liquides, avec cagoule ou un moyen de protection pour la tête, portées par-dessus un pantalon long et une chemise à manches longues, offrent une bonne protection et une bonne visibilité.
- La sécurité des signaleurs est l'une des plus importantes responsabilités du pilote. Celui-ci doit s'assurer que les signaleurs ne courent pas de risque d'être atteints par l'aéronef ou d'être contaminés par le pesticide pulvérisé.

- La communication radio, bien qu'elle ne soit pas essentielle pour les petites opérations, est nécessaire en foresterie ou dans le cadre de programmes comportant de grandes surfaces à traiter ou de grandes distances de convoyage.
- Dans la mesure du possible, remplacer les signaleurs par des dispositifs mécaniques, ou installer les signaleurs dans des véhicules fermés.

Exercices – Applications aériennes

Dangers

1. Dans la plupart des accidents comportant des obstacles en hauteur comme les lignes de transport d'électricité, le pilote était conscient de l'obstacle, mais il n'a pas prévu une marge de sécurité suffisante pour l'éviter.

Vrai Faux

2. Les décrochages involontaires pendant les cabrages peuvent être réduits si l'on connaît la capacité de l'aéronef.

Vrai Faux

3. Énumérer cinq facteurs contribuant au danger pour le pilote que présentent les applications aériennes.

Méthodes d'application sûres

1. Les pilotes doivent parcourir des bandes de traitement successives dans le sens du vent pour pouvoir vérifier la couverture obtenue.

Vrai Faux

2. Les virages serrés dans les circuits en navette tiennent le pilote en alerte.

Vrai Faux

3. Il faut éviter le vol ascendant le long des pentes, qui risque d'entraîner une perte de vitesse rapide de l'aéronef.

Vrai Faux

4. Il est toujours prudent de survoler la zone à traiter à une altitude sécuritaire afin de déceler les obstacles.

Vrai Faux

5. Les décrochages dans les virages conventionnels sont des causes d'accidents.

Vrai Faux

6. Lorsque cela est possible, il faut effectuer un virage pendant le cabrage à la fin du passage.

Vrai Faux

Météorologie

1. Énumérez deux facteurs météorologiques importants sur le plan de la performance de l'appareil, particulièrement en ce qui touche les applications aériennes.

Sécurité applicable aux signaleurs

1. Les signaleurs doivent commencer du côté du champ qui est le plus loin sous le vent et travailler contre le vent.

Vrai Faux

2. Les signaleurs doivent travailler près des haubans pour avertir le pilote de la présence de cet obstacle.

Vrai Faux

3. Les signaleurs doivent bien connaître la toxicité des pesticides appliqués, les symptômes d'intoxication ainsi que les mesures de premiers soins.

Vrai Faux

4. Le pilote et les signaleurs doivent travailler comme une équipe synchronisée et voir à leur sécurité mutuelle.

Vrai Faux

5. Décrire des méthodes de signalisation sécuritaires, notamment les aspects suivants :
- formation,
- contact visuel avec l'aéronef.

Section 2 – Entreposage, mélange et chargement des pesticides

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure :

- ' de décrire les exigences relatives à l'aire de chargement choisie pour mélanger et charger les pesticides, à l'entreposage temporaire des pesticides et à la piste d'aviation;
- ' d'énumérer les pièces d'équipement et les méthodes sécuritaires de mélange et de chargement de pesticides au moyen de systèmes de manutention des solides et de manutention des liquides.

Introduction

La manutention, le mélange et le chargement des produits sont une composante essentielle des applications aériennes. Il incombe habituellement au pilote de voir à ce que les types et les quantités de pesticides appropriés soient appliqués. Un pilote ne doit jamais mélanger ou charger les pesticides lui-même.

Voici trois éléments importants concernant les opérations de mélange et de chargement des pesticides :

- une aire de ravitaillement judicieusement située et bien organisée pour le mélange et le chargement des pesticides;
- un système de mélange et de chargement des pesticides dans l'aéronef qui est sûr et efficace;
- une équipe au sol bien formée.

Sélection et organisation de l'aire de ravitaillement

Lorsque l'aire de ravitaillement est bien située et bien organisée, l'aéronef passe moins de temps au sol, donc plus de temps en opération.

- Elle doit être située à proximité de la piste d'aviation et le plus près possible du secteur à traiter ainsi que d'une source d'approvisionnement en eau. L'éloignement peut retarder considérablement l'exécution d'un programme de traitement.
- La surface du sol doit convenir à la circulation de véhicules lourds.
- Le public ne doit pas avoir accès à l'aire de ravitaillement.
- Leur disposition est sujette à variation, mais l'aire d'entreposage du carburant et celle de l'entreposage des pesticides doivent être éloignées l'une de l'autre, et elles doivent comporter des installations d'entreposage adéquates.
- Une aire en asphalte ou en béton pour les opérations de lavage et de chargement est préférable, mais cette solution n'est pas toujours pratique. La figure 1 donne un exemple d'un emplacement permanent. La figure 2 montre un exemple d'un dispositif mobile de mélange de type classique.

Les opérations forestières aériennes sont souvent accomplies en formation. Il faut donc des installations permettant de charger au moins deux appareils à la fois. La figure 3 donne un exemple d'un parc de stockage type utilisé en foresterie.

Figure 1. Site de ravitaillement permanent

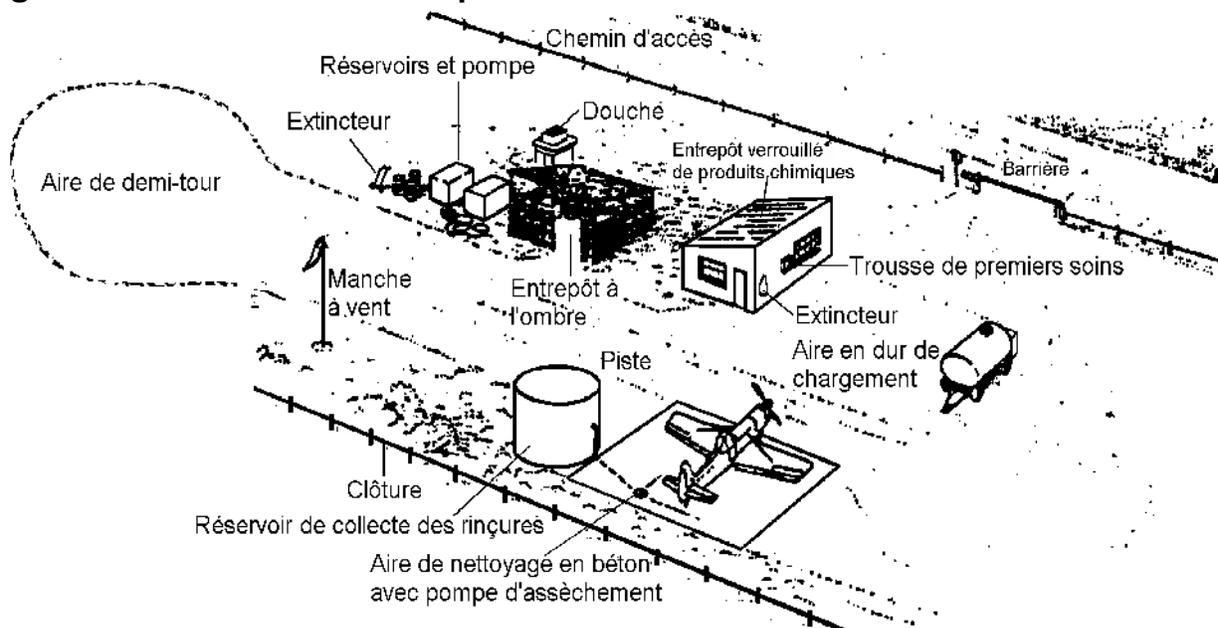
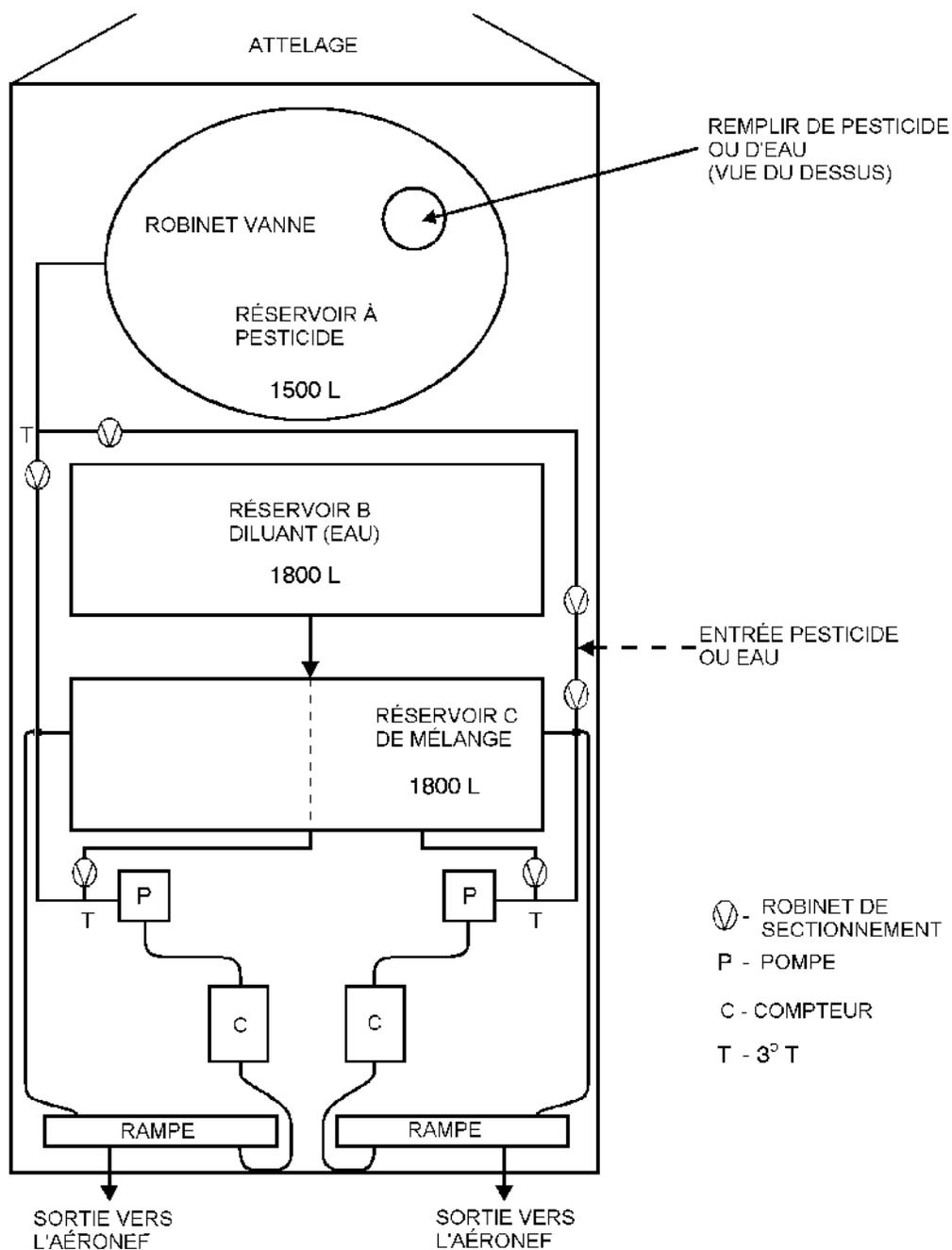
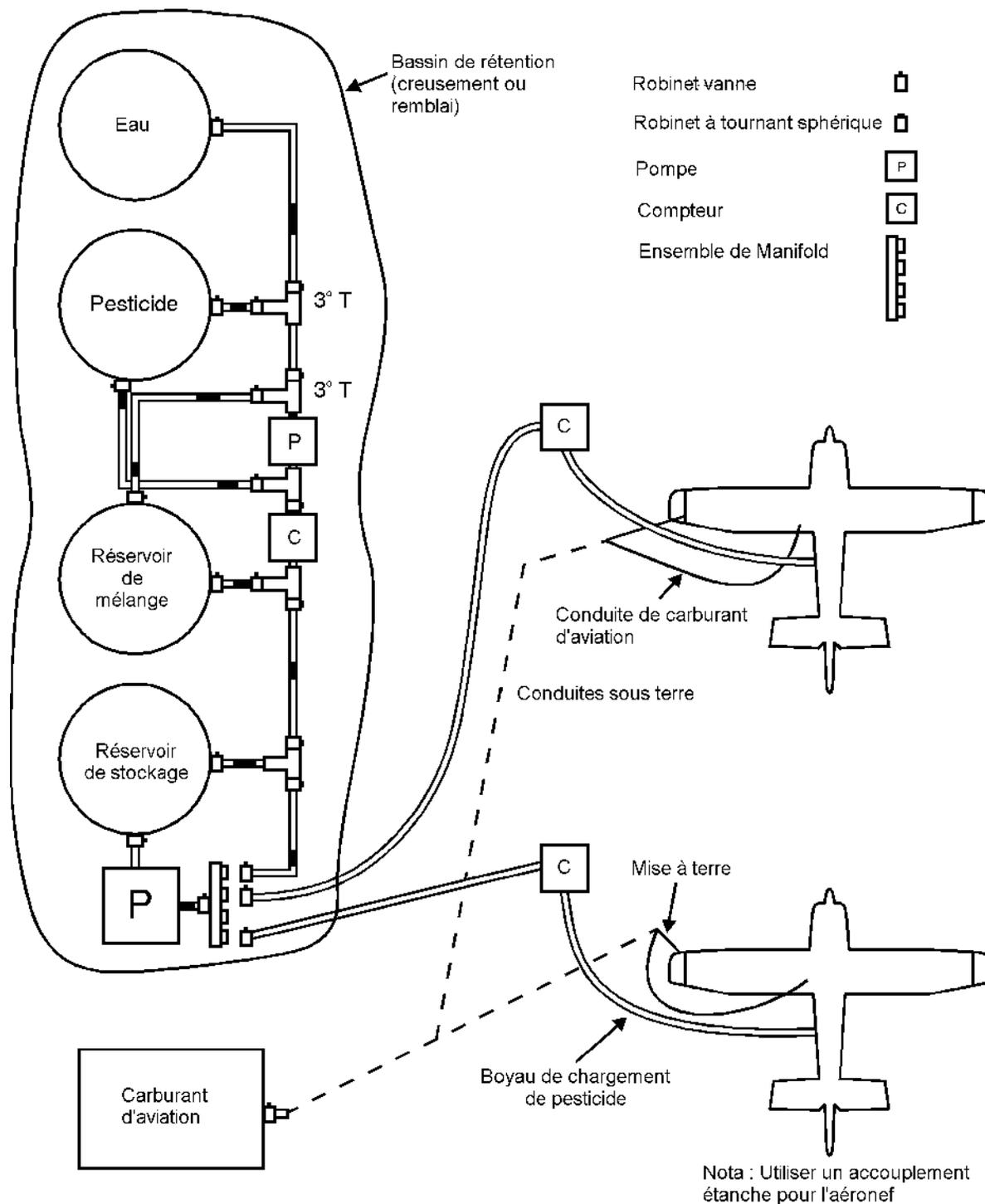


Figure 2. Diagramme d'un dispositif mobile de mélange et de chargement



Selon le ratio pesticide/diluant de la bouillie, le contenu des réservoirs A et B peut être inversé. Pour un mélange d'herbicide, par exemple, il serait logique d'utiliser le plus grand réservoir pour l'eau, et le plus petit pour l'herbicide.

Figure 3. Diagramme d'un dispositif de mélange et de chargement



Lignes directrices sur l'entreposage temporaire des pesticides

Pour certaines opérations aériennes, il faut des installations temporaires de ravitaillement où entreposer les pesticides. Beaucoup de principes applicables à l'entreposage permanent valent également pour l'entreposage temporaire. Les installations temporaires de ravitaillement servant à l'entreposage des pesticides à l'extérieur doivent répondre aux exigences suivantes :

- Elles doivent être situées sur un terrain plat peu perméable et loin des masses d'eau comme les lacs, les ruisseaux ou les rivières. La distance est fonction du type de sol, de la pente et de la topographie du secteur.

Le plancher de ces installations d'entreposage doit pouvoir contenir les déversements accidentels. Il peut être souhaitable de creuser un fossé autour de l'aire de ravitaillement afin de contenir tout déversement et d'empêcher la contamination du voisinage.

- Une remorque ou un véhicule de transport de pesticides peuvent servir d'installations temporaires de ravitaillement. Dans le premier cas, on peut installer un dispositif de ventilation improvisé, pourvu que tous les contenants soient scellés hermétiquement. Sinon, un tuyau de ventilation vers l'extérieur muni d'un ventilateur d'extraction peut convenir. La remorque doit être verrouillée afin d'en interdire l'accès à des personnes non autorisées.

À défaut de remorque, les contenants doivent être placés dans un endroit clôturé par des paraneiges ou une bâche. Des mesures de sécurité suffisantes doivent être mises en place de façon à ce que seulement le personnel autorisé ait accès aux pesticides.

- Placer à chaque entrée une affiche mentionnant :

« Entreposage de produits chimiques, AVERTISSEMENT, réservé au personnel autorisé. »

- Les contenants de pesticides doivent être protégés contre toute détérioration à l'aide de palettes, d'un tapis de sol ou d'une bâche, selon le type de contenant.
- Les vêtements de protection et l'équipement de sécurité doivent être faciles d'accès et être placés dans un endroit distinct, à proximité des installations d'entreposage des pesticides. Il faut prévoir les vêtements et l'équipement nécessaires pour protéger une personne contre les effets nocifs des pesticides entreposés et manipulés dans le secteur.
- Voir à ce qu'il y ait à proximité suffisamment de matériaux absorbants, de décontaminants et d'équipement de secours en cas de déversement pour nettoyer les déversements ou les fuites des contenants.

- Un système de communication est recommandé pour obtenir de l'aide en cas d'urgence.
- L'information sur l'intervention d'urgence doit être facilement accessible.

Peu importe le type d'installations, des extincteurs d'incendie et des trousse de premiers soins doivent être accessibles à l'endroit où se font les mélanges. Il faut aussi une importante réserve d'eau non contaminée (au moins 200 litres), et le savon, pour alimenter une douche de décontamination ainsi qu'une douche oculaire (selon les pesticides) à l'endroit où se font les mélanges, en cas d'un déversement accidentel de produits chimiques.

Exigences relatives à la piste d'aviation

L'état de la piste importe beaucoup pour la manutention sécuritaire des pesticides et la sécurité au cours de toute l'opération. La piste doit être nivelée et damée. Le responsable des applications doit l'inspecter et approuver son état au moins deux semaines avant le commencement du projet. Elle doit convenir au pilote.

L'aire de ravitaillement peut être située à l'une ou l'autre des extrémités d'une piste plate, mais uniquement à l'extrémité élevée d'une piste en pente. L'aire de ravitaillement doit avoir un diamètre d'au moins 25 m et un espace libre de 10 m autour de ce périmètre. Si les installations servent à alimenter au moins deux avions, l'aire de demi-tour doit avoir un diamètre de 40 m et une aire de dégagement de 10 m pour les ailes. L'aire de demi-tour peut être construite comme un élargissement de la surface routière.

Le matériel de mélange et de chargement doit se trouver de préférence du côté gauche, le long de l'aire de demi-tour, afin que l'aéronef soit en position de circuler avant le chargement. Tous les raccords se trouvent du côté gauche du fuselage.

Les hélicoptères peuvent pratiquement atterrir et décoller à peu près n'importe où si l'espace libre est suffisant pour le rotor principal et le rotor de queue. L'aire de ravitaillement doit toutefois être bien organisée et non encombrée.

Le choix judicieux et l'organisation efficace de l'emplacement garantiront la sûreté du ravitaillement, en termes de conditions de travail générales, de danger d'incendie et de conditions de vie s'il y a lieu.

Système de mélange et de chargement des pesticides

Pour que le ravitaillement s'effectue de manière sûre et efficace, il faut :

- une aire de ravitaillement judicieusement positionnée et bien organisée;

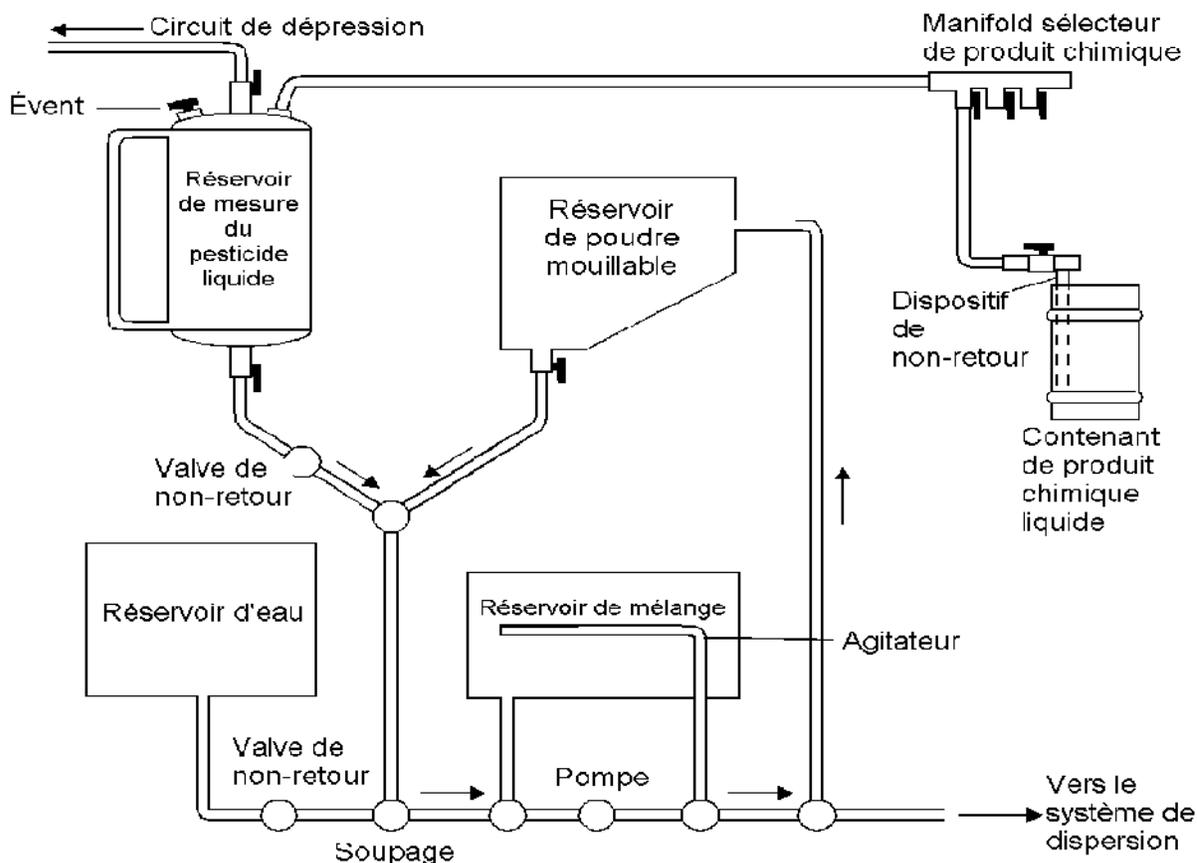
- un système de mélange et de chargement des pesticides dans l'aéronef qui est sûr et efficace;
- une équipe au sol bien formée.

Le matériel de ravitaillement au sol doit permettre de manipuler et de mélanger les matériaux secs ou liquides de façon sûre. Il doit permettre le chargement rapide des pesticides et permettre la préparation des volumes de charge adaptés à la capacité de l'aéronef utilisé. Les tuyaux, raccords, débitmètres et filtres appropriés doivent être en bon état et des pièces de rechange être disponibles. Pour les opérations mobiles, le matériel de ravitaillement au sol doit être facilement transportable.

Matériel de mélange et de chargement de pesticides liquides

Le mélange et le chargement sur le terrain des liquides exigent l'emploi de matériel spécial. La plupart des systèmes sont conçus sur mesure pour les opérateurs afin de répondre à leurs besoins précis. Toutefois, ces systèmes comportent tous les éléments génériques suivants (figure 4).

Figure 4. Schéma de système de chargement de liquide



La sécurité est une considération majeure dans la conception des dispositifs de ravitaillement au sol, en particulier lorsque l'on utilise des substances très toxiques. Cette conception doit tenir compte des facteurs opérationnels suivants :

- Tous les réservoirs d'entreposage doivent être bien étalonnés.
- L'eau du réservoir d'entreposage d'eau non contaminée doit être filtrée au moment du remplissage pour éliminer les impuretés qui pourraient obstruer la buse ou nuire à l'action du pesticide. Il faut installer des clapets antiretour pour éviter tout refoulement du produit en provenance du réservoir de mélange et pour éviter la contamination de l'eau d'approvisionnement ou du réservoir de pesticide.
- Les réservoirs d'eau transportables de grande contenance doivent comporter des cloisons anti-roulis pour empêcher le ballonnement de l'eau pendant le transport. Ces réservoirs doivent être résistants et fabriqués de matériaux non oxydables comme la fibre de verre, l'aluminium, l'acier inoxydable ou un plastique industriel. Leur capacité varie de 1000 à plus de 10 000 L.

- Il n'est pas nécessaire que la contenance du réservoir de mélange soit égale à celle d'une pleine trémie ou d'un plein réservoir de l'aéronef. Elle doit toutefois être suffisante pour permettre de mélanger toute la dose de pesticide à la quantité de diluant correspondante. Les réservoirs de mélange ont habituellement une contenance de 100 à 1000 L. Ils doivent être faits de matériaux résistants aux produits chimiques et comprendre un agitateur pour bien mélanger le produit.
- Un camion muni d'une benne haute et d'un hayon élévateur ou d'un bras de chargement et une élingue est nécessaire pour le transport et la manutention sécuritaires des fûts de pesticides, de solvants, etc.
- Un tableau bien lisible doit indiquer les quantités de constituants des mélanges à pulvériser qu'il faut pour préparer des lots standard dans les réservoirs de mélange, et les quantités correspondantes pour la préparation des lots doubles et des demi-lots. Les caractères doivent être imperméables et lisibles. Le tableau doit être affiché dans l'aire de mélange.
- Tous les réservoirs et les fûts doivent être aérés pour éviter qu'ils ne se déforment lorsqu'on les vide de leur contenu. L'ouverture des tuyaux de ventilation doit être tournée vers le bas de façon à empêcher la pluie de pénétrer dans les réservoirs.
- Les débitmètres pour mesurer les quantités transférées doivent être bien étalonnés en fonction du mélange utilisé et il faut vérifier régulièrement leur exactitude puisque les lectures changent selon la viscosité du liquide.
- On doit utiliser le plus possible des soupapes rapides étanches (genre dry-break) pour le chargement des pesticides dans l'aéronef afin d'éviter d'échapper des produits chimiques ou des fuites goutte à goutte pendant le raccordement et le débranchement.
- Le système doit comprendre des pompes (centrifuges) à grand débit qui conviennent au transfert du pesticide dans le réservoir de mélange, à l'agitation et au chargement du mélange dans l'aéronef.
- Selon l'opération requise, le pesticide peut être transféré directement du contenant d'origine ou d'un réservoir d'entreposage au réservoir de mélange, ou directement à l'aéronef s'il n'a pas à être dilué.

Lorsqu'on utilise un réservoir d'entreposage, le matériau du réservoir ne doit pas réagir avec le pesticide concentré. Le réservoir doit être conçu de manière à ne pas se déformer ou se déchirer sous le poids du contenu une fois qu'il est rempli. En outre, il faut prendre des mesures de précaution pour éviter la perforation par inadvertance du réservoir.

Il est recommandé d'utiliser une pompe de chargement manuelle ou électrique pour aspirer le liquide des fûts. De même, une soupape installée dans la bonde d'un fût horizontal peut servir à régler le débit. Elle se vend sur le marché comme un « robinet à

mélasse » (soupape Rieke) ou elle peut être fabriquée. Si le système de chargement est muni de raccords rapides de 5 cm, un raccord mâle peut être fileté dans le fût.

- Les réservoirs, boyaux (5 cm), filtres et raccords (rapides) doivent être solidement installés et d'assez grandes dimensions pour alimenter facilement le système de pompage et convenir au pesticide et aux mélanges utilisés. Les matériaux doivent être propres, à l'épreuve des fuites et résistants aux produits chimiques (**un tuyau d'incendie ne convient pas**).
- Le système doit comprendre des jauges, qui sont protégées contre les dommages et qui sont très apparentes.
- Un conduit de dérivation et un filtre en ligne permettront de poursuivre le chargement si le filtre primaire se colmate.
- On doit avoir facilement accès aux soupapes et aux dispositifs de régulation, qui doivent être clairement identifiés.
- Les systèmes de mélange et de chargement doivent aussi comporter un système de rinçage distinct pour faciliter le rinçage des contenants de pesticide vides, de manière sûre et efficace.
- Un grand seau d'eau propre doit être gardé à proximité pour immerger l'extrémité du tuyau de chargement et la garder propre.
- Dans la mesure du possible, des autocollants décrivant les procédures d'utilisation doivent être fixés à chaque élément et être lisibles.
- L'étiquette du pesticide doit être fixée sur tous les contenants utilisés pour l'entreposage des pesticides et elle doit demeurer lisible.

L'équipe doit appliquer un programme d'entretien régulier et tenir des registres des inspections et des réparations du matériel de ravitaillement. Pour conserver leur efficacité aux pesticides, pour une manutention sécuritaire et pour le maintien en bon état du matériel, on doit mélanger les pesticides juste avant leur utilisation et ne pas les laisser dans les réservoirs de mélange pendant de longues périodes.

Dans la mesure du possible, il faut implanter un système de ravitaillement en **circuit fermé**. On doit retirer le pesticide de son contenant, rincer le contenant et transférer le mélange dans l'aéronef sans exposer directement des personnes au pesticide concentré ou en solution.

Les contenants de pesticides et les réservoirs d'entreposage n'étant ordinairement pas conçus pour fonctionner sous pression, les substances sont ordinairement transférées par gravité ou par aspiration. Avec certains systèmes, le contenant de pesticide doit être placé dans une boîte en acier. Le contenant est alors ouvert et son contenu est drainé ou pompé dans le réservoir de

mélange ou le réservoir de l'aéronef. Avec d'autres systèmes, un tuyau d'aspiration ou une colonne montante est inséré directement dans le contenant de pesticide.

Ne pas oublier qu'il peut se produire de la condensation dans les grands contenants partiellement remplis de pesticides. La quantité d'eau formée par condensation peut diluer ou grandement modifier les caractéristiques physiques du pesticide. Tâcher de réduire le plus possible la condensation en employant de plus petits contenants ou en gardant les réservoirs d'entreposage presque pleins, mais en laissant un peu d'espace pour permettre l'expansion du produit pendant les périodes où la température est élevée.

Peu importe le type de système de mélange et de chargement utilisé, tous les employés doivent en tout temps porter des vêtements de protection appropriés et appliquer des méthodes sûres de manutention des produits.

Matériel de chargement des produits secs

Certains granulés sont commercialisés sous forme sèche. Avec eux, il n'est pas nécessaire d'avoir des installations de mélange sur le terrain. On les verse directement du contenant du fabricant dans la trémie de l'aéronef, soit manuellement soit avec du matériel de manutention comme une trémie surélevée, un convoyeur à bande ou une vis transporteuse, par exemple.

Pour les matériaux secs, on emploie le plus souvent une grue mobile dont la benne est assez grande pour charger l'aéronef en une seule opération.

- Le matériel de chargement des matériaux secs doit être fiable, de construction solide et être facile à déplacer; il doit aussi assurer la meilleure vision possible à l'opérateur durant le déplacement et le chargement.
- Il faut aussi que le matériel de chargement comporte un dispositif de dosage du volume ou du poids afin de bien calculer les charges.

Responsabilités en matière de mélange et de chargement

Le responsable certifié des applications doit veiller à ce que les personnes chargées d'effectuer le mélange et le chargement des pesticides soient formées ou certifiées pour accomplir les tâches nécessaires en toute sécurité.

Chaque membre de l'équipe doit connaître ses responsabilités et connaître celles des autres membres de l'équipe. Les membres de l'équipe pourront fonctionner comme une unité efficace, qui applique les consignes de sécurité, s'ils connaissent cette information et s'ils savent de qui ils relèvent.

Le pilote doit veiller à ce que les produits utilisés soient conformes aux exigences de l'étiquette concernant les applications aériennes. Le pilote ou le responsable de l'équipe doit voir à ce que les instructions de mélange soient disponibles et qu'elles soient suivies. À titre d'exemple, la plupart des pesticides doivent être mélangés juste avant leur utilisation. Ils ne doivent pas être laissés dans les réservoirs de mélange pendant de longues périodes car ils risquent de se dégrader.

Certaines provinces interdisent au pilote d'effectuer lui-même le mélange ou le chargement de pesticides.

L'équipe doit suivre les instructions de mélange indiquées sur l'étiquette, charger l'aéronef à sa capacité et préparer le prochain lot pour la séance de ravitaillement suivante. Les installations permettant de procéder à la manutention et au mélange rapides sont fortement souhaitables puisqu'elles permettent de réduire considérablement le temps de l'aéronef au sol et permettent d'augmenter le temps de vol.

À l'occasion, il arrive des problèmes attribuables à l'activité du produit ou à l'efficacité du mélange du réservoir. Le responsable de l'équipe doit à tout le moins noter le numéro du lot, la date d'expiration ou toute autre information pertinente figurant sur le contenant de pesticide. Si possible, garder un échantillon étiqueté du produit et (ou) du mélange au cas où des problèmes surgiraient. Des analyses pourront alors être effectuées. Communiquer avec le fournisseur pour connaître la taille de l'échantillon nécessaire à des fins d'analyse. **Ne pas oublier que l'échantillon doit être éliminé de façon écologique.**

Mesures de sécurité pour le mélange et le chargement

Les opérations de mélange et de chargement peuvent être à la source de l'exposition la plus directe possible des employés au pesticide utilisé. Il est donc obligatoire d'appliquer des mesures de sécurité. Tous les employés doivent respecter les lignes directrices suivantes :

Généralités

- Prendre garde de bien lire l'étiquette de chacun des pesticides utilisés. Le plus grand soin est apporté par les fabricants à la rédaction des étiquettes. Celles-ci comportent les renseignements requis sur les doses, les utilisations, les mises en garde et les dangers.
- Lorsqu'une étiquette est endommagée ou qu'elle n'est plus lisible, ne pas utiliser le produit avant d'être certain de la nature de celui-ci. Le personnel opérationnel doit prendre connaissance non seulement du contenu de l'étiquette, mais aussi de celui de la fiche signalétique ainsi que de son profil toxicologique.
- Porter des lunettes de protection ou un écran facial bien ajustés et propres (ou un respirateur au besoin), des gants résistants aux produits chimiques, une combinaison par-dessus une couche de vêtements, des bottes de caoutchouc et un tablier de protection en cas de déversement ou d'éclaboussures. Cela est particulièrement important lors du

manement de matières fortement toxiques. Porter de l'équipement de protection personnelle supplémentaire lorsque c'est indiqué sur l'étiquette.

- Changer de vêtements tous les jours, encore plus souvent s'il y a contamination. Prendre une douche à la fin d'une journée de travail, et veiller spécialement à bien nettoyer les cheveux et les ongles.
- Jeter les gants qui ne sont plus étanches et les bottes contaminées.
- S'assurer qu'il existe à proximité un endroit pour se laver, avec une bonne provision de savon, d'eau et de solution de lavage des yeux, ainsi qu'une trousse de premiers soins.
- En cas de contamination, laver immédiatement la peau et les vêtements avec de l'eau et du savon.
- Apprendre à reconnaître les signes et les symptômes d'intoxication causée par des pesticides.
- En tout temps, en cas de malaise, obtenir sans tarder des soins médicaux. Ne pas continuer à travailler pour respecter le calendrier d'application.
- Garder une bonne provision de chaux, de sable ou d'autres matériaux absorbants non combustibles pour absorber le pesticide répandu.
- Ne jamais aspirer un liquide avec la bouche ou ne jamais souffler dans des buses de pulvérisation bloquées.

Avant le chargement

- Avant de préparer un mélange à pulvériser, examiner l'étiquette du contenant, calculer les quantités requises et planifier les opérations de mélange et de chargement de façon sécuritaire.
- S'assurer que les conditions météorologiques demeurent favorables.
- Vérifier que la bonne quantité de produit a été mélangée et suivre les directives concernant la sécurité.
- Voir à ce que tous les tuyaux, les raccords et les brides de fixation soient en bon état et ancrés.
- Vérifier si les buses de chargement et les filtres sont propres et utilisables.
- Voir à ce que la pompe fonctionne bien et que les tuyaux d'amenée et de sortie soient bien branchés.

- Voir à ce que les fûts et les contenants soient scellés avant de les déplacer.
- Voir à ce que le système d'aspersion soit propre et libre de toute substance non compatible.

En cours de chargement

- Ne pas manger, boire ou fumer pendant le chargement. (Prévoir des aires pour fumeurs.)
- Ouvrir avec soin tous les contenants de pesticide sur une surface stable afin d'éviter tout renversement ou déversement.
- Ouvrir le contenant et verser et mélanger le pesticide dans un endroit bien aéré où le risque de contamination est atténué le plus possible et où tout déversement accidentel peut être nettoyé rapidement.
- Utiliser les bons outils pour ouvrir les contenants (par exemple, un couteau pour ouvrir les sacs en plastique et en papier).
- Être prudent en ouvrant les contenants qui ont été exposés au soleil par temps chaud, car il peut s'être accumulé une forte pression en raison de la chaleur.
- Se tenir dos au vent pour l'ouverture des contenants, le versement et le mélange des pesticides.
- Éviter les éclaboussures et les jaillissements en tenant le contenant de façon à ce que l'ouverture soit vers le haut. Si un événement est prévu, l'utiliser.
- S'approcher de l'aéronef uniquement au signal du pilote.
- Tenir la tête bien au-dessus de l'ouverture si le pesticide est versé directement dans le réservoir ou la trémie de l'aéronef.
- Être prudent au moment de brancher ou de débrancher le tuyau de chargement de l'aéronef.
- Avec les concentrés de pesticide versés directement dans la trémie de l'aéronef, verser le pesticide concentré lorsque celle-ci est au moins à moitié remplie de diluant. Ouvrir les contenants avec précaution pour ne pas déverser de liquide ou disperser des poudres. Ajouter le pesticide en tenant le contenant le plus près possible de la surface du diluant, permettant au concentré de glisser dans le mélange. Ce faisant, le responsable du chargement doit se tenir le dos au vent.
- Lorsque le responsable du chargement a de l'aide dans l'opération, il faut veiller à ce que le transfert des contenants de pesticide d'une personne à l'autre se fasse de manière sûre.

- Il faut nettoyer soigneusement les contenants vides de pesticide en appliquant la technique du triple rinçage. On peut fabriquer un dispositif de rinçage des fûts avec du tuyau de CPV de 2,5 cm. Pour cela, il faut boucher une extrémité du tuyau et pratiquer une série d'incisions horizontales dans les 75 cm inférieurs du tuyau. Il ne reste plus qu'à fixer ce tuyau à un petit système de pompage et à sa source d'approvisionnement en eau. Ajouter l'eau de rinçage au contenu de la trémie, ou pratiquer l'élimination conformément aux normes provinciales. Cette dernière pourrait cependant s'avérer très complexe.
- Laver le tuyau et tout produit déversé accidentellement sur le sol ou sur le côté et le dessus des contenants de pesticide. Ajouter l'eau de rinçage au lot suivant dans le réservoir de pulvérisation, si le mélange de pulvérisation est le même. Sinon, éliminer l'eau de rinçage conformément aux normes provinciales.

Après le chargement

- S'assurer que les fermetures des réservoirs et des trémies sont hermétiques. Si les couvercles ne ferment pas hermétiquement, utiliser un ruban ou un sceau en silicone pour les garder fermés hermétiquement et pour éviter les déversements. En informer le pilote s'il faut remplacer un joint d'étanchéité.
- Nettoyer immédiatement tout produit chimique autour du haut de la trémie ou d'un réservoir.
- S'assurer que le robinet de chargement reste propre.
- Tenir tout équipement propre et le ranger lorsqu'il n'est pas utilisé.
- Entreposer en lieu sûr les pesticides et le matériel de chargement lorsque les opérations sont temporairement arrêtées.

À la fin des travaux

- À la fin du traitement, nettoyer tous les contenants restants de pesticides pour essuyer les liquides ou la saleté qui pourraient endommager l'étiquette.
- Perforer et emporter tous les contenants vides et rincés à un endroit approprié, de préférence au centre de recyclage des contenants de pesticides s'il y en a un.
- Nettoyer le matériel à fond et laver l'aire de chargement.
- À la fin du programme d'application de pesticides, enlever les tamis dans les circuits, les tamis de buse, les diaphragmes et les buses, et les nettoyer dans une solution d'eau savonneuse.
- Rincer comme il faut le système de traitement de l'aéronef.
- Enlever et entreposer les pesticides non utilisés.

Exercices – Entreposage, mélange et chargement de pesticides

Sélection et organisation de l'aire de ravitaillement

1. On juge que le carburant et les pesticides sont tous deux dangereux et qu'on peut les entreposer dans la même aire d'entreposage.

Vrai Faux

2. Dresser une liste des facteurs dont il faut tenir compte pour l'implantation d'une aire de ravitaillement temporaire.

Système de mélange et de chargement des pesticides

1. La contamination entre le réservoir de mélange et le réservoir de pesticide ou le réservoir d'eau doit être évitée par l'installation de clapets anti-retour.

Vrai Faux

2. Il est essentiel qu'il y ait des tuyaux de ventilation pour tous les réservoirs d'entreposage afin d'éviter leur déformation lorsque les substances qu'ils contiennent sont retirées.

Vrai Faux

3. Il faut employer des raccords rapides étanches pour le chargement des aéronefs.

Vrai Faux

4. Tous les contenants de pesticides, à l'inclusion des réservoirs d'entreposage en vrac, doivent porter une étiquette de pesticides.

Vrai Faux

5. Idéalement, les opérations de mélange et de chargement doivent être conçues selon un plan de « système ouvert » afin de mieux contrôler les opérations de mélange.

Vrai Faux

6. Il faut garder le plus remplis possible les réservoirs d'entreposage de pesticides, spécialement si l'entreposage se fait à l'extérieur et dure longtemps, pour éviter la contamination des produits par l'eau de condensation.

Vrai Faux

Responsabilités et précautions en matière de mélange et de chargement

1. Le pilote doit veiller à ce que le personnel au sol charge le pesticide dans l'aéronef correctement. Il doit être prêt à participer au chargement s'il est bien équipé et s'il porte les vêtements requis.

Vrai Faux

2. À titre de responsable de l'application, le pilote doit s'assurer que les produits sont homologués et acceptés pour les applications aériennes avant l'application.

Vrai Faux

3. Chaque membre de l'équipe doit voir à sa propre sécurité.

Vrai Faux

4. En cas de mélange d'un pesticide avec un diluant dans la trémie d'un aéronef, le pesticide doit d'abord être versé, suivi du diluant.

Vrai Faux

5. Le liquide de rinçage provenant des contenants vides doit être compatible avec le mélange de pulvérisation pour être ajouté à une charge en vue de son élimination par application.

Vrai Faux

6. On doit tenir la tête sous l'ouverture si le pesticide est versé directement dans le réservoir ou la trémie de l'aéronef.

Vrai Faux

7. Indiquer quatre mesures générales de précaution, en ce qui concerne les vêtements et l'équipement de protection, destinées à éviter qu'un travailleur soit exposé à un pesticide pendant le mélange.

CHAPITRE 5 - ENVIRONNEMENT

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous connaîtrez :

- ' les effets environnementaux possibles des applications aériennes :
 - < de pesticides sur les terres agricoles;
 - < de pesticides en aménagement forestier;
 - < d'herbicides en gestion des emprises et des terres incultes;
 - < pour la lutte contre les insectes ailés piqueurs.

- ' les directives sur la prévention de l'exposition occasionnelle et des effets environnementaux nocifs :
 - < des applications aériennes en agriculture;
 - < des applications aériennes en foresterie et en gestion des emprises et des terres incultes;
 - < des applications aériennes pour la lutte contre les insectes ailés piqueurs.

Introduction

Les préposés aux applications aériennes doivent détenir une connaissance de base des effets possibles des pesticides sur l'environnement et des manières de protéger les milieux terrestres et aquatiques, et ils doivent être au courant des exigences relatives aux zones tampons.

Agriculture

Effets

Les effets possibles que peuvent avoir sur l'environnement les applications aériennes en agriculture sont notamment :

- l'exposition professionnelle (des travailleurs) ou occasionnelle (des personnes présentes) à des pesticides;
- la contamination des sources d'approvisionnement en eau potable;

- la contamination des cultures (en particulier des cultures biologiques) ou de terres agricoles consacrées à la culture biologique et contiguës aux régions traitées;
- les dommages causés aux cultures non ciblées, situées à proximité;
- l’empoisonnement des abeilles domestiques et autres insectes pollinisateurs;
- la contamination des plans d’eau naturels et des organismes aquatiques qui peuvent être une source alimentaire pour le poisson ou la faune sauvage;
- l’élimination des insectes utiles qui contribuent à la lutte contre les insectes nuisibles.

Directives concernant la protection de l’environnement et la protection contre l’exposition occasionnelle

- Ne pas traiter les champs où se trouvent des travailleurs agricoles ou d’autres personnes. Il peut être nécessaire de placer des panneaux d’avertissement avant l’application de pesticides. Consulter les autorités provinciales.
- Appliquer les pesticides à un moment de la journée où la présence d’autres personnes à proximité est le moins probable (par ex., ne pas pratiquer de traitement à proximité des voies publiques au moment où peuvent se trouver des écoliers, particulièrement entre 7 h 30 et 9 h le matin et entre 14 h 30 et 16 h 30 l’après-midi).
- Laisser des zones tampons suffisantes entre les zones traitées et les zones à protéger, comme les voies publiques et les terrains privés contigus aux zones traitées, afin d’éviter tout dommage à la végétation ou toute contamination des animaux.
- Laisser des zones tampons suffisantes autour des zones traitées afin d’éviter toute contamination des terrains contigus, des terres agricoles ou des terres consacrées à la culture biologique.
- Laisser des zones tampons appropriées autour des plans d’eau afin d’éviter la contamination des sources d’approvisionnement en eau potable et des habitats aquatiques vulnérables comme les fondrières, les mares, les coulées, les cuvettes des prairies, les lacs, les rivières, les ruisseaux et les milieux humides.
- Recourir à un observateur sur le terrain, en liaison constante avec le pilote, pour suivre les paramètres météorologiques et la dérive s’il existe un danger possible.
- Éviter le plus possible d’appliquer des pesticides sur les clôtures, lisières boisées et à la lisière des champs, car ces zones abritent souvent des animaux et des insectes utiles.
- Il faut aviser les apiculteurs situés dans les zones à traiter ou à proximité que des traitements se préparent puisque les insecticides peuvent constituer une menace pour les ruches.

Végétation forestière, emprises et terres incultes

Effets

Les effets environnementaux possibles de l'application de pesticides sur la végétation forestière, sur les terrains incultes et dans les emprises soulèvent des inquiétudes particulières, parce que l'on traite souvent des zones très étendues qui servent d'habitat à diverses espèces végétales et animales.

L'application d'herbicides pour la préparation du terrain ou le débroussaillage et le dégagement des conifères, ou encore pour la lutte contre la végétation des terrains incultes et des emprises, soulève les préoccupations suivantes :

- risque de contamination des plans d'eau et d'effets indirects sur les animaux aquatiques, liés à des concentrations sublétales ou à un changement de la disponibilité en plancton;
- perte de couvert végétal au dessus des cours d'eau, qui les protège contre les grands écarts de température et contre l'érosion, et qui héberge des insectes et des plantes importantes pour les écosystèmes des cours d'eau;
- perte d'abri pour les oiseaux, les ongulés, les carnivores et leurs proies;
- perte de végétation fourragère, en particulier pour les ongulés;
- perte de diversité des essences végétales, ce qui favorise la prolifération des organismes nuisibles et nuit à la stabilité écologique.

Certains insecticides utilisés en foresterie, en particulier les organophosphorés et les carbamates, peuvent exercer un effet toxique direct sur les oiseaux chanteurs. Ils peuvent aussi modifier leur comportement. Les insecticides appliqués sur de vastes étendues peuvent également entraîner la disparition d'insectes importants comme sources de nourriture et comme pollinisateurs. Il faut avertir les apiculteurs des zones à traiter puisque l'utilisation d'insecticides peut être dangereuse pour les ruches. On doit se préoccuper aussi de la contamination de l'approvisionnement en eau potable et de celle des eaux où vivent des poissons et autres animaux aquatiques.

Directives concernant la protection de l'environnement et la protection contre l'exposition occasionnelle

- Recourir à des méthodes de préavis appropriées (déterminées par les autorités provinciales) afin d'informer le public du programme d'application aérienne envisagé;
- Mettre au service du public, à un numéro de téléphone connu, une personne-ressource chargée de répondre aux questions et de fournir des renseignements sur le programme d'application aérienne;

- Voir à ce que le pilote procède d'abord à une inspection aérienne détaillée de la zone à traiter, afin de se familiariser avec celle-ci;
- Marquer les zones écologiquement vulnérables sur des photos aériennes pour s'y référer durant le traitement;
- Empêcher l'accès dans la zone à traiter durant le traitement. Bloquer les voies d'accès au moyen de barrières et apposer des affiches afin d'avertir les personnes présentes des traitements en cours;
- Éviter d'appliquer un traitement lorsque les baies sauvages sont en train de mûrir s'il existe des risques de contamination de baies destinées à la consommation humaine;
- Éviter de contaminer l'eau utilisée à des fins domestiques;
- Prévoir la création d'une zone tampon suffisante pour empêcher le nuage de pulvérisation de dériver vers des secteurs écologiquement vulnérables, notamment les habitats aquatiques vulnérables et la végétation des berges. Ces secteurs sont déterminés par le personnel local des organismes responsables de la faune et de la pêche (les autorités provinciales compétentes peuvent exiger une zone tampon d'une largeur donnée);
- Procéder à un relevé des zones à traiter près des cours d'eau ou des plans d'eau, et veiller à ce que leurs limites soient clairement définies ou marquées;
- Lorsque l'on a recours à des dispositifs de signalisation, par exemple des ballons ou des marqueurs en plastique, baliser le périmètre de la zone à traiter, et non de la zone à protéger;
- Dans la mesure du possible, entreprendre la première bande de traitement au bord de la zone à traiter qui longe un cours d'eau; les bandes subséquentes peuvent être perpendiculaires à la première;
- Lorsqu'une zone à traiter est bordée sur deux côtés par des zones vulnérables, s'assurer que la zone en question est assez étendue pour permettre le traitement aérien tout en conservant des zones tampons appropriées;
- Prévoir la présence d'une équipe au sol expérimentée pour surveiller la dérive et informer le pilote d'un changement de conditions ou d'une trop grande dérive;
- Lors de l'application d'herbicides dans des régions importantes pour le broutage par les animaux sauvages, penser notamment à reporter à une année subséquente le traitement de certaines zones d'une parcelle de grande dimension, ou bien à procéder à une application sélective au sol seulement, à certains endroits.

Lutte contre les insectes ailés piqueurs

Effets

Les fondrières, étangs, marais et autres étendues d'eau stagnante où vivent les moustiques peuvent abriter des populations importantes et variées de poissons et d'autres animaux. Les larves de moustique peuvent être une source de nourriture pour les insectes, les poissons et d'autres animaux. Dans les programmes de traitement aux larvicides, les zones importantes pour le poisson et la faune doivent être définies et protégées. Voici les zones qui sont généralement protégées contre le traitement aux pesticides visant les larves de moustique :

- les bras morts des ruisseaux et des rivières qui servent souvent d'aires d'élevage aux poissons;
- les rives des lacs bordés de plantes sauvages qui sont des aires essentielles pour la sauvagine;
- les fossés de drainage communiquant avec les eaux des milieux aquatiques.

La dérive du nuage de pesticides sur ces secteurs protégés et sur des milieux aquatiques non ciblées constitue une source de préoccupation majeure pour les applicateurs de pesticides. Des zones tampons suffisantes doivent être prévues afin de protéger les zones vulnérables et les zones non ciblées.

La pulvérisation d'adulticides sur des zones résidentielles suscite des inquiétudes liées au danger pour la santé des personnes exposées.

Directives concernant la protection de l'environnement et la protection contre l'exposition occasionnelle

- Un programme d'application de larvicides est en général préférable, à une application d'adulticides, tant pour des raisons d'efficacité que pour réduire la dispersion généralisée des pesticides dans l'environnement;
- Ne pas appliquer de pesticides sur des plans d'eau utilisée à des fins domestiques;
- Ne pas appliquer de pesticides sur des habitats du poisson définis par les représentants locaux des organismes de réglementation de la pêche comme étant des zones non ciblées, et éviter leur contamination par la dérive;
- Afin de réduire le plus possible la dérive, l'application aérienne de larvicides et d'adulticides doit être retenue seulement lorsqu'il n'est pas raisonnable de les appliquer à l'aide de matériel de pulvérisation au sol;

- Avant toute application aérienne, avertir adéquatement le public, de sorte que les résidants concernés soient au courant de l'existence du programme et qu'ils prennent toutes les mesures nécessaires pour assurer leur propre protection;
- Recourir à des méthodes de préavis appropriées (déterminées par les autorités provinciales) afin d'informer le public du programme d'application aérienne envisagé;
- Mettre au service du public, à un numéro de téléphone connu, une personne-ressource chargée de répondre aux questions et de fournir des renseignements sur le programme d'application aérienne;
- Ne pas procéder à des applications aériennes lorsque les résidants et autres personnes présentes ne sont pas protégés et sont exposés au nuage.
- Au besoin, avertir les résidants de laver les produits de leur potager ou d'attendre un délai déterminé avant de les récolter.
- Avertir les apiculteurs à l'intérieur ou à proximité des zones à traiter, puisque l'utilisation d'insecticides peut être dangereuse pour les ruches.

Exercices - Environnement

1. Il n'est pas nécessaire de poser des affiches pour avertir le public de se tenir éloigné d'une zone de traitement d'une culture en autant que le propriétaire du champ ait été avisé.

Vrai Faux

2. La protection des personnes présentes ne constitue pas une grande préoccupation lors de l'application d'herbicides en forêt, parce que les herbicides tuent la végétation indésirable et non les personnes.

Vrai Faux

3. L'application d'herbicides pour le dégagement des conifères à proximité d'un cours d'eau peut avoir des effets sur les espèces de poisson nécessitant de l'eau fraîche.

Vrai Faux

4. Lorsque l'on utilise des dispositifs de signalisation, il faut baliser le périmètre de la zone non ciblée afin de rappeler à l'applicateur aérien de ne pas traiter cette zone.

Vrai Faux

5. Dans certains cas de lutte contre la végétation sur les terrains incultes et les emprises dans les réserves naturelles, il se peut que les applications aériennes ne soient pas appropriées.

Vrai Faux

6. Même si les larves de moustique sont souvent les organismes les plus visibles dans les eaux stagnantes, il y a d'autres organismes qui y vivent et dont il faudrait tenir compte avant de procéder à l'application d'un insecticide.

Vrai Faux

7. L'application de larvicides pour lutter contre les moustiques est ordinairement plus efficace et plus acceptable sur le plan environnemental que l'application d'adulticides.

Vrai Faux

8. Énumérer quatre effets environnementaux possibles des applications aériennes de pesticides sur des terres agricoles.

9. Énumérer quatre effets nocifs possibles des applications aériennes d'herbicides en milieu forestier, dans les boisés et en gestion des emprises et des terres incultes.
10. Énumérer trois directives pour éviter de causer des dommages à l'environnement lors de l'application aérienne de larvicides.

CHAPITRE 6 - LUTTE ANTIPARASITAIRE

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure de :

- ' décrire les éléments essentiels des programmes de lutte intégrée;
- ' donner les caractéristiques générales des mauvaises herbes;
- ' donner les caractéristiques générales des insectes et des acariens;
- ' être familier avec les causes des maladies des plantes;
- ' donner les caractéristiques générales des herbicides;
- ' donner les caractéristiques générales des insecticides et des acaricides;
- ' donner les caractéristiques générales des fongicides;
- ' donner un aperçu des considérations générales entourant la lutte antiparasitaire au moyen des traitements aériens en :
 - < agriculture;
 - < foresterie;
 - < gestion des emprises et des terres incultes;
 - < lutte contre les insectes ailés piqueurs.

Introduction

Les utilisateurs de pesticides par traitement aérien peuvent se livrer à la lutte contre les organismes indésirables en milieu agricole, forestier et aquatique ainsi que dans les emprises et les terres incultes. Ils peuvent alors être confrontés à une variété d'organismes indésirables, notamment des mauvaises herbes, des insectes et des organismes pathogènes. Ces utilisateurs de pesticides doivent avoir une assez bonne connaissance de la biologie de ces organismes afin de pouvoir discuter avec les spécialistes de la lutte antiparasitaire des caractéristiques de ces organismes et de celles des pesticides, qui sont importantes pour le programme de lutte, notamment :

- la classification générale des organismes indésirables;
- les stades vulnérables de ces organismes;
- l'emplacement de ces organismes;

- les périodes de traitement;
- les modes d'action des pesticides;
- la lutte intégrée.

Les utilisateurs de pesticides doivent aussi être familiers avec les principes et les pratiques de la lutte intégrée (LI) et ils doivent tenter de faire en sorte que toutes les applications sont réalisées en conformité des objectifs des programmes de LI.

Lutte intégrée (LI)

Voici une définition générale de la LI : il s'agit d'une approche à la lutte antiparasitaire qui fait appel à toutes les techniques disponibles dans le cadre d'un programme structuré dont l'objectif est la répression des populations d'organismes indésirables de manière efficace, écologique et économique. On pense ici aux techniques culturales, aux techniques de lutte biologique, aux variétés de cultures résistantes et aux applications de phéromones et de pesticides.

Les programmes de LI sont fondés sur la **prévention** et mettent l'accent sur la bonne planification et la gestion efficace des sites en vue d'éviter ou de réduire le plus possible la prolifération des organismes indésirables. Au lieu d'appliquer des pesticides en fonction de la période de l'année ou de s'astreindre à un calendrier de traitement, dans un programme de lutte intégrée, les traitements sont appliqués seulement lorsque les inspections de surveillance révèlent que le traitement est nécessaire. De cette façon, on évite l'application inutile de pesticides et on peut aussi réduire le coût de la lutte contre les organismes indésirables.

Les programmes de LI offrent plusieurs avantages comparativement aux programmes classiques d'application de pesticides :

- ils apportent des solutions à long terme aux problèmes éprouvés avec des organismes indésirables;
- ils réduisent la quantité de pesticides utilisés et, par le fait même, atténuent les effets possibles sur l'environnement et sur la santé;
- ils permettent aux responsables de la lutte antiparasitaire de combattre les organismes indésirables résistants aux pesticides.

Idéalement, les programmes de LI commencent par l'application de mesures préventives. En réalité, toutefois, lorsqu'on fait appel à un spécialiste des applications de pesticides pour combattre un organisme indésirable, il faut régler le problème immédiat avant d'envisager le recours à des mesures préventives. Pour régler un problème existant au moyen des techniques de LI, il y a cinq étapes à franchir dans l'ordre :

I. Identification

Afin de planifier des programmes efficaces de LI, il est essentiel d'identifier correctement les insectes et les plantes qui se font concurrence, de bien diagnostiquer les maladies et de reconnaître tout autre problème. Lorsque le problème est connu, le responsable de la LI peut alors étudier la biologie, le cycle de vie et autres caractéristiques de l'organisme indésirable, ainsi que déterminer

quel est son habitat préféré. Ces renseignements l'aideront à planifier des mesures préventives, à savoir où et quand exercer une surveillance et à déterminer quel type de traitement se révélera efficace.

2. Surveillance

Il s'agit de programmes d'inspection ou d'échantillonnage réguliers qui permettent d'obtenir une estimation de l'importance, de l'étendue et de l'emplacement des populations d'organismes indésirables. On peut aussi suivre l'évolution d'autres facteurs comme le nombre d'espèces utiles qui sont présentes ou les conditions météorologiques conduisant à la prolifération des espèces indésirables. Il est essentiel de conserver des relevés de ces renseignements. La surveillance sert à décider si un traitement est nécessaire ou non et, dans l'affirmative, à décider du moment d'application. La fréquence des activités de surveillance est déterminée au cas par cas. Par exemple, la surveillance d'insectes indésirables dans les cultures horticoles se fait ordinairement sur une base hebdomadaire. Toutefois, en foresterie, on inspecte annuellement les sites pour mesurer la compétition exercée par des plantes indésirables, ou quelques fois seulement dans les premières années du cycle de production.

3. Stratégie d'intervention

Les décisions relatives aux interventions sont prises en fonction de l'information recueillie dans le cadre du programme de surveillance. Cette information sert à déterminer s'il existe un risque que la population d'organismes indésirables surveillée puisse atteindre le seuil de perte. C'est le point auquel les dommages causés par une population d'organismes indésirables justifient le coût du traitement. Tous les traitements entraînent des coûts et ont d'autres effets, par exemple, sur les habitats du poisson ou de la faune et sur les organismes utiles qui participent à la lutte antiparasitaire. Il faut comparer ces coûts aux avantages des traitements pour déterminer si ceux-ci sont justifiés et, dans l'affirmative, il faut déterminer quels types de traitements conviennent le mieux.

En agriculture, des seuils de perte économique sont calculés en fonction de différents organismes indésirables dans certaines cultures. Ils sont déterminés à partir de valeurs attribuées aux pertes de rendement ou de qualité, à partir des coûts de la main-d'oeuvre et des traitements, et à partir d'autres facteurs. Dans le cas des espèces qui constituent une nuisance, comme les moustiques, le seuil de perte pourrait correspondre au nombre de moustiques que les résidants du secteur en cause peuvent tolérer. Quant à la végétation indésirable, ce seuil pourrait être fondé sur une hauteur moyenne, les types d'espèces végétales, la densité ou d'autres caractéristiques des plantes qui influent sur l'effet de ces plantes sur les cultures. Par exemple, l'aulne rouge pourrait se révéler être un problème pour les arbres de culture seulement lorsque sa densité atteint un certain nombre de tiges à l'hectare. Ce chiffre constituerait le seuil de perte.

Lorsqu'un seuil de perte a été établi, le responsable de la lutte antiparasitaire doit choisir le moment opportun pour appliquer le traitement qui empêchera la population d'organismes indésirables d'atteindre le seuil de perte. Il s'agit du seuil d'intervention. Celui-ci varie selon le genre de traitement utilisé et en fonction de la biologie de l'organisme à combattre. Certains traitements, comme l'application d'huile de dormance ou la culture de mauvaises herbes, ne s'appliquent qu'à certains moments de l'année. D'autres traitements, comme l'application de *Bacillus thuringiensis*, utilisés contre les larves de moustique produisent seulement leur effet à un

stade donné du cycle biologique des moustiques. Par conséquent, il faut les appliquer à un moment où ces stades sont présents. Pour certains ennemis des cultures, les seuils de perte économique et les seuils d'intervention sont bien définis. Dans d'autres secteurs, toutefois, comme celui de la gestion de la végétation, l'établissement de seuils d'intervention est une idée plutôt nouvelle. Il faudra encore beaucoup de travail et acquérir bien plus d'expérience dans ce domaine.

4. Traitements (mesures) possibles

Le choix du traitement dépend de l'organisme indésirable à combattre et de la zone où il se trouve. Il dépend aussi du coût, de la disponibilité et de l'efficacité des traitements envisagés. La surveillance permet de déterminer où et quand appliquer les traitements en vue d'obtenir le meilleur résultat possible. Divers moyens de lutte peuvent être utilisés seuls ou en combinaison avec d'autres dans un secteur donné. Voici des exemples :

- **Les méthodes culturales**, comme l'emploi de cultivars résistants à des organismes indésirables, le choix de plantes adaptées aux conditions locales, la rotation des cultures pour atténuer les problèmes de mauvaises herbes, de nématodes et d'autres organismes indésirables.
- **Les moyens mécaniques**, comme l'emploi de machines pour le débroussaillage, la tonte ou le travail du sol, les aspirateurs montés sur tracteur, les pièges électroniques à insectes ailés et autres.
- **Les moyens physiques**, comme les paillis employés pour empêcher la végétation de pousser, les moustiquaires contre les insectes et les clôtures pour empêcher le broutage par les cerfs. On pense aussi à l'utilisation de la chaleur intense (brûlage dirigé en foresterie) ou du froid (le refroidissement du grain l'hiver dans les silos élévateurs) afin de tuer les organismes indésirables.
- **Les moyens biologiques**, soit l'utilisation d'organismes vivants pour combattre les organismes indésirables. Ce sont notamment des insectes et des acariens utiles qu'on relâche dans les vergers pour détruire leurs ennemis naturels, la mise au pâturage d'animaux qui broutent les mauvaises herbes ainsi que la dissémination d'organismes pathogènes agissant comme herbicides ou infectant les insectes.
- **Les moyens agissant sur le comportement**, qui tournent le comportement de l'insecte contre lui-même. Par exemple, des produits synthétiques sont utilisés afin d'attirer le dendroctone du pin ponderosa vers des arbres piégés et des diffuseurs de phéromones sont placés dans les pommeraies afin de perturber le cycle reproducteur du carpocapse de la pomme.
- **Les moyens chimiques**, comme les herbicides, les insecticides, les fongicides, les répulsifs pour le cerf et d'autres produits homologués qui suppriment, répriment ou éloignent les organismes indésirables.

5. Évaluation

L'évaluation est la dernière étape et, par certains aspects, la plus importante du programme de lutte intégrée. Le responsable de la lutte antiparasitaire doit vérifier les résultats obtenus (en effectuant parfois un suivi au moyen d'inspections), et il examine les méthodes et les rapports de surveillance, les seuils de perte et d'intervention, ainsi que les décisions relatives au traitement. Ces renseignements lui servent à améliorer les programmes de lutte intégrée et à déterminer les coûts et les avantages des traitements appliqués.

Les facteurs dont il faut tenir compte dans la planification de l'application aérienne de pesticides et dans la mise en oeuvre concrète de la lutte intégrée varient selon le secteur. Ils sont décrits plus loin dans ce chapitre. Cela dit, les cinq principaux éléments définis ci-dessus sont des éléments fondamentaux de tout programme de lutte intégrée. Les traitements aériens sont surtout utilisés pour lutter contre les organismes indésirables en milieu agricole, la végétation et les insectes dans le secteur de l'industrie forestière, la végétation sur les terrains incultes et les emprises, et les insectes ailés piqueurs (comme les moustiques et les mouches noires). Peu importe le secteur ciblé, l'utilisateur de pesticides doit d'abord et avant tout bien identifier le ravageur ciblé et bien connaître son cycle biologique et son comportement.

Biologie des organismes indésirables

Pour s'assurer que le programme de lutte antiparasitaire est efficace, il faut avoir une bonne connaissance de l'organisme indésirable ciblé, peu importe qu'il s'agisse d'une mauvaise herbe, d'un insecte, d'un acarien ou encore d'un agent pathogène. Il est important de déterminer correctement l'espèce, le stade de vie et la densité de population de l'organisme indésirable avant de prendre des décisions concernant l'application d'un pesticide, son choix et le moment ou la méthode choisis pour l'appliquer.

Les sections suivantes donnent un aperçu des principales caractéristiques des groupes d'organismes indésirables très couramment combattus par traitement aérien.

Mauvaises herbes

Une mauvaise herbe est une plante qui pousse à un endroit où elle est indésirable. Les mauvaises herbes concurrencent les autres plantes pour obtenir de l'eau, des éléments nutritifs, du soleil et de l'espace.

Les mauvaises herbes peuvent avoir une ou plusieurs des caractéristiques indésirables suivantes :

- elles peuvent concurrencer des plantes utiles pour obtenir l'eau, les éléments nutritifs et le soleil;
- elles peuvent nuire à des personnes ou à des animaux;
- elles peuvent servir d'hôtes facultatifs pour d'autres organismes indésirables;
- leur apparence peut laisser à désirer.

Types de mauvaises herbes

On peut classer les mauvaises herbes selon leur longévité.

Les **plantes annuelles** ont un cycle de vie d'un an. Bon nombre d'entre elles produisent des graines en abondance pour assurer le survie de l'espèce. On peut diviser les annuelles en deux groupes :

- Les **annuelles hivernales** germent en automne, passent l'hiver en état d'hibernation, et meurent l'été suivant.
- Les **annuelles estivales** germent au printemps et meurent à l'automne de la même année.

Les **plantes bisannuelles** vivent plus d'un an, moins de deux. Elles sont issues de graines qui germent généralement au printemps. Au cours de la première année, elles emmagasinent des substances nutritives, ordinairement dans de courtes racines charnues. Le feuillage est disposé en rosette. Le printemps suivant, la plante utilise ses réserves et pousse de façon vigoureuse. Elle produit des graines à l'été ou en automne et meurt.

Les **plantes vivaces** vivent plus de deux ans. Il arrive souvent qu'elles ne produisent pas de graines au cours de la première année. Par la suite, elles peuvent en produire tous les ans pendant toute la durée de leur vie. La plupart des mauvaises herbes vivaces se multiplient à partir de graines. Beaucoup se multiplient aussi par la voie végétative, soit au moyen de tiges et de racines rampantes, de rhizomes, de bulbes et de parties de racines. Il existe des plantes vivaces profondément enracinées, d'autres superficiellement enracinées. Il y a les vivaces herbacées et les vivaces ligneuses.

- Tous les ans, les **plantes herbacées vivaces** meurent jusqu'à la racine. Leur tige est relativement flexible.
- Ce n'est pas le cas des **plantes ligneuses**, puisque leur croissance reprend au printemps à partir des branches ou des ramilles.

On classifie aussi les plantes selon des similitudes structurelles. Il suffit de penser aux types suivants :

- Les **conifères (résineux)** portent des aiguilles, ou des feuilles ressemblant à des écailles et produisent des graines dans des cônes. La plupart ont un feuillage persistant. On les désigne souvent par le terme de résineux (arbres à bois mou). Le pin (*Pinus* sp.) est un exemple de conifère.
- Les **feuillus** portent en général de grandes feuilles et produisent des graines à partir de leurs fleurs et de leurs fruits. Ils donnent les bois durs. Le chêne (*Quercus* sp.) est un exemple de feuillu.

- **Les plantes à fleurs** produisent des graines à partir de leurs fleurs. Elles comprennent des plantes herbacées (à tige molle) comme les graminées, les chardons et le pissenlit, ainsi que des plantes ligneuses comme différents arbustes, arbrisseaux et arbres.

Identification des mauvaises herbes

On a recours aux caractéristiques suivantes des plantes pour leur identification :

- feuilles
 - simples ou composées
 - morphologie
 - contour
 - surface (lisse, pubescente ou villeuse)
 - disposition le long de la tige
- tiges
 - port des branches
 - ligneuses ou herbacées
 - érigées ou étalées
- fleurs
 - simples ou composées
 - disposition
 - nombre de pétales, organes reproducteurs, sépales
 - graines
- racines
 - fibreuses, rampantes, pivotantes

Identification des stades de développement foliaire

Il est souvent difficile d'identifier les plantes. Si vous ne pouvez pas identifier une mauvaise herbe, vous pouvez prendre des renseignements à de nombreux endroits, notamment les pépinières, les collèges et universités et les services gouvernementaux.

La période d'application des herbicides dépendant souvent du stade foliaire des mauvaises herbes ou des plantes utiles, il est important de bien l'identifier. En outre, les herbicides ne sont bien souvent efficaces que lorsque les cultures et les mauvaises herbes ont atteint des stades donnés de leur croissance. Pour qu'ils soient efficaces, la surface foliaire doit être suffisante. Si les herbicides sont appliqués trop tôt ou trop tard, la lutte contre les mauvaises herbes risque d'être inefficace et les plantes utiles risquent d'être endommagées.

La taille et le nombre de feuilles des mauvaises herbes changent rapidement. On doit éviter d'appliquer les herbicides passé le stade où ils sont efficaces. En cas de difficultés avec l'identification des mauvaises herbes selon le stade de développement foliaire atteint, consulter les spécialistes locaux.

Stades de développement foliaire des plantes à feuilles larges (il s'agit essentiellement des dicotylédones) les **cotylédons** sont les premières feuilles à apparaître. Ils sont issus de la graine. Ils émergent en double et ont d'ordinaire une forme différente de celle des feuilles vraies. Sur quelques plantes, les cotylédons ne percent pas le sol. Les **feuilles vraies** sont les

deuxièmes feuilles à apparaître et sont les premières à pouvoir être utilisées pour l'identification de l'espèce (figure 5a).

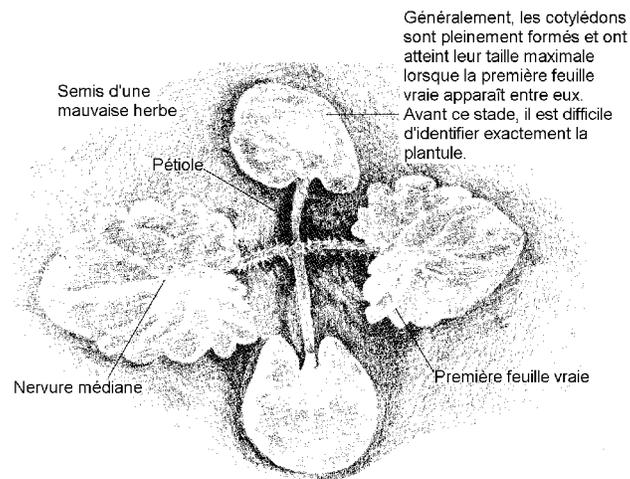
Les feuilles vraies sont disposées de la façon suivante autour de la tige :

- **Disposition alterne** : les feuilles sont insérées une à une, à des niveaux différents autour de la tige. Elles ne sont pas directement opposées les unes aux autres.
- **Disposition opposée** : les feuilles sont disposées par paires et se font face.
- **Disposition verticillée** : au moins trois feuilles sont disposées en cercle, à partir de chaque noeud, autour de la tige.

Pour compter le nombre de feuilles, il faut compter toutes les feuilles vraies, peu importe qu'elles soient alternes, opposées ou verticillées, sauf si la recommandation fait référence au nombre de verticilles ou paires de feuilles. Ne pas tenir compte des cotylédons dans la détermination du nombre de feuilles.

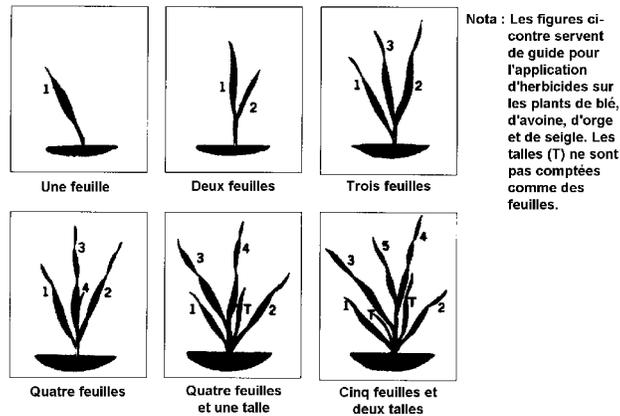
Certaines plantes présentent des feuilles composées (par exemple, le trèfle). Les **feuilles composées** sont constituées de plusieurs folioles. Chaque feuille composée compte pour une feuille. Ne pas compter chacun des folioles.

Figure 5a. Développement foliaire des plantes à larges feuilles



Stades de développement foliaire des graminées : Un cotylédon unique est la première feuille à apparaître. Les feuilles vraies sont disposées sur la tige en alternance. Afin de déterminer le stade de développement foliaire, il faut compter toutes les feuilles sur la tige principale. Ne pas compter le cotylédon ni les talles. Les **talles** sont les pousses secondaires des graminées, qui émergent à la base des feuilles, en général, au stade de trois à cinq feuilles (voir la figure 5b).

Figure 5b. Développement foliaire des graminées



Insectes et acariens

Il existe plus de 50 000 espèces d'insectes et d'acariens au Canada, et seulement quelques-uns sont indésirables. Ces derniers peuvent endommager les propriétés, les cultures, les aliments destinés à la consommation humaine ou animale, affecter les animaux d'élevage, transmettre des maladies aux humains ou aux animaux et constituer une nuisance.

La plupart du temps, les insectes et les acariens indésirables sont présents en faible nombre, jusqu'à ce que les conditions deviennent propices à une expansion rapide de leurs populations. Lorsque c'est le cas, ils peuvent alors se multiplier si rapidement que leurs ennemis naturels tels que les oiseaux, les insectes prédateurs et les organismes qui leur sont pathogènes ne peuvent contenir cette croissance démographique.

Parfois, les organismes indésirables sont des espèces introduites, c'est-à-dire qu'ils proviennent d'une autre région. Il se peut que dans leur nouvel habitat, ils n'aient aucun ennemi naturel pour contenir leur expansion. Ils deviennent vite abondants et causent des dommages.

Caractéristiques des insectes et des acariens

À quelques exceptions près, les insectes possèdent, au stade adulte, six pattes, un squelette externe et un corps en trois segments (la tête, le thorax et l'abdomen). Leur taille peut varier; certains sont à peine visibles alors que d'autres peuvent mesurer plusieurs centimètres de long. Les adultes de certaines espèces d'insectes ont deux ailes, d'autres en ont quatre et certains, pas du tout.

Les araignées et les tiques appartiennent au groupe des acariens. Les acariens sont de très petite taille (0,1-1 mm), n'ont pas d'ailes et possèdent ordinairement huit pattes.

On considère que la majorité des insectes et des acariens ne sont pas des organismes indésirables. Certains sont utiles dans la mesure où ils contribuent à lutter contre des organismes indésirables ou à la production agricole. Il faut les protéger le plus possible. Ce sont notamment des prédateurs, des parasites et des pollinisateurs.

Les **insectes prédateurs** se nourrissent d'autres insectes ou acariens et en font leur proie. Pensons aux coccinelles adultes et à leurs larves, qui consomment plusieurs espèces d'insectes indésirables à corps mou. Ces prédateurs ont un appétit vorace pour les pucerons.

Les larves de la chrysope se jettent sur de nombreuses proies comme les pucerons, les acariens et les cochenilles. Ce minuscule insecte se nourrit en suçant les liquides organiques des pucerons, des thrips, des acariens et des jeunes cochenilles. Le syrphe adulte, qui ressemble à l'abeille, est particulièrement utile pour lutter contre les populations de pucerons qui s'attaquent à bon nombre de plantes de grande culture et de cultures légumières.

Les **insectes parasites** se logent sur ou dans les insectes ou les mauvaises herbes (appelés hôtes); ils leur nuisent et les tuent habituellement. Ces parasites peuvent s'en prendre aux oeufs, aux larves, aux pupes ou aux insectes adultes. Parmi les parasites bien connus, il y a les tachinidés. Les larves de ce parasite se développent sur les chenilles de nombreux insectes indésirables, comme le ver gris, le ver légionnaire, le carpocapse de la pomme, le sphinx, la fausse-arpenteuse du chou et les criquets, et se nourrissent de ces chenilles.

Beaucoup de parasites appartiennent au grand groupe des abeilles et des guêpes (ichneumonidés, brachoniens et chalcidiens). Le cycle biologique de ces parasites est étroitement synchronisé avec celui de leur hôte. Les femelles adultes pondent des oeufs sur ou dans leur hôte. Les oeufs deviennent des larves qui se nourrissent des organes internes de leur hôte, causant éventuellement leur mort. Certaines espèces indigènes et des espèces introduites aident à réguler les populations de pucerons, de charançons et de vers gris.

Les **insectes pollinisateurs** sont essentiels à la pollinisation de nombreuses cultures de baies, de fruits et de graines. On pense à l'abeille domestique, à la découpeuse, au bourdon et à d'autres apoïdes, ainsi que certaines mouches, certains papillons diurnes et papillons nocturnes qui se nourrissent du nectar et du pollen des fleurs.

Cycles biologiques des insectes et des acariens

Notre connaissance du mode de reproduction et du développement des insectes et des acariens nous permet d'appliquer des mesures de lutte antiparasitaire au moment où l'organisme indésirable est à son stade le plus vulnérable.

Chez la plupart des insectes et des acariens, la reproduction s'effectue grâce à la fécondation de la femelle par le mâle, mais il existe des cas où la reproduction se fait sans qu'il y ait eu accouplement (par ex., les pucerons). Quelques insectes donnent naissance à des petits vivants (par ex., les pucerons), mais pour la plupart des insectes, la vie commence dans l'oeuf.

Les oeufs peuvent être déposés un à la fois ou en grappes dans le sol ou sur les plantes, les animaux ou les bâtiments. La température, le degré d'humidité et la lumière sont tous des facteurs qui agissent sur le moment de l'éclosion.

Dès sa sortie de l'oeuf, l'insecte ou l'acarien commence à se nourrir et à se développer jusqu'à ce que le tégument entrave sa croissance. C'est alors qu'il s'en débarrasse (la mue) et qu'un nouveau tégument se forme. Le dernier stade de croissance est celui de l'adulte reproducteur.

Les stades de croissance sont, habituellement :

- l'oeuf
- la larve
- la nymphe
- la pupe
- l'adulte

Voici deux successions de stades chez les insectes :

- Oeuf à larve à adulte : La larve ressemble à l'adulte, mais elle est dépourvue d'ailes et d'organes reproducteurs. Par exemple, les pucerons et les criquets passent par ces stades de développement larvaire.
- Oeuf à larve à nymphe à adulte : La larve est très différente de l'adulte et présente habituellement un corps mou (par ex., chenilles, vers blancs, asticots); la nymphe ne se nourrit pas et, pendant ce stade, l'insecte change complètement de forme; le stade de l'**adulte** est le stade reproducteur et l'insecte est ailé. Parmi les insectes qui passent par ces stades de développement larvaire, il y a les moustiques, les papillons nocturnes, les coléoptères et les mouches.

Les acariens passent habituellement par quatre stades de croissance :

- Oeuf à larve à nymphe à adulte : Les stades de la larve et de la nymphe comportent habituellement plusieurs sous-stades.

La lutte antiparasitaire est généralement plus efficace pendant les premiers stades larvaires. C'est pendant les derniers stades de leur développement que la larve ou la nymphe causent, en se nourrissant, les dommages les plus importants. L'application de pesticides à ces derniers stades peut réduire les populations d'organismes indésirables, mais ne pourra peut-être pas empêcher que des dommages importants soient causés aux cultures.

Maladies

Les maladies peuvent causer une croissance anormale des plantes. Les plantes atteintes de maladie peuvent présenter des racines sous-développées, des tiges rabougries, des feuilles enroulées et d'autres anomalies.

Causes des symptômes de maladie

Les symptômes de maladie sont causés par des organismes comme les champignons, nématodes ou insectes (par ex., les insectes galligènes), par des herbicides ou par certains facteurs de stress environnemental, avec ou sans apparition de maladies. Afin de pouvoir choisir un traitement efficace, il importe de bien identifier la cause des symptômes. Il n'est généralement pas possible d'éliminer les problèmes attribuables à des stress environnementaux à l'aide de pesticides.

Le stress environnemental découle de conditions environnementales non propices qui stressent les plantes et sont à l'origine d'une croissance anormale ou de l'apparition de symptômes semblables à ceux des maladies. Parmi ces conditions figurent les conditions extrêmes de lumière, de température, d'eau ou d'éléments nutritifs ainsi que les produits chimiques toxiques. Les plantes affaiblies par un stress environnemental risquent davantage d'être infestées par des organismes indésirables. En identifiant et en réduisant les facteurs de stress, on peut diminuer les risques de maladies infectieuses ou de dommages causés par les insectes. Voici des exemples de facteurs de stress environnemental à l'origine de symptômes de maladie :

- dommages causés par le gel;
- excès d'humidité qui peut entraîner un manque d'oxygène;
- excès ou manque d'éléments nutritifs.

Les microorganismes sont parfois à l'origine de symptômes de maladie. Parmi les microorganismes pathogènes, il y a :

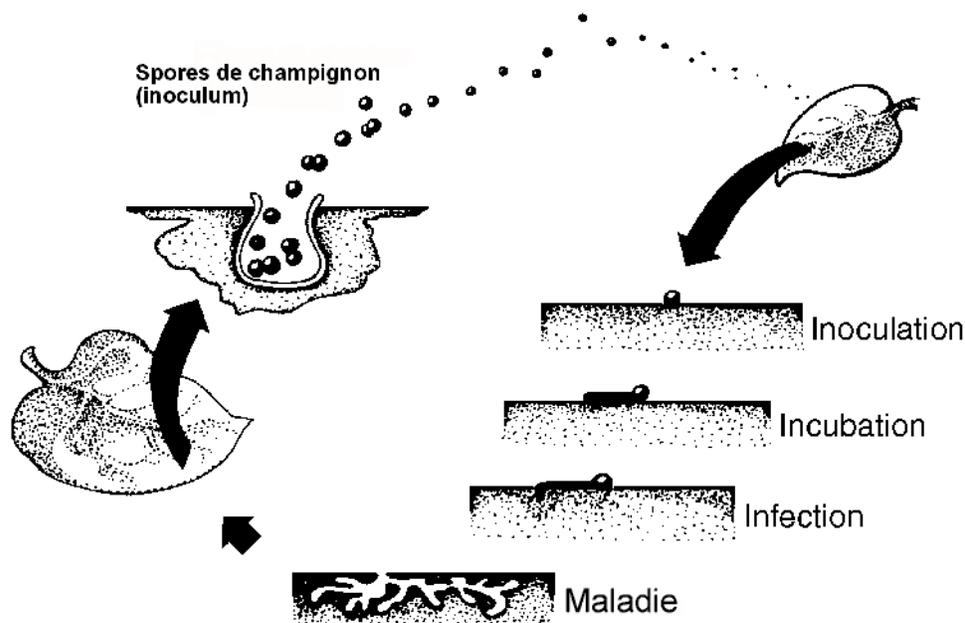
- les champignons;
- les bactéries;
- les virus;
- les nématodes.

On identifie généralement les organismes pathogènes à partir des symptômes caractéristiques qu'ils produisent. Parfois, ils sont visibles à l'oeil nu et parfois, il faut les identifier en procédant à des analyses au laboratoire ou au microscope.

Champignons : Les champignons forment le plus important groupe d'organismes pathogènes pour les végétaux. Il s'agit de végétaux simples qui se nourrissent de matière organique vivante ou en décomposition. Les moisissures, les divers champignons de grande taille et les rouilles font partie de ce groupe. La plupart des champignons se reproduisent par de minuscules spores. Lorsqu'elles germent, les spores produisent habituellement des filaments qui peuvent infecter l'hôte, absorber des éléments nutritifs et libérer des toxines provoquant des symptômes de maladie.

Les champignons se propagent au moyen de spores ou de minuscules fragments de tissus fongiques. Le déplacement de plantes, de parties de plantes et de sol infestés peut également causer la propagation d'un champignon.

Figure 6. Exemple de cycle biologique d'un champignon dans une feuille de plante



Bon nombre de champignons présentent un cycle biologique similaire. À titre d'exemple, prenons un champignon qui reste sur une feuille malade pendant un hiver. Lorsque la température s'élève au printemps, le champignon devient actif et produit des spores. Celles-ci sont libérées dans l'environnement et sont transportées par le vent ou par l'eau. Certaines aboutissent sur des feuilles en santé. Si les conditions environnementales sont défavorables à la germination des spores, celles-ci peuvent mourir, être lessivées par la pluie ou demeurer à l'état dormant. Par contre, si les conditions environnementales sont propices, elles germeront.

Quoique les spores soient assez résistantes aux fongicides, le champignon est très vulnérable tout de suite après la germination de la spore. L'infection débute lorsque le champignon pénètre dans les tissus végétaux. Lorsqu'il s'est logé dans la plante, le champignon est à l'abri et il est difficile de l'éliminer. Toutefois, un fongicide systémique peut combattre la maladie s'il est appliqué avant que l'infection soit trop grave.

Lorsqu'une plante réagit à une infection par une croissance anormale, on dit qu'elle est malade. Parmi les symptômes provoqués par les champignons, citons les chancre, le dépérissement, la galle, la tache foliaire, la pourriture, la rouille et la flétrissure.

Bactéries : Les bactéries sont des organismes unicellulaires visibles seulement au microscope. Elles sont responsables de graves maladies des plantes. En général, elles s'introduisent dans une plante par des ouvertures naturelles ou des plaies. Lorsque les conditions sont propices, elles se multiplient très rapidement en se nourrissant de la plante. Les bactéries sont disséminées par le vent ou par la pluie, ou encore par contact avec des animaux ou de l'équipement qu'elles contaminent. Elles sont à l'origine de certains cas de nécrose, de galle et de pourriture.

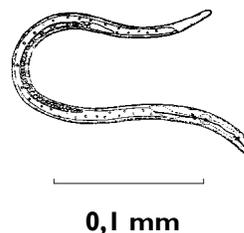
Virus : Ce sont de très petites particules pouvant se développer seulement à l'intérieur de cellules hôtes. Ils sont invisibles au microscope optique. Les virus provoquent des maladies qui réduisent souvent la vigueur des plantes et abaissent le rendement des cultures. Ils se reproduisent seulement dans des cellules vivantes. Ils peuvent être propagés par des moyens mécaniques (par exemple, pendant l'élagage ou la récolte), dans du matériel de reproduction (semences, tubercules et autres parties de plante) ou par des vecteurs (ex., insectes, acariens, nématodes, champignons).

La mosaïque, les taches annulaires et l'enroulement des feuilles sont autant d'exemples de maladies d'origine virale. *Aucun pesticide ne peut combattre directement les virus.*

Nématodes : Ce sont de très petits vers filiformes qui peuvent se nourrir de racines, de tiges et de feuilles. Ils peuvent nuire à la circulation de l'eau et des substances nutritives dans la plante et provoquer des lésions qui laissent pénétrer les champignons et les bactéries.

Voici des symptômes qui peuvent être causés par des nématodes :

- flétrissement;
- rabougrissement;
- manque de vigueur;
- déformations à la croissance.



Méthodes de lutte contre les maladies

Trois facteurs doivent être présents pour qu'une maladie infectieuse se développe :

- un organisme pathogène;
- un hôte vulnérable au pathogène;
- un milieu propice à l'organisme pathogène et(ou) non propice à l'hôte.

En éliminant ou en modifiant l'un de ces trois facteurs, on peut lutter contre la maladie. Ainsi, on peut empêcher la propagation d'une maladie en bloquant l'accès d'une région à l'organisme, en utilisant des lignées végétales résistantes ou qui ne sont pas affectées par la maladie, en abaissant la population d'organismes pathogènes ou en modifiant le milieu de façon à favoriser l'hôte, mais pas l'organisme pathogène.

Caractéristiques des pesticides

On classe les pesticides selon le type d'organismes indésirables contre lesquels ils sont efficaces : herbicides, insecticides, acaricides, fongicides, nématicides, rodenticides, etc. On peut aussi les classer selon leur mode d'action, (ex., systémique). Enfin, le système de classement le plus détaillé est celui donnant le groupe chimique comme tel du pesticide utilisé, par exemple, un composé organophosphoré.

Herbicides

Types d'herbicides

Les herbicides présentent les caractéristiques suivantes :

- sélectivité;
- mode d'action;
- période d'application;
- rémanence.

Sélectivité : Les herbicides sélectifs tuent ou endommagent certaines plantes seulement; les herbicides non sélectifs tuent ou endommagent toutes les plantes de la zone traitée.

Mode d'action : Explique de quelle manière l'herbicide tue une plante. On pense ici aux :

- **herbicides de contact**, qui endommagent les parties de la plante avec lesquelles ils viennent en contact. Le transport de l'herbicide dans la plante est réduit ou nul. Les herbicides de contact sont efficaces contre les mauvaises herbes annuelles, mais ils ne font que détruire la partie aérienne des mauvaises herbes vivaces. Cela peut être utile dans la mesure où cela empêche la production de semences, puisque la partie supérieure de la plante est détruite avant que des graines viables ne puissent être produites;
- les **herbicides systémiques**, qui s'introduisent dans les racines ou dans les parties aériennes des végétaux. Ils se déplacent ou sont transportés à l'intérieur de la plante. Leurs effets peuvent se manifester une semaine ou plus après le traitement. Une trop grande quantité d'herbicide déposée sur les feuilles peut tuer les cellules foliaires trop rapidement et prévenir le transport de l'herbicide jusqu'à son point d'action dans la plante.

Période d'application : Les herbicides peuvent être appliqués à divers stades de la croissance des cultures ou des mauvaises herbes.

- **Herbicides de préplantation :** L'herbicide est appliqué sur le sol avant la plantation ou le repiquage. Avec ce type de traitement, l'herbicide est ordinairement incorporé dans le sol. On parle alors de traitement de préplantation avec incorporation.
- **Herbicides de prélevée :** L'herbicide est appliqué sur le sol après la plantation, mais avant la levée de la culture ou de la mauvaise herbe. La prélevée peut se rapporter à la germination de la mauvaise herbe ou de la plante cultivée. Les herbicides de prélevée permettent de lutter contre les mauvaises herbes avant leur levée ou peu après.
- **Herbicides de postlevée :** L'herbicide est appliqué après la levée de la culture ou de la mauvaise herbe. L'application peut se faire peu de temps après la levée de la plante ou jusqu'à ce qu'elle atteigne une hauteur donnée ou compte un nombre de feuilles spécifié. Les herbicides de postlevée servent à lutter contre les mauvaises herbes implantées.

Rémanence : Par le terme de rémanence, on désigne la capacité de l'herbicide de lutter longtemps contre les mauvaises herbes en raison de la persistance de son effet herbicide. Certains herbicides rémanents exercent un effet sur la germination de certaines mauvaises herbes pendant plus de deux ans. L'efficacité de la germination et la levée augmentent avec le temps, au fur et à mesure que l'effet rémanent dans le sol se dissipe.

Les herbicides non rémanents sont rapidement inactivés dans le sol après leur application, sous l'action des microorganismes, de la photodégradation, etc.

Facteurs influant sur l'efficacité des herbicides

Un grand nombre de facteurs influent sur l'efficacité des herbicides, notamment :

- la forme et la surface des feuilles,
- les conditions météorologiques,
- l'âge des mauvaises herbes,
- les substances nutritives,
- le type de sol et l'humidité du sol,
- le travail du sol,
- la résistance.

Forme et surface des feuilles : Il est difficile, par application aérienne, d'enduire de pesticides des feuilles minces et dressées. Les surfaces pileuses ou cireuses permettent un moins bon contact de la feuille avec l'herbicide. On peut ajouter des surfactants ou agents tensioactifs aux formulations d'herbicides pour améliorer le pouvoir mouillant du mélange à pulvériser et empêcher qu'il ne perle, ou pour aider les pesticides à traverser les surfaces cireuses et atteindre la feuille. Ces produits ne doivent être ajoutés que si les directives figurant sur l'étiquette l'indiquent.

Conditions météorologiques : La température, l'humidité, la pluie et le vent peuvent influencer sur l'efficacité des herbicides. En règle générale, les conditions modérées sont préférables aux extrêmes. L'étiquette de l'herbicide indiquera ordinairement les conditions météorologiques à éviter.

Un temps frais ou sec ralentit la production et le mouvement des substances nutritives dans la plante et, par conséquent, le mouvement des herbicides systémiques. Un temps sec et chaud peut accélérer l'évaporation de l'herbicide à la surface des feuilles des mauvaises herbes et, conséquemment, réduire son efficacité. D'ordinaire, l'herbicide pénètre mieux dans la feuille par temps chaud et très humide. Toutefois, certains herbicides de contact (par exemple, le bromoxynil) sont plus efficaces par temps frais.

La pluie qui tombe pendant ou après l'application d'herbicide peut lessiver le produit des plantes. Toutefois, certains herbicides appliqués sur le sol nécessitent une irrigation ou une pluie après l'application pour pénétrer jusqu'aux racines.

Le vent peut faire dériver un nuage d'herbicides et l'empêcher d'atteindre sa cible.

Âge des mauvaises herbes : Les herbicides sont souvent plus efficaces contre les jeunes mauvaises herbes en croissance rapide. Les herbicides systémiques, qui circulent avec les éléments nutritifs et l'eau, peuvent se propager plus rapidement dans les tissus des jeunes plantes en croissance rapide que dans ceux des plantes plus âgées. Les herbicides sont moins susceptibles de tuer les végétaux qui sont en pleine floraison ou qui produisent des semences.

Les mauvaises herbes vivaces deviennent souvent plus résistantes aux herbicides à mesure qu'elles vieillissent, mais peuvent à nouveau devenir plus vulnérables au stade du bouton floral ou au premier stade de la floraison. À ce stade, les herbicides sont acheminés avec les éléments nutritifs jusqu'aux racines ou aux rhizomes et détruisent ainsi la mauvaise herbe.

Nutrition : Les herbicides sont le plus efficaces au moment où la plante croît vigoureusement. Les éléments nutritifs contenus dans le sol sont nécessaires à la croissance végétale et les herbicides appliqués sur le sol sont absorbés par les racines avec les éléments nutritifs.

Type de sol : En général, il faut peut-être augmenter la dose d'herbicides dans les sols organiques (tourbe ou sol humifère) ou dans les sols à texture fine (argile ou limon). Une plus grande quantité d'herbicides est adsorbée sur les particules de ces sols et cela réduit la quantité d'herbicide disponible pour la lutte contre les mauvaises herbes. En général, il faut moins d'herbicide pour les sols sablonneux. L'étiquette indique parfois la quantité requise pour chaque type de sol. Il est important de ne jamais dépasser les doses indiquées.

En général, les herbicides appliqués sur le sol donnent de meilleurs résultats dans un sol chaud et humide. L'humidité favorise la migration de l'herbicide jusqu'aux mauvaises herbes.

Travail du sol : Selon la mauvaise herbe et l'herbicide dont il s'agit, le travail du sol avant l'application d'herbicides peut nuire à l'efficacité du produit. Certaines mauvaises herbes sont brisées en multiples fragments et il devient plus difficile de les éliminer. D'autres peuvent être affaiblies par le travail du sol et il devient plus facile de les éliminer. Il faut lire les instructions figurant sur l'étiquette avant d'appliquer une méthode culturale, pour s'assurer qu'elle contribuera à l'action de l'herbicide.

Le travail du sol avant l'ensemencement est propice à la germination des semences de mauvaises herbes. Lorsque celles-ci apparaissent, on peut appliquer un herbicide non sélectif et, par la suite, ensemercer le sol.

Résistance : Depuis quelques années, on observe davantage de mauvaises herbes résistantes à des herbicides.

Cette résistance découle d'un usage répété d'un même herbicide (ou d'herbicides du même groupe) pendant un certain nombre d'années dans un même secteur. Pour éviter que certaines mauvaises herbes n'acquière une résistance aux herbicides, il faut :

- pratiquer la rotation des herbicides de sorte que le même herbicide ne soit pas utilisé pendant des années consécutives dans un même secteur;
- utiliser des mélanges en cuve d'herbicides dont les deux matières actives peuvent tuer la même mauvaise herbe par différents modes d'action.

Insecticides et acaricides

Types d'insecticides et d'acaricides

Il faut utiliser les insecticides et les acaricides de manière à réduire au minimum tout effet indésirable sur les insectes utiles et l'environnement.

Les insecticides et les acaricides sont souvent classés selon leur mode d'action sur les organismes indésirables.

Pesticides de contact : Ces pesticides doivent venir en contact avec les organismes indésirables pour agir. On peut les appliquer directement sur les organismes indésirables ou sur les surfaces touchées par ces derniers. Certains insecticides de contact sont rémanents et peuvent tuer les insectes longtemps après leur application.

Pesticides systémiques : Ces pesticides s'introduisent dans la plante et sont transportés par la sève. Les insectes ou les acariens qui sucent la sève sont tués par le pesticide. Certains pesticides agissent à la fois de manière systémique et par contact.

Insecticides/acaricides suffocants : Ces pesticides (en général des huiles) obstruent les voies respiratoires des organismes indésirables et peuvent également nuire à la survie des oeufs.

Régulateurs de croissance : Ils agissent de la même manière que les hormones de croissance des organismes indésirables. En perturbant leur développement, les organismes indésirables meurent avant d'être devenus adultes ou d'avoir pu se reproduire.

Attractifs : Ce sont des produits chimiques qui attirent les insectes femelles pour qu'elles pondent leurs oeufs, ou les insectes mâles à des pièges simulant la présence de femelles.

Pesticides microbiens : Ces produits contiennent des microbes (de minuscules organismes comme des bactéries). Ces pesticides ne sont toxiques que pour certains groupes d'insectes. Le microbe ingéré ou le poison qu'il produit tue l'insecte. Jusqu'à maintenant, les diverses formes de *Bacillus thuringiensis* (appelé *Bt*) sont les seuls insecticides microbiens couramment disponibles.

Facteurs agissant sur l'efficacité des insecticides et des acaricides

Période d'application : Pour qu'un pesticide soit efficace, il peut être nécessaire que les insectes/acariens soient déjà présents ou qu'ils aient atteint un stade de développement donné.

C'est durant les premiers stades de leur croissance ou à d'autres stades larvaires qu'il faut surveiller de près les populations d'organismes indésirables, afin d'optimiser les résultats obtenus. Les organismes indésirables sont généralement moins vulnérables aux pesticides vers les derniers stades larvaires. La plupart des insecticides ou des acaricides n'ont aucun effet sur les oeufs ou les nymphes. Il est difficile de lutter contre les organismes indésirables durant ces stades, étant donné que ces organismes sont souvent inactifs, qu'ils ne se nourrissent pas ou qu'on ne réussit pas à les atteindre. Ils peuvent être enfouis dans le sol ou se trouver dans des fissures ou dans des fentes.

La lutte contre les insectes et les acariens exercée au cours des premiers stades de leur croissance permet d'empêcher ou de contenir les dommages qu'ils causent en se nourrissant. La lutte au cours du stade adulte réduit le nombre de ces insectes pour les générations à venir.

Conditions météorologiques : La température, l'humidité et les précipitations peuvent agir directement sur l'efficacité des pesticides ou modifier le comportement des organismes indésirables ou leur vulnérabilité aux pesticides.

Résistance : Les insectes et les acariens ont acquis une résistance aux pesticides en raison de l'application très répandue des méthodes de lutte chimique. Un organisme indésirable résistant à un pesticide donné sera souvent résistant aux autres pesticides de groupes semblables ou de groupes différents qui ont un mode d'action similaire. Lorsqu'un pesticide se révèle inefficace ou s'il doit être utilisé plus souvent que normal, c'est que les organismes indésirables ont acquis une résistance face à celui-ci.

La résistance aux pesticides est maintenant devenue un problème très grave pour l'industrie de la lutte antiparasitaire.

L'utilisateur de pesticides peut freiner l'acquisition de la résistance à un pesticide chimique en adoptant les méthodes suivantes :

- une méthode de lutte par des moyens non chimiques;
- l'utilisation de pesticides au besoin seulement;
- la rotation de pesticides de divers groupes (par ex., carbamate suivi de pyréthrianoïde de synthèse);
- l'élaboration d'une stratégie efficace de lutte intégrée.

Fongicides

Les fongicides sont souvent classés selon leur mode d'action. Ils servent à prévenir ou à éliminer les maladies causées par les champignons.

Types de fongicides

Fongicides phytoprotecteurs : Ils forment sur l'hôte ou autour de celui-ci un film protecteur qui prévient la germination des spores fongiques. Ils doivent être utilisés avant que le champignon ait atteint le stade infectieux. Le fongicide ne tue normalement pas le champignon qui s'est introduit

dans la plante, mais peut la protéger contre la réinfection. Les parties de la plante qui se développent après le traitement ne sont cependant pas protégées; une nouvelle application s'impose donc. Les fongicides phytoprotecteurs peuvent être appliqués sur les graines, les feuilles, les fleurs, les fruits ou les racines. La plupart des fongicides appliqués dans le cadre des programmes de lutte antiparasitaire exercent une action de phytoprotection.

Fongicides à action curative : Ils tuent les organismes fongiques qui ont infecté une plante sans encore s'y être bien implantés. L'efficacité de ces fongicides est limitée contre les champignons bien implantés dans les végétaux. Seuls quelques fongicides exercent une action curative.

Fongicides systémiques : Ils ne sont pas très courants. Ils sont absorbés par les plantes et se déplacent à l'intérieur de celles-ci. Ils peuvent exercer une action protectrice, curative ou les deux. Une fois à l'intérieur de la plante, les fongicides systémiques migrent vers une nouvelle région de croissance.

Facteurs influant sur l'efficacité des fongicides

Période d'application : Pour être efficace, le fongicide doit éliminer le champignon avant ou pendant la période d'infection.

Cycle biologique des champignons et conditions météorologiques : La fréquence des applications varie selon les types de champignons, le fongicide employé et les conditions météorologiques. Si le cycle biologique du champignon est court et si les conditions sont propices à sa croissance, il peut y avoir un grand nombre de périodes d'infection nécessitant donc de nombreuses applications. La pluie, la vitesse de croissance de la plante et le type de fongicide influent également sur la fréquence des applications. Si le fongicide est éliminé par lessivage ou se dégrade rapidement, ou si de nouvelles feuilles poussent, il peut être nécessaire de répéter le traitement.

Acquisition de la résistance : Étant donné la rapidité à laquelle ils se propagent, les champignons pathogènes sont particulièrement susceptibles d'acquérir une résistance à certains fongicides ou groupes de fongicides. Les applications répétées d'un fongicide donné augmentent le risque d'apparition de la résistance.

La lutte antiparasitaire par secteur

Lutte antiparasitaire en milieu agricole

En agriculture, on a recours aux traitements aériens pour lutter contre un large éventail de mauvaises herbes, d'insectes et de maladies qui nuisent à la production végétale. Comme pour tout autre traitement, l'application de pesticides à des fins agricoles devrait se faire uniquement dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. L'utilisateur de pesticides devrait évaluer le programme proposé en fonction des éléments de base de la lutte intégrée.

- L'utilisateur de pesticides doit s'assurer que l'organisme indésirable est correctement identifié et vérifier s'il existe un usage homologué du pesticide contre cet organisme indésirable, sur la culture à traiter.
- On doit appliquer des pesticides uniquement lorsqu'un programme de surveillance a établi leur nécessité. De nombreux horticulteurs font maintenant appel à des experts-conseils en lutte intégrée ou utilisent les services de dépistage en lutte intégrée offerts par les stations fruitières ou d'autres organismes. Ces services identifient les organismes indésirables, surveillent leurs populations et formulent des recommandations quant au traitement et au moment choisi pour l'application de pesticides. Les producteurs peuvent prendre connaissance des recommandations directement des dépisteurs ou par téléphone ou babillard électronique.
- À titre d'utilisateurs de pesticides par voie aérienne, il faut savoir que le moment choisi pour les applications, particulièrement lorsqu'il s'agit de lutter contre des maladies, est déterminant pour le succès d'un programme de lutte antiparasitaire. Il est essentiel de bien suivre les recommandations, dans la mesure où les facteurs opérationnels et météorologiques le permettent.
- Lorsqu'on n'a pas accès aux recommandations de dépisteurs, il faut s'assurer que les recommandations des autorités provinciales ou de spécialistes en lutte antiparasitaire ont été vérifiées afin de déterminer si le moment choisi pour l'application et l'étendue de celle-ci sont justifiés, compte tenu du stade de croissance de l'organisme indésirable et de sa distribution présumée sur le terrain.

Lutte antiparasitaire en milieu forestier

En milieu forestier, on procède habituellement à des applications aériennes de pesticides pour lutter contre les insectes et la végétation.

Lutte contre la végétation

Les objectifs de la lutte contre la végétation sont, notamment :

- la préparation du terrain,
- l'entretien du peuplement.

La préparation du terrain : Il s'agit des activités visant à améliorer un terrain aux fins de la régénération artificielle ou naturelle d'espèces d'arbres souhaitées. Pour cela, les applications aériennes d'herbicides sont permises dans l'une ou l'autre des conditions suivantes :

- lorsqu'il est nécessaire, afin d'éliminer la concurrence, de supprimer la végétation dans les terrains forestiers abandonnés ou en friche, puisque cette végétation détruirait les semis ou freinerait considérablement leur croissance au cours des premières années;

- après la récolte d'un peuplement, afin d'empêcher la repousse d'essences non cultivées, de plantes ligneuses qui sont très répandues ou qui pourraient se répandre et devenir suffisamment abondantes pour dominer le terrain et limiter le succès des programmes de reboisement;
- pour le défanage des plantes ligneuses non cultivées afin de pouvoir procéder au brûlage dirigé;
- avant la récolte d'un peuplement, par injection dans la tige ou par application localisée, par application en bandes latérales (ou rangs), ou à la volée (pulvérisation d'une zone complète), afin d'empêcher la repousse de plantes ligneuses en concurrence et non cultivées;
- comme mesure complémentaire à la préparation du terrain à l'aide de matériel lourd ou du brûlage dirigé de la végétation, ce qui a pour effet de le perturber de façon excessive ou de détruire la régénération préexistante;
- lorsque le terrain qui avait été antérieurement préparé au moyen du brûlage dirigé ou à l'aide de matériel lourd doit « être gardé en réserve » en vue de sa remise en production (par exemple, les semis ou les semences appropriés ne sont pas encore disponibles);
- pour toute autre application judicieuse, fondée sur l'expérience et le jugement professionnel, qui accroîtra le succès des programmes de reboisement ou réduira la nécessité d'interventions futures (à l'aide d'herbicides ou autrement).

Entretien du peuplement : L'entretien du peuplement fait référence aux opérations destinées à améliorer la survie, la croissance en hauteur et en diamètre, la production de la biomasse ou la composition d'un peuplement de jeunes arbres. Ces activités peuvent inclure le **débroussaillage**, soit la lutte contre la végétation en compétition avec les semis ou les arbres du peuplement final pour la lumière, l'humidité et les substances nutritives. Elles peuvent inclure aussi le **dégagement des conifères (ou de l'essence voulue)**, soit la lutte contre la végétation qui domine ou entoure les semis ou les arbres du peuplement final, afin de favoriser la croissance du peuplement jusqu'au stade de son implantation (où il dépasse les essences compétitrices). L'objectif du dégagement du peuplement final n'est pas de détruire toute végétation concurrente, mais plutôt de restreindre sa croissance pendant assez longtemps pour permettre aux jeunes arbres de l'essence voulue de dominer le peuplement.

En aménagement forestier, toutes les applications d'herbicides doivent être conformes aux exigences énoncées sur les étiquettes et par les organismes de réglementation.

Inconvénients présentés par les herbicides : Les programmes de traitement aux herbicides présentent les inconvénients suivants :

- effets possibles sur le poisson et la faune;
- risque de contamination de sources d'approvisionnement en eau potable en cas d'utilisation non conforme;

- nombre limité d'herbicides homologués convenant à certaines conditions de terrain;
- inquiétude du public quant aux effets des produits chimiques sur l'environnement.

Avantages présentés par les herbicides : Les programmes de traitement aux herbicides présentent les avantages suivants comparativement aux autres moyens de lutte :

- moins de repousses d'essences ligneuses;
- peu ou pas de perturbation du sol, ce qui est souhaitable lorsque les sites sont en pente raide sur des sols fragiles, particulièrement à proximité de cours d'eau ou d'autres masses d'eau;
- coûts moins élevés en général;
- moins de danger pour les travailleurs.

Période d'utilisation des herbicides : Les herbicides doivent être appliqués au moment où l'essence dominante de végétation indésirable est le plus vulnérable à l'herbicide et lorsque les essences souhaitées sont relativement résistantes ou seront peu endommagées.

Les différents types d'utilisations d'herbicides selon les saisons sont les suivants :

- **Application au stade du débourrement** (fin de l'hiver ou début du printemps, lorsque les nouvelles feuilles des essences ciblées commencent tout juste à se former). L'herbicide est absorbé principalement par l'écorce des tiges et des branches. Les essences ciblées peuvent être vulnérables à certains herbicides juste après le débourrement. Les conifères y sont relativement résistants.
- **Application foliaire hâtive** (fin du printemps). La plupart des plantes sont vulnérables aux herbicides durant cette période de croissance active. Cette période n'est pas appropriée au débroussaillage et au dégagement des conifères, à moins que ces derniers ne soient protégés. Toutefois, le moment est approprié à la préparation du terrain.
- **Application foliaire tardive** (du milieu à la fin de l'été). À cette période, les applications aux arbustes sont moins efficaces que les applications foliaires hâtives. La résistance des conifères aux herbicides s'accroît à la fin de la croissance et après la formation de nouveaux bourgeons.
- **Application automnale** (fin août à octobre). Les conifères sont résistants à certains herbicides. Le moment est approprié pour la lutte contre certaines essences de feuillus arbustifs puisque les herbicides peuvent être transportés jusqu'aux racines avec les réserves alimentaires. Toutefois, le moment est moins approprié pour la lutte contre bon nombre d'essences herbacées, car leur croissance peut avoir cessé.

Lutte contre les insectes

Les objectifs des applications aériennes pour la lutte contre les insectes en milieu forestier comprennent :

- la suppression (élimination complète d'un organisme indésirable, comme la spongieuse originaire d'Asie);
- la répression de la prolifération épidémique d'insectes (baisse de population, par exemple, la lutte contre les chenilles à tente);
- la protection des arbres contre la défoliation (par exemple, la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette).

Il y a relativement peu d'insectes très indésirables en foresterie, mais certains peuvent être à l'origine de pertes économiques considérables. Les insectes indésirables des forêts causant les plus grands dommages appartiennent à deux grandes catégories : les xylophages et les défoliateurs.

Insectes xylophages. Les insectes xylophages produisant les effets les plus désastreux sont les scolytes, qui sont à l'origine de très lourdes pertes dans les peuplements ayant atteint ou dépassé la maturité. Ces insectes percent l'écorce des arbres et creusent des galeries dans lesquelles ils pondent leurs oeufs. L'éclosion se fait habituellement en quelques semaines et les larves demeurent jusqu'à l'année suivante dans l'arbre, d'où elles émergent comme scolytes adultes. Les arbres nouvellement infestés restent verts jusqu'à l'été suivant, puis meurent. Il est impossible d'éliminer les scolytes par traitement aérien.

Défoliateurs. Les défoliateurs sont à l'origine de la plupart des attaques subies par les aiguilles ou les feuilles. Les larves (chenilles) des papillons de nuit et des mouches à scie sont les défoliateurs à l'origine des plus grands dommages aux conifères et aux feuillus. Les oeufs pondus par les adultes donnent naissance à des chenilles qui se nourrissent du feuillage vieux ou jeune, selon l'espèce. Lorsque les papillons émergent, ils peuvent ordinairement voler et être transportés par le vent sur une distance de 100 km ou plus.

Habituellement, les défoliateurs ne tuent pas les arbres immédiatement. Selon l'espèce, il faut une ou plusieurs années de défoliation intense avant que l'arbre ne meure. Les aiguilles des branches brunissent, l'arbre prend une apparence roussie et sa croissance normale est ralentie. L'arbre perd donc de sa valeur économique et il devient plus vulnérable à d'autres insectes et à d'autres maladies. Si le même arbre subit plusieurs attaques au cours de sa vie, la perte de croissance peut être substantielle. Une infestation peut se propager très rapidement et passer d'un groupe d'arbres à plusieurs milliers d'hectares en l'espace de quelques années. Après une période d'activité faible ou nulle, les populations peuvent soudainement exploser, pendant deux à dix ans, avant de décliner de façon naturelle. Les défoliateurs sont vulnérables aux parasites, aux prédateurs, aux maladies et aux températures extrêmes.

On peut utiliser les insecticides pour limiter la propagation d'un défoliateur ou pour protéger un peuplement d'arbres cultivés contre la défoliation excessive, jusqu'au déclin de l'infestation. La détection hâtive et l'évaluation du déroulement que prendra l'infestation constituent des facteurs essentiels de la lutte contre les organismes indésirables en milieu forestier. Lorsque l'on choisit la lutte à l'aide d'un produit chimique, celle-ci doit être entreprise à un stade hâtif de l'infestation, alors que la superficie à traiter est aussi réduite que possible.

L'insecticide microbien *Bacillus thuringiensis* (B.t.) est couramment utilisé maintenant pour lutter contre les larves défoliatrices, en particulier des papillons de nuit. On considère que le B.t. est bien

moins dangereux et est un choix plus acceptable pour l'environnement que la plupart des insecticides chimiques. Comme le B.t. est visqueux et qu'il a tendance à décanter si laissé au repos, son utilisation nécessite une attention particulière. La période d'application du B.t. est très importante et doit tenir compte du stade de croissance de la larve et des conditions météorologiques.

Autres insectes indésirables : Les insectes suceurs et les insectes des cônes et destructeurs des graines causent des dommages dans des secteurs précis, comme les pépinières et les vergers à graines.

Lutte contre la végétation sur les terrains incultes et dans les emprises

La gestion de la végétation inclut la lutte contre la végétation indésirable sur les terrains incultes et dans les emprises (par exemple, chemins de fer, routes, pipelines et lignes de transport d'électricité) ainsi que sur les terres publiques. Les causes des problèmes de gestion de la végétation doivent être évaluées avant la mise en application de méthodes de lutte. Il peut s'agir entre autres de mesures visant à éviter la dénudation des sols, propice à la croissance des mauvaises herbes, ou de mesures visant à favoriser l'implantation de la végétation souhaitable, en plus du traitement des mauvaises herbes.

La tolérance à l'endroit des mauvaises herbes diffère selon l'utilisation du site et doit être déterminée avant la mise en oeuvre des mesures de lutte. Le moyen de lutte doit être choisi après avoir examiné diverses solutions possibles. Le choix de l'herbicide doit toujours être basé sur une prescription propre au terrain, compte tenu de paramètres tels que les espèces de mauvaises herbes, le type de sol, la topographie, la proximité de l'eau et l'utilisation des sols. Lorsque l'opération est rentable, l'élimination sélective des espèces ciblées est préférable car elle :

- réduit l'utilisation d'herbicides;
- préserve la végétation souhaitable;
- protège l'environnement et la santé.

L'application aérienne d'herbicides pour lutter contre la végétation sur les terrains incultes et les emprises est rarement utilisée, car elle n'est pas assez sélective pour être intégrée à un programme propice à la végétation souhaitable et qui permet d'éliminer celle qui ne l'est pas.

Lutte contre les insectes ailés piqueurs

La lutte contre les moustiques et les mouches noires est une opération complexe qui exige beaucoup d'attention, aux stades de la planification et de l'exécution, si l'on veut ramener les populations à des niveaux acceptables, en utilisant des méthodes économiquement viables et écologiques. Pour donner de bons résultats, les programmes de répression des moustiques et des mouches noires devraient en général viser une communauté plutôt que des personnes. La cartographie précise des sites de reproduction constitue un volet essentiel de tout programme de

lutte contre les insectes piqueurs. Les larves trouvées lors des levés sur le terrain doivent être identifiées avant la mise en oeuvre de toute mesure de lutte. On compte plus de 50 espèces de moustiques et de nombreuses espèces de mouches noires au Canada. La plupart d'entre elles ne sont pas des organismes indésirables importants.

L'élimination de l'habitat devrait être envisagée dans le cadre des programmes de lutte contre les moustiques. On peut éliminer (c.-à-d. drainer) ou modifier (c.-à-d. rendre plus profonds) certains habitats pour les rendre impropres au développement des moustiques.

Les pesticides utilisés pour lutter contre les insectes ailés piqueurs peuvent être dirigés contre les larves (larvicides) ou contre les adultes (adulticides). En général, on obtient de meilleurs résultats avec les larvicides parce que les larves sont relativement concentrées aux mêmes endroits et confinées. Les adultes sont largement dispersés et il est plus difficile de lutter contre eux. Les adulticides ne devraient être utilisés que comme dernier recours pour tuer les adultes migrants vers une région donnée.

Il existe diverses formulations de larvicides, dont les émulsions et les granulés. Ces derniers se prêtent davantage à l'application sur des terrains où la végétation est émergente ou flottante et peuvent être appliqués par voie aérienne en présentant moins de risques de dérive. Les larvicides doivent être appliqués sur les zones de reproduction connues, au moment où la plupart des larves sont à mi-chemin de leur développement et où la plupart des œufs sont éclos. La période d'application, en fonction du stade de développement larvaire, peut revêtir une grande importance dans le cas de certains pesticides. Il faut vérifier l'étiquette et suivre les recommandations.

Les programmes d'application d'adulticides pour lutter contre les moustiques et les mouches noires ne sont en général mis en oeuvre que lorsque l'abondance des insectes provoque de graves perturbations. Pour connaître l'abondance des insectes ailés piqueurs, on peut procéder par décompte des piqûres ou par piégeage, ce qui permettra de déterminer le moment où les applications devraient commencer. Avec les adulticides, deux méthodes d'application peuvent être adoptées et, dans les deux cas, on peut recourir à des dispositifs aéroportés. Ces deux méthodes d'application sont :

- **Application d'un pesticide rémanent à la surface de la végétation sur laquelle se posent les moustiques et les mouches noires.** On peut recourir à ce genre de traitement pour protéger certaines zones ou à titre de traitement de barrière pour prévenir la migration des mouches noires et des moustiques vers un endroit (par exemple, zones de travaux industriels, cours privées, parcs et terrains de golf). Le traitement doit être effectué à la fin de l'après-midi ou le soir, peu avant que ces insectes ne deviennent actifs, en respectant la réglementation.
- **Traitement de volumes d'air (faible volume ou brouillard) afin de détruire les moustiques et les mouches noires en vol.** Cette technique consiste à mettre en suspension dans l'air un nuage de fines gouttelettes (de 5 à 20 microns) qui descend progressivement jusqu'à entrer en contact avec les insectes piqueurs adultes. La largeur efficace de la bande d'aspersion doit être d'environ 100 mètres. L'appareil doit se déplacer perpendiculairement à la direction du vent. Ce traitement doit être effectué lorsque

l'activité de ces insectes est maximale et que la vitesse du vent est inférieure à 10 à 12 km/heure. En général, ces conditions sont réunies en fin de soirée, pendant la nuit et tôt le matin.

Exercices - Lutte antiparasitaire

Lutte intégrée

1. Quelles sont les notions fondamentales à la base d'un programme de lutte intégrée (LI)?
2. Nommer les cinq principaux constituants d'un programme de LI applicable à un problème existant avec un organisme indésirable.

Biologie des organismes indésirables

1. Donner la définition des termes annuel, bisannuel, vivace.
2. Expliquer ce que sont les conifères et les herbacées.
3. Pourquoi importe-t-il de connaître les stades foliaires des mauvaises herbes et des plantes cultivées?
4. Nommer trois différences dans l'apparence de la plupart des insectes et des acariens adultes.
5. À quel stade de leur cycle de vie les insectes défoliateurs causent-ils le plus de dégâts?
6. Nommer les différentes causes de symptômes de maladies.
7. Nommer les trois conditions nécessaires à l'apparition des symptômes de maladies infectieuses.

Caractéristiques des pesticides

1. Nommer deux types d'herbicides ayant des modes d'action différents.
2. Expliquer comment l'âge d'une mauvaise herbe peut agir sur l'efficacité du traitement.
3. Les insecticides qui perturbent la croissance des insectes s'appellent ...
4. Indiquer trois types de fongicides nommés selon leur mode d'action.

Lutte antiparasitaire par secteur

1. Décrire le processus de prise de décision que doit mettre en oeuvre le responsable des applications aériennes lorsqu'on lui demande d'appliquer un pesticide par aéronef en contexte agricole.
2. Quelle différence existe-t-il entre la préparation d'un site et l'entretien d'un peuplement?
3. Quels sont les trois inconvénients de l'emploi d'herbicides en milieu forestier?
4. Nommer quatre types d'application d'herbicide en forêt, selon la période d'application.
5. Nommer deux grands groupes d'insectes qui sont indésirables en milieu forestier.
6. Décrire un inconvénient possible des applications aériennes effectuées pour atteindre des objectifs à long terme de gestion de la végétation sur les terrains incultes et dans les emprises.
7. Pourquoi faut-il identifier les moustiques avant de mettre en oeuvre un programme de traitement contre ces insectes?
8. À quoi devrait servir un programme de surveillance dans le cadre d'un programme de lutte contre les moustiques adultes?

CHAPITRE 7 - TECHNIQUES D'APPLICATION

Section I — Systèmes d'application

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure de :

- ' décrire les éléments essentiels des systèmes de dispersion de liquides et de matières sèches.
- ' nommer les principaux types de systèmes de navigation et de positionnement de la bande de traitement, et indiquer de quelle façon chacun fonctionne.

Introduction

Les pilotes responsables des applications aériennes doivent bien connaître le fonctionnement des systèmes d'application qu'ils emploient. Ceux décrits dans le présent chapitre comprennent les systèmes de dispersion et leurs éléments, et les systèmes de navigation et de positionnement de la bande de traitement. Ce chapitre compare aussi les hélicoptères aux avions.

Types d'aéronefs

Le choix de l'aéronef est une première étape importante dans la gestion d'un projet de traitement aérien. Le pilote doit parfaitement connaître les capacités et les limites de l'appareil afin d'exécuter les travaux de façon sécuritaire et efficace. En général, l'aéronef choisi doit être le plus polyvalent possible, il doit pouvoir servir à effectuer plusieurs types d'opérations au meilleur coût horaire possible. L'aéronef choisi peut être un avion ou un hélicoptère. Beaucoup d'avions ont été spécialement conçus pour les traitements aériens. Ce n'est pas le cas des hélicoptères. Mais s'il est configuré pour les traitements aériens, un hélicoptère peut même convenir mieux que l'avion à certains travaux.

Le choix du type d'aéronef qui convient le mieux à un projet donné dépend de nombreux facteurs. Dans la pratique, le choix sera grandement influencé par la disponibilité et le coût de l'aéronef. De nombreux facteurs concernant la conception d'un projet influent aussi sur ce choix. En général, les projets comportant des pulvérisations à très bas volume sur une grande superficie peuvent être mieux réalisés à l'aide d'un avion qui, en moyenne, applique le traitement à une plus grande vitesse et transporte une plus grande quantité de pesticide que l'hélicoptère. Si les zones à traiter

sont de faible superficie et que le traitement exige de grands volumes par unité de surface et des vitesses plus basses, l'hélicoptère est préférable. L'avion doit être exploité à partir d'une base fixe tandis que l'hélicoptère peut être ravitaillé avec du matériel de chargement portable. Selon la distribution des zones à traiter (groupées ou éparpillées), il faut tenir compte de ce facteur. Des programmes complexes peuvent souvent comporter l'utilisation d'avions et d'hélicoptères de différentes tailles, chacun convenant davantage au traitement de certaines zones.

L'utilisation de matériel d'application au sol, en plus de celle d'aéronefs, est aussi un facteur important dans tout programme d'application de pesticides. Les dispositifs de pulvérisation au sol permettent de déposer les matières avec une grande précision dans les zones plus petites et confinées, inaccessibles à un aéronef.

Éléments de comparaison entre l'avion et l'hélicoptère

Contrairement à l'avion, aucun hélicoptère n'est spécifiquement conçu pour les traitements aériens. Les manœuvres serrées avec de lourdes charges, lors de certains traitements aériens, exigent d'abord d'excellentes aptitudes de la part du pilote et une bonne conception de l'équipement de dispersion. La faible capacité de charge, le coût initial élevé et l'important entretien requis pour l'hélicoptère sont les principaux facteurs de dissuasion. Toutefois, l'aptitude de l'hélicoptère à décoller et à atterrir à peu près à n'importe quel endroit suffisamment grand pour laisser passer les rotors (y compris les plates-formes des camions de service) ainsi que la possibilité d'effectuer des virages plus serrés et de manœuvrer dans des espaces confinés compensent souvent le fait de transporter des charges plus petites.

Voici des facteurs opérationnels à considérer :

Coût : L'hélicoptère exige un investissement initial plus important et son coût horaire d'exploitation est plus élevé que celui d'un avion de poids similaire.

Base d'exploitation : L'hélicoptère peut opérer à partir de sites peu usités, par exemple le bord d'un champ, une route, une éclaircie ou même une plate-forme sur un camion de chargement. Cela réduit grandement ou élimine les temps de déplacement non productif. L'avion est généralement limité à des pistes d'atterrissage temporaires ou permanentes qui ne sont pas nécessairement bien situées par rapport aux zones à traiter.

Vitesse de traitement : Un hélicoptère peut appliquer un traitement à de très basses vitesses propre. Cela permet d'obtenir une couverture très dense, ce qui est impossible avec un avion.

Manoeuvrabilité : Un hélicoptère peut tourner autour de grands arbres ou d'autres obstacles dans une zone qui serait normalement traitée par des passages de finition si un avion était employé. Cette manoeuvrabilité, en plus des demi-tours plus rapides à la fin des passages, accélère

le travail et augmente la productivité. Elle compense ainsi en partie les coûts de fonctionnement plus élevés et la charge moins lourde de l'hélicoptère.

Dispersion du produit appliqué : À de faibles vitesses propres (moins de 65 km/h), le débit d'air vers le bas et l'arrière, dans le sillage du rotor principal de l'hélicoptère, peut servir à disperser le produit pulvérisé sur une culture, notamment sous les feuilles. Toutefois, à vitesse plus élevée, le sillage de l'hélicoptère s'apparente à celui de l'avion. À des vitesses approchant les 155 km/h, le profil de dispersion devient inégal, et il faut utiliser une disposition asymétrique des buses pour obtenir un profil de pulvérisation uniforme. Avec l'avion, on compte sur la turbulence normale de l'air pour aider à déposer le produit pulvérisé.

Dispositifs de pulvérisation : Le dispositif de pulvérisation sur les avions est souvent un dispositif éolien, les débits de pulvérisation étant directement liés à la vitesse propre. Le dispositif de pulvérisation sur les hélicoptères est mécanique, hydraulique ou électrique et il est mû par le pouvoir direct ou indirect du moteur. Sur les dispositifs installés sur les hélicoptères, les pompes et le débit sont constants, peu importe la vitesse propre.

Vol rasant et de contour : En volant dans des régions accidentées ou montagneuses, il est conseillé de procéder par bandes d'aspersion qui suivent les contours. Il est beaucoup plus facile pour l'hélicoptère de maintenir une vitesse propre constante en suivant les lignes de contour.

Franchissement d'obstacles : Le poste de pilotage de l'hélicoptère offrant en général une meilleure visibilité, on aperçoit plus facilement les dangers et on contourne plus facilement les obstacles qu'en avion.

Entretien : En raison de la complexité du système d'entraînement, des commandes mécaniques reliant le moteur au rotor principal et au rotor de queue, ainsi que des systèmes de contrôle, etc., l'hélicoptère exige plus d'entretien que l'avion.

Chargement et limites de variation du centre de gravité : Puisque la plupart des hélicoptères ont de faibles limites de variation de leur centre de gravité, le chargement revêt une importance critique.

Hélicoptères - considérations particulières

Pilotage de l'hélicoptère

Les effets de l'élévation de l'altitude-densité sont plus prononcés sur l'hélicoptère que sur l'avion. Pour obtenir la même portance dans l'air de faible densité, le pas des pales doit être augmenté. Cela entraîne une finesse aérodynamique moins favorable et augmente le risque d'un trop grand appel de puissance en vol stationnaire ou à très faible vitesse. La perte de puissance du moteur en raison de la faible densité de l'air amplifie ce danger. Lorsque la température, l'altitude et l'humidité sont très élevées, il peut être impossible de pratiquer le vol stationnaire.

Aires de décollage et d'atterrissage

En atteignant de près les limites de décollage avec une charge, il faut prévoir une grande zone dégagée pour établir le vol en translation. Une aire jugée sécuritaire pour le décollage avec une lourde charge devrait être plus que suffisante pour l'atterrissage.

Vol stationnaire et effet de sol

L'effet de sol est réduit à mesure que s'accroît la distance entre le rotor et le sol, et lorsque la nature de la couverture au sol, par exemple les broussailles, l'herbe haute, les plantes de culture hautes, est telle qu'elle tend à dissiper la circulation d'air descendant. Il faut prendre des précautions en effectuant un vol stationnaire au-dessus de telles zones.

La recirculation de l'air nuit au vol, comme c'est le cas lors d'un vol stationnaire au-dessus d'une faible dépression ou d'une petite clairière. Il est particulièrement dangereux d'être en vol stationnaire à proximité d'un obstacle élevé, par exemple un mur de hangar, où l'effet de la recirculation s'exerce du côté le plus près de l'obstacle. La portance se trouve réduite de ce côté et l'hélicoptère tend à s'incliner et à se déplacer vers l'obstacle.

Facteurs opérationnels

Les cultures à maturité peuvent être rabattues par la déflexion vers le bas causée par le rotor à basse vitesse. Il faut prendre soin d'éviter le vol stationnaire au-dessus de telles zones.

En volant dans des angles entourés d'obstacles élevés, il faut envisager la meilleure méthode de traitement de la zone. Des arrêts rapides peuvent être faits mais, ici encore, les effets du vol stationnaire prolongé doivent être pris en compte. Il faut faire très attention en contournant un obstacle élevé.

Le vol de convoyage, l'examen sur le terrain, les angles d'entrée et de sortie, et le passage sur une bande présentés dans d'autres parties du présent manuel s'appliquent aussi aux opérations de l'hélicoptère. Les virages à la fin d'une bande sont légèrement différents de ceux effectués avec un avion. Ils sont expliqués de façon détaillée dans les parties suivantes et s'appliquent dans des conditions de vent nul.

Systèmes de dispersion aéroportés et leurs composantes

Exigences relatives aux systèmes de dispersion

Le système de dispersion est le dispositif qui libère le pesticide et le distribue sur une bande de traitement suivant la trajectoire de vol. Il en existe deux types : pour les liquides et pour les matières sèches.

Beaucoup de produits sont dispersés par les aéronefs sur les cultures, les grands pâturages libres, les forêts et autres. Différentes formes de matières sèches, comme les granulés et les graines, ainsi que des liquides pulvérisés à différents diamètres de gouttelettes, sont appliqués par aéronef.

Un facteur important dans le choix des systèmes de dispersion est le volume total à appliquer par unité de surface. Ce volume influe sur le choix de l'équipement employé, comme les pompes, les conduites de transfert, les dimensions de buses (pour les liquides) et celles de l'épandeuse (pour les matières sèches).

Les systèmes de dispersion doivent :

- disperser uniformément, de façon sécuritaire et précise, les produits sur la zone ciblée;
- être bien étalonnés et dotés de systèmes de contrôle assurant une précision constante;
- être munis de commandes marche-arrêt rapides et fiables;
- être munis d'un système de largage d'urgence fiable et rapide;
- être d'un nettoyage facile et sans danger;
- être adaptables pour passer d'un produit à un autre.

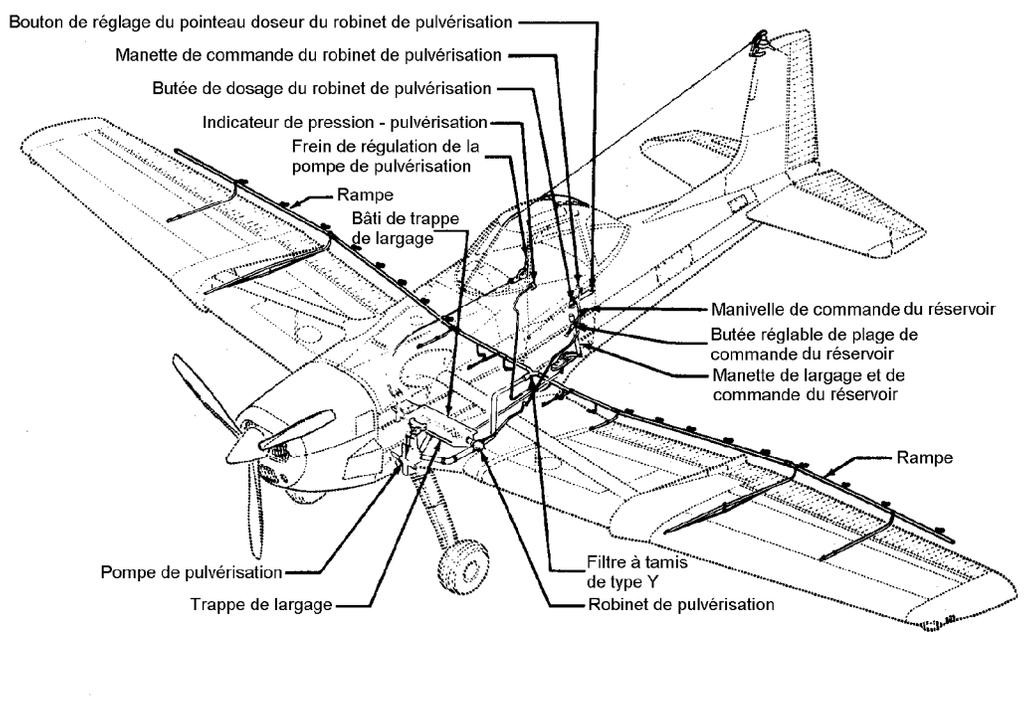
Composantes des systèmes de dispersion des liquides

La figure 7 montre un système type de dispersion de liquides avec rampes et buses qui peut livrer différents volumes de pulvérisation et produire différents diamètres de gouttelettes selon le type de pulvérisateur.

Le réservoir est installé dans un espace entre le pilote et l'arrière du moteur. La trappe de largage d'urgence peut être commandée par un levier situé dans le poste de pilotage. Le tuyau d'alimentation du réservoir à la pompe est situé au fond du réservoir. Le robinet de pulvérisation, actionné par un levier dans le poste de pilotage, laisse passer le liquide dans les rampes ou, par dérivation, le renvoie à l'intérieur du réservoir, gardant son contenu bien mélangé par recirculation.

La pompe de pulvérisation est réglée par un frein dans le poste de pilotage. Lorsque le réservoir est vide, le pilote peut donc arrêter la pompe, ce qui l'empêche de s'emballer et d'être endommagée.

Figure 7. Système de dispersion des liquides (pompe en nacelle)



Le débit est réglé à partir du poste de pilotage par un levier relié au robinet de pulvérisation.

Un indicateur de pression installé dans le poste de pilotage ou une jauge installée sur la rampe donne les lectures de pression.

Il est de plus en plus courant d'équiper l'aéronef de débitmètres (avec écran dans le poste de pilotage et capteur situé juste en amont de la jonction en T) car ceux-ci fournissent des lectures très précises et constantes des débits ou des doses appliquées.

Voici les principaux éléments des systèmes de dispersion de liquides :

- réservoirs;
- pompes de pulvérisation;
- robinet de pulvérisation;
- débitmètres;
- tamis (filtres);
- conduites et raccords;
- indicateurs de pression;
- rampes de pulvérisation;
- pulvérisateurs.

Réservoirs

- Ils doivent être étanches pour prévenir toute fuite de matières qui pourraient contaminer le poste de pilotage.
- Ils doivent être fabriqués de matériaux résistants à la corrosion, avoir une agitation suffisante pour que les charges liquides restent bien mélangées et présenter un moyen précis de mesurer la quantité, au sol comme en vol.
- Ils doivent être bien aérés pour éliminer tout danger d'affaissement (sinon, un vide se crée à mesure que les matières du réservoir sont larguées). Une bonne ventilation fournit aussi une pression constante et positive pour assurer des débits uniformes.
- Ils sont habituellement installés devant le pilote et au-dessus du centre de portance, afin que le poids changeant n'affecte pas grandement l'équilibre de l'aéronef. Les réservoirs ventraux sont aussi placés sous le centre de portance pour la même raison. Quant aux hélicoptères, où le centre de portance est directement sous le rotor principal, les réservoirs sont installés soit de chaque côté du bâti du moteur, ou dans le ventre de l'appareil.

Pompes de pulvérisation

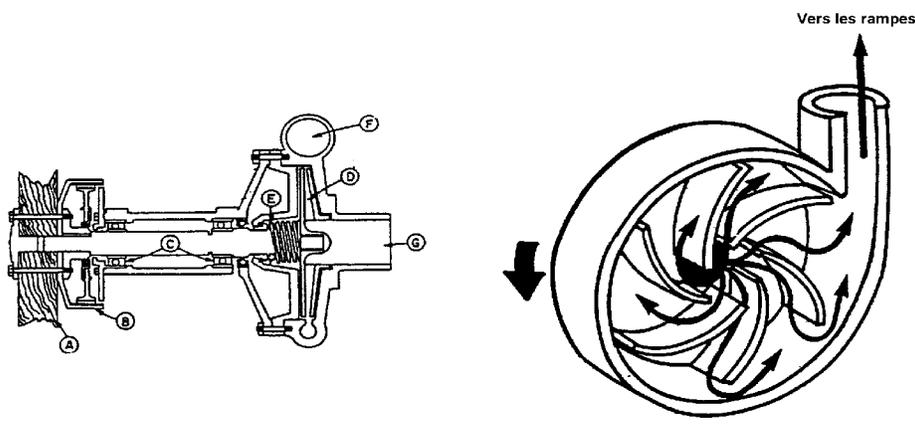
Il existe différents types de pompes de pulvérisation dont le plus courant est la pompe centrifuge à hélice ou hydraulique pour les doses de 10 à 100 litres par hectare (environ 1 à 10 gallons par acre) et plus. La pompe doit avoir une puissance nette suffisante pour acheminer facilement le débit du système requis, en tenant compte des facteurs comme les limites de pression maximales des conduites et des buses, et les pressions réduites attribuables à l'usure de la pompe. Elle doit aussi être placée sous le niveau du fond du réservoir afin de permettre son amorçage de façon automatique.

Ne pas activer la pompe à vide et toujours amorcer la pompe avant d'entreprendre le pompage.

Les pressions normales de fonctionnement ne devraient pas dépasser 415 kPa (60 psi), puisque des pressions plus élevées sont moins efficaces pour assurer une application relativement uniforme. La limite inférieure de pression d'utilisation normale est de 140 kPa (20 psi) pour assurer l'obtention d'un profil adéquat de dispersion du jet émis par les buses.

La figure 8 montre une vue en coupe d'une pompe centrifuge de type courant. Cette pompe produit un volume élevé à faible pression et convient bien à l'application aérienne de pesticides. Le corps de la pompe est en aluminium avec des palettes en bronze ou en acier inoxydable. La limite pratique d'environ 4000 tours par minute, pour une pompe entraînée par l'air, en plus d'une limite de taille de la pompe, établit la capacité maximale de pression à environ 415 kPa (60 psi).

Figure 8. Vue en coupe d'une pompe centrifuge



D'autres types de pompes, par exemple les pompes à engrenages (figure 9) utilisées sur les hélicoptères ainsi que les pompes à rouleaux (figure 10) et des variantes de celles-ci, sont utilisés sur les aéronefs lorsque des pressions élevées sont nécessaires (comme pour la pulvérisation en aérosol) ou lorsque le volume appliqué est grandement réduit, ce qui abaisse les contraintes de débit de la pompe (moins de liquide à faire circuler). Ce type de pompes rotatives doit être usiné avec précision, s'use plus vite et, en général, ne répond pas aussi bien que les pompes centrifuges aux exigences qu'impose leur emploi sur les aéronefs.

Figure 9. Pompe à engrenage

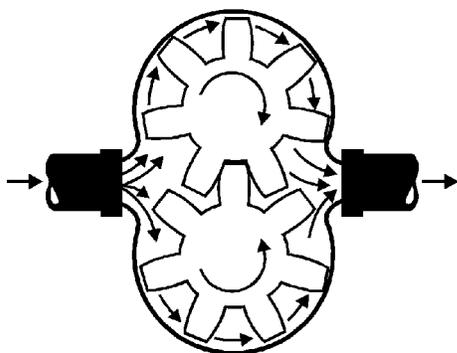
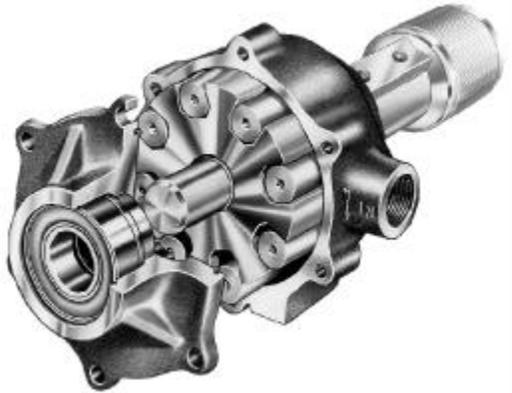


Figure 10. Pompe à rouleaux



Certaines pompes de transfert et centrifuges avec joint d'étanchéité mécanique en carbone-céramique ont tendance à laisser passer des fuites après un usage prolongé. Les fuites peuvent être différées pendant de longues périodes si on utilise des joints d'étanchéité au carbure, au carbure de tungstène ou au carbure de silicium.

Sources d'alimentation des pompes

Une source d'énergie très courante pour la pompe de pulvérisation est l'entraînement par hélice, la pompe et l'hélice étant placées entre les éléments du train principal d'un avion.

Sur la plupart de ces pompes, le pas de pale est réglable au sol ou bien en vol. Elles sont équipées d'un frein ou d'un dispositif de mise en drapeau afin d'arrêter la pompe lorsqu'elle ne sert pas ou en cas de défaillance d'une soupape d'arrêt. Les pompes à hélice sont sensibles à la vitesse propre et fournissent des débits précis uniquement aux régimes de moteur et aux vitesses établies lors de l'étalonnage.

Les pompes à hélice de modèle classique sont très fiables, mais elles ont pour inconvénient la traînée importante qu'elles occasionnent et leur efficacité de pompage relativement peu élevée. Pour cette raison et compte tenu du besoin d'assurer un meilleur contrôle de la pression, les opérateurs installent souvent une hélice à pas de pale réglable afin de pouvoir modifier la vitesse de la pompe et les débits.

Avec les autres systèmes, la pompe de pulvérisation est entraînée directement par un moteur hydraulique ou par une courroie, une chaîne ou un train d'engrenages. Les pompes hydrauliques ont trois grands avantages sur les pompes à hélice. Étant situées à l'intérieur du fuselage, elles ne produisent aucune traînée. La puissance produite peut être réglée à partir du poste de pilotage et ne dépend pas de la vitesse propre. Ces pompes sont très puissantes, ce qui est très utile lorsque des débits élevés sont requis.

Les dispositifs de pulvérisation installés sur les hélicoptères utilisent souvent un mécanisme d'entraînement à prise de force ou une pompe électrique. Ici, le moteur à propulsion principal doit

avoir une prise de force qui convient, en mesure de fournir la puissance requise (10 à 15 hp). La pompe est alors directement raccordée à cette prise de force au moyen d'un embrayage ou peut être entraînée par courroie.

En général, les prises de force sont très économiques et pratiques, et elles sont utilisées de plus en plus sur les aéronefs modernes. Elles ne sont toutefois pas aussi facilement adaptables aux aéronefs plus anciens, non conçus pour cette utilisation.

Robinet de pulvérisation

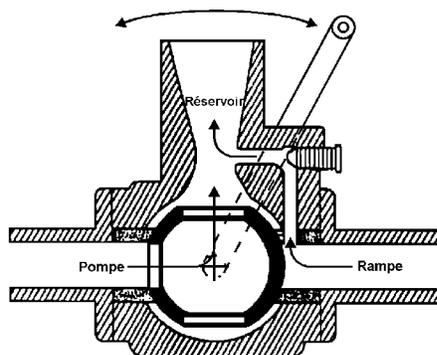
Le robinet de pulvérisation type est en acier inoxydable ou en aluminium avec sièges de plastique en polypropylène ou téflon pour réduire l'usure et assurer un bon scellement. La figure 11 explique son fonctionnement. Il s'agit d'un robinet à trois voies avec trois positions de réglage.

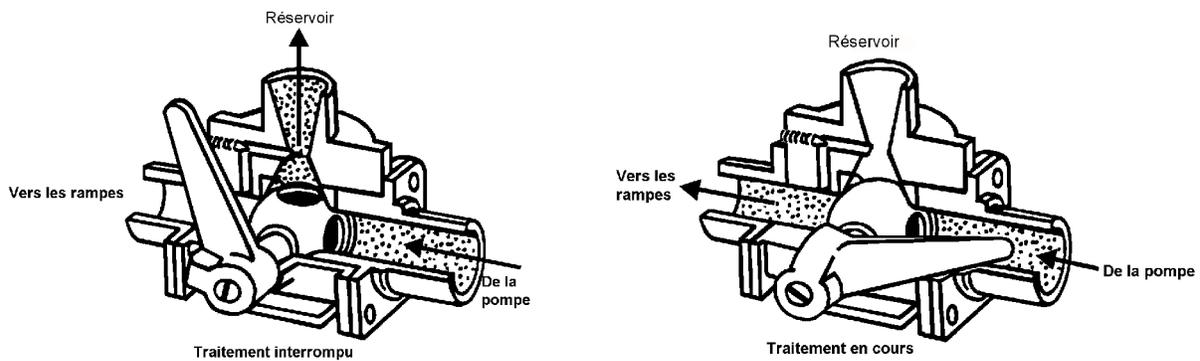
La position « système ouvert » ouvre la canalisation de la pompe aux rampes de pulvérisation. La position « système fermé » ferme cette canalisation et dirige le débit de pesticide de la pompe à nouveau vers le réservoir. Une troisième position, qui est rarement utilisée, raccorde le réservoir directement aux rampes, ce qui est utile pour charger directement à partir des extrémités de la rampe ou pour vidanger le système.

Une importante caractéristique de ce robinet est le **col de Venturi** dans lequel passe le liquide lorsque le robinet ferme la canalisation de la pompe à la rampe. L'écoulement du liquide dans ce passage crée une dépression qui résulte en une aspiration du liquide des rampes vers la pompe. Cela entraîne un arrêt rapide et complet du traitement lorsque cette position est choisie. Un pointeau sur le robinet de pulvérisation règle le volume d'aspiration possible.

Ce dispositif viderait les rampes complètement si les buses n'étaient pas munies d'un clapet obturateur unidirectionnel pour stopper l'inversion du débit. La défaillance de quelques-uns de ces clapets pourrait vider la rampe, ce qui retarderait le début de l'application lorsque le pilote remet la rampe en fonctionnement. Il importe donc de surveiller toutes les buses pour s'assurer de leur bon fonctionnement, et de les réparer ou de les changer au besoin.

Figure 11. Fonctionnement du robinet de pulvérisation





Le problème le plus courant survient habituellement lorsque des poudres mouillables sont utilisées, causant l'abrasion et l'usure des pièces usinées avec précision. La vidange quotidienne du système et l'entretien courant préviendront ce problème.

D'autres robinets de pulvérisation peuvent être utilisés, mais les avantages manifestes d'un système d'aspiration rend cette installation universelle sur la plupart des dispositifs de pulvérisation installés à bord d'aéronefs.

Débitmètres

Les débitmètres électroniques comme ceux produits par Onboard Systems et Micronair comprennent un capteur de débit (habituellement situé entre le robinet de pulvérisation et les rampes), un ordinateur et un afficheur. Le capteur est une roue à aubes rotatives ou une turbine qui produit une impulsion électromagnétique lorsqu'elle est entraînée par le liquide.

Il existe un choix de paramètres affichés. Ce sont notamment le volume dispersé, le volume restant, le taux de dispersion, la superficie couverte et le temps de fonctionnement de la rampe. Lorsqu'ils sont étalonnés, les débitmètres produisent des indications très précises qui peuvent faciliter l'étalonnage à bord de l'aéronef et grandement améliorer la précision et l'uniformité du traitement grâce aux réglages possibles en vol si les conditions l'exigent ou le permettent.

Se reporter aux directives du fabricant du matériel pour l'étalonnage volumétrique des débitmètres avec des liquides autres que l'eau. Il faut installer la bonne cartouche ou la bonne turbine dans les débitmètres munis de cartouches interchangeables correspondant à différentes plages de débits.

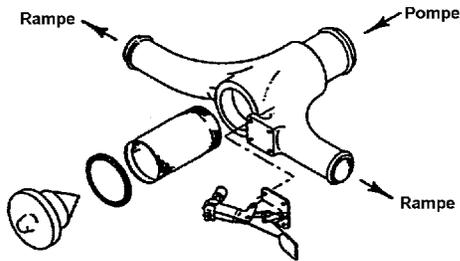
La précision des débitmètres dépend non seulement de l'étalonnage, mais évidemment de leur bonne installation, de leur bon fonctionnement et de leur bon entretien.

Tamis (filtres)

Une bonne filtration protège contre la détérioration de la pompe et l'obstruction des buses. Les tamis doivent être faciles à enlever et à nettoyer, être inspectés régulièrement et être placés en amont de l'indicateur de pression afin de donner une lecture précise de la pression au niveau des buses.

Les tamis ou les filtres sont habituellement situés à trois endroits dans le système. Le plus important est celui de la jonction en « T » à la figure 1, qui est expliquée en détail à la figure 12. Il filtre les particules qui peuvent obstruer les buses et les clapets à cette jonction des circuits entre la pompe et les deux parties de la rampe.

Figure 12. Jonction en « T »



Le filtre (maillage 25-100 USA ou environ 10 à 40 ouvertures par cm) peut être facilement enlevé pour le nettoyage et le maillage peut être modifié pour convenir aux produits à appliquer et aux orifices de la buse. Les plus petits orifices exigent un maillage plus petit pour la protection contre l'obstruction. Il est souhaitable de maintenir le maillage une fraction plus petite que la taille de l'orifice de la buse.

De plus petits filtres sont situés dans chaque buse juste devant l'orifice. Ils constituent le dernier niveau de filtration avant que le liquide n'atteigne les orifices de buse. Ils doivent être nettoyés régulièrement ou lorsqu'on constate l'obstruction d'une buse. Ces filtres sont disponibles en maillage de 24, 50, 100 et 200 mailles au pouce. Certains sont rainurés pour être utilisés avec des poudres mouillables. La mauvaise taille de tamis peut réduire le débit de la buse et créer une pulvérisation inégale. Les mailles du filtre devraient être plus petites que l'orifice de la buse.

Le troisième filtre se trouve au fond du réservoir à l'ouverture de la prise vers la pompe. Ce filtre à mailles non serrées empêche les grosses particules (roche, fer, etc.) de pénétrer dans la pompe et de l'endommager. Habituellement, il s'agit d'un filtre à 50 mailles.

Conduites et raccords

Les conduites et les raccords doivent être résistants à la corrosion, étanches et d'une dimension suffisante pour permettre de produire les débits appropriés avec une résistance minimale. Ils ne doivent pas présenter d'angles aigus pour ne pas gêner le débit et avoir des extrémités à bourrelets si on utilise des tuyaux de raccordement. Pour des raisons de sécurité, tous les points de raccordement devraient être fixés à l'aide d'un double collier de serrage.

La dimension de toutes les canalisations doit être suffisante pour recevoir les plus grands débits prévus. Pour les systèmes atteignant jusqu'à 570 litres par minute (150 gall./min), le tuyau d'aspiration de la pompe devrait avoir un diamètre intérieur de 6,3 cm (2,5 po.) et le tuyau de

refoulement de 5 cm (2 po.) Pour les débits moins élevés et les systèmes de dispersion plus petits, comme ceux utilisés avec les hélicoptères, les dimensions peuvent être réduites.

Les conduites et les raccords doivent être inspectés régulièrement et remplacés au moindre signe de détérioration.

Indicateurs de pression

Les indicateurs de pression doivent être placés à un endroit où ils peuvent être lus facilement par le pilote. Le capteur doit être situé en aval de tous les filtres placés dans les canalisations. Les indicateurs de pression doivent être vérifiés périodiquement pour s'assurer de la précision des lectures.

Rampes de pulvérisation

Les rampes de pulvérisation distribuent le pesticide aux pulvérisateurs dont elles facilitent l'espacement et l'orientation.

Les rampes doivent être faites de matériaux robustes et résistants à la corrosion comme l'acier inoxydable, le laiton ou l'aluminium. Elles ont des formes aérodynamiques profilées ou circulaires avec un diamètre intérieur suffisamment grand pour recevoir le débit optimum. Un diamètre intérieur de 3,8 à 5,0 cm (1,5 à 2,0 po.) convient pour les débits allant jusqu'à 570 litres par minute (150 gallons américains par minute). Les rampes profilées présentent environ le dixième de la traînée des rampes circulaires de même capacité.

Les tarauds des buses sont disposés le long de la rampe, les sections filetées étant élargies pour renforcer le montage des buses. L'espacement habituel est de 15 à 30 cm (6 à 12 po.) Puisque la plupart des ailes vont en montant à partir du fuselage jusqu'à l'extrémité d'aile, les rampes doivent être montées sur la structure de l'aile avec des prolongements spéciaux pour faire en sorte que les rampes soient parallèles au sol.

Tous les points de fixation de la rampe à l'aéronef doivent être solides. Les raccords à la jonction en T doivent être solides et étanches, et à dégageage rapide pour un enlèvement facile. Les rampes devraient aussi être pourvues de bouchons d'extrémité faciles à retirer et sécuritaires pour permettre la vidange complète de l'ensemble du système de pulvérisation.

Atomiseurs

Les atomiseurs fragmentent le liquide à pulvériser en gouttelettes pendant sa dispersion hors du système. Les deux principaux types de atomiseurs utilisés dans les systèmes aériens sont les **buses d'atomiseurs hydrauliques** et les **atomiseurs centrifuges**. Les tableaux du fabricant sont utiles pour choisir la taille, le nombre et l'orientation des pulvérisateurs en fonction du type de gouttelettes et du débit requis (par exemple, litres par minute) pour donner le rendement de pulvérisation total (c'est-à-dire litres par hectare) requis. Se reporter à la section sur le réglage du débit pour la formule de calcul du débit requis en fonction du rendement de pulvérisation requis. Le nombre total de pulvérisateurs nécessaires est en général de 20 à 50 buses hydrauliques ou de 6 à 10 atomiseurs centrifuges.

Le choix du type, de la taille, du nombre et de l'emplacement des atomiseurs sur la rampe de pulvérisation est la plus importante décision à prendre, car il agit sur le nombre de gouttelettes appliquées sur une zone donnée, sur l'uniformité en diamètre des gouttelettes, sur la couverture de la surface traitée et sur le degré de dérive du nuage de pulvérisation.

Types d'atomiseurs

Buses hydrauliques

Ces pulvérisateurs produisent des gouttelettes lorsque le liquide à pulvériser passe sous pression à travers un petit orifice de la buse. Le liquide dispersé par les buses forme une lame de liquide très mince et instable qui se déplace à vitesse élevée relativement à celle de l'air ambiant. L'écart de vitesse donne lieu à un effet de cisaillement entre la lame de liquide et l'air, déchirant rapidement la lame en fines gouttelettes de diamètre variable.

La figure 13 montre les cinq modèles de buses hydrauliques les plus courants. La buse à **jet gazeux ou à jet plein** est utilisée pour les pulvérisations grossières (c'est-à-dire de grosses gouttelettes), par exemple pour l'application des herbicides de type phénoxy. Le diamètre de l'orifice est indiqué par la Spraying Systems Co. en soixante-quatrième de pouce. Donc D2 et D3 sont des orifices ayant des diamètres de 2/64 et de 3/64 de pouce (0,8 mm et 1,2 mm).

La **buse à jet à cône creux** produit un profil de jet en cône creux avec peu de produit de pulvérisation au centre, sinon aucun. La buse est munie d'un élément rotatif à l'arrière de l'orifice qui entraîne le liquide dans un mouvement de rotation afin de produire un large cône de dispersion. Le diamètre du cône dépend de la pression d'utilisation et des dimensions de l'élément rotatif en comparaison de l'orifice. Les numéros d'élément rotatif plus bas (c'est-à-dire 13, 23, 25, 45 et 46 de Spraying Systems Co.) correspondent à de petites ouvertures qui donnent une plus grande vitesse de rotation au jet de pulvérisation, produisant un plus grand angle de cône et une pulvérisation plus fine, à comparer au choix de plus grands éléments. Ces buses sont utilisées couramment pour l'application d'herbicides.

Le clapet obturateur à diaphragme à ressort (figure 14) de la buse à cône creux assure une fermeture étanche et stoppe la pulvérisation. Il se trouve à être couplé au système d'aspiration des liquides vers la pompe. La force du ressort, de 20 à 55 kPa (3 à 8 psi), maintient le clapet obturateur fermé lorsque la rampe est en position fermée, que le robinet de pulvérisation est fermé et qu'il n'y a aucun liquide sous haute pression dans les rampes. Lorsque les rampes sont en position ouverte, le liquide poussé à haute pression par la pompe pénètre dans celles-ci, soulève les diaphragmes, franchit les filtres, est accéléré par les éléments rotatifs et est projeté à l'extérieur par l'orifice des buses.

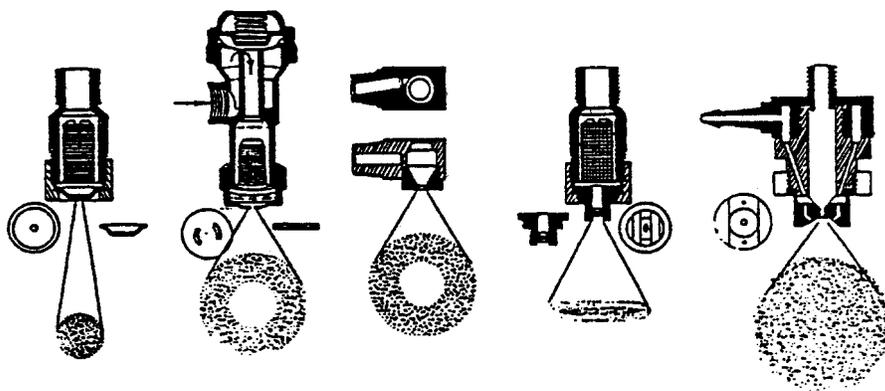
Il existe aussi des **buses à disque** qui utilisent uniquement l'orifice du corps de la buse pour produire un jet plein qui se fragmente par cisaillement dans l'air. La **buse Raindrop** est une buse à disque possédant une chambre de turbulence pour réduire le nombre de fines gouttelettes sujettes à la dérive. Ces buses sont utilisées principalement avec les insecticides et les fongicides.

L'orifice de la **buse sans blocage (cône creux, à admission radiale)** est beaucoup plus grand que celui du modèle à cône creux et à élément rotatif. Le liquide pénètre dans la buse à un angle de 90° par rapport à la paroi intérieure, faisant tourbillonner le liquide. Cette buse n'est pas aussi polyvalente que la buse à cône creux et à élément rotatif en ce qui concerne le diamètre des gouttelettes. Par conséquent, elle n'est pas aussi utilisée.

La **buse à jet en éventail aplati** est grandement utilisée sur les dispositifs de pulvérisation au sol ainsi que pour les applications aériennes à volume réduit. En général, la pression devrait se situer entre 100 kPa et 200 kPa (15 et 30 psi), tout en ne dépassant pas 280 kPa (40 psi). Plus l'angle est grand, plus la pulvérisation est fine. Les fabricants désignent les buses à jet en éventail aplati par des numéros qui indiquent l'angle de pulvérisation en degrés et le débit en GPM (gallons par minute). À titre d'exemple, une buse à jet pinceau 8004 produit un angle de dispersion de 80° et un débit de 0,4 gall./min. (1,5 L/min.); une buse 8005 produit un angle de dispersion de 80° et un débit de 0,5 gall./min. (1,9 L/min.). La buse à jet pinceau produit un profil de pulvérisation en forme d'éventail aplati et est utilisée pour les applications d'herbicides.

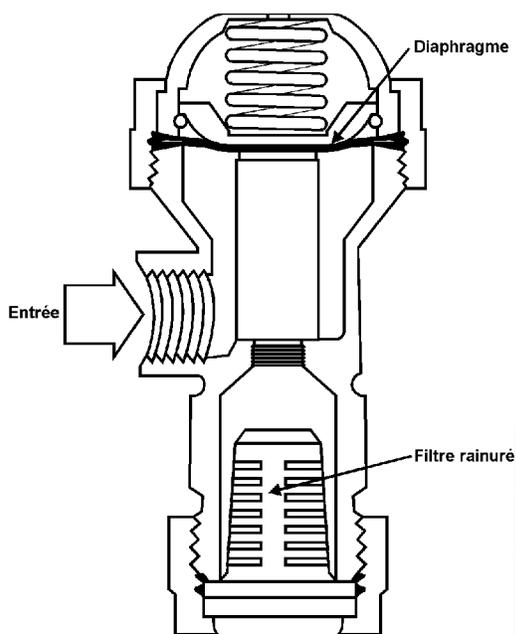
La **buse bifluide** peut donner une pulvérisation très fine, au point de produire de vrais aérosols. Le liquide passe au centre de la buse et deux jets d'air pressent le liquide des deux côtés, produisant une dispersion très fine et de forme conique (jusqu'à un DVM de 15 à 25 µm). Toutefois, l'orifice est si petit que l'obstruction des buses pose un grave problème.

Figure 13. Types de buses hydrauliques



Buses hydrauliques. De gauche à droite : *a)* buse à jet gazeux ou à jet plein pour la dispersion de grosses gouttelettes et à faible dérive; *b)* buse à jet creux utilisée le plus souvent, montrant l'élément rotatif et utilisant un orifice semblable à celui de *a)* (noter aussi le clapet obturateur à diaphragme à ressort); *c)* buse à jet en cône creux à admission radiale; *d)* buse à jet en éventail; *e)* buse bifluide (air et liquide) utilisée pour produire des aérosols.

Figure 14. Vue en coupe d'une buse



Pour une buse hydraulique donnée, le diamètre des gouttelettes diminue à mesure que la pression dans la rampe augmente et à mesure que le diamètre de l'orifice diminue. Il varie aussi en fonction de l'orientation de la buse par rapport à l'écoulement d'air (figure 15); il diminue progressivement à mesure qu'on fait basculer l'orifice de la buse, tourné vers l'arrière initialement, jusqu'à l'amener face à l'écoulement d'air dans un mouvement de 180°.

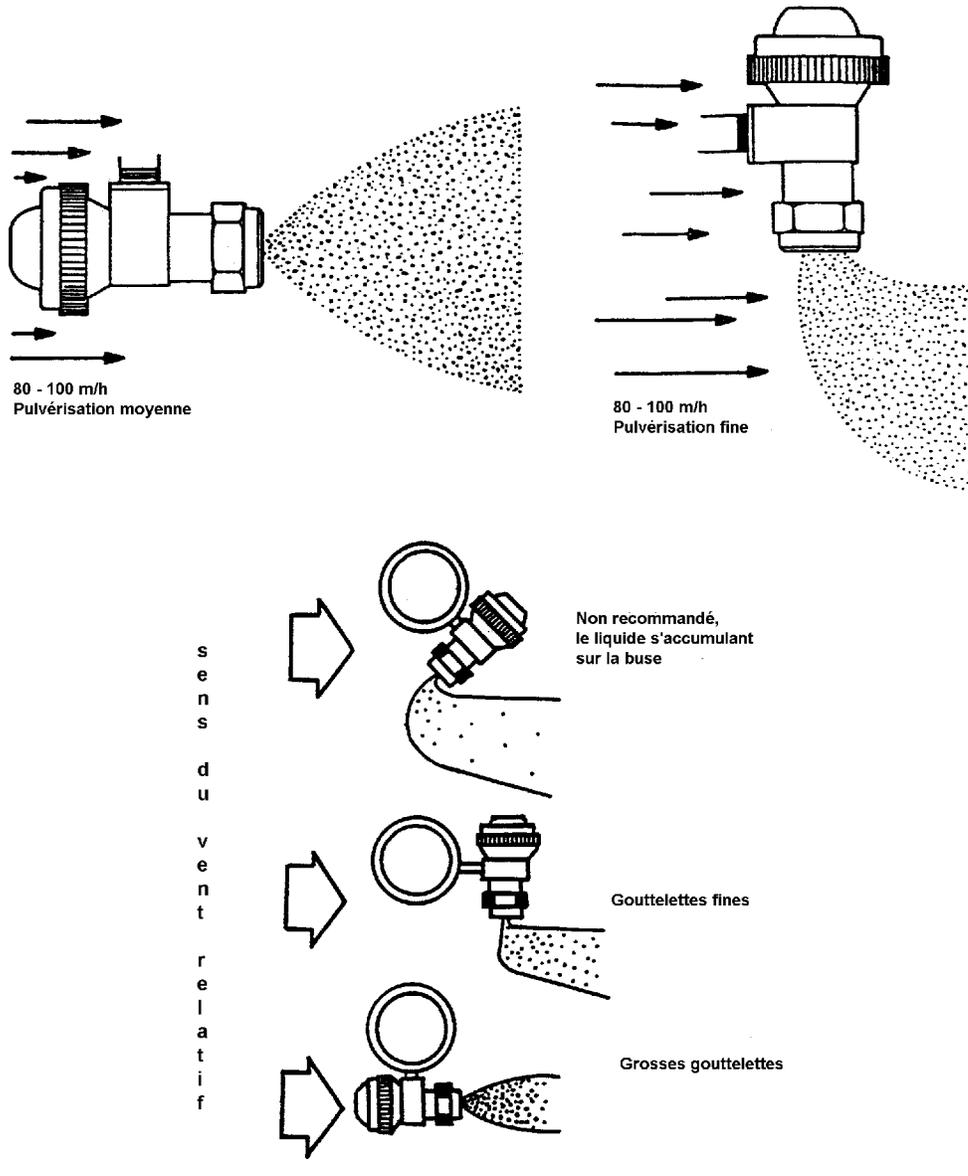
L'orifice des buses doit être vérifié régulièrement afin de déceler tout signe d'usure et les buses doivent être remplacées lorsqu'elles produisent un profil de pulvérisation déformé ou dépassent de 15 % leur débit nominal (établi pendant l'étalonnage). Une vérification visuelle des buses en vol ou pendant un essai au sol permettra souvent de déceler les éléments dispositifs qui fonctionnent mal ou qui sont usés et qui doivent être remplacés.

L'usure de la buse augmente avec l'utilisation de préparations pesticides plus abrasives, avec des pressions d'utilisation plus élevées et avec un diamètre d'orifice plus étroit. En général, plus le matériau de la buse est résistant, plus celle-ci durera longtemps. Le laiton est l'un des matériaux de buse les moins résistants et la céramique, l'un des plus résistants. D'autres matériaux tels que l'acier inoxydable et les plastiques ont des caractéristiques intermédiaires. Ne pas oublier que les buses en laiton s'usent très rapidement, au point où le débit augmente de 10 % après seulement 10 heures de fonctionnement avec des pesticides abrasifs comme les poudres mouillables.

Les tableaux des fabricants fournissent les dimensions et le nombre de buses requis pour obtenir le diamètre de gouttelettes, l'angle de pulvérisation et le débit total voulu. Il faut choisir les buses qui conviennent pour maximiser l'efficacité de la pulvérisation. Choisir les types de buse qui fournissent aussi le bon débit et le bon diamètre de gouttelettes à une pression donnée. Le

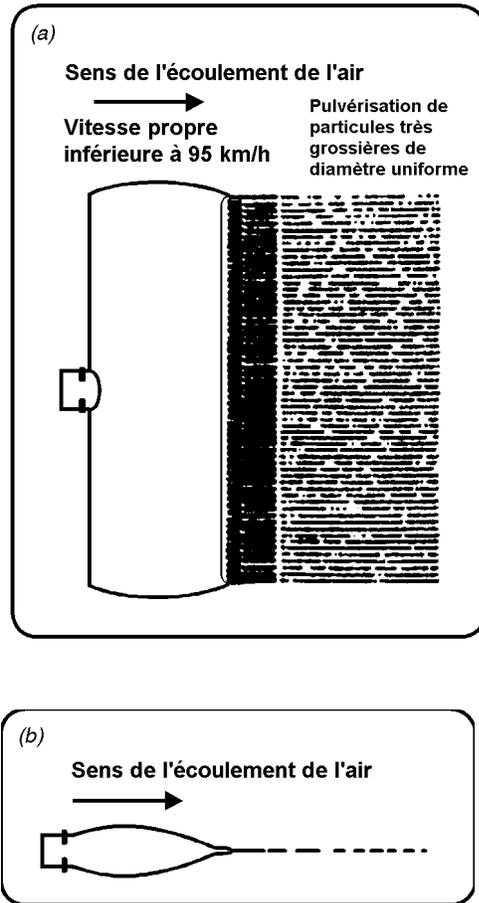
diamètre choisi des gouttelettes doit assurer une couverture adéquate tout en réduisant la dérive du nuage de pulvérisation au minimum.

Figure 15. Orientation des buses vers grosseur des gouttelettes



La **buse Microfoil** (figure 16) est un autre modèle de buse hydraulique utilisé surtout sur les hélicoptères. Elle est conçue pour produire de grosses gouttelettes avec un potentiel de dérive relativement peu élevé. La buse produit des gouttelettes allant de 800 à 1000 μm , pourvu que la vitesse propre ne dépasse pas 96 km/h (60 m/h).

Figure 16. Buse Microfoil



(a) Buse Microfoil
 (b) Vue de côté de la buse

Atomiseurs centrifuges

Parmi les nombreux modèles de atomiseurs centrifuges (y compris les disques tournants et les brosses), deux sont surtout utilisés aujourd'hui : Micronair¹ (figure 17) et Beecomist². Ils servent principalement aux pulvérisations d'insecticides en forêt à ultra bas volume, qui exigent de fines gouttelettes, et aux pulvérisations d'herbicides et de fongicides.

¹Marque enregistrée de Micronair Limited

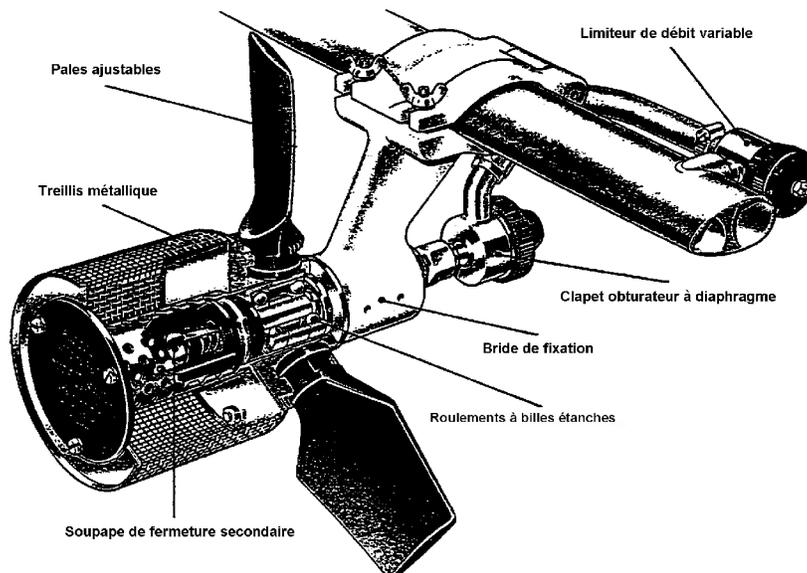
²Marque enregistrée de Beecomist Systems Inc.

Ces deux pulvérisateurs possèdent un treillis métallique (une cage) qui tourne à haute révolution autour d'un arbre central creux. Les gouttelettes de pulvérisation se forment lorsque le liquide éjecté par l'arbre central creux vient heurter le treillis métallique en rotation. Contrairement aux pulvérisateurs hydrauliques, la pression dans la rampe est sans effet sur le diamètre des gouttelettes. Celui-ci est plutôt lié à la vitesse de rotation du treillis métallique : plus la vitesse est élevée, plus les gouttelettes sont petites. Un net avantage des pulvérisateurs centrifuges, en comparaison des buses hydrauliques, est qu'ils produisent une plage limitée de diamètres de gouttelettes. Il faut toutefois s'assurer de ne pas dépasser les débits recommandés puisque l'inondation des cages produira des gouttelettes de diamètre inégal.

Le pulvérisateur Micronair est actionné par entraînement à l'air. *Le diamètre des gouttelettes dépend donc de l'angle des pales ajustables de l'hélice et de la vitesse propre de l'aéronef.* Grâce à la réduction de leur poids et de leur traînée, les modèles Micronair récents (c'est-à-dire AU5000 et AU7000) peuvent être installés directement sur une rampe de pulvérisation standard sans autre modification de structure, le montage habituel comprenant de 6 à 12 dispositifs.

Le pulvérisateur Beecomist est entraîné par un moteur électrique ou hydraulique, ce qui permet d'ajuster les tours par minute au besoin. La vitesse de rotation et le diamètre des gouttelettes ne sont pas influencés par les variations de la vitesse propre de l'aéronef. Le pilote doit toutefois garder en tête que les unités Beecomist sont relativement lourdes comparativement aux Micronair. Il doit aussi veiller à ce que le système électrique de l'aéronef n'est pas surchargé par ces unités Beecomist.

Figure 17. Atomiseur de type Micronair



Avantages des pulvérisateurs centrifuges

- Les dispositifs produisent une plage limitée de diamètres de gouttelettes sur une large gamme de diamètres de gouttelettes et de réglage de débit (consulter la figure 36 de ce chapitre);
- Le nombre de dispositifs à entretenir est moindre par rapport aux montages avec buses hydrauliques.

Inconvénients des pulvérisateurs centrifuges

- **Coût initial élevé;**
- **Traînée en vol grandement accrue;**
- **Entretien plus intensif;**
- **Dérive accrue.**

Systèmes de dispersion de matières sèches

Les éléments de dispersion de granulés comprennent :

- **les trémies;**
- **les épandouses.**

Trémies

Les trémies sont habituellement intégrées à la cellule. Elles doivent être hermétiques pour empêcher les matières de s'échapper et de contaminer le poste de pilotage. Pour leur application, une ouverture réglable au bas de la trémie permet aux granulés de s'écouler dans l'épandouse. Une paroi en plan incliné assure des débits constants.

Épandouses pour avions

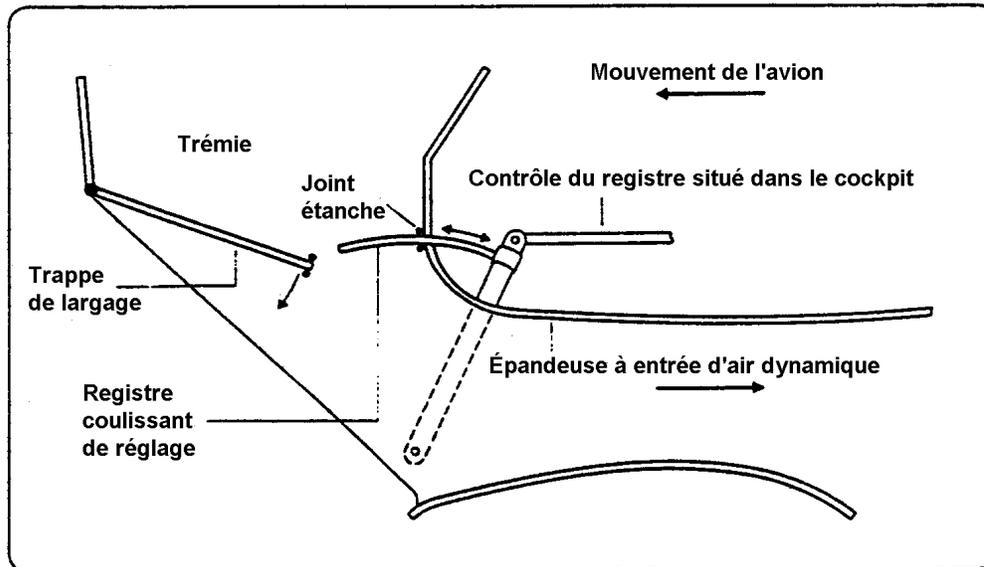
L'épandouse à entrée d'air dynamique est un exemple d'un système de dispersion de matières sèches utilisé sur les avions. L'ouverture de l'obturateur de la trémie laisse tomber les matières sèches dans un dispositif d'épandage cannelé qui est placé sous le train principal. L'air circulant dans ce dispositif disperse les matières sèches, des ailettes réglables entraînant une action d'épandage latérale pour obtenir de plus grandes largeurs de traitement par bandes et un profil de dépôt réglable.

Un registre de trémie dose le débit selon son degré d'ouverture. Il sert aussi à arrêter et à déclencher le débit. Habituellement, une butée réglable équipe la manette de contrôle du registre dans le poste de pilotage, ce qui permet de l'ouvrir jusqu'au débit prescrit.

Une doseuse (figure 18) décrivant un arc de cercle à grand rayon et couvrant l'ouverture maximale du registre de trémie doit être intégrée et porter des ouvertures rainurées qui correspondent aux positions des ailettes de l'épandouse. Chaque rainure devrait mesurer environ 1,5 cm, afin de régler les débits avec grande précision, peu importe l'ouverture du registre. À des

débites moins élevés, les matières peuvent ne pas être dispersées d'une manière qui fournit une couverture adéquate car les granulés ne s'écoulent pas librement. Si des faibles débits sont requis, le pilote devrait déterminer le débit le plus bas qui peut être appliqué efficacement avec ce matériel.

Figure 18. Vue en coupe d'une épandeuse à entrée d'air dynamique (d'après FAO, 1974).



Il faudra peut-être modifier l'évent d'une trémie standard pour former une buse d'admission d'air tournée vers l'avant et ayant un diamètre d'au moins 7,5 cm. Ainsi, la pression demeure uniforme dans la trémie hermétique à mesure que la charge diminue, ce qui assure un débit constant des matières sèches. En modifiant ainsi l'évent, on augmente le débit potentiel comparativement à un évent classique.

Épanduses pour hélicoptères

Les systèmes de dispersion de matières sèches pour hélicoptères qui sont souvent utilisés comprennent un cône rotatif ou des tubes ou tuyaux rotatifs pour pulvériser les solides dans une bande d'aspersion satisfaisante. Le système de tube rotatif est habituellement électrique et fixé sur l'aéronef ou à l'intérieur de celui-ci. Les solides peuvent être dispersés à partir de bennes élinguées, généralement avec une roue à ailette alimentée par un petit moteur à essence ou par un dispositif hydraulique. Un autre modèle de dispersion de granulés peut être fixé aux réservoirs cintrés ou aux bennes élinguées à fonds de trémie divisés. Un dispositif de dosage à tambour rotatif verse une quantité mesurée de produits dans une rampe courte activée par un courant d'air de 225 km/h. La dispersion uniforme est obtenue en positionnant bien les goulottes de décharge et en ajustant les déflecteurs plus loin sur la rampe.

Systèmes de navigation et de positionnement de la bande de traitement

Pour obtenir une couverture uniforme et précise, le pilote doit bénéficier d'un moyen de guidage de manière à ce que tous les passages soient parallèles et que les bandes aient l'espacement latéral requis. La précision requise varie selon la nature du traitement. Pour obtenir des résultats optimaux, les traitements par application de granulés ou par pulvérisation grossière à profil de bande assez étroit et à grande densité doivent être faits avec beaucoup de précision. La pulvérisation à UBV se fait habituellement sur une plus grande largeur de bande de traitement et elle peut être moins précise.

Idéalement, toutes les bandes de traitement sont alignées à une distance égale à la largeur efficace de bande. Un espacement inférieur ou supérieur donnera lieu à l'application d'une trop forte dose ou d'une dose insuffisante, respectivement. Un certain nombre de méthodes peuvent être utilisées pour obtenir un espacement égal des bandes de traitement en application aérienne.

Accidents de terrain

Pour un pilote d'expérience, les repères au sol comme les arbres, les poteaux, les grosses roches, les plaques de sol dénudé et les fondrières peuvent permettre d'obtenir un positionnement visuel étonnamment précis de la bande de traitement. Le principal avantage des repères naturels est leur visibilité en raison de leur grande taille. Le pilote n'a pas à attendre l'arrivée des préposés à la signalisation ou il n'est pas embêté dans son travail par le mauvais fonctionnement d'un signaleur automatique.

Il importe de souligner que, dans des situations où le positionnement de la bande de traitement doit être très précis (défanage, ensemencement, etc.), les repères au sol doivent être utilisés avec beaucoup de discernement.

Un même point de repère peut servir pour plus d'une bande de traitement. Par exemple, si l'une d'elles est centrée directement sur un arbre, la ligne médiane de la bande de traitement contiguë serait à une largeur de bande de la précédente. Il faut être prudent en utilisant un même repère naturel pour plus de deux bandes d'aspersion puisque l'espacement devient inévitablement plus mince à mesure qu'on s'éloigne du repère.

Lorsque la trajectoire de vol est parallèle aux rangs de culture, l'utilisation d'un seul repère pour chaque passage suffit. Lorsqu'on travaille perpendiculairement aux rangs de culture, il faut cependant choisir au moins deux points de référence pour s'assurer que la bande de traitement est orientée correctement.

Systèmes de positionnement global (GPS)

L'installation d'un système de positionnement global (GPS) à bord des aéronefs utilisés pour les applications aériennes de pesticides devient peu à peu la norme de l'industrie. Il est généralement reconnu que le guidage fourni par le GPS est supérieur à celui obtenu à partir d'autres méthodes.

Le récepteur GPS recueille l'information à partir d'une constellation de satellites et, par triangulation, l'ordinateur à bord détermine la position de l'aéronef avec moins de 1 m de précision. Les systèmes sont polyvalents et peuvent être utilisés de différentes façons pour guider les opérations. Le pilote peut entrer les données correspondant aux limites de la surface à traiter et les lignes de vol dans l'ordinateur avant le décollage. Il peut aussi, par exemple, suivre le bord d'un champ pour la première ligne de vol et demander à l'ordinateur de tracer une série de lignes parallèles ayant un espacement donné qui couvriront la parcelle à traiter. Dans tous les cas, la parcelle est survolée en suivant les directives affichées à l'écran dans le poste de pilotage.

Signaleur automatique

Le « signaleur automatique » est un dispositif monté près du fuselage d'un aéronef qui éjecte des banderoles de papier lestées à une extrémité avec un morceau de carton. Le déclenchement est activé par un bouton sur le manche à balai. (La banderole est biodégradable et ne présente pas de danger écologique.) Pour le pilote d'expérience, le signaleur automatique peut devenir une méthode très précise de positionnement de la bande de traitement.

L'utilisation de signaleurs automatiques présente plusieurs avantages. Le pilote ne dépend pas de la présence ou de la précision des préposés à la signalisation. L'utilisation de signaleurs automatiques élimine aussi tout danger possible de contamination par des pesticides des préposés à la signalisation.

Préposés à la signalisation (signaleurs)

Dans certaines juridictions, les préposés à la signalisation jouent encore un rôle important dans les opérations agricoles. Ils simplifient considérablement le travail du pilote et contribuent à la sécurité et à l'efficacité du programme.

Les préposés à la signalisation bien formés peuvent fournir non seulement un positionnement très précis de la bande de traitement au pilote, mais ils peuvent aussi :

- signaler les dangers ou les secteurs vulnérables;
- confirmer que le produit appliqué atteint la culture et surveiller les conditions propices à la dérive;
- effectuer une vérification de sécurité du secteur pour s'assurer avant le traitement qu'il n'y a personne;
- accomplir une fonction de relations publiques très utile puisqu'ils sont sans doute les membres de l'équipe qui s'adresseront directement aux propriétaires ou à d'autres témoins;
- prêter assistance au pilote en cas d'accident.

Les préposés à la signalisation doivent être très visibles pour le pilote. Il leur suffit habituellement de porter des combinaisons blanches très voyantes (le type jetable maintenant disponible est idéal) ou d'agiter des fanions montés à l'extrémité de longues perches. Le mouvement du fanion ou des bras au-dessus de la tête aide grandement le pilote à déterminer la position du préposé à la signalisation lorsqu'il se prépare à effectuer un passage.

Pour commencer, le préposé à la signalisation devrait se placer, à partir de la limite du champ, à une distance égale à une fois et demie la largeur de la bande de traitement. Cela indique au pilote où se trouve le centre de la deuxième bande de traitement (les limites du champ fournissent une référence pour le premier passage). Pour chaque passage suivant, le préposé remonte contre le vent à une distance égale à la largeur efficace de la bande de traitement.

Il est essentiel que les préposés à la signalisation puissent indiquer les distances de façon précise. Il faut beaucoup d'expérience pour arpenter avec précision une largeur de bande (où un certain nombre de pas représente la largeur d'une bande de traitement) avant d'obtenir des résultats constants. L'utilisation d'un cordon gradué dans le champ fournira des espacements très précis, mais ce système peut être très encombrant. Il pourrait aussi être difficile de marquer la distance au pas sur des terrains cahoteux ou s'il faut contourner des arbres ou d'autres obstacles.

Puisque la longueur de la foulée des individus varie, chaque préposé à la signalisation doit déterminer le nombre de foulées requis pour une largeur de bande donnée en comparant le résultat à une distance mesurée. Cette pratique est particulièrement importante lorsqu'on fait appel à des préposés sans expérience.

Les véhicules tout-terrain ou les petites motocyclettes peuvent être utilisés pour assurer un marquage précis. En outre, ils confèrent plus de mobilité aux préposés, comparativement à la marche. Un moyen simple d'établir la bonne distance de bande est de tracer un point de référence sur la roue avant avec de la peinture aérosol blanche. Il suffit alors de compter le nombre de tours de roue pour obtenir la largeur de bande souhaitée.

Autres types de systèmes de positionnement

Les autres types de systèmes de positionnement ou de signalisation comprennent :

- L'aéronef indicateur – un aéronef avec un navigateur à bord dirige un groupe d'appareils qui appliquent le traitement en suivant des lignes de traitement parallèles et successives (courant en foresterie);
- L'aéronef de repérage – un aéronef (habituellement un hélicoptère) se place à une extrémité d'une parcelle ou au centre d'un grand bloc de traitement. Un navigateur à son bord dirige l'appareil qui applique le traitement sur les lignes de vol et indique quand mettre en marche ou arrêter les rampes;
- Le balisage électronique – un système de triangulation électronique avec transpondeurs au sol et un écran d'habitacle fournit un guidage en parallèle axé sur les lignes médianes;
- Le générateur de fumée – l'injection d'huile dans le collecteur d'échappement du moteur produit une fumée épaisse permettant au pilote de marquer la ligne de vol en fonction des accidents de terrain et indique les conditions de vent;
- Les ballons repères : les équipes au sol posent des ballons pour indiquer les lignes médianes des bandes de traitement et les limites de la zone (courant en foresterie).

Exercices - Systèmes d'application

Aéronefs

1. Donner un avantage de l'hélicoptère sur l'avion en ce qui regarde la distribution du produit pulvérisé.

Systèmes de dispersion aéroportés et leurs composantes

1. Un système de dispersion est un dispositif qui libère le pesticide et le distribue sur une bande de traitement suivant la trajectoire de vol.

Vrai Faux

2. Un système de dispersion doit être bien étalonné au début d'une opération et ne doit plus demander de surveillance.

Vrai Faux

3. Les trémies et les réservoirs doivent être bien aérés pour éliminer la possibilité d'un affaissement.

Vrai Faux

4. Les débitmètres doivent être munis d'un capteur situé juste en amont du robinet de pulvérisation.

Vrai Faux

5. Un clapet obturateur à fermeture étanche dans la buse empêche la fuite de gouttelettes de pesticide dans l'atmosphère lorsque la rampe ne fonctionne pas.

Vrai Faux

6. Le filtre le plus important est situé à la jonction en " T " entre la pompe et les deux sections de la rampe.

Vrai Faux

7. Le maillage des tamis de buse doit être plus serré que celui des tamis installés en ligne.

Vrai Faux

8. Un diamètre intérieur de la rampe de 3,8 à 5,0 cm est suffisant pour un débit de 190 litres par minute.

Vrai Faux

9. Le tuyau d'aspiration de la pompe doit avoir un diamètre intérieur de 6,3 cm (2,5 po.) et le tuyau de refoulement un diamètre intérieur de 5 cm (2 po.) pour les systèmes à haut volume allant jusqu'à 570 L/min (150 gall./min).

Vrai Faux

10. Les débitmètres sont étalonnés par les fabricants.

Vrai Faux

11. La pompe doit être montée sous le niveau du fond du réservoir.

Vrai Faux

12. La pression d'utilisation ne doit pas dépasser 60 lb/po² et la pression inférieure normale doit être maintenue à 20 lb/po².

Vrai Faux

13. L'inconvénient de la pompe entraînée par hélice est la traînée importante qu'elle occasionne.

Vrai Faux

14. Les buses hydrauliques à jet brouillard ne peuvent pas être considérées comme des pulvérisateurs car elles produisent des gouttelettes relativement grosses.

Vrai Faux

15. Le diamètre des gouttelettes produites par une buse hydraulique diminue lorsque la pression dans la rampe augmente et lorsque le diamètre de l'orifice de la buse diminue.

Vrai Faux

16. Les buses en laiton sont moins susceptibles que les buses en plastique à l'usure par abrasion causée par les préparations de poudre mouillable.

Vrai Faux

17. La pression dans la rampe n'influe pas sur le diamètre des gouttelettes produites par un pulvérisateur centrifuge.

Vrai Faux

18. Le diamètre des gouttelettes produites diminue avec la vitesse de rotation des pulvérisateurs centrifuges.

Vrai Faux

19. Dans un système de dispersion de matières sèches pour avion, le débit d'air (qui est fonction de la vitesse propre) dans l'épandeur disperse le produit.

Vrai Faux

Systèmes de navigation et de positionnement de la bande d'aspersion

1. Les accidents de terrain comme les arbres et les grosses pierres peuvent fournir un positionnement précis de la bande d'aspersion.

Vrai Faux

2. Un signaleur automatique élimine tout danger de contamination des préposés à la signalisation par les pesticides.

Vrai Faux

3. Les préposés à la signalisation (signaleurs) doivent se déplacer sous le vent à chaque passage successif de l'aéronef pendant le traitement d'un champ.

Vrai Faux

4. Les préposés à la signalisation doivent non seulement voir à ce que le produit pulvérisé atteigne la culture, mais ils doivent veiller aussi à la sécurité du pilote et des passants.

Vrai Faux

5. Puisqu'il importe de marquer avec précision les distances, les préposés à la signalisation doivent être bien formés à utiliser le matériel qui peut réduire les risques d'une erreur humaine.

Vrai Faux

Section 2 — Méthodes d'application

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure de :

- décrire les procédures de vol pertinentes aux traitements aériens;
- décrire les facteurs qui influent sur les caractéristiques de la bande de traitement;
- décrire des moyens de déterminer les caractéristiques de la bande d'aspersion de liquides et celles de la bande d'application de granulés.

Introduction

Dans la présente section, nous passons en revue des méthodes d'application efficaces de pesticides. Les pilotes appliquant des pesticides par traitement aérien doivent tous connaître les facteurs qui influent sur la bande de traitement, par conséquent sur l'uniformité de l'application. Nous abordons aussi les moyens de déterminer les caractéristiques de la bande de traitement.

Généralités

Voici un aperçu des directives et des exigences relatives aux traitements quotidiens par application aérienne.

Premier vol de la journée

- Il faut absolument effectuer une vérification extérieure complète de l'appareil avant le premier vol de la journée.
- Il faut prendre une charge légère au premier décollage, surtout si on utilise une nouvelle piste.
- Il faut lancer le moteur de l'aéronef assez tôt pour bien le réchauffer, surtout par temps froid.
- Il faut informer de manière détaillée le préposé au mélange et au chargement des opérations de la journée.

Exigences organisationnelles

- Le pilote doit posséder au moins deux bordereaux de travail, lorsque cela est possible, au cas où les conditions ne lui permettent pas de traiter la première zone prévue.

- Il faut élaborer des normes « d'autorisation ou d'interdiction d'opérer » adaptées aux opérations et tenant compte des éléments suivants :
 - conditions météorologiques;
 - proximité de zones vulnérables;
 - risques d'accident;
 - limites du personnel (c.-à-d. fatigue, degré d'expérience, etc.).
- Pour les applications en milieu forestier, il faut peut-être effectuer un vol de reconnaissance au-dessus de la zone à traiter.
- Il ne faut pas entreprendre ou poursuivre un traitement s'il existe le moindre doute concernant la zone à traiter ou l'efficacité de l'opération.
- Il faut établir des communications uniformes et directes entre tous les employés (tant au bureau que sur le terrain). Il est particulièrement important que le pilote ou le chef de l'équipe au sol soit tenu constamment au courant de tout changement (conditions météorologiques, bordereau de travail, etc.) susceptible de menacer la sécurité ou de nuire à l'efficacité du traitement.
- À la fin de la journée, il faut voir à ce que le matériel soit nettoyé, disponible et prêt à être utilisé la journée suivante.

Exigences en route

- Le pilote doit noter mentalement les repères locaux afin d'accélérer le retour vers la zone de traitement;
- Il faut éviter de survoler les zones habitées;
- Il faut voler à au moins 500 pieds (150 m) au-dessus de tous les obstacles;
- Il faut utiliser le temps de vol en route pour s'assurer que l'aéronef fonctionne bien.

Exigences à l'arrivée dans la zone à traiter

- Il faut vérifier les limites de la zone ciblée;
- Il faut vérifier qu'il n'y a pas de cultures avoisinantes vulnérables;
- Il faut s'assurer qu'il n'y a ni dangers, ni aucune personne non autorisée, ni trafic, ni animaux domestiques, ni animaux sauvages, etc. dans le secteur à traiter, en confirmant avec le personnel au sol lorsque cela est possible;
- Il faut vérifier les instruments moteur de l'aéronef avant d'entreprendre les passages de pulvérisation.

Directives concernant le traitement d'un champ

- Il faut travailler avec un vent latéral lorsque cela est possible, en se déplaçant contre le vent quand on passe à la bande d'aspersion suivante afin d'éviter de traverser un nuage de gouttelettes en suspension;
- Il faut voler parallèlement aux rangs de culture dans la plus grande mesure possible;
- Il faut être prudent en volant face au soleil;
- Il faut s'assurer constamment que la quantité appliquée correspond à la superficie couverte.

Exigences applicables au retour à la zone de chargement

- Il faut garder une trajectoire régulière, en faisant attention aux autres aéronefs;
- Lorsque plusieurs aéronefs opèrent en même temps, il faut établir des procédures d'atterrissage et de décollage, et les respecter;
- Dans le cas des avions, il faut prévoir une distance d'immobilisation amplement suffisante lors de l'atterrissage en direction de la zone de chargement. Cela est particulièrement important lorsque l'atterrissage se fait avec le vent;
- Il faut respecter des vitesses de roulage sécuritaires, surtout dans la zone de chargement.

Directives concernant l'atterrissage et le décollage

- Il faut s'assurer que la zone d'atterrissage et les zones d'approche et de départ conviennent;
- Il faut utiliser des charges réduites jusqu'à ce que le comportement au décollage sur la piste soit bien connu;
- Il faut veiller à ce que le matériel de mélange et de chargement se trouve à une distance sécuritaire des zones de décollage et d'atterrissage.

Exigences concernant le nettoyage du matériel d'application des pesticides

- Bien rincer le matériel de traitement en faisant circuler de l'eau propre ou un diluant dans la pompe, la rampe et les buses ou l'épandeur de granulés;
- Vérifier l'usure des pièces après le rinçage à l'eau et les remplacer au besoin;
- Éliminer les rinçures en se conformant aux règlements provinciaux et aux directives figurant sur l'étiquette. Le rinçage peut ne pas être requis tous les jours;
- Décontaminer le pulvérisateur lorsqu'on passe à un autre type de pesticide. Les méthodes de décontamination varient en fonction du pesticide utilisé. Consulter l'étiquette ou s'adresser au représentant du fabricant pour des recommandations spécifiques.

Techniques d'application

Profils d'application

Le traitement d'un champ peut être comparé à la peinture d'un mur. La superficie est en grande partie couverte par de longs traits parallèles, se chevauchant légèrement sur les bords. Les zones spéciales comme les bordures et les angles sont peintes par petits traits perpendiculaires au reste.

Les circuits de type **hippodrome** ou en **navette** (figures 19 et 20) sont les plus utilisés pour traiter des bandes successives afin d'obtenir une couverture uniforme de la zone traitée. Le premier passage se fait à l'extrémité du champ située du côté aval sous le vent, à une distance égale à la moitié d'une bande de traitement s'il n'y a pas de vent. Le pilote s'aligne sur cette extrémité du champ située du côté sous le vent, descendant à la hauteur de traitement et en ouvrant le robinet de pulvérisation pour le premier passage (figure 21). L'alimentation des rampes est coupée avant que l'appareil ne remonte pour éviter des obstacles, ce qui laisse une mince bande à traiter lors de passages parallèles aux obstructions.

Figure 19. Circuit de type hippodrome

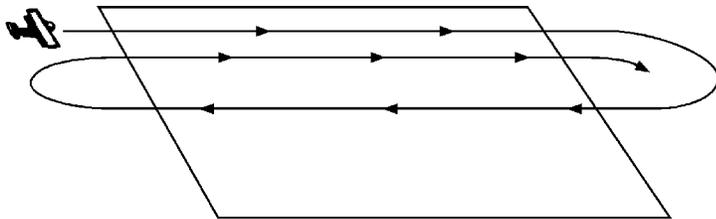


Figure 20. Circuit en navette

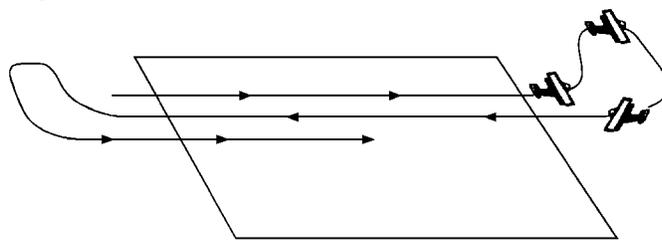
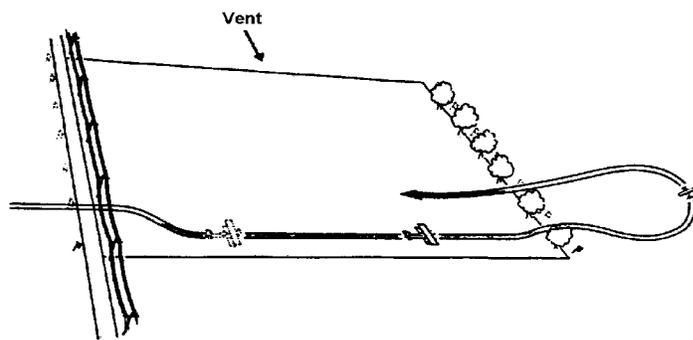


Figure 21. Premier passage le long de la bordure du champ



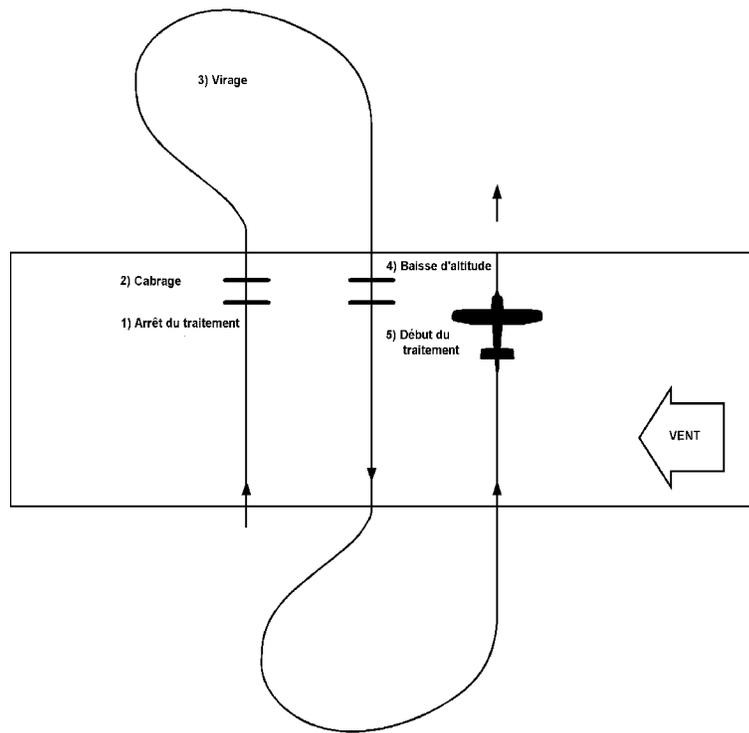
Pour le circuit de type hippodrome, le champ est divisé en deux et la couverture se fait comme il est indiqué dans le diagramme. Il est suggéré de laisser tomber des banderoles pendant le premier passage au centre du champ pour délimiter la zone traitée à mesure que l'application se poursuit à partir du bord sous le vent. Le « mode hippodrome » est utilisé dans les champs de grandes dimensions ou dans le cas de deux zones séparées où des passages successifs alternent d'un endroit à l'autre (comme dans la culture en bande) et où on peut effectuer un virage à 180° pour aligner sans danger l'aéronef pour le traitement de la bande suivante. Ce circuit est beaucoup moins fatigant à suivre que le circuit en navette car il ne comporte pas de renversement du virage. Le pilote peut facilement et constamment apercevoir la bande suivante en effectuant un virage large.

Avec le circuit en navette, les bandes successives sont contiguës et un virage conventionnel est effectué à la fin de chaque bande. Ce circuit est utilisé principalement sur les champs moins larges et en milieu forestier.

Demi-tour (virage conventionnel)

La figure 22 montre le virage conventionnel utilisé pour changer de direction de 180° en vue de passer à la bande suivante, pour éviter tout obstacle et pour donner au pilote une altitude suffisante afin qu'il puisse aligner l'aéronef pour le passage suivant. Cette manœuvre cruciale est répétée constamment pendant les traitements aériens. Elle doit être effectuée avec précaution.

Figure 22. Le demi-tour (virage conventionnel)



Le pilote coupe l'alimentation des rampes juste avant un cabrage prononcé (non pas brusque) de façon à monter de 50 ou 100 pieds. Une fois à une distance sécuritaire de tous les obstacles, le nez de l'appareil est abaissé et le pilote effectue un virage sous le vent à 45° en s'éloignant du passage suivant. Le but est d'avoir assez d'aire de virage pour compléter le virage et se placer sur la bande suivante.

Le temps consacré au virage pour s'aligner sur l'autre bande dépend de l'espacement des bandes et du taux de virage sécuritaire. L'étroitesse des bandes, une très lourde charge ou un vent très léger prolongent le temps de virage requis pour s'aligner sur la bande suivante.

Avec un avion, le pilote remet l'appareil en vol horizontal et effectue un virage inverse de 225° afin d'aligner correctement et de positionner l'appareil en douceur en vue du passage suivant. Avec l'hélicoptère, la procédure est quelque peu différente. S'il faut exécuter une manœuvre brusque, il vaut mieux contourner et se reprendre. Un virage sécuritaire face au vent exige plus de temps et d'espace.

Le virage n'est pas une manœuvre de spectacle aérien. Les renversements et autres manœuvres semblables sont très dangereux. Les rapports d'accident mentionnent souvent les décrochages dans un virage conventionnel résultant de plusieurs facteurs. Pendant le cabrage et le virage, l'aéronef est exposé à une forte traînée et se déplace à faible vitesse, ce qui réduit la marge de sécurité séparant le vol sécuritaire et le décrochage. On a aussi tendance à regarder derrière pendant la première partie du virage ce qui peut désorienter le pilote. Les pilotes peuvent aussi précipiter les virages afin de réduire le temps de virage non productif.

Le but est d'effectuer un virage uniforme puisque non seulement cela réduit-il la fatigue du pilote, mais les virages sécuritaires permettent aussi de vérifier le niveau dans le réservoir, les jauges de l'aéronef et les systèmes de dispersion, et de confirmer que les doses appliquées sont les bonnes. Lorsque cela est possible, **le pilote devrait aussi éviter les virages au-dessus des résidences, des bâtiments agricoles, du bétail, des eaux libres, des zones sans pesticides ou de toute autre zone vulnérable.**

Angles d'entrée et de sortie

Les angles d'entrée et de sortie doivent être sécuritaires et uniformes (égaux) pour assurer la sécurité du pilote et pour prévenir les irrégularités à la fin des passages contigus. Avec un aéronef lourdement chargé, les cabrages prononcés et les entrées à angle élevé peuvent provoquer un décrochage.

Passage de finition d'une zone traitée

Lorsque les angles d'entrée et de sortie sont uniformes, des bandes aux extrémités du champ à l'entrée et à la sortie demeureront non traitées. Le passage de finition consiste simplement à survoler ces bandes perpendiculairement aux passages normaux pour traiter les zones manquées à l'entrée et à la sortie ou lors du survol des obstacles avec les rampes hors fonction, ou encore pour effectuer le traitement le long de zones vulnérables. Il importe de survoler à nouveau le secteur pour déceler les obstacles avant d'effectuer les passages de finition car, en raison de la nouvelle direction du vol, des obstacles qui ne représentaient pas un danger auparavant peuvent causer d'importants problèmes.

Les bandes non traitées à chaque extrémité du champ peuvent aussi être traitées en premier, et la bande de finition peut être indiquée par le largage de balises. Cela aide à évaluer le travail à effectuer en fonction du pesticide restant pour traiter le reste du champ, car il n'est plus nécessaire de prévoir la quantité qu'il faut pour la finition. Toutefois, si la finition est difficile en raison des obstacles, il vaut mieux attendre que l'aéronef soit plus léger et plus maniable. Le pilote doit tenir compte de la charge requise pour effectuer les passages de finition.

Surveillance de la dose appliquée

Le pilote doit surveiller constamment la baisse de la charge à mesure qu'elle est appliquée puisqu'une trop forte dose ou une dose insuffisante peuvent entraîner de graves conséquences. Il doit connaître la quantité de produit à appliquer à chaque passage et vérifier constamment si la bonne dose est appliquée.

Comptage des bandes traitées

Il importe de tenir compte du nombre de passages en fonction de la quantité de pesticide dispersé. Si l'aéronef n'est pas muni d'un compteur intégré, un indicateur de pointage mécanique (par exemple, pour golfeur) peut être fixé avec un ruban adhésif à un endroit d'accès facile (par exemple, sur le levier de commande du robinet de pulvérisation).

À titre d'exemple, si la largeur de la bande d'aspersion est de 18 m et celle du champ, de 800 m, il faut effectuer 44 passages. Après 11 passages, le quart du champ devrait être traité et le quart du produit devrait être utilisé; après 22 passages, la moitié du champ devrait être traitée, etc. En

suivant un circuit en mode hippodrome, le fait de commencer la deuxième bande de traitement au centre du champ peut grandement aider à évaluer la superficie traitée.

Les débitmètres sont idéaux pour déterminer les doses appliquées. Ils permettent de vérifier immédiatement si tout se déroule comme prévu. Dans l'exemple suivant, à l'aide de la formule :

$$\text{hectares couverts} = \frac{\text{largeur bande (m)} \times \text{longueur champ (m)}}{10\,000}$$

Une bande d'une largeur de 18 m pour un champ de 1600 m à 18,7 L par ha signifie 2,9 ha couverts et 54,2 L dispersés par passage. Le débitmètre peut être réglé pour indiquer la quantité par passage ou la superficie par passage afin de confirmer que la bonne dose est appliquée.

Sans un débitmètre, il peut falloir plusieurs passages, surtout à de faibles doses appliquées, avant de pouvoir vérifier si le débit est adéquat en examinant le volume restant dans le réservoir.

La fin de l'application d'une charge doit être prévue et sera confirmée par une chute rapide de la lecture de l'indicateur de pression.

Estimation de la largeur de la bande de traitement

Bien souvent, un pilote doit travailler sans préposé à la signalisation au sol pour déterminer l'espacement adéquat des bandes de traitement. Même si cela semble difficile au début, cela devient rapidement un automatisme. Si on ne connaît pas les repères visuels d'une largeur de bande de traitement particulière, poser des banderoles à la bonne distance sur la zone d'atterrissage et les survoler à la hauteur d'application jusqu'à ce que les repères visuels soient établis.

Terrain en pente

Si le terrain est en pente forte, il vaut mieux traiter la zone en suivant les lignes de contour de la pente. De même, il peut être nécessaire d'effectuer tous les passages en vol descendant. Un aéronef très chargé peut ne pas avoir suffisamment de puissance pour maintenir une vitesse propre sécuritaire en vol ascendant.

Une pente très abrupte est très visible, mais une longue faible pente ascendante (appelée aussi faux-plat) peut être encore plus dangereuse car il n'est pas facile de la distinguer. La perte de vitesse propre peut passer inaperçue au point où le pilote se retrouve en sérieuse difficulté avant de reconnaître la gravité de la situation.

Obstacles

- Examiner les poteaux portant les lignes de transport d'énergie électrique pour voir s'ils ont des haubans et des fils menant à des bâtiments adjacents. On doit considérer que tous les bâtiments sont alimentés par un fil électrique, que vous le voyez ou non.
- Vérifier s'il y a des fils de dérivation le long des lignes de transport d'énergie électrique; des haubans sont souvent installés du côté opposé. Lorsque deux lignes forment un angle droit, vérifier si un câble diagonal relie directement les deux poteaux le plus à l'intérieur

sur chaque ligne. Supposer que les poteaux adjacents sont attachés même si vous ne voyez pas le câble.

- En travaillant au-dessus ou près de fosses-réservoirs, de fondrières ou de zones remplies d'eau, faire attention aux volées de sauvagine. Le contact avec des oiseaux de grande taille peut considérablement endommager l'aéronef ou les systèmes de dispersion.
- **Attention aux dangers cachés. Les socles des câbles téléphoniques** souterrains et les arbres morts dépassant des tas de broussailles ne sont que quelques exemples des sources de danger difficiles à voir. Il faut toujours être vigilant, même après avoir circulé dans la zone pendant un certain temps. Ne jamais perdre de vue que les dangers décrits par un agriculteur ou un préposé à la signalisation sont vus du sol; ils peuvent représenter un aspect seulement de la situation.
- Les lignes de transport d'énergie électrique et de communication sont parmi les principales sources de danger pour les opérations en milieu agricole. Le pilote peut repérer tous les fils avant le traitement d'un champ donné, mais il est très facile d'en oublier ou de les perdre de vue au-dessus d'un champ sombre. Il faut toujours être vigilant.
- Le passage sous les fils est très controversé. Dans certains cas (par exemple les lignes hautes de transport d'énergie électrique), il pourrait en fait être plus sûr de passer au-dessous. Un aéronef portant une lourde charge pourrait se retrouver en sérieuse difficulté si la remontée au-dessus des câbles n'était pas entamée assez tôt. Toutefois, il est habituellement plus prudent de survoler les fils.
- Lorsqu'on décide de passer sous un fil, on doit contrôler la position de l'avion par rapport au sol, et se servir de sa vision périphérique pour s'assurer d'éviter les fils. Le fait de suivre les fils des yeux pourrait mener à un contact par inadvertance avec le sol.
- Il faut s'assurer qu'il y a un dégagement suffisant. En cas de doute sur la sûreté des opérations, survoler les fils et procéder à des passages de finition parallèles aux fils pour compléter le traitement. Ne pas oublier **que les fils s'affaissent entre les pylônes**; même s'il peut être sûr de voler sous les fils près des pylônes, il pourrait être impossible de le faire à mi-portée.
- Considérer les obstacles au milieu du champ et les zones de traitement le long des zones vulnérables comme on considérerait ceux qui se trouvent aux extrémités d'un champ. Procéder à des passages de finition pour couvrir les zones qui ont été manquées pendant la remontée et la descente.

Atterrissage

Établir une méthode uniforme d'atterrissage au retour à la piste et s'y conformer fidèlement. Il s'agit d'un excellent exercice pour éprouver les compétences aéronautiques et pour la sécurité des vols, cela évite les surprises à l'atterrissage, p. ex., un atterrissage long qui risque d'inquiéter l'équipe chargée du mélange. Ce genre d'exercice est particulièrement important puisque la

plupart des atterrissages se font vent de dos vers la zone d'atterrissage pour effectuer par la suite un virage rapide et un décollage vent de face.

Il est très important que le pilote tienne compte en tout temps des changements dans la force et la direction du vent. Lors des atterrissages vent de dos, même une légère augmentation du vent arrière peut accroître considérablement la course à l'atterrissage. En cas de doute concernant la sécurité, il faut remettre les gaz et atterrir face au vent.

Vol en formation

Le vol en formation consiste à faire voler un avion guide et un ou plusieurs ailiers, souvent avec un aéronef de repérage pour diriger le traitement. Cette méthode est utilisée principalement pour les opérations en milieu forestier ou pour le traitement de champs très vastes. **Le vol en formation rapprochée doit être évité.** Chaque appareil doit disposer d'un espace de manœuvre adéquat.

Vitesse

La vitesse de déplacement doit être constante et égale à celle utilisée durant l'étalonnage afin d'assurer une couverture précise et uniforme.

Estimation de l'altitude

Le maintien d'une altitude précise et uniforme assure le maintien d'une largeur de bande adéquate et réduit au minimum la dérive. Pour les opérations agricoles, la rampe est habituellement située entre 8 et 10 pieds (2 à 3 m) au-dessus des cultures, tandis qu'en milieu forestier, elle est généralement de 15 à 30 m au-dessus du couvert forestier.

Caractéristiques de la bande de traitement

Uniformité

L'efficacité des traitements aériens ne dépend pas seulement du volume appliqué et de la dose de pesticide par hectare, mais aussi de l'uniformité du dépôt sur toute la largeur de la bande de traitement.

Un manque d'uniformité du dépôt sur toute la largeur de la bande de traitement peut donner lieu à un mauvais traitement et un contrôle insuffisant, ou à une trop forte dose qui peut endommager les cultures et gaspiller les pesticides. Il est donc important de comprendre les facteurs qui influent sur l'uniformité de la dose appliquée.

La **largeur de la bande** est la largeur de la zone de dépôt créée en un passage. La bande peut être décrite par le profil de dispersion sur la largeur de la bande et en termes de largeur efficace en regard de la largeur totale.

Types de profil de dispersion

Le profil de dispersion désigne la variation dans la densité des gouttelettes ou des granulés déposés à chaque point sur la largeur de la bande. Il existe essentiellement trois types généraux de

profil de dispersion qui sont indiqués à la figure 23. En fait, les profils de dépôt mesurés auront une grande variation ou une grande irrégularité à l'intérieur de chaque classification.

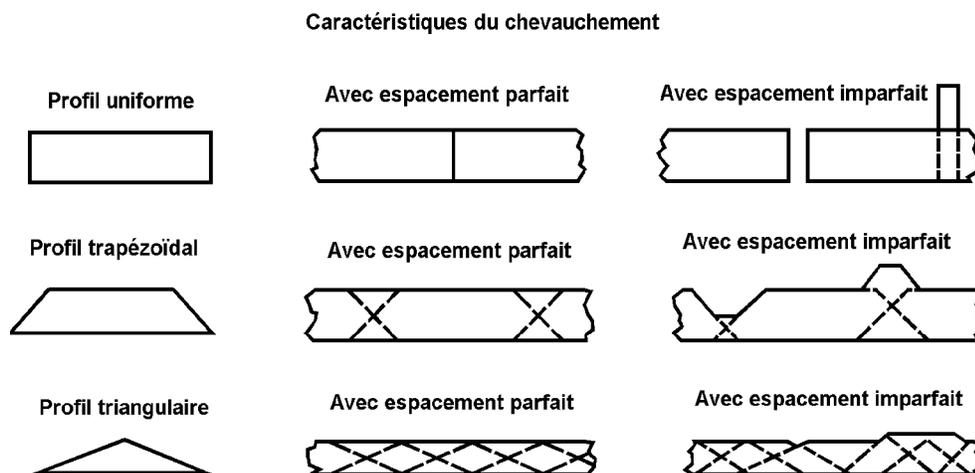
Profil trapézoïdal : Les systèmes de dispersion aérienne devraient produire un profil trapézoïdal, à mi-chemin entre le profil uniforme et le profil triangulaire. Le profil trapézoïdal est symétrique, c'est-à-dire relativement uniforme au centre, et diminuant de manière régulière sur les côtés. Ce profil est le moins sensible aux erreurs d'espacement des bandes et le mieux adapté aux traitements exigeant des passages contigus.

Profil uniforme : Un profil de dispersion uniforme est celui où la densité des matières est complètement uniforme sur toute la largeur de la bande d'aspersion. Ce profil peut sembler souhaitable a priori, mais il présente des caractéristiques de chevauchement très insatisfaisantes.

Il convient très bien aux opérations à passage unique, mais requiert une grande précision pour les passages contigus. Autrement, les zones dans lesquelles il y a chevauchement reçoivent deux fois la quantité voulue et les zones dans lesquelles il n'y a pas de chevauchement ne reçoivent aucun dépôt.

Profil triangulaire : Dans un profil de dispersion triangulaire à l'intérieur de la bande de traitement, la densité est maximale au centre et diminue de manière uniforme de chaque côté. Ce profil produit une variation considérable du dépôt sur la largeur de la bande d'aspersion si l'espacement est imparfait. Les profils triangulaires présentent une sensibilité intermédiaire aux erreurs d'espacement de bande.

Figure 23. Types de profil de dispersion



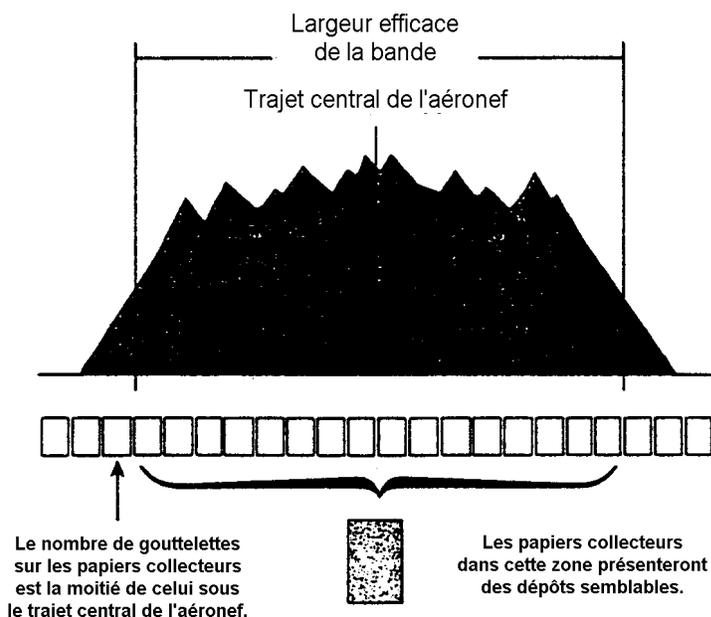
Largeur efficace et largeur totale des bandes

La largeur efficace de la bande ne doit pas être confondue avec la largeur totale. La **largeur totale de la bande** est la distance maximale séparant les extrémités du profil de dépôt au sol, peu importe les variations de densité du produit appliqué entre ces deux extrémités.

La **largeur efficace de la bande** est la distance séparant les deux points situés à chaque extrémité du profil où la densité du produit appliqué est approximativement la moitié de celle au centre (figure 24). En espaçant les axes des bandes contiguës d'une largeur égale à la largeur efficace de la bande, on s'assure d'obtenir un dépôt uniforme dans toute la zone traitée par le chevauchement des bords des bandes.

En général, les petits avions (Thrush Commander et Grumman AgCat) produisent une largeur efficace de bande allant de 15 à 60 m, les petits hélicoptères (Bell 47G) de 15 à 30 m et les gros hélicoptères (Bell 205) de 23 à 46 m. Ce type d'information doit toutefois être vérifié pour chaque appareil et doit être confirmé à l'aide des méthodes et du matériel d'essai et de détermination du profil. La largeur efficace de la bande varie selon les types d'application (c'est-à-dire aménagement forestier ou agriculture), en raison de la différence dans la hauteur d'application.

Figure 24. Patron idéal de dépôt dans la bande de traitement



Facteurs influant sur les caractéristiques de la bande de traitement

Généralités

De nombreux facteurs influencent les profils de dispersion des granulés ou des gouttelettes et la largeur de la bande. Il faut en tenir compte avant le traitement. Ces facteurs comprennent :

- diamètre et comportement des gouttelettes;
- pression dans la rampe;

- quantité de produit dispersé par les épanduses de granulés;
- vitesse propre;
- vitesse sol;
- hauteur d'application;
- type d'aéronef.

Diamètre et comportement des gouttelettes

Les gouttelettes se déplacent latéralement en raison de l'écoulement de l'air en envergure de part et d'autre de l'aéronef. Plus les gouttelettes demeurent longtemps en suspension dans l'air, plus elles s'évaporent et plus longtemps subissent-elles les effets de l'écoulement de l'air en envergure. Par conséquent, plus grande sera la largeur de la bande. Plus le diamètre (donc le poids) des gouttelettes est élevé, plus les gouttelettes tombent vite, ce qui diminue d'autant la durée pendant laquelle les gouttelettes sont affectées par l'écoulement de l'air en envergure. Ce phénomène est particulièrement important lorsque la dérive doit être réduite au minimum, car les grosses gouttelettes correspondent en général à une réduction de la largeur de la bande de traitement (voir figure 34) plus loin dans ce chapitre.

Pression dans la rampe

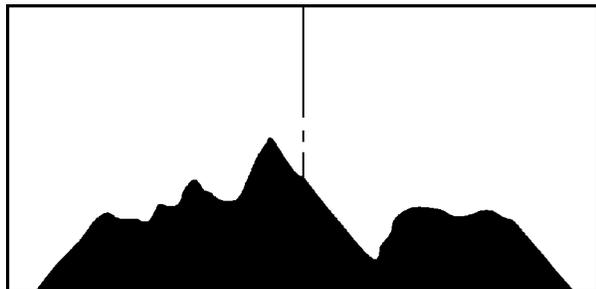
À une vitesse propre constante, la quantité de produit dispersé varie en fonction de la pression dans la rampe. Avec les buses hydrauliques et centrifuges, la plage normale de pression de travail est de 138 à 275 kPa. L'utilisation de pressions plus élevées que celles choisies pour l'étalonnage donne un trop grand dépôt (rendement de pulvérisation par unité de surface excessif). Une pression plus faible donne lieu à une baisse de débit. **Il faut maintenir la même pression dans la rampe que celle employée durant l'étalonnage.**

Quantité de matières dispersées par les épanduses de granulés

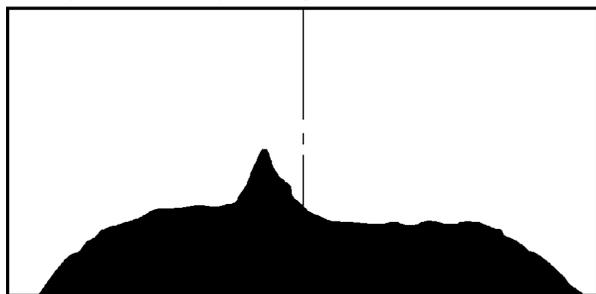
Les épanduses confèrent une forme en éventail à l'écoulement de l'air qui transporte les matières dispersées. Les matières se déplacent vers l'arrière et latéralement, perdant de la vitesse jusqu'à ce qu'elles tombent éventuellement sur le sol. L'augmentation de la vitesse propre conduit à une vitesse latérale initiale plus élevée. À débit constant, les vitesses propres plus élevées produisent des bandes de traitement plus larges. À une vitesse propre donnée, si on augmente la dose appliquée, l'air en mouvement doit supporter un poids additionnel de matières à disperser. Ce poids réduit la vitesse latérale initiale, donc la largeur de la bande.

Figure 25. Distorsions du profil de dispersion

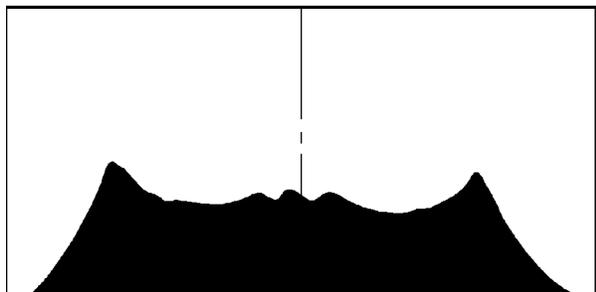
a. Sillage de l'hélice



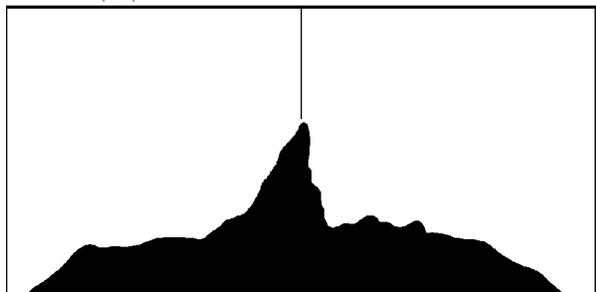
b. Compensation excessive pour le sillage de l'hélice



c. Vortex d'extrémités des ailes



d. Vitesse propre excessive



Vitesse propre

Le vol à des vitesses propres supérieures à celles servant à l'étalonnage des avions entraîne la formation d'un pic à hauteur de l'axe du profil de dispersion (c'est-à-dire une plus grande quantité de matières déposées près de l'axe longitudinal du fuselage). Cette situation s'explique par l'accroissement de la charge sur la queue et l'intensification du vortex, susceptible de provoquer un effet de « sillage » visible (figure 25).

En général, les vitesses propres de 145 à 215 km/h avec un petit aéronef, et de 260 à 320 km/h avec un gros aéronef produisent des **dépôts** acceptables. Toutefois, ce type d'information doit être vérifié pour chaque aéronef utilisé.

Avions

Les profils de l'écoulement d'air autour d'un aéronef sont influencés par les extrémités d'ailes, les hélices, les rotors, le train d'atterrissage, la rampe de pulvérisation et d'autres pièces d'équipement comme les équipements de signalisation automatiques. Chaque modèle possède ses propres profils, qui varient considérablement selon la vitesse propre. Le profil de dispersion des gouttelettes devrait donc être déterminé par des essais pour chaque aéronef à la vitesse propre et à la hauteur d'application choisies.

Certaines perturbations de l'écoulement d'air altèrent la dispersion des gouttelettes sur la bande de traitement, mais d'autres, comme l'action des vortex d'extrémités des ailes sur les plus petites gouttelettes, sont une cause principale de dérive hors de la zone cible.

Vortex d'extrémité des ailes – Les vortex de l'extrémité des ailes prennent naissance à l'arrière des ailes, légèrement à l'intérieur des extrémités des ailes. Ils peuvent provoquer une dispersion inégale et transporter de fines gouttelettes en altitude où elles peuvent dériver sur de longues distances hors de la zone cible (figure 25).

Les matières déposées sur les bords extérieurs de la bande de traitement ne proviennent pas des buses situées le plus vers l'extérieur, mais proviennent souvent de celles de l'intérieur. Les matières projetées par les buses situées trop vers l'extérieur peuvent être piégées dans les vortex des extrémités des ailes.

Pour empêcher que ces vortex ne nuisent à la pulvérisation, il faut déterminer la position de la buse hydraulique la plus extérieure qui contribue à donner sa largeur à la bande en procédant à des vérifications de bande, où l'on ferme une buse à la fois, en commençant par celle située à l'extrémité de l'aile, jusqu'à ce que la largeur de la bande de traitement observée commence à diminuer. Cette position de buse ne sera habituellement pas supérieure aux trois quarts de l'envergure de l'aile à partir du centre du fuselage jusqu'à l'extrémité de l'aile, et sera à au moins 1 m de l'extrémité de l'aile.

La mise en place des pulvérisateurs centrifuges est beaucoup moins complexe que celle des pulvérisateurs à buse hydraulique. En général, de quatre à six pulvérisateurs centrifuges sont utilisés pour les pulvérisations à bas volume et à ultra bas volume, mais un plus grand nombre pourrait être requis s'il fallait appliquer des volumes plus élevés. Puisqu'il faut moins de pulvérisateurs, il est habituellement possible de les placer hors des zones de turbulence, évitant

ainsi de nombreux problèmes éprouvés avec les pulvérisateurs à buse hydraulique. En général, la position du pulvérisateur le plus à l'extérieur se trouve entre 65 et 75 % de l'envergure de l'aile ou du diamètre du rotor.

Tous les pulvérisateurs doivent être ajustés de manière à produire la même quantité et la même vitesse de rotation. Dans le cas des plus gros aéronefs (Thrush ou Air Tractor), les pulvérisateurs près du fuselage peuvent être réglés à cinq degrés de plus d'angle de pale afin de compenser pour la turbulence de l'hélice et équilibrer les tours/minute et le diamètre des gouttelettes de tous les pulvérisateurs.

Sillage de l'hélice – Lorsque l'espacement des buses est uniforme, le sillage de l'hélice crée des irrégularités du profil de dispersion près du fuselage. Normalement, une quantité inférieure de matières à celle voulue est déposée sur le côté de la pale descendante et une quantité supérieure sur le côté opposé. Pour compenser, il faut placer un plus grand nombre de buses près du fuselage sur le côté de la pale descendante. On doit procéder à des traitements expérimentaux et régler la position des buses jusqu'à l'obtention d'un profil de dispersion uniforme.

Perturbations aérodynamiques – Le train d'atterrissage, la pompe éolienne et les dispositifs de signalisation peuvent aussi perturber le profil de dispersion. Cette situation peut être évitée en abaissant les buses à l'arrière et légèrement de chaque côté de ces secteurs de turbulence. L'emplacement adéquat des buses pour contrebalancer la turbulence causée par les supports de rampe et les rampes peut être déterminé au moyen d'essais pour établir le profil de dispersion. En général, les buses ne doivent pas être placées directement à l'arrière ou à moins de 3 cm de chaque côté d'un support de rampe.

Les rampes rondes et les rampes profilées donnent des profils de dispersion dans la bande de traitement également efficaces. Chaque type doit être bien disposé sur le bord de fuite de l'aile. Les buses doivent être bien situées sur la rampe. Puisque les rampes rondes causent beaucoup plus de traînée que les types profilés, elles sont habituellement installées à environ 10 cm directement à l'arrière du bord de fuite de l'aile. Les rampes profilées sont installées à environ 10 cm à l'arrière et de 10 à 15 cm sous le bord de fuite.

Les buses devraient être fixées à l'arrière et à 3 cm au moins de la rampe pour éviter l'aire de turbulence autour de la rampe. Lorsque les buses sont fixées directement à la rampe, les matières pulvérisées s'accumulent sur les buses et sur la rampe, et se détachent après s'être accumulées. Cela crée de grandes variations dans le diamètre des gouttelettes et des distorsions dans le profil de dispersion. Le nombre total de buses dépend du volume total à appliquer.

Ne pas oublier que le principal facteur pour déterminer la trajectoire des matières dispersées est le profil aérodynamique produit par l'aéronef et le sillage du rotor ou de l'hélice. Plus grand est le diamètre des gouttelettes (et plus elles sont lourdes), plus la vitesse de chute est grande et moins les gouttelettes sont influencées par cet écoulement d'air.

Les particules plus fines demeurent plus longtemps en suspension. Elles sont donc davantage influencées par le mouvement d'air et le vent. En général, plus le diamètre des gouttelettes est réduit, plus la bande de traitement est large, mais aussi plus le risque de dérive est élevé.

La pulvérisation la plus grossière possible permettant de couvrir efficacement la zone à traiter atténue les effets de l'écoulement d'air sur le profil de dispersion et réduit au minimum le risque de dérive.

Hélicoptères

L'effet de turbulence créé par les hélicoptères sur les caractéristiques de la bande de traitement est un peu plus compliqué que celui créé par un avion.

Vitesse et sillage du rotor – À des vitesses longitudinales élevées, les matières pulvérisées peuvent être soulevées dans le sillage du rotor de l'hélicoptère et adopter un profil semblable à celui causé par le vortex de l'extrémité des ailes d'un avion. À plus faible vitesse longitudinale cependant, il est possible de tirer profit des vitesses élevées de déflexion de l'air dans le sillage du rotor. Les vitesses de déflexion vers le haut à la périphérie du sillage du rotor peuvent être un avantage ou un inconvénient, selon plusieurs facteurs.

Pour les opérations courantes par hélicoptère, le rotor est situé à une certaine distance de la rampe. Il faut donc un certain temps avant que le sillage du rotor agisse sur les matières dispersées. Lorsque les gouttelettes dispersées sont de grand diamètre et que l'application est effectuée à basse altitude, les gouttelettes peuvent atteindre la zone ciblée avant d'être influencées par l'air entraîné dans le sillage du rotor. On peut tirer profit de cela lors de l'application d'herbicides volatils où les effets du sillage peuvent causer des problèmes de dérive.

D'autre part, pendant le traitement de vergers, il peut être fort souhaitable que les gouttelettes soient distribuées dans le sillage puisque l'agitation des feuilles par l'air entraîné dans le sillage, qui est imprégné des matières pulvérisées (ainsi que des matières pulvérisées qui sont transportées dans la déflexion vers le haut en périphérie du sillage) peut donner une bonne couverture totale, y compris sous les feuilles.

Espacement des buses – Un espacement égal des buses hydrauliques sur une rampe d'hélicoptère ne produit pas un profil de dispersion uniforme. Une disposition efficace comprend en général un espacement faible des buses à proximité de l'axe, augmentant vers le milieu de la rampe et diminuant à nouveau vers l'extrémité de la rampe.

Une bande d'essai pour hélicoptères devrait être faite dans des conditions de vent relativement calme. Cela vaut aussi pour les avions, mais en raison des vitesses propres relativement faibles utilisées avec les hélicoptères, l'effet du vent sur la bande d'essai de dispersion est encore plus grand.

Détermination des caractéristiques de la bande de traitement

Objectifs

Pour les applications de liquides et de granulés, on détermine les caractéristiques de la bande de traitement en survolant la zone tout en dispersant de l'eau ou des granulés ne contenant pas de

pesticide sur un dispositif de collecte ou de mesure, ou un analyseur électronique placé perpendiculairement à la trajectoire de l'aéronef. La densité des matières déposées est mesurée sur la largeur de la bande. Dans le cas des liquides, le diamètre des gouttelettes est aussi déterminé. L'examineur doit tenir compte de l'étalement des gouttelettes avec le temps sur le collecteur pour obtenir une mesure plus précise du diamètre. L'analyse de ces renseignements permet de déterminer la largeur totale et la largeur efficace de la bande, ainsi que de déterminer le montage de l'équipement approprié.

Avant le début de la saison des traitements, les pilotes qui appliquent des pesticides doivent déterminer et consigner les caractéristiques de la bande de traitement et régler leur équipement de manière à obtenir un profil de dispersion optimal à chaque opération prévue. Au début de chaque opération pendant la saison des traitements, il suffit de vérifier le débit pour appliquer la quantité requise de liquide ou de granulés.

Liquides

L'analyseur électronique est le moyen le plus précis de déterminer les caractéristiques de la bande de traitement. On doit se faire un devoir de participer aux cliniques d'étalonnage qui ont lieu dans les régions puisque l'aéronef et l'équipement peuvent être rapidement vérifiés et ajustés pour une performance optimale. On peut obtenir de l'information sur ces cliniques en s'adressant à la Canadian Aerial Applicators Association (CAAA).

Lorsqu'on n'a pas accès à un analyseur électronique, on peut effectuer une estimation visuelle du profil de pulvérisation à l'aide de cartes et de colorants. Même s'il est plus difficile d'obtenir des données chiffrées détaillées avec cette méthode (à comparer aux résultats obtenus avec un analyseur électronique), celle-ci fournira des indications concernant les endroits où il se produit une surcharge des buses, un manque de couverture et d'autres caractéristiques non souhaitables de la bande de traitement.

Plusieurs types de collecteurs de dépôt ont été utilisés efficacement pour observer les dépôts de matières appliquées par pulvérisation : cartes Kromekote blanches, cartes sensibles à l'eau et cartes sensibles à l'huile.

Un papier glacé devrait être utilisé, lorsque cela est possible, puisque les gouttelettes s'étaleront moins, donnant une meilleure indication de leur diamètre. Les papiers devraient mesurer environ 5 cm sur 5 cm. On peut aussi utiliser un rouleau de papier continu, par exemple un ruban de machine à additionner.

En utilisant un colorant, il importe de ne pas modifier les caractéristiques physiques (viscosité) et chimiques du produit et du mélange du produit. Avant d'ajouter une matière autre qu'un diluant, vérifier auprès du fabricant pour déterminer sa compatibilité. Les colorants suivants ont été utilisés pour les applications aériennes dans les :

Produits à base d'eau ou mélanges dilués à l'eau – colorants alimentaires, y compris

Rouge allura 40, 0,2 % p/p,

FD&C rouge 5, 0,1 à 0,5 % p/p,

Bleu brillant F.C.F. 1, 0,1 à 0,25 % p/p,

Produits à base d'huile non dilués

Vert solide, 0,2 à 0,4 % p/p,

FD&C rouge 17, 0,05 à 0,2 % p/p.

Actuellement, la seule méthode pour éviter d'obtenir une estimation inexacte du diamètre des gouttelettes est de lire les cartes immédiatement après l'application. Parfois, le fabricant peut fournir de l'information sur les variations de diamètre des gouttelettes sur certaines surfaces en fonction du temps. Pour une évaluation précise de la densité des gouttelettes, la numération des gouttelettes peut se faire sur un carré de 1 cm² à l'aide d'une loupe grossissant de 5 à 10 fois.

Le vol d'essai pour la détermination du profil se fait en survolant la zone en appliquant les mêmes techniques de vol et le même montage d'équipement que ceux devant servir aux applications réelles. Il importe aussi de déterminer les caractéristiques de la bande de traitement lorsqu'il n'y a pas de vent, puisque cela permet au pilote de vérifier le profil de dispersion tel qu'influencé uniquement par le montage de l'équipement, sans que d'autres facteurs viennent compliquer la situation.

Une approche consiste à placer des cartes numérotées en ligne droite, fixées à plat sur le sol, espacées uniformément de 1 m sur une distance de 30 m. Si on utilise du papier en continu, celui-ci doit être fixé à un carton léger pour que le ruban reste à plat, être coupé à intervalle de 1 m, et les sections doivent être numérotées. S'il y a du vent, les papiers doivent être placés de façon à ce que l'aéronef vole dans le vent pour l'essai.

L'aéronef doit voler en ligne droite, en palier, et suivant une trajectoire centrée sur la bande de papier et perpendiculaire à celle-ci, à la vitesse propre et en appliquant la pression et la hauteur de vol au-dessus du couvert végétal auxquelles se font les traitements. Le système de pulvérisation doit être déclenché 100 m avant d'atteindre les papiers et arrêté 100 m après les avoir dépassés pour obtenir une bonne dispersion. S'assurer que le système de pulvérisation fonctionne depuis assez longtemps avant d'effectuer le passage afin de purger l'air des circuits. Si on utilise un mélange avec un colorant, laisser fonctionner le système le temps qu'il faut pour que le colorant sorte des buses d'extrémité avant de commencer l'essai.

Après le passage avec pulvérisation, ramasser les cartes qui ont été numérotées consécutivement et les aligner côte à côte par ordre numérique. Établir visuellement le gradient de densité, allant du plus élevé au plus bas. On peut attribuer la valeur numérique de 10 à la densité la plus élevée, la valeur de 0 à la moins élevée (bien entendu, plusieurs cartes auront la même cote). Si un rouleau de papier continu a été utilisé, on peut découper le ruban en sections identifiées individuellement et appliquer la même procédure que pour les cartes individuelles.

Porter les résultats sur graphique, l'axe horizontal correspondant aux cartes dans leurs positions réelles respectives (en fonction de la distance), l'axe vertical correspondant aux valeurs de densité attribuées.

En examinant visuellement les papiers posés côte à côte, on peut estimer quel devrait être l'emplacement des buses. Même s'il y a quelques gouttelettes sur tous les papiers, cette partie de l'estimation doit porter uniquement sur la partie située à l'intérieur de la largeur efficace de la

bande de traitement, c'est-à-dire à partir de l'axe longitudinal de l'appareil vers le point qui semble correspondre à la moitié de la quantité moyenne des matières déposées au centre. La figure 24 donne le profil idéal à l'intérieur de la bande d'aspersion.

Déplacer, ajouter ou obturer les buses au besoin et reprendre l'essai jusqu'à l'obtention d'un profil de dispersion satisfaisant.

Granulés

La méthode la plus simple pour vérifier l'importance du dépôt de granulés est de demander à un observateur au sol de déterminer le nombre de granulés par unité de surface sur toute la largeur de la bande d'aspersion. Un cadre standard de forme carrée (30 cm sur 30 cm) est idéal pour ce travail.

Une autre méthode consiste à disposer des bacs peu profonds (par exemple des moules à tarte) aux dimensions uniformes connues sur la trajectoire de vol, et à consigner le poids des matières ou le nombre de granulés recueillis. Porter les quantités sur graphique afin d'obtenir le profil de dispersion. La largeur efficace de la bande est mesurée à partir de l'endroit où la densité ou le poids des granulés atteint la moitié de ceux mesurés au centre de la bande. Pour vérifier la dose appliquée (kg/ha) après avoir déterminé quelle est la largeur efficace de la bande :

- placer une charge de matières qu'on a pesée dans l'aéronef;
- effectuer plusieurs passages en dispersant les matières, utilisant la méthode de temps fixe ou la méthode de la distance connue pour calculer la superficie couverte;
- se poser et déterminer le poids des matières non appliquées, ce qui nous donne celui des matières appliquées;
- à partir de ces résultats, établir le rapport du poids des matières appliquées par unité de surface.

Si on modifie la dose, il faut mesurer de nouveau la largeur de la bande de traitement.

Exercices - Méthodes d'application

Considérations d'ordre général et techniques

1. Le circuit de traitement de type hippodrome est communément appliqué au traitement de petites superficies (champs).

Vrai Faux

2. Le pilote doit continuellement surveiller la dose de matières appliquées pour éviter d'appliquer une trop forte dose ou une dose insuffisante.

Vrai Faux

3. Le pilote doit tenir compte du nombre de bandes de traitement et de la superficie traitée pour vérifier le volume et la dose appliqués.

Vrai Faux

4. Le virage conventionnel est souvent la cause d'accidents.

Vrai Faux

5. Les angles d'entrée et de sortie doivent être sécuritaires et égaux pour la sécurité du pilote et pour une couverture précise.

Vrai Faux

6. Les passages de finition sont habituellement la première opération à effectuer s'il existe des obstacles dont il faut tenir compte.

Vrai Faux

7. Si le terrain est en pente et que la charge de l'appareil est très élevée, le pilote doit envisager de ne pas suivre la pente ascendante.

Vrai Faux

8. Le pilote doit établir une méthode uniforme d'atterrissage et de décollage, mais doit tenir compte des changements dans la force et la direction du vent.

Vrai Faux

9. Les lignes de transport d'énergie électrique constituent un grave danger. Il ne faut jamais voler en dessous de celles-ci.

Vrai Faux

10. Le pilote doit posséder au moins deux bordereaux de travail au cas où les conditions ne lui permettent pas de traiter la première zone prévue.

Vrai Faux

11. Quant aux opérations en milieu agricole, il est courant de passer à une hauteur des rampes égale à 2 ou 3 m au-dessus des cultures traitées.

Vrai Faux

12. Dans la mesure du possible, les virages effectués pendant les opérations en milieu agricole doivent se faire au-dessus des résidences ou des bâtiments de ferme pour se placer sur la bande suivante.

Vrai Faux

13. Lorsqu'il se dirige vers une zone de traitement, le pilote doit se donner des repères afin d'accélérer son retour à cette zone s'il doit y retourner.

Vrai Faux

14. Pour les vols en formation, il faut désigner un appareil pour servir d'aéronef guide.

Vrai Faux

Caractéristiques des bandes de traitement

1. Le profil de dispersion triangulaire convient le mieux aux traitements exigeant des passages contigus.

Vrai Faux

2. La largeur efficace de la bande est la zone traitée dans laquelle les gouttelettes contiennent une dose efficace.

Vrai Faux

3. La vitesse propre utilisée pendant l'étalonnage peut être modifiée pendant l'application réelle si la pression est abaissée.

Vrai Faux

4. Des gouttelettes de plus fort diamètre ont pour effet une réduction de la largeur de la bande de traitement.

Vrai Faux

5. Lorsque des granulés sont appliqués, la largeur de la bande de traitement diminue à mesure que la vitesse propre augmente.

Vrai Faux

6. Les caractéristiques de la bande varient selon l'aéronef. Les profils de dispersion des gouttelettes doivent donc être testés pour chaque aéronef.

Vrai Faux

7. Les matériaux déposés sur les bords extérieurs de la bande proviennent des buses situées à l'extrémité des ailes.

Vrai Faux

8. On peut élargir la bande de traitement en prolongeant les rampes jusqu'à l'extrémité des ailes.

Vrai Faux

9. À cause du sillage de l'hélice, il faut placer plus de buses du côté de la pale descendante.

Vrai Faux

10. Le sillage de l'hélice a moins d'effet sur le déplacement du nuage de pulvérisation si les gouttelettes sont de grand diamètre.

Vrai Faux

11. On doit procéder à des essais par bande pour déterminer l'espacement adéquat des buses afin d'obtenir un profil de dispersion approprié.

Vrai Faux

12. Le sillage du rotor de l'hélicoptère peut créer un profil de dispersion semblable à celui causé par le vortex de l'extrémité des ailes d'un avion.

Vrai Faux

13. L'hélicoptère et l'avion sont semblables en ce que les buses doivent être espacées assez également sur la rampe.

Vrai Faux

14. Avant le début de la saison des traitements, il faut déterminer les caractéristiques de la bande de traitement et régler l'équipement de manière à obtenir un profil de dispersion optimal à chaque opération prévue.

Vrai Faux

15. Il est préférable de déterminer les caractéristiques de la bande de traitement lorsqu'il n'y a pas de vent.

Vrai Faux

Section 3 — Caractéristiques du nuage de pulvérisation

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure de :

- ' décrire le diamètre des gouttelettes et définir les expressions DVM et DMFN;
- ' décrire les facteurs qui influent sur le comportement des gouttelettes;
- ' décrire les facteurs pouvant contribuer à la dérive;
- ' décrire les mesures pouvant être prises pour gérer la dérive.

Introduction

Dans cette section, nous nous pencherons de façon détaillée sur le comportement des gouttelettes du nuage de pulvérisation. Si on comprend bien les facteurs qui peuvent influencer sur les gouttelettes, on est bien informé de la façon de contrer la dérive.

Mesure de la grosseur des gouttelettes

La grosseur des gouttelettes est peut-être le plus important facteur à exercer un effet sur la bande de traitement et sur l'efficacité d'une dispersion de liquide.

Les pulvérisations sont caractérisées par la grosseur des gouttelettes. Celles-ci sont mesurées selon leur diamètre en microns ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$). Le tableau 2 donne les catégories de grosseur des gouttelettes et leurs diamètres correspondants.

Tableau 2 : Catégories de grosseur des gouttelettes

Diamètre des gouttelettes (μm)	Catégorie de grosseur des gouttelettes	Phénomène météorologique comparable
600–1000	très grosse, dérive minimale des pulvérisations agricoles	pluie modérée
400–600	pulvérisations grossières	pluie modérée
250–400	pulvérisations agricoles moyennes	pluie légère
100–250	pulvérisations agricoles fines	bruine
50–100	aérosols grossiers	brume
<50	aérosols fins	brouillard

Il importe de noter que la pulvérisation d'une unité de volume de liquide peut produire de petites ou de grosses gouttelettes. Plus les gouttelettes sont petites, plus il y a de gouttelettes produites par unité de volume. En augmentant la grosseur des gouttelettes, le nombre de gouttelettes produites par unité de volume diminue dans une même proportion. Le tableau 3 donne les grosseurs de gouttelette produites par différentes buses.

Tableau 3 : Grosseur des gouttelettes obtenues par pulvérisation aérienne, et usages

Description des mélanges et pulvérisateurs	*Pulvérisateurs choisis	**Échelles de grosseur des gouttelettes en micromètres (μm) D V M	***Estimation en pourcentage du dépôt sur 305 m	Usages généraux
<i>Pulvérisation fine :</i> Buses à jet conique et à jet plat, et pulvérisateurs centrifuges	80005 vers le bas D6-45 vers le bas (50-100 lbf/po ²)	50–300	40–80	Principalement pour les pesticides forestiers et la lutte contre les vecteurs sur de grandes superficies avec faible dosage de produits chimiques de faible toxicité et à dégradation rapide. Également pour lutter contre les agents pathogènes d'insectes en agriculture.
<i>Pulvérisation moyenne :</i> Buses à jet conique et à jet plat, et pulvérisateurs centrifuges	8004 vers le bas D6-46 vers le bas (30-50 lbf/po ²)	300–400	70–90	Grosseur de gouttelettes habituellement utilisée pour tous les produits chimiques agricoles à faible toxicité pour une bonne couverture.
<i>Pulvérisation grossière :</i> Buses à jet conique et à jet plat, et additifs de pulvérisation	8004 vers l'arrière D6-46 vers le bas (30-50 lbf/po ²)	400-600 avec additifs (jusqu'à 2000)	85–98	Recommandé pour les pesticides toxiques à usage restreint si une couverture complète des plantes n'est pas nécessaire.

Description des mélanges et pulvérisateurs	*Pulvérisateurs choisis	**Échelles de grosseur des gouttelettes en micromètres (mm) D V M	***Estimation en pourcentage du dépôt sur 305 m	Usages généraux
Pulvérisation à dérive minimale : Buses à jet et additifs de pulvérisation	D4 à D8 vers le bas à moins de 60 mL/h : vers l'arrière pour plus de 60 mL/h (30-50 lbf/po ²)	800–1000 avec additifs	95–98	Recommandé pour tous les herbicides toxiques à usage restreint tels que les acides phénoxyques, à l'intérieur des limites de la saison de croissance et de proximité à des cultures vulnérables.
Contrôle maximal de la dérive : Buse à faible turbulence	Microfoil® moins de 60 ml/h avec courant d'air (marque déposée de AmChem Corp., États-Unis)	800–1000	99+	D'après les analyses de dérive réelle, le quart des niveaux de résidus laissés par la dérive à 152 m (500 pieds) dans la direction du vent avec Microfoil®, à comparer aux buses D4-D8 utilisées pour les herbicides non volatils à usage restreint, les acides phénoxyques et autres dans le secteur des cultures vulnérables, à l'intérieur des limites de la saison de croissance et de proximité à des cultures vulnérables.

* Les chiffres désignent les buses de Spraying Systems Co. et les expressions « vers le bas » ou « vers l'arrière » désignent l'orientation par rapport à l'écoulement d'air sur la rampe de l'aéronef.

** Grosseur des gouttelettes déterminée à partir de mélanges à l'eau; les huiles donnent des gouttelettes plus petites.

*** Dépôt estimé sur 305 m sous le vent. Conditions météorologiques : vecteur vent de 5 à 8 km/h; gradient vertical neutre. Produits libérés à moins de 3 m de hauteur.

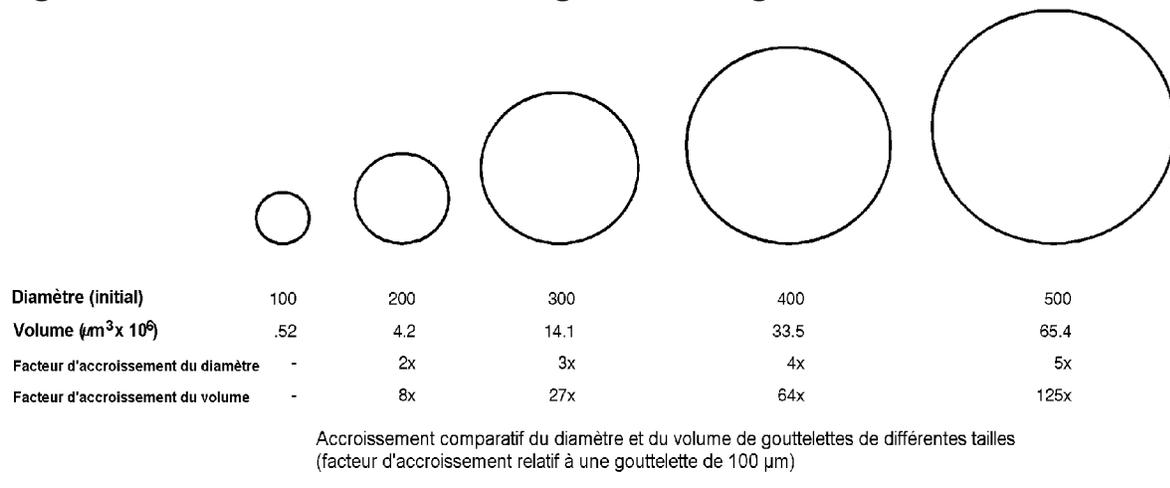
L'équation entre la grosseur d'une gouttelette (en diamètre) et son volume est très importante car elle est non linéaire. Puisque les gouttelettes ont une forme sphérique, l'équation est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Volume} = \pi \times \frac{\text{diamètre}^3}{6}$$

6

En termes simples, la quantité de produit dans une gouttelette (volume) change avec le **cube** du diamètre. Ainsi une petite variation de diamètre entraîne un changement beaucoup plus grand du volume, comme l'indique la figure 26.

Figure 26. Effet de la réduction de la grosseur des gouttelettes



La figure 27 montre l'effet de la réduction de la grosseur des gouttelettes. À titre d'exemple, une gouttelette de 400 μm de diamètre a un volume de :

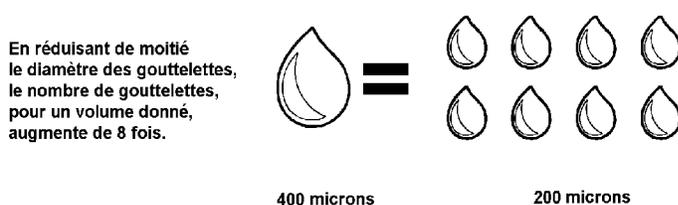
$$\frac{\pi \times 400^3}{6} = 33.5 \times 10^6$$

Si le pilote réduit le diamètre des gouttelettes à 200 μm , le volume de chaque gouttelette devient :

$$\frac{\pi \times 200^3}{6} = 4.2 \times 10^6$$

En réduisant de moitié la grosseur des gouttelettes, soit de 400 à 200 μm , le volume de chaque gouttelette est réduit à 1/8 du volume original. Donc, pour un volume donné de produit à appliquer, on peut produire *huit fois plus de gouttelettes en réduisant de moitié le diamètre des gouttelettes*, soit de 400 à 200 μm .

Figure 27. Effet de la réduction de la taille des gouttelettes



En réalité, tous les pulvérisateurs fragmentent le liquide à pulvériser en gouttelettes de différentes grosseurs. Le rendement de la buse est caractérisé par deux valeurs. La plus courante est le **diamètre volumique médian (DVM)** des gouttelettes. Une description plus utile du spectre des gouttelettes devrait aussi comprendre le **diamètre médian en fonction du nombre (DMN)**.

Si le volume de toutes les gouttelettes réunies est réparti selon la grosseur, on peut déterminer une grosseur à laquelle la moitié du volume total des gouttelettes contient des gouttelettes plus petites que cette grosseur donnée, l'autre moitié contient des gouttelettes plus grosses. Il s'agit du **diamètre volumique médian (DVM)**. (voir la figure 28.)

Si les gouttelettes sont classées selon leur nombre par ordre croissant de grosseur des gouttelettes, on peut déterminer une grosseur à laquelle la moitié du nombre total des gouttelettes contient des gouttelettes plus petites que cette grosseur donnée, l'autre moitié contient des gouttelettes plus grosses. Il s'agit du **diamètre médian en fonction du nombre (DMN)**.

En combinant les valeurs du DVM et du DMN, il est possible d'établir une description plus complète du spectre des gouttelettes. La figure 29 donne deux exemples (A et B) ayant un même DVM, mais un DMN différent.

Figure 28. Fractionnement du nuage de gouttelettes illustrant le diamètre volumique médian (DVM) pour deux volumes équivalents

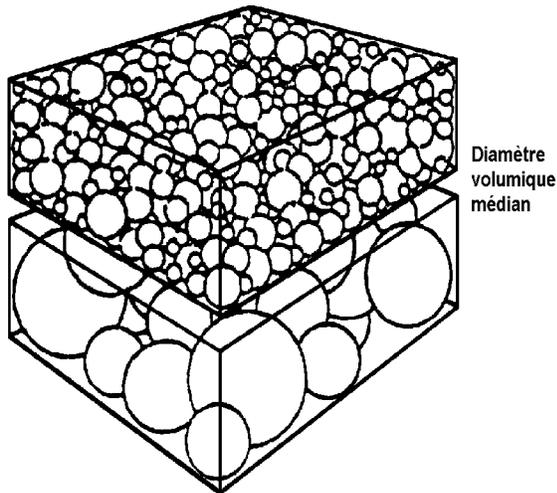
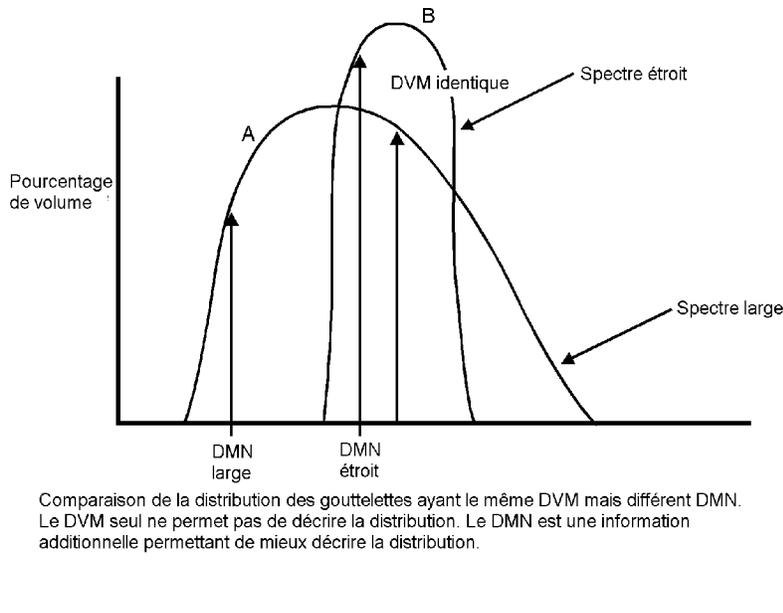


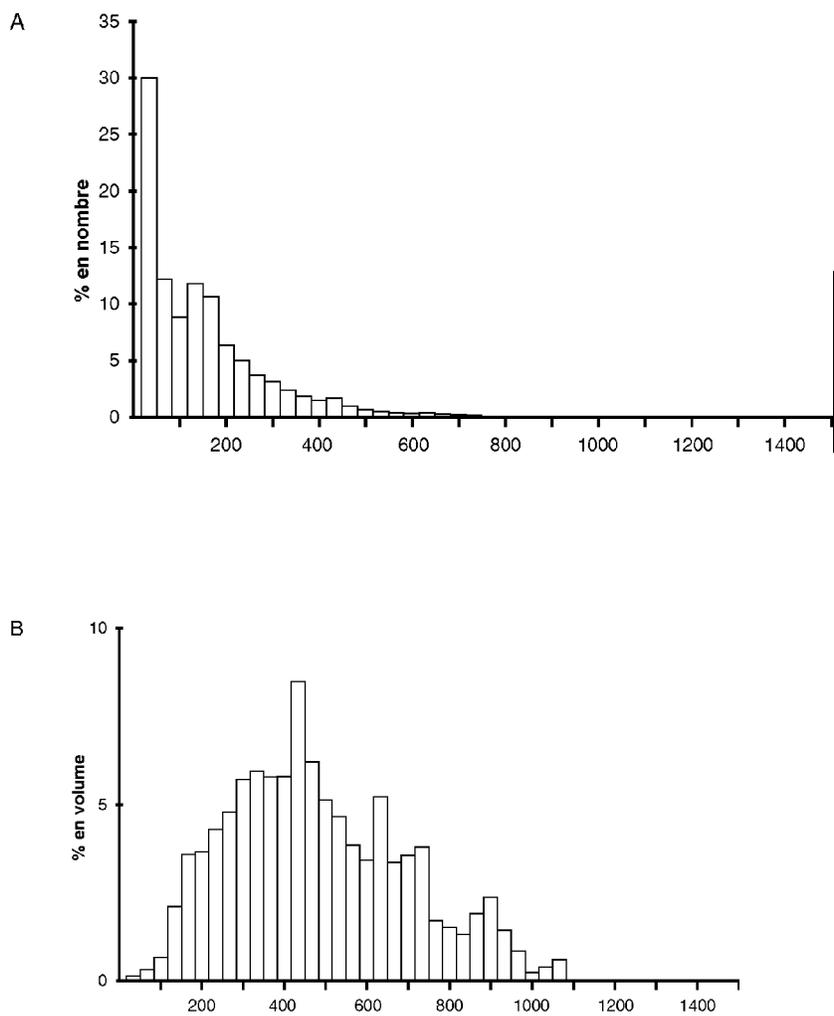
Figure 29. Comparaison de la distribution des gouttelettes ayant le même DVM, mais DMN un différent



La courbe A (caractéristique des buses hydrauliques) contient un nombre plus élevé de petites gouttelettes que la courbe B (pulvérisateur centrifuge), illustrant la grosseur plus uniforme des gouttelettes produites avec ce dernier.

La figure 30 illustre la répartition des gouttelettes selon le nombre et le volume à la suite d'une pulvérisation représentative. Il est manifeste que les plus petites gouttelettes mesurées représentent 30 % du nombre total des gouttelettes, cependant elle correspond à une infime fraction du volume total pulvérisé.

Figure 30. Distribution des gouttelettes en fonction du nombre (A) et du volume (B)



NOTA : Dans ce qui suit, la mention d'un changement de grosseur des gouttelettes fait référence à un changement du DVM du nuage de pulvérisation.

Importance de la grosseur des gouttelettes

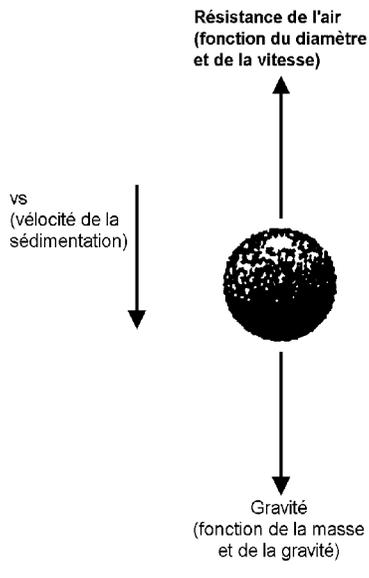
La grosseur des gouttelettes constitue un paramètre essentiel qui exerce un impact sur la dérive du nuage de pulvérisation et sur l'efficacité de bien des façons. Peu importe les conditions d'opération, les buses produisent toutes des gouttelettes de grosseur différente – certaines sont beaucoup plus petites, d'autres beaucoup plus grandes que le DVM. Ce phénomène est important car, si la plus grande partie des matières est surtout pulvérisée sous forme de grosses gouttelettes, moins influencées par le vent, la température et d'autres facteurs, ce n'est pas le cas du grand nombre de petites gouttelettes (la fraction fine), qui peuvent présenter un danger de dérive. On

considère généralement que les gouttelettes d'au plus 100 μm présentent un danger élevé de dérive. La figure 29 montre que le nombre de particules dans « A » est significativement supérieur à celui dans « B », même si les deux pulvérisations ont un même DVM.

La grosseur des gouttelettes influe aussi sur la couverture, sur la vitesse de sédimentation et sur l'effet du vent. Plus il y a de gouttelettes, plus la **couverture** est étendue et complète. Plus les gouttelettes sont petites, plus il y a de gouttelettes dans un volume donné. Toutefois, les gouttelettes qui sont trop petites peuvent ne jamais atteindre le secteur ciblé en raison du vent, de la température, etc.

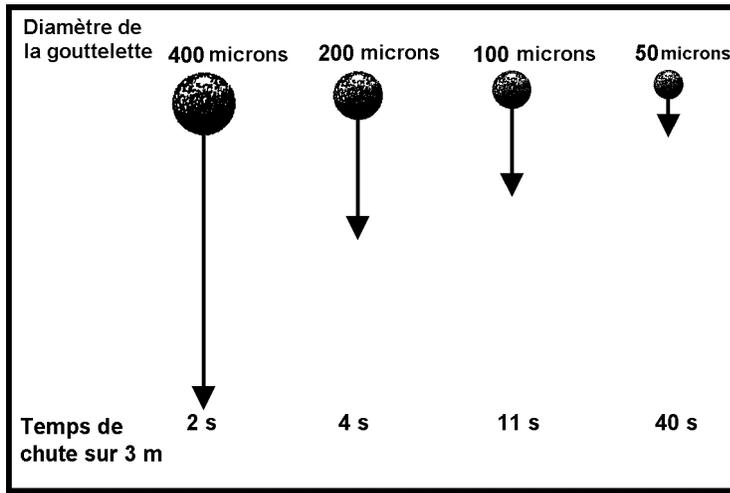
Par ailleurs, les très grosses gouttelettes transportent une quantité disproportionnée de pesticides. Certaines parties du secteur ciblé recevront une dose en excès, d'autres ne seront pas traitées. Un programme de pulvérisation efficace doit trouver un équilibre entre ces deux extrêmes.

Figure 31. Profil des forces agissant sur la chute d'une gouttelette



La **sédimentation** désigne le dépôt des gouttelettes. La vitesse maximale de chute (vitesse terminale) dépend des forces qui agissent sur la gouttelette, comme le montre la figure 31. La figure 32 donne la vitesse de chute de gouttelettes de grosseur différente. La vitesse terminale inférieure des plus petites gouttelettes prolonge la période pendant laquelle ces gouttelettes sont soumises à l'action du vent. De la même façon, leur temps de sédimentation supérieur signifie que la température et l'humidité peuvent contribuer à réduire davantage leur grosseur par évaporation.

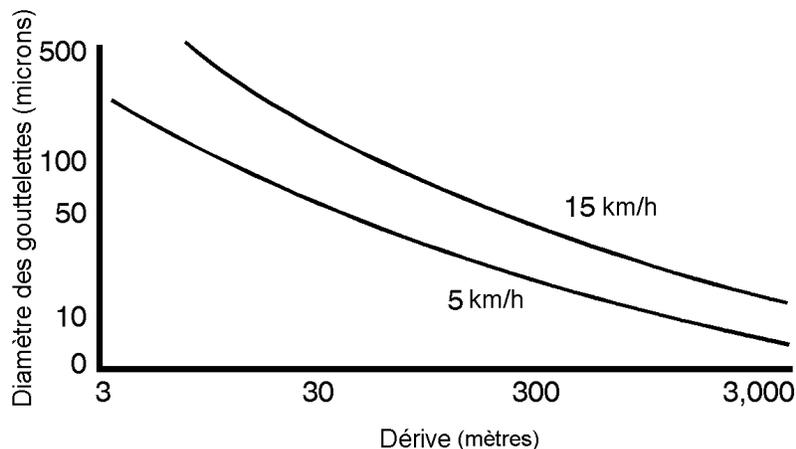
Figure 32. Vitesse de chute de gouttelettes de différente taille dans des conditions sans vent



La figure 33 montre la dérive relative de gouttelettes soumises à des vents soufflant à deux vitesses différentes. Plus les gouttelettes sont petites, plus elles sont entraînées par le vent. Ce phénomène devient particulièrement important dans le cas des très petites gouttelettes puisque la dérive causée par le vent peut les transporter au-delà du secteur ciblé.

Figure 33. Dérive des gouttelettes de différente taille

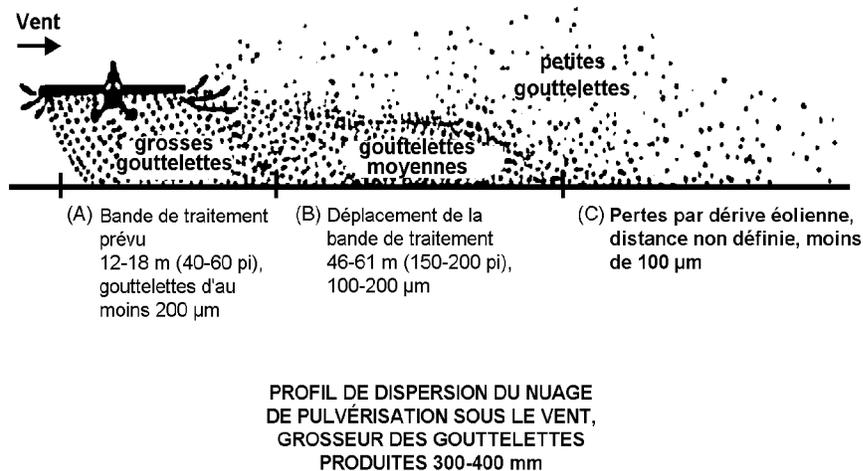
Effet de la vitesse du vent sur la dérive des gouttelettes de différente taille émise à une hauteur de 3 m. Adapté de Bowers, W. : Reducing Drift of Spray Droplets, 1976.



La figure 34 montre la dispersion sous le vent de gouttelettes de grosseur différente et établit la distinction entre le tassement de la bande de traitement et les pertes attribuables à la dérive. Par celle-ci, on désigne tout produit pulvérisé qui se dépose ailleurs que dans la zone à traiter. Il ne faut pas confondre la dérive avec le tassement de la bande de traitement, qui est attribuable au

vent de travers. Il est facile de corriger cette situation en déplaçant la ligne médiane de la bande d'une largeur appropriée contre le vent.

Figure 34. Dispersion de gouttelettes de différentes tailles sous l'effet du vent (Akesson and Yates, 1984)



Facteurs déterminant la taille des gouttelettes

Les facteurs suivants influent sur la grosseur des gouttelettes :

- choix de la buse
- orientation de la buse
- vitesse
- pression
- évaporation
- formulation
- adjuvants
- position des buses sur la rampe.

Choix de la buse

Avec les buses hydrauliques, la grosseur des gouttelettes diminue lorsque le diamètre de l'orifice diminue. La figure 35 montre la grosseur des gouttelettes en fonction de différents diamètres.

Figure 35. Taille des gouttelettes en fonction du diamètre de l'orifice

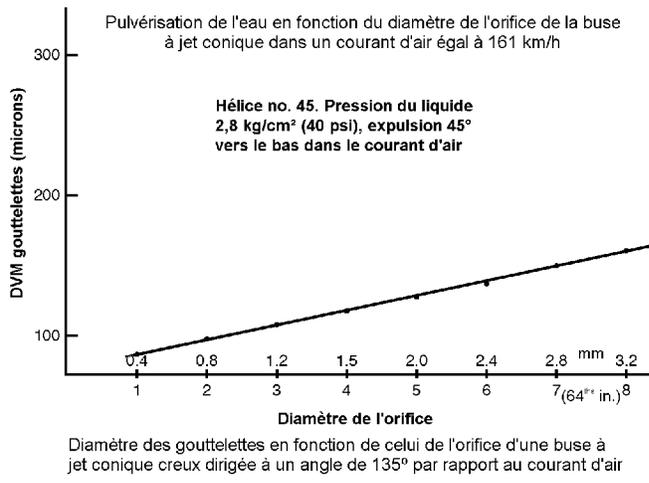
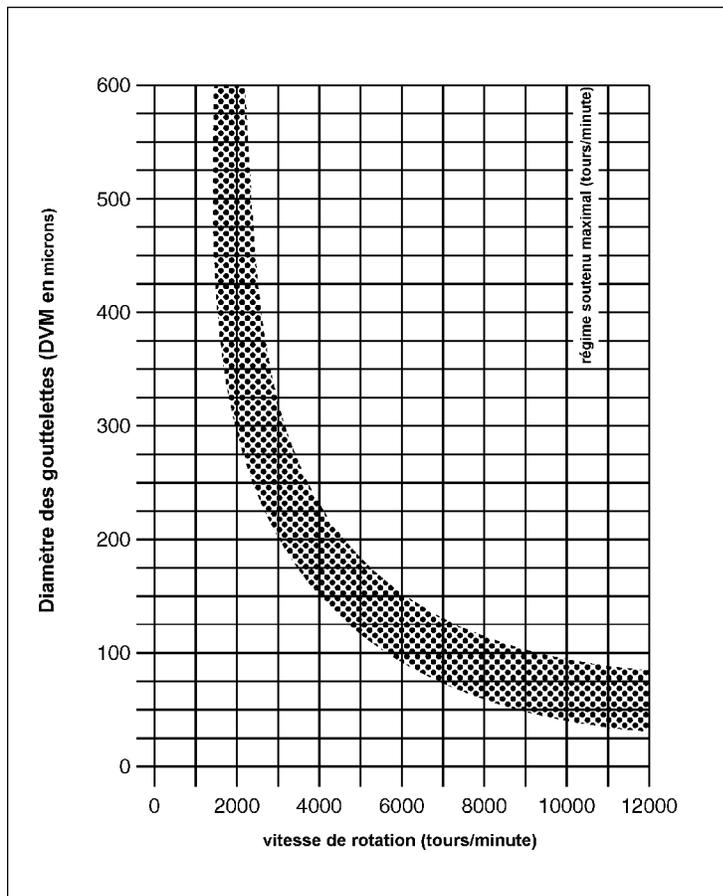


Figure 36. Grosseur des gouttelettes en fonction de la vitesse de rotation d'un atomiseur centrifuge

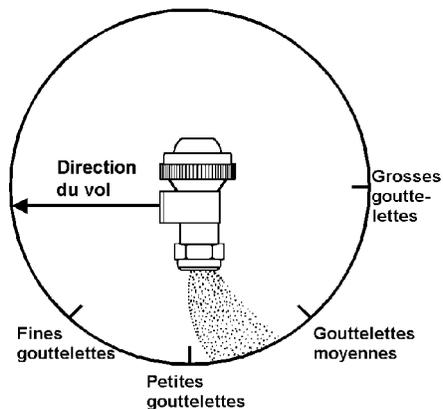


Avec les atomiseurs centrifuges, la grosseur des gouttelettes est fonction de la vitesse de rotation du dispositif, comme le montre la figure 36.

Orientation de la buse

Pour une buse hydraulique d'un calibre et d'un type donnés, la grosseur des gouttelettes peut être ajustée très efficacement en changeant l'angle de la buse en fonction de l'écoulement d'air. La figure 37 montre l'effet général du changement d'orientation.

Figure 37. Taille des gouttelettes en fonction de l'orientation de la buse



Les changements les plus marqués surviennent entre 0 et 90°, très peu de changements survenant passé 135°. Le fait d'orienter la buse directement contre l'écoulement d'air ne diminue pas sensiblement la grosseur des gouttelettes. *Cela peut toutefois entraîner une accumulation du produit sur la buse, causant des problèmes de débit et faisant varier la grosseur des gouttelettes de façon très inégale.*

Vitesse propre

Dans le cas des buses hydrauliques, l'augmentation de la vitesse propre intensifie l'effet de cisaillement de l'écoulement d'air et réduit la grosseur des gouttelettes (voir le tableau 4). Avec les pulvérisateurs centrifuges à débit d'air, lorsqu'on augmente la vitesse propre, la vitesse de rotation s'élève et donne lieu à la formation de gouttelettes de plus petit diamètre. Avec les pulvérisateurs centrifuges électriques, la vitesse de rotation du dispositif est indépendante de la vitesse propre et l'effet de la vitesse propre sur le diamètre des gouttelettes est minime.

Tableau 4. Vitesse propre et DVM (adapté de Isler, D.A. and J.B. Carlton. Effect of Mechanical Factors on Atomization of Oil-Base Aerial Sprays. Transactions of the ASAE 8(4): 590, 1965.)

Effet de la vitesse propre sur le DVM des gouttelettes

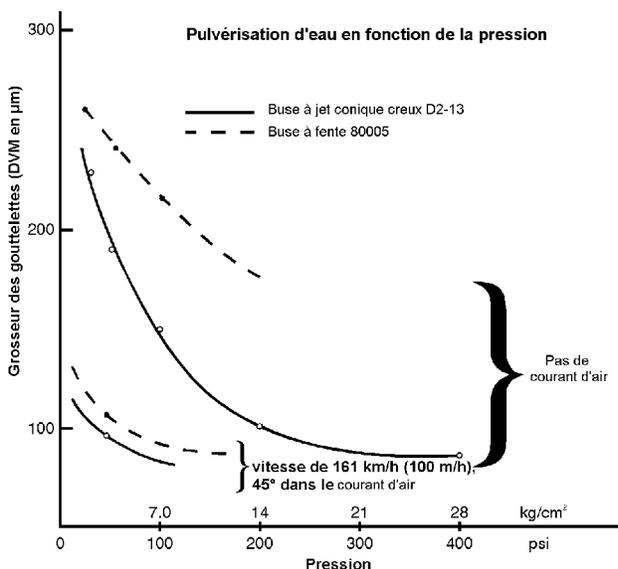
Vitesse propre en m/h	DVM en μm
80	324
120	226
150	159
170	159
200	127
Buse	À jet plat U50120
Pression de pulvérisation	25 livres par pouce carré
Orientation de la buse à 45°	45° sur l'horizontale, vers l'arrière et vers le bas

Pression

La figure 38 montre comment la grosseur des gouttelettes diminue en raison de la hausse de la pression. Elle indique aussi la réduction très importante du DVM qui survient lorsqu'on fait intervenir les facteurs que sont le déplacement d'air et l'orientation de la buse.

Le débit d'une buse est proportionnel à la racine carrée de la pression. Pour doubler le débit, il faut quadrupler la pression. Le résultat le plus important serait la production beaucoup plus abondante de particules fines et une plus grande variation dans le spectre de diamètres des gouttelettes, ce qui augmenterait considérablement le potentiel de dérive.

Figure 38. Pulvérisation d'eau en fonction de la pression



Grosueur des gouttelettes en fonction de la pression pour des buses à jet conique creux ou à fente. Les valeurs des courbes supérieures sont obtenues en l'absence de courant d'air, tandis que celles du bas sont obtenues pour un courant d'air de 161 km/h (100 m/h), avec buses orientées à 135 degrés (contre le courant d'air).

Évaporation

La température et l'humidité relative agissent sur la réduction de la grosseur des gouttelettes qui tombent sur le secteur ciblé. Plus la température est élevée et/ou l'humidité relative est basse, plus l'effet d'évaporation est grand.

Le tableau 5 montre le temps et la distance qu'il faut pour que les gouttelettes de différentes grosseurs s'évaporent complètement lorsqu'elles sont pulvérisées dans un vent nul à 30 °C et à un taux d'humidité relative de 50 %. Comme on peut le constater, les très petites gouttelettes disparaissent très rapidement, car leur chute est beaucoup plus lente que celle des plus grosses gouttelettes et leur volume est moins grand au départ.

Tableau 5. Effets de l'évaporation

Diamètre de la goutte (μm)	Durée (secondes)	Distance de chute pendant la durée (m)
50	4	0.10
100	16	3
200	65	40

Durée d'une gouttelette à 30 °C et à un taux d'humidité relative de 50 %. Adapté de **The Use of Aircraft in Agriculture** par N.B. Akesson et W.E. Yates. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, 1974.

En pratique, les très fines gouttelettes peuvent ne jamais atteindre le secteur ciblé. Elles peuvent s'évaporer complètement et le pesticide, rendu sous forme cristalline, n'adhérera pas aux feuilles et peut être transporté loin de la cible. Les paramètres de température et d'humidité relative établis par le fabricant du pesticide doivent être respectés pour réduire cette perte.

Formulations

L'utilisation de formulations non volatiles à base d'huiles comme support au lieu de l'eau réduit considérablement la perte de grosseur des gouttelettes par évaporation. Puisque l'huile ne s'évapore pas, la grosseur des gouttelettes produites à la sortie de la buse sera la même lorsque les gouttelettes atteindront le secteur ciblé, peu importe la température et l'humidité relative.

Cependant, même si les préparations non volatiles permettent de conserver la grosseur des gouttelettes en évitant qu'elles soient réduites par évaporation, il demeure qu'un grand nombre de très fines gouttelettes (ayant un DVM de moins de 100 μm) sont produites. Dans certaines conditions, il faut augmenter la grosseur des gouttelettes pour réduire le plus possible la dérive.

Avec les supports à base d'huile, plusieurs mesures de précaution sont à signaler :

- Si le système a été étalonné avec de l'eau, il faut reprendre l'étalonnage avec le mélange d'huile car la viscosité de l'huile changera le débit et la grosseur des gouttelettes.
- Puisque l'huile et l'eau ne se mélangent pas, le système de dispersion doit être asséché complètement ou purgé avec du carburant diesel ou un équivalent avant de passer de l'eau à l'huile.
- En passant de l'huile à l'eau, le système doit être nettoyé avec de l'eau et un détergent fort.
- Utiliser des pesticides à base d'eau dans des conditions de basse température, d'humidité élevée et de faible altitude.

Adjuvants

Les adjuvants sont ajoutés aux mélanges pour modifier leurs caractéristiques physiques. Les **agents mouillants** sont des agents tensio-actifs qui abaissent la tension superficielle. Cela facilite la dispersion lorsque la cible est atteinte. Toutefois, l'abaissement de la tension superficielle conduit à une réduction de la grosseur des gouttelettes pendant l'application. Ces agents doivent donc être utilisés avec précaution dans les conditions propices à la dérive. Les **épaississants** sont des polymères hydrosolubles qui épaississent les mélanges à base d'eau et qui réduisent leur tendance à se fractionner en de très petites gouttelettes. Ils peuvent être très utiles pour minimiser le danger de dérive en réduisant le nombre de très fines gouttelettes produites.

Il importe de noter que le fait d'accroître les forces de cisaillement du vent (soit en augmentant la vitesse propre ou en orientant la buse dans le courant d'air) réduit grandement l'efficacité des épaississants en ce qui regarde la production de très fines gouttelettes.

Positionnement des buses sur les rampes

Les gouttelettes libérées dans l'air au-dessus de la face supérieure d'une aile et du bord de fuite peuvent se fractionner dans la turbulence et abaisser la grosseur moyenne des gouttelettes. Cet effet peut être considérablement atténué en installant les buses sous les zones de turbulence.

Contrôle de la dérive

Trouver le bon équilibre

Les dernières recherches sur le comportement des particules, la conception de l'équipement, l'efficacité de la pulvérisation et l'analyse des dépôts nous ont permis de mieux comprendre ce qu'il advient des gouttelettes à la sortie de la buse. Grâce à cette information, les intervenants de l'industrie sont de plus en plus sensibilisés et déterminés à trouver de nouveaux moyens d'appliquer des produits par voie aérienne de façon plus sécuritaire et plus efficace.

Un but principal de cette recherche en cours est de trouver de nouveaux et de meilleurs moyens de limiter les dangers présentés par la dérive du nuage de pulvérisation. Des progrès importants ont été réalisés pour réduire les dangers de dérive présentés par les petites gouttelettes. Ils comprennent la conception de nouvelles buses, des formulations moins volatiles et des additifs qui retardent la dérive. Un bagage grandissant de connaissances sur les causes et les moyens de prévenir la dérive a aussi été acquis. Toutefois, la technologie actuelle n'a pas encore permis de trouver un système de dispersion qui répond à tous les besoins en matière de pulvérisation sans produire un nombre considérable de fines gouttelettes.

Il importe aussi de retenir que les petites gouttelettes sont souvent très économiques et très efficaces pour lutter contre différents organismes nuisibles, dans les conditions de dispersion propices. L'enjeu principal dans l'industrie de l'application aérienne de pesticides est de trouver l'équilibre entre l'efficacité et le contrôle de la dérive.

Il faut voir à ce que tout le personnel responsable connaisse les critères « d'autorisation ou d'interdiction » d'opérer et qu'il puisse facilement communiquer avec les autres lorsque les conditions ne conviennent pas à un traitement.

Déplacement des bandes de traitement et dérive

Il importe d'établir la distinction entre la dérive et le déplacement d'une bande de traitement.

Le **déplacement des bandes de traitement** désigne le mouvement des gouttelettes en suspension causé par le vent sur d'assez courtes distances en dessous de la trajectoire de l'aéronef. Ce phénomène est en général souhaitable car il superpose partiellement les profils d'aspersion de bandes contiguës pour donner une couverture plus uniforme. Le tassement des bandes d'aspersion peut aussi servir à mieux pénétrer le couvert forestier et augmenter le contact des gouttelettes avec les feuilles.

La dérive désigne l'entraînement des très fines gouttelettes, contenues dans tous les nuages de pulvérisation, hors de la largeur efficace de bande et hors de la zone ciblée.

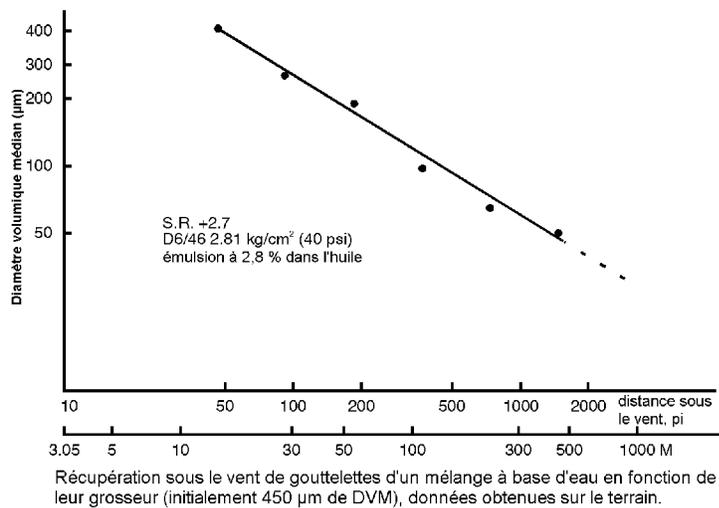
Cette distinction est importante pour le pilote puisque des facteurs comme la vitesse et la direction du vent peuvent exercer des effets mineurs sur les caractéristiques et le tassement des bandes d'aspersion, mais faire augmenter considérablement le danger présenté par la dérive du nuage de pulvérisation.

Pertes par dérive du nuage de pulvérisation

Les pesticides entraînés hors du secteur ciblé peuvent causer de graves problèmes aux humains, aux animaux, aux cultures avoisinantes et à d'autres secteurs vulnérables. De plus, cela donne lieu à une perte d'efficacité des opérations de pulvérisation puisque la dérive réduit la quantité de pesticides servant effectivement à lutter contre les organismes nuisibles ciblés.

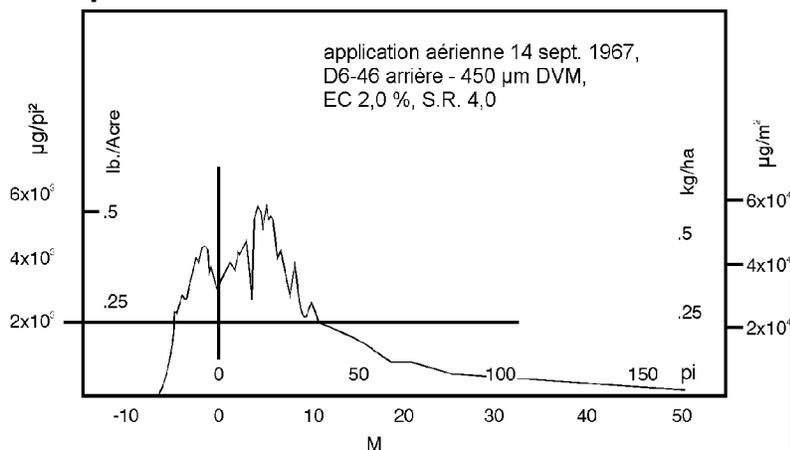
La figure 39 montre la récupération sous le vent d'une partie des gouttelettes d'un mélange à base d'eau ayant initialement un DVM de 450 μm . Le problème de dérive présenté par les plus petites gouttelettes est manifeste.

Figure 39. Grosseur des gouttelettes retrouvées sous le vent pour une formulation à base d'eau



Encore plus utiles sont les données de la figure 40, car elles présentent le taux de récupération à partir de plusieurs passages durant un essai sur le terrain.

Figure 40. Récupération suite à des passages multiples



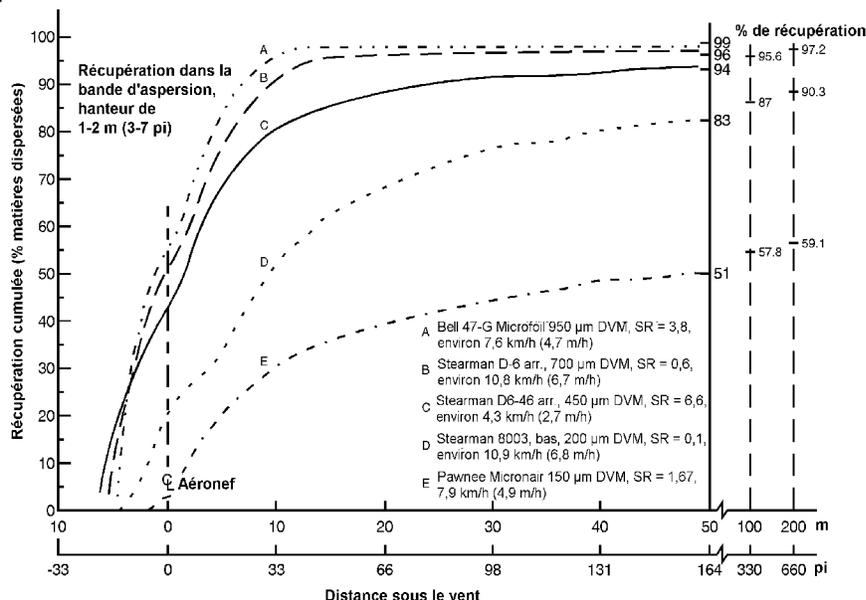
Moins de 65 % du pesticide a été récupéré à l'intérieur de la largeur de la bande, soit 15 m. Le pourcentage total du produit additionnel récupéré s'élève lentement à mesure que la distance à partir de la ligne médiane augmente, comme on le voit au tableau suivant :

Distance à partir de la ligne médiane	% total de récupération
15 m	65
25 m	70
50 m	78
200 m	82
400 m	84

Il importe de retenir que près de 16 % des matières dispersées franchissent plus de 400 m à partir de la ligne médiane de la bande de traitement. Cela pourrait donner lieu à un problème causé par la dérive dans un secteur avoisinant. De plus, les gouttelettes du mélange avaient un DVM initial de 450 µm, ce qui en ferait une pulvérisation grossière. La dérive des gouttelettes de pulvérisations fines ou moyennes serait évidemment plus élevée.

La figure 41 compare les taux de récupération associés à différents systèmes de dispersion. Dans tous les cas, on note un pourcentage élevé de matières entraînées bien au-delà de la largeur efficace de la bande d'aspersion. Toutefois, le potentiel de dérive beaucoup moins élevé des dispersions grossières est aussi très apparent. Il faut donc assurer un contrôle efficace des petites gouttelettes, spécifiquement celles ayant un diamètre inférieur à 100 µm.

Figure 41. Taux de récupération de différents systèmes de pulvérisation



Causes de la dérive du nuage de pulvérisation

La grosseur des gouttelettes est le facteur le plus important qui influence la dérive.

La dérive de pesticide vers des secteurs non ciblés est habituellement le résultat d'une mauvaise planification de la part du pilote. En plus d'être inefficace, elle peut nuire aux humains, **aux animaux** ou aux cultures vulnérables.

Les principales causes de dérive de pesticide sont les suivantes :

- la dispersion de gouttelettes plus petites qu'on ne le veut;
- les conditions atmosphériques propices à la dérive (c.-à-d. vents forts, températures élevées, inversions, faible humidité relative, etc.);
- la dispersion vers le haut des gouttelettes par les vortex de l'extrémité des ailes ou du rotor;
- la longueur de la rampe;
- l'altitude de l'aéronef.

Conditions atmosphériques

Considérations d'ordre général

Une excellente connaissance des conditions météorologiques et des prévisions permettra d'appliquer un traitement aérien en toute sécurité et de manière efficace. Il faut tenir compte du

moment de l'application et de toutes les périodes durant lesquelles le fabricant du pesticide recommande que des conditions spécifiques soient respectées.

En particulier, le pilote doit connaître les facteurs suivants :

- Type, base, hauteur et quantité des nuages;
- Température et humidité relative;
- Vitesse et direction du vent, rafales, bourrasques, avertissements d'orage et d'orage électrique;
- Turbulence à bas niveau (cisaillement du vent);
- Courant ascendant;
- Inversions;
- Mouvements frontaux susceptibles de nuire à l'application ou à l'efficacité du produit chimique après l'application, surtout les risques de précipitations;
- Heure de lever et de coucher du soleil (ces données s'ajoutent aux conditions météorologiques locales pour déterminer l'heure à laquelle il y a assez de lumière pour commencer ou pour poursuivre les opérations).

Température et humidité relative

Il faut toujours appliquer les pesticides à l'intérieur des limites de température et d'humidité relative recommandées sur l'étiquette. Les températures élevées et de faibles taux d'humidité relative augmentent l'évaporation des gouttelettes à base d'eau et diminuent donc leur grosseur. Même si les gouttelettes produites ont une grosseur optimale, elles peuvent perdre de leur taille par évaporation au point de créer un danger de dérive. En général, des mesures de précaution additionnelles doivent être prises pour appliquer des pesticides à l'eau à plus de 25 °C ou à un taux d'humidité relative inférieur à 50 %. La quantité d'humidité sur les feuilles, attribuable aux précipitations ou à la rosée, et la vitesse de séchage sont aussi des facteurs qu'on peut avoir à considérer. *Il importe de vérifier continuellement la température et l'humidité relative pendant la période d'application, et d'être prêt à mettre fin aux opérations lorsque les conditions se détériorent.*

Vent

Selon sa vitesse, le vent peut accroître l'efficacité d'une application ou être une importante source de problèmes. Un vent faible peut répartir uniformément le pesticide et précipiter le produit sur la végétation. Toutefois, la dérive est habituellement proportionnelle à la force du vent – plus le vent est fort, plus la dérive est grande. Normalement, la vitesse du vent augmente avec l'altitude, un facteur dont il faut tenir compte pour déterminer si la vitesse du vent dépasse celle à laquelle le traitement doit être appliqué. Un vent de 15 km/h au sol peut signifier un vent de 25 km/h ou plus à 30 m d'altitude.

La nature de la surface influe sur l'écart de vitesse du vent entre la surface du sol ou la couverture végétale et celle qui les surplombe. En général, plus la surface est rugueuse et moins elle est uniforme, plus cet écart est grand. On doit donc s'attendre à un écart de vitesse du vent plus important entre la couverture forestière et un point situé à quelques mètres au-dessus qu'il ne serait entre un champ de blé et ce point.

L'altitude devrait être réduite à mesure que le vent augmente afin de réduire la dérive le plus possible. Lorsque le vent est léger, on peut procéder au traitement à une hauteur de roue atteignant 5 m pour faciliter la dispersion. À mesure que le vent augmente, la hauteur de roue devrait être réduite à environ 2 m ou moins pour aider à réduire la dérive des petites gouttelettes.

Un important point de la sécurité en vol doit être précisé ici. Non seulement le vol avec les roues de l'aéronef sur les feuilles de la culture à traiter ou le vol juste au-dessus perturbent le profil de dispersion des pesticides, mais ils sont très dangereux. Le pilote doit faire preuve d'une très grande vigilance pour s'assurer que le terrain est libre. Ce faisant, il peut ne pas apercevoir d'autres obstacles comme des câbles, et un accident peut se produire. S'il faut voler à une aussi basse altitude, on vole dans des conditions de vent au-delà des limites acceptables.

Les applications aériennes ne doivent pas être effectuées s'il n'y a pas de vent. La dérive peut être accrue en raison du manque de turbulence pour transporter les petites gouttelettes au sol. Celles-ci seront plutôt soulevées par les courants de convection.

De même, l'absence de vent pose un risque pour le pilote car l'aéronef passera au travers du pesticide qui a été appliqué lors des passages précédents et qui ne s'est pas encore déposé au sol ou déplacé vers le bas. À mesure que le pesticide colle au pare-brise, la visibilité est grandement réduite, surtout dans des situations où l'aéronef vole face au soleil. La contamination possible du pilote est aussi une préoccupation.

La vitesse maximale admissible de vent varie selon le type de pesticide utilisé, la hauteur de dispersion, la superficie traitée, la proximité des zones vulnérables, le DVM des gouttelettes, etc.

La direction du vent est un autre facteur important surtout pour les petites gouttelettes qui peuvent être emportées sur de longues distances par le vent. S'il existe des secteurs vulnérables en bordure, il faut attendre que le vent souffle de cette direction pour entreprendre le traitement.

Convection thermique

Les températures élevées au sol peuvent créer des cellules de convection thermique qui transportent les gouttelettes vers le haut et pourraient empêcher les matières pulvérisées d'atteindre le sol dans le secteur ciblé.

Cisaillement du vent à basse altitude

Dans des conditions atmosphériques normales, le frottement en surface ralentit les vents à basse altitude. Les vents augmentent en intensité avec l'altitude sans aucun changement soudain de vitesse ou de direction. Dans le cas des inversions à basse altitude, cependant, qui se produisent habituellement le soir, une fine couche d'air frais et dense s'insère entre les vents à basse altitude et le sol et annulent les effets des frottements à la surface. Le pilote peut donc subir de brusques changements de la vitesse du vent à une altitude de quelques mètres seulement. Ces changements soudains peuvent nuire sérieusement au contrôle de l'appareil. Des situations particulièrement dangereuses surviennent lorsque le pilote d'un aéronef lourdement chargé subit une brusque augmentation de vent arrière au moment où il remonte à la fin d'un passage.

Il faut s'attendre à un cisaillement du vent à basse altitude chaque fois qu'il y a une inversion. Observer la cime des arbres pour déceler du mouvement, lancer un ballon ou effectuer un vol d'essai avec une charge moins lourde permettra de confirmer la présence d'un cisaillement du vent à basse altitude. Dans un tel cas, les décollages doivent s'effectuer dans la direction du cisaillement (c'est-à-dire de manière à ce que l'appareil monte avec un vent de face croissant). Lors des cabrages sous le vent et lorsque l'aéronef doit monter par vent arrière croissant en raison du cisaillement, le pilote doit penser à exécuter le cabrage plus tôt, en maintenant une grande marge de sécurité afin de garder le contrôle de l'aéronef et d'éviter tous les obstacles.

Inversions

Normalement, la température de l'air décroît à mesure que l'altitude augmente. C'est ce qu'on appelle un gradient thermique vertical normal. Une « parcelle » d'air déplacée vers le haut continue de monter puisqu'elle passe dans une couche d'air plus dense et plus froid. Dans certaines conditions, une fine couche d'air froid peut se former au-dessus du sol, sous une couche plus chaude. C'est ce qu'on appelle une inversion de température. Dans des conditions d'inversion, une « parcelle » d'air plus froid déplacée vers le haut ne continue pas de monter car elle est plus dense que l'air dans lequel elle se déplace. De même, l'air déplacé vers le bas ne peut pénétrer la couche d'inversion plus dense. La hauteur et les raisons de cette inversion varient.

Il importe que le pilote puisse déterminer s'il existe une inversion de température, car les traitements dans ces conditions peuvent occasionner de graves problèmes de dérive.

La cause la plus courante des inversions de température est le rayonnement thermique rapide sol-air tôt le matin, en fin d'après-midi ou en soirée lorsque le soleil est bas et que le vent est faible ou inexistant. La présence à faible altitude de bancs de brouillard, de panaches de fumée ou de poussière que s'élèvent et se stabilisent rapidement à quelques mètres au-dessus du sol, est souvent une indication d'une inversion.

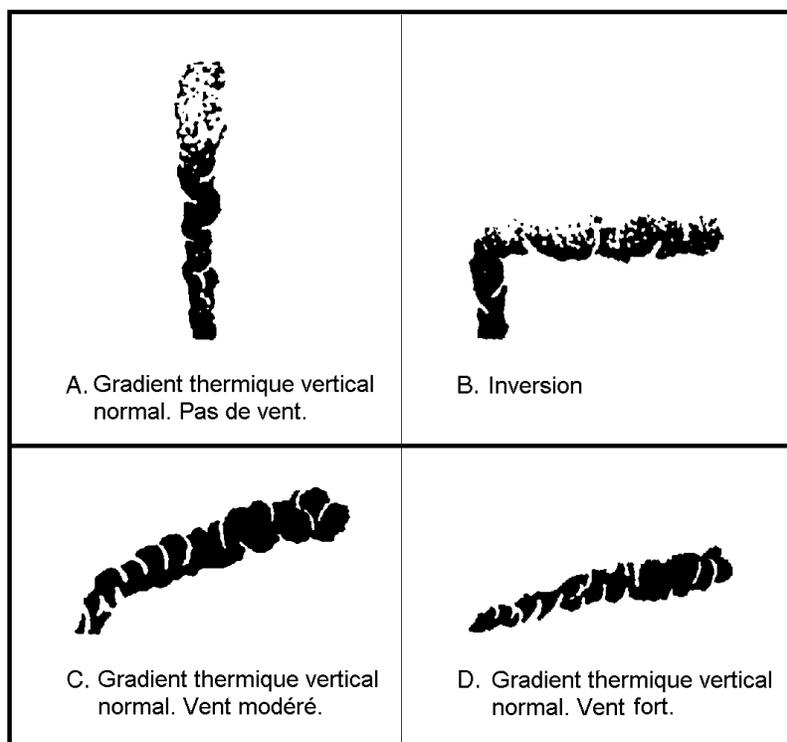
Le problème de dérive survient lorsque la couche froide est suffisamment dense pour empêcher un nuage de pulvérisation sous-jacent d'y pénétrer. Les gouttelettes peuvent alors dériver loin du secteur ciblé et se déposer à des endroits où elles peuvent présenter un grand danger.

Les inversions peuvent aussi être causées par des facteurs tels que l'écoulement d'air plus froid le long d'une pente ou un apport d'air frais près du sol en provenance d'un grand plan d'eau. Il faut toujours avoir ce phénomène en tête au moment de traiter des secteurs situés près d'un lac ou d'une rivière.

Le moyen le plus pratique de déterminer s'il existe une inversion est d'observer un panache de fumée qui provient ou est près du sol. Les panaches des cheminées industrielles hautes ou des cheminées ordinaires ne sont pas de bons indicateurs, car ils peuvent se trouver au-dessus du niveau d'inversion.

La figure 42 montre la forme que prend un panache de fumée dans différentes conditions de stabilité atmosphérique.

Figure 42. Panaches de fumée en fonction de la stabilité atmosphérique



On doit éviter de pratiquer un traitement dans les conditions de l'exemple A, un gradient thermique vertical sans vent et dans celles de l'exemple B, une inversion de température (à moins que la hauteur de l'inversion ne soit supérieure à celle de la hauteur de pulvérisation de l'aéronef). Dans l'exemple « A », tous les courants de convection sont dirigés vers le haut et transportent les gouttelettes vers le haut. Dans l'exemple « B », vu l'absence de courant de convection, le nuage demeure dans une couche à proximité du sol, sans le toucher.

La figure C montre la forme d'un panache de fumée dans des conditions atmosphériques idéales. Le panache monte et est dispersé par un vent allant de léger à modéré. La figure D montre un panache couché par un vent fort.

Un capteur de la température extérieure sur l'aéronef servant aux traitements permet de détecter ou de confirmer rapidement une inversion lorsque la température au sol peut être comparée à celle de l'altitude d'application du pesticide. Le traitement doit être arrêté temporairement jusqu'à ce que des conditions atmosphériques propices soient réunies.

EXERCICES - Caractéristiques du nuage de pulvérisation

1. Tous les pulvérisateurs produisent des gouttelettes de grosseurs différentes. Le nuage de pulvérisation peut être caractérisé par le diamètre volumique médian, soit la grosseur de gouttelettes à laquelle le volume du produit est divisé en deux volumes égaux.

Vrai Faux

2. On considère généralement que les gouttelettes d'au plus 100 μm sont susceptibles d'être entraînées par dérive.

Vrai Faux

3. La grosseur des gouttelettes agit sur la couverture, le degré de sédimentation, l'effet de l'écoulement de l'air et l'efficacité du traitement.

Vrai Faux

4. Des gouttelettes trop grosses peuvent conduire à une trop grande dose à certains endroits dans un secteur traité.

Vrai Faux

5. La grosseur des gouttelettes diminue à mesure que la vitesse de rotation d'un pulvérisateur centrifuge s'abaisse.

Vrai Faux

6. L'orientation des buses hydrauliques directement face au vent peut être à l'origine d'une accumulation de pesticides et de problèmes de débit.

Vrai Faux

7. Avec les pulvérisateurs électriques, la grosseur des gouttelettes dépend de la vitesse propre.

Vrai Faux

8. L'abaissement de la vitesse propre réduit la grosseur des gouttelettes produites par une buse hydraulique.

Vrai Faux

9. Il est préférable d'accroître le nombre de buses que d'augmenter la pression pour accroître le débit.

Vrai Faux

10. L'humidité relative et la température n'ont pas d'effet sur l'intégrité des gouttelettes de pesticides à base d'huile appliqués sous forme non diluée.

Vrai Faux

11. Si une formulation à base d'huile est utilisée dans un aéronef dont le système est étalonné avec l'eau, le débit doit être vérifié.

Vrai Faux

12. On peut réduire la grosseur des gouttelettes en utilisant des épaississants.

Vrai Faux

13. La pression dans la rampe agit sur la quantité de produits dispersés par des buses hydrauliques et centrifuges.

Vrai Faux

14. Le déplacement des bandes de traitement sous l'effet du vent est généralement souhaitable pendant le traitement aérien.

Vrai Faux

15. Les facteurs qui augmentent la dérive en général ont un grand effet sur le déplacement des bandes de traitement.

Vrai Faux

16. La quantité de produit perdue en raison de la dérive, lorsque le DVM est de 450 μm , est minimale et les gouttelettes à la dérive sont généralement trop petites pour créer de l'inquiétude.

Vrai Faux

17. La grosseur des gouttelettes est le principal facteur qui contribue aux problèmes de dérive. Un diamètre de gouttelettes relativement grand doit donc être utilisé avec les herbicides.

Vrai Faux

18. L'entretien, la pression, et le choix et l'orientation des buses adéquats peuvent éliminer les problèmes de dérive.

Vrai Faux

19. Même si l'étalonnage est approprié s'il n'y a pas de vent, le traitement ne l'est pas.

Vrai Faux

20. Les inversions sont causées par la convection thermique qui pousse la masse d'air vers le sol, ce qui peut réduire la dérive.

Vrai Faux

21. Décrire les meilleures conditions météorologiques pour les applications aériennes.

22. Quel est le facteur unique le plus important à exercer un effet sur la bande de traitement et sur l'efficacité d'une application aérienne d'un mélange liquide?

Section 4 — Étalonnage

Objectifs de cette section

À la fin de cette section, vous serez en mesure de :

- ' décrire les méthodes d'étalonnage des systèmes de dispersion des liquides et des systèmes de dispersion des solides;
- ' calculer les exigences quant à la charge de pesticides, notamment :
 - le volume total à appliquer
 - le nombre requis de charges
 - la quantité totale de pesticide requise
 - la quantité de pesticide par charge

Introduction

Il est essentiel d'ajuster avec précision la quantité de produits dispersés par l'aéronef par unité de temps pour appliquer la bonne quantité de pesticide sur le secteur ciblé. La dispersion de produits liquides et de matières sèches diffère considérablement en raison des différences entre l'équipement de manutention et des caractéristiques d'écoulement.

Le dose est la quantité de matières appliquée par unité de surface (litres par hectare (L/ha), kg par hectare (kg/ha)). Elle dépend des facteurs suivants :

- le débit
- la largeur de la bande de traitement
- la vitesse de l'aéronef

Le débit est le volume de liquide dispersé par unité de temps (L ou gall. par minute) ou le poids du produit solide dispersé par unité de temps (kg/min).

À moins de connaître le débit réel d'un système, il est impossible d'appliquer les volumes exacts. On pourrait ainsi appliquer une dose insuffisante de pesticides, et obtenir une mauvaise répression des organismes nuisibles, sinon aucune, ou appliquer une trop forte dose, ce qui est illégal, inutile et susceptible de causer des dommages. Il faut donc connaître le débit d'un système pour ajuster ce dernier de manière à appliquer la dose requise du mélange de produits ou de pesticide.

Voici les conséquences d'un étalonnage inexact ou de l'absence d'étalonnage :

- couverture inadéquate du secteur ciblé;
- application d'une dose inadéquate, résultant en une lutte inefficace contre l'organisme nuisible ciblé;
- non-conformité aux instructions de l'étiquette et pénalités importantes du fait de l'application d'une dose trop forte, ce qui est illégal;
- coût élevé de l'utilisation d'une trop grande quantité de pesticide;
- lésions infligées aux personnes et dommages causés à la faune, aux cultures et à des secteurs non ciblés.

Méthodes d'étalonnage des systèmes de dispersion de liquides

En pratique, les erreurs d'ajustement des indicateurs de pression et les variations d'une pièce d'équipement à une autre conduiront à des débits différents de ceux indiqués dans les tables du fabricant. Il est nécessaire de régler le débit pour ajuster les contrôles de l'équipement (par exemple pression dans les rampes, réglage du registre) qui produiront les débits requis pour l'application d'une dose déterminée de pesticide. Dans le cas des débitmètres, il faut étalonner le système pour bien ajuster le débitmètre si l'on veut qu'il serve au pilote d'instrument de précision.

La vérification de l'exactitude du débit doit être effectuée :

- lorsque l'équipement est neuf;
- au début de la saison;
- lorsqu'on modifie la dose ou qu'on change de matières à disperser;
- lorsque des écarts importants surviennent entre la superficie traitée par charge en comparaison de celle qui était prévue.

Lorsque le pilote a vérifié l'exactitude du débit, les calculs suivants peuvent être effectués :

- la quantité totale du mélange à appliquer requise pour le traitement;
- le nombre de charges requises pour effectuer le travail;
- la quantité de pesticide à ajouter au réservoir.

Avant l'arrivée sur le site pour étalonner le débit, l'aéronef doit être équipé d'un système de dispersion qui produira les gouttelettes à la grosseur requise, le profil de dispersion à l'intérieur de la bande de traitement et le débit souhaité.

Idéalement, l'essai servant à l'étalonnage doit être réalisé sur les lieux et immédiatement avant le traitement pour éliminer les erreurs attribuables à de l'équipement usé ou différent.

Lorsque la méthode d'étalonnage ne s'applique pas au support du pesticide qui sera employé pour l'application du pesticide, il faut tenir compte de la viscosité du liquide servant à l'essai (habituellement de l'eau) à comparer à celle du produit à utiliser pour le traitement. À titre d'exemple, le débit des formulations très visqueuses est plus lent que celui de l'eau, et il faut vérifier le débit pendant les traitements.

Les aéronefs, surtout les hélicoptères munis de pompes hydrauliques ou d'électropompes, peuvent être étalonnés au sol. Les pompes à hélice peuvent être étalonnées au sol pourvu qu'un dispositif externe d'entraînement de la pompe soit installé ou que le moteur de l'aéronef soit mis en marche. Ces conditions sont nécessaires afin que l'hélice puisse produire un déplacement d'air suffisant sur les ailettes de l'hélice de pompe, et ce, pour obtenir la pression nécessaire dans la rampe. Sinon, un vol d'essai est requis pour confirmer l'étalonnage effectué au sol.

Formules de calcul du débit et du rendement

À l'aide des formules suivantes, déterminer le débit requis et le comparer avec le débit réel déterminé au cours des vérifications du débit :

$$\text{Débit requis (L/min)} = \frac{\text{dose (L/ha)} \times \text{largeur de bande (m)} \times \text{vitesse propre (km/h)}}{600}$$

$$\text{Débit requis (gall./min)} = \frac{\text{dose (gall./ac)} \times \text{largeur de bande (pi)} \times \text{vitesse propre (m/h)}}{495}$$

$$\text{Vérification sur place du débit réel} = \frac{\text{volume appliqué}}{\text{durée de dispersion}}$$

À noter que le débit requis doit être converti en gallons américains par acre lorsque le débit de la buse est donné dans ces unités de mesure.

Amorce du système

Avant de déterminer le débit réel, il faut amorcer le système. Ajouter une charge suffisante du support (eau ou diluant) ou du produit pour couvrir la prise de liquide de la pompe et pour remplir complètement la tuyauterie du système (50-100 L). Évacuer l'air par les extrémités des rampes en dévissant légèrement les bouchons d'extrémité ou en installant des valves dans les extrémités des rampes. Procéder à une pulvérisation jusqu'à ce que la pression commence à descendre, puis fermer le robinet de pulvérisation. Le système est maintenant amorcé.

Méthodes de vérification du débit

Prenons comme exemple un aéronef muni de 24 buses qui vole à une vitesse de 145 km/h et qui applique 28 litres par hectare (L/ha) du produit. La pression dans les rampes peut varier de 138 à 276 kPa et la largeur de la bande d'aspersion se chiffre à 14 m.

Ne pas se fier pas aux marques de niveau du réservoir de l'aéronef pour l'étalonnage car elles tiennent compte du volume résiduel (le reste du produit dans le réservoir qui ne peut pas être appliqué).

D'après les tables du fabricant, 24 buses à orifice D7 et à diamètre #46 déversent 27 L/ha à 138 kPa. À 207 kPa, le rendement passe à 34 L/ha. Par intrapolation, la pression prévue dans les rampes est de 152 kPa avec un rendement de 28 L/ha.

On peut maintenant procéder au réglage du débit à l'aide de l'une des quatre méthodes suivantes :

Méthode du débitmètre : L'étalonnage à l'aide d'un débitmètre est la méthode la plus sûre, la plus efficace et la plus précise. Il est recommandé de couper le débit de tous les pulvérisateurs ou de toutes les buses, et de fixer au point de sortie de la rampe de l'aéronef un tuyau flexible qui mène à un deuxième débitmètre normalisé (déjà étalonné) et qui revient au réservoir de l'aéronef. Une quantité de produit est alors chargée dans le réservoir. Le pilote se place aux commandes de l'aéronef, active le système de pulvérisation et établit le débit requis. Le débit déterminé à partir de l'aéronef est alors comparé à celui indiqué par le débitmètre normalisé. Des ajustements sont apportés au besoin.

Lorsqu'on n'a pas accès à un débitmètre normalisé, on peut appliquer une quantité déterminée du produit et comparer ce volume appliqué à celui indiqué sur le débitmètre. La différence exprimée en pourcentage sert alors à ajuster la valeur de référence du contrôle du débit. On répète cette opération jusqu'à ce que le volume indiqué et le volume réel correspondent. Les manuels des fabricants fournissent des méthodes d'étalonnage spécifiques aux divers débitmètres maintenant disponibles.

Méthode de calcul selon une durée fixe : Une quantité suffisante est chargée dans l'appareil afin que la pulvérisation puisse se poursuivre pendant une période déterminée sans vider le système. Après la pulvérisation, le volume appliqué réel correspond à la quantité requise pour charger l'aéronef jusqu'au niveau initial.

En pratique, la pulvérisation dure une minute pour les fortes doses, et deux minutes pour les faibles doses.

Le débit réel et le débit requis sont calculés. L'écart entre les deux détermine le changement de pression à apporter dans la rampe ou l'ajustement du numéro de référence du débitmètre à apporter pour produire les débits requis.

Suite de l'exemple :

$$\text{Débit requis} = \frac{28 \times 14 \times 145}{600} = 95 \text{ L/min}$$

Lors de l'essai en vol avec une charge initiale de 492 L, on a constaté qu'à 152 kPa, après une minute de pulvérisation, il restait 405 L dans le réservoir, c'est-à-dire que 87 L avaient été dispersés. Ainsi, une légère augmentation de la pression dans les rampes devrait donner le débit requis.

Méthode de calcul de la durée libre : Une quantité déterminée du produit est chargée dans l'appareil et appliquée jusqu'à ce que la pression commence à tomber. Le robinet de pulvérisation est alors fermé. La quantité réelle appliquée correspond à la quantité ajoutée initialement au système.

Pour le calcul du débit réel, on mesure le temps écoulé entre le moment de l'ouverture des rampes et celui de leur fermeture (les positions système ouvert et système fermé). Des ajustements sont alors apportés au système pour faire correspondre les débits réels aux débits requis. Cette méthode n'est habituellement pas aussi précise que celle du calcul par durée fixe.

Dans l'exemple, 95 L ont été ajoutés au réservoir après l'amorce. À une pression de 152 kPa, il a fallu 65 secondes pour larguer complètement la charge, ce qui donne un débit réel de 87 L/minute. Une légère hausse de la pression dans les rampes augmentera le débit réel jusqu'au débit requis de 95 L/minute.

Méthode de la distance connue : Le volume à appliquer sur une distance connue est calculé comme suit :

$$\text{Volume requis (gall.)} = \frac{\text{Largeur de bande de traitement (pi)} \times \text{Longueur de bande de traitement (milles)} \times \text{Dose de mélange (gall./ac)}}{8,25}$$

$$\text{Volume requis (L)} = \frac{\text{Largeur de bande de traitement (m)} \times \text{Longueur de bande de traitement (km)} \times \text{Dose de mélange (L/ha)}}{10}$$

Le résultat est comparé au volume réel mesuré au cours d'un essai en vol sur cette distance, et les ajustements nécessaires au système sont apportés. Cette méthode est courante dans les opérations agricoles sur des distances allant d'un km pour un travail à volume élevé, à deux km pour un travail à faible volume.

Par exemple, sur un champ de 1,6 km :

$$\text{Volume requis} = \frac{14 \text{ m} \times 1,6 \text{ km} \times 28 \text{ L/ha}}{10} = 63 \text{ L}$$

Si le volume à appliquer est exacte, le contenu du réservoir diminue de 63 L à chaque passage. À la fin de l'essai en vol, à 152 kPa et avec une charge initiale de 492 L appliquée sur un km, le réservoir contenait 435 L de produit, c'est-à-dire que 57 L ont été appliqués. À nouveau, une légère augmentation de la pression permettrait d'ajuster le débit réel au débit requis.

Conseils sur l'étalonnage

- Surveiller continuellement les volumes appliqués et les débits après le premier étalonnage puisque les conditions peuvent varier.
- Tenir des registres de tous les paramètres relatifs à la charge (pression dans les rampes, volumes, etc.) Cela facilitera les nouveaux étalonnages.

- Vérifier l'exactitude des marques de niveau de la trémie/réservoir de pulvérisation en les comparant à des charges connues.
- Pour l'étalonnage des liquides, l'écart entre les débits calculés et réels ne doit pas dépasser 5 %. Si les débits réels sont trop élevés, vérifier ce qui suit :
 - fuites dans le système
 - lecture de l'indicateur de pression inexacte
 - trop grande usure des buses
- L'écart entre le débit réel et le débit spécifié par le fabricant pour les buses individuelles ne doit pas dépasser 15 %. Si c'est le cas, remplacer les buses usées.
- Si les débits réels sont trop faibles, vérifier ce qui suit :
 - viscosité supérieure à celle de l'eau
 - obturations dans le système
 - lecture de l'indicateur de pression inexacte
 - nombre insuffisant de pulvérisateurs.
- Retenir que les débits varient avec la racine carrée de la pression. Par exemple, prenons 138, 172 et 207 kPa, dont les racines carrées respectives sont 11,7, 13,1 et 14,4. Si le débit à 138 kPa est de 95 L/minute, le débit à 207 kPa sera calculé comme suit :

$$\text{Débit (à 207 kPa)} = \frac{95 \text{ L/min} \times 14,4}{11,7} = 117 \text{ L/min}$$

Calcul des exigences en matière de charge des pesticides

- Déterminer la dose à appliquer et le volume requis.
- Calculer le volume total du mélange à appliquer :

Volume total = Superficie × volume requis
- En utilisant un volume de charge convenant au type d'aéronef employé, calculer le nombre total de charges requises :

$$\text{Nombre de charges requises} = \frac{\text{volume total}}{\text{volume de la charge}}$$

Faire en sorte qu'il s'agisse d'un nombre entier (par exemple si le calcul initial donne 9,3 charges, diviser le projet en 10 charges standard d'un volume légèrement inférieur ou en huit pleines charges et deux petites charges de finition).

- Calculer la quantité de pesticide requise pour le traitement de la superficie totale, en suivant les recommandations du fabricant :

Quantité de pesticide = superficie totale × dose de pesticide

Nota : La dose de pesticide est la quantité de pesticide à appliquer par unité de surface, conformément aux instructions figurant sur l'étiquette.

- Calculer la quantité de pesticide par charge :

Quantité de pesticide par charge = $\frac{\text{quantité totale de pesticide}}{\text{nombre de charges}}$

Exemples de calculs :

Définitions :

Dose : dose spécifiée de pesticides à appliquer pour lutter contre des organismes nuisibles, habituellement exprimée en poids de matière active par hectare (g/ha) ou en litres de produit par hectare (L/ha).

Volume à appliquer : volume total du mélange de pesticide et de support spécifié ou requis pour obtenir la dose prévue, exprimé en litres par hectare (L/ha).

Largeur de bande : distance latérale, ordinairement exprimée en m, traitée en un seul passage d'aéronef.

Espacement entre lignes de vol : distance entre les axes de passage sur une zone traitée qui est déterminée en établissant la moyenne de plusieurs mesures de la largeur efficace pour toute combinaison donnée d'aéronef et de dispositif de pulvérisation.

Débit : quantité du mélange de pesticide et de support s'écoulant par le système de pulvérisation par unité de temps, ordinairement exprimé en litres par minute (L/min).

m.a. : matière active.

1. Combien de litres d'herbicide faut-il pour traiter 30 ha si la dose est de 5 L de produit par ha?

$$5\text{L/ha} \times 30 \text{ ha} = 150 \text{ L}$$

2. Vous devez traiter une parcelle de 72 ha au total. Dans cette parcelle, il existe une zone à ne pas traiter de 250 m × 320 m. Vous appliquez un herbicide à la dose de 6 L/ha dans un volume total à appliquer de 35 L à l'hectare.

- a) Combien de litres du produit faut-il?

$$\text{zone non traitée} = 250 \text{ m} \times 320 \text{ m} = 80\,000 \text{ m}^2 = 8 \text{ ha}$$

surface à traiter = 72 ha - 8 ha = 64 ha

6 L/ha × 64 ha = 384 L de produit

b) Combien de litres d'eau faut-il?

35 L/ha (vol. total) - 6 L/ha (pesticide) = 29 L eau/ha

29 L × 64 = 1856 L d'eau

c) Si le réservoir a une capacité de 700 L, combien de charges faut-il pour compléter le projet?

35L/ha (vol. total) × 64 ha = 2240 L au total

2240 L/700 = 3,2 charges.

3. Si la vitesse opérationnelle de l'aéronef est de 185 km/h et que la bande de traitement est large de 23 m, quelle superficie sera traitée en une minute?

185 km/h = 3,083 km/min = 3083 m/min

3083 m/min × 23 m = 70 909 m²/min = 7,09 ha/min

b) Quelle superficie serait traitée en une heure?

60 × 7,09 = 425,4 ha

c) Combien de temps faudrait-il pour traiter un hectare?

7,09 ha/60 s, donc 60 s/7,09 ha = 8,46 s par ha

4. Si l'aéronef traite 5,5 ha/min et que le volume souhaité à appliquer est de 30 L/ha, quel devrait être le débit souhaité (L/min)?

5,5 ha/min × 30 L/ha = 165 L/min

b) 40 buses sont montées sur votre aéronef. Quel est le débit souhaité par buse (L/min par buse)?

165 L/min/40 = 4,13 L/min par buse

5. Au moyen des renseignements suivants, calculer :

a. Le débit total (L/min)

b. Le débit par buse (L/min par buse)

Renseignements requis :

Aéronef :	Ag Truck	Nombre de buses :	38
Largeur de bande :	23 m	Volume à appliquer :	33 L/ha
Vitesse propre :	110 m/h		

$$110 \text{ m/h} = 177 \text{ km/h} = 2,95 \text{ km/min} = 2950 \text{ m/min}$$

$$2950 \times 23 = 67\,850 \text{ m}^2/\text{min} = 6,785 \text{ ha/min}$$

a. $33 \text{ L/ha} \times 6,785 \text{ ha/min} = 223,91 \text{ L/min}$

b. $223,91/38 = 5,89 \text{ L/min par buse.}$

6. Au moyen des renseignements suivants, calculer :

a. Le débit total (L/min)

b. Le débit par buse (L/min par buse)

Renseignements requis :

Aéronef :	Pawnee	Nombre de buses :	40
Écartement des bandes :	23 m	Volume à appliquer :	33 L/ha
Vitesse de vol :	175 km/h		

$$175 \text{ km/h} = 2,917 \text{ km/min} = 2917 \text{ m/min}$$

$$2917 \times 23 = 67\,091 \text{ m}^2/\text{min} = 6,7091 \text{ ha/min}$$

a. $33 \text{ L/ha} \times 6,7091 \text{ ha/min} = 221,4 \text{ L/min}$

b. $221,4/40 = 5,54 \text{ L/min par buse.}$

Méthodes d'étalonnage des systèmes de dispersion de matières sèches

Contrairement aux systèmes de dispersion des liquides, les épandeurs ne possèdent pas des débits affichés. Ceux-ci doivent être établis par approximations successives. Les problèmes d'étalonnage initial des systèmes de dispersion des matières sèches comprennent :

- le fait que la largeur de la bande de traitement est inconnue;
- le fait que les débits ne peuvent pas être calculés tant que la largeur de la bande de traitement n'est pas connue;

- le fait que, jusqu'à ce que les débits soient établis, la largeur des bandes de traitement leur correspondant ne peut pas être déterminée.

Avec les systèmes de dispersion des liquides, l'étalonnage peut être fait avec de l'eau, la pression étant modifiée pour tenir compte des différences de viscosité entre l'eau et le mélange réel. Pour la dispersion de matières sèches, l'utilisation d'une substance inerte aurait très peu de valeur car, pour être utile, la grosseur et la densité de la matière devraient être pratiquement identiques à celles des matières à appliquer. Donc, la matière réelle doit être utilisée pour l'étalonnage à moins que le fabricant puisse fournir des échantillons à blanc – le granulé sans la matière active.

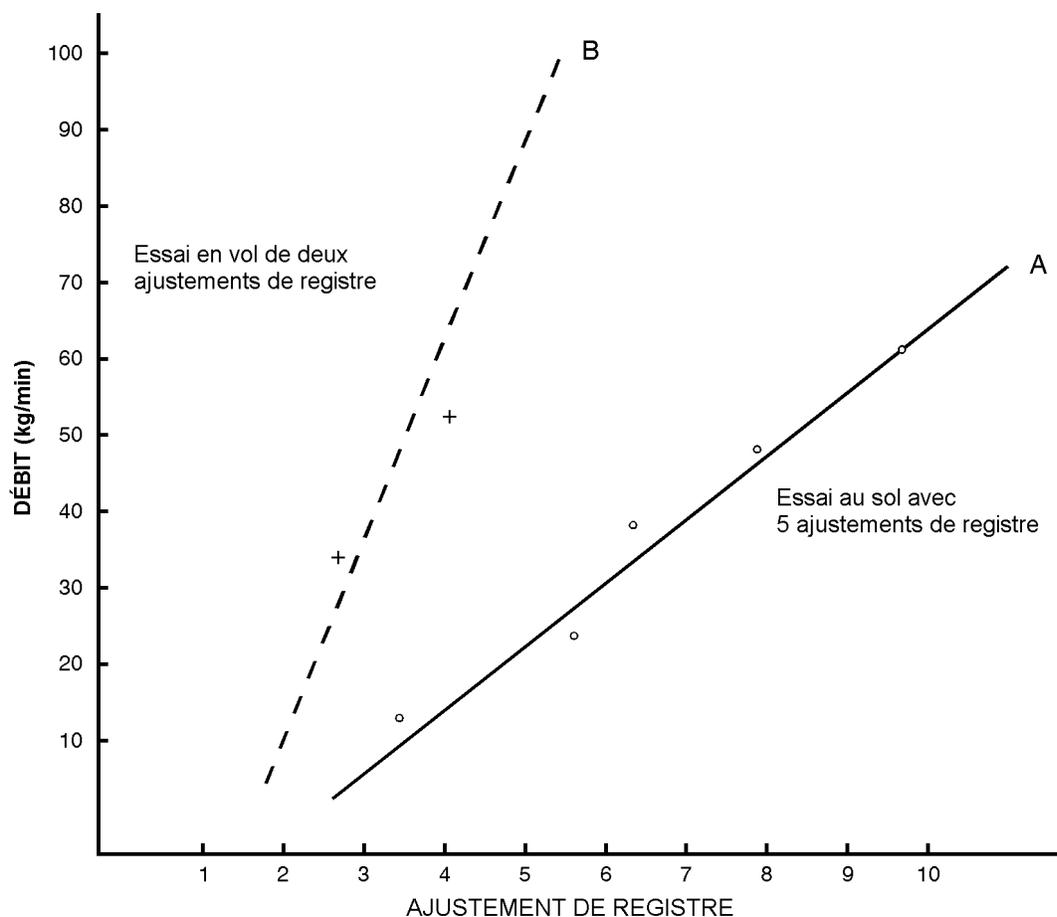
On peut appliquer la méthode suivante pour étalonner les systèmes de dispersion de matières sèches :

Étape I. Estimation du réglage du registre en fonction du débit

- Régler le registre de la trémie sans l'épandeuse;
- La trémie étant au moins à moitié pleine et la queue de l'aéronef soulevée en position de vol, ouvrir le registre pendant une période déterminée, en recueillant les matières sèches dans un grand plateau et peser ces matières;
- Répéter cette opération pour différentes ouvertures du registre et porter les résultats sur un graphique du débit en fonction du réglage du registre;
- À partir de ce graphique, procéder à une estimation approximative du réglage du registre pour un débit donné.

La ligne A de la figure 43 donne les résultats des essais à l'aide d'un échantillon de granulé à blanc à un intervalle d'une minute pour différents réglages d'obturateur.

Figure 43. Graphique du débit de matière sèche vs l'ajustement du registre



Étape 2. Mesure approximative du débit requis

Le rapport entre le débit (kg/min), la dose (kg/ha), la largeur de la bande de traitement (m) et la vitesse sol (km/h) est établi par la formule suivante :

$$\text{Débit} = \frac{\text{dose} \times \text{largeur de bande} \times \text{vitesse sol}}{600}$$

Puisque la dose et la vitesse sol sont connues, le débit peut être estimé en supposant une largeur de bande de traitement. L'envergure des ailes de l'aéronef est un bon point de départ. La largeur réelle de la bande de traitement sera établie au cours d'un essai en vol.

À titre d'exemple, la dose indiquée sur l'étiquette d'un pesticide en granulé est de 8 kg/ha. En supposant une vitesse sol de 185 km/h et une largeur de bande de traitement de l'envergure des ailes de 14 m, le débit requis serait :

$$\text{Débit} = \frac{8 \times 14 \times 185}{600} = 34,5 \text{ kg/min}$$

Étape 3. Essai en vol

- En utilisant le réglage du registre correspondant à ce débit, charger une quantité mesurée de matières sèches dans la trémie. Effectuer un court essai en vol (une minute suffit) pour disperser les matières sur la superficie à traiter. Centrer la trajectoire de vol perpendiculairement à une bande de terrain dégagé d'une largeur de 1 m environ.
- Peser le reste des matières sèches dans la trémie après l'atterrissage. En pratique, les débits en vol peuvent s'écarter considérablement des débits en condition statique. Le premier graphique des débits établi durant les essais au sol doit donc être corrigé pour tenir compte de ces écarts.
- Puisque le débit de granulés est habituellement directement lié au degré d'ouverture du registre, une nouvelle courbe de référence peut facilement être tracée. Par exemple, si l'essai en vol montre un débit deux fois plus grand que celui de l'essai au sol pour deux réglages du registre, faire passer une ligne par ces deux nouveaux points pour bâtir le nouveau graphique (ligne B, figure 43).
- Le personnel au sol peut compter les granulés par unité de surface (c.-à-d. granulés par m²) qui se trouvent sur la bande dégagée et porter les données sur un graphique de la largeur de la bande de traitement en fonction de la densité. Les deux points de chaque côté de la ligne médiane où la densité équivaut à la moitié de celle mesurée au centre de la bande de traitement donnent les limites de la largeur efficace de la bande de traitement. À l'aide du nouveau graphique et de la largeur mesurée de la bande de traitement, reprendre l'essai en vol. Cela pourrait exiger plusieurs essais avant de pouvoir déterminer avec précision la largeur de la bande de traitement et les débits.
- La méthode ci-dessus convient aux systèmes de débit par gravité. Toutefois, certains systèmes de dispersion des matières sèches, par exemple le système Simplex, possèdent un tambour rotatif qui transporte les matières sèches de la trémie jusque dans le système. Avec ce type de système, il faut déterminer le rendement en kg par le nombre habituel de tours par minute durant le traitement. Comme pour la méthode précédente, cette méthode doit être répétée en fonction de différentes ouvertures du registre et les résultats doivent être portés sur graphique.
- Le pilote doit savoir que le dispositif de distribution adaptable sera muni de déflecteurs pour distribuer les granulés de façon relativement uniforme sur toute la surface de la bande de traitement. Selon la granulométrie du granulé, un voûtage peut se former à de faibles débits, entraînant une perturbation de la dose appliquée et une mauvaise dispersion du produit au sol.

EXERCICES - Étalonnage

1. Le réglage du débit est essentiel pour assurer une pulvérisation efficace et sécuritaire.

Vrai Faux

2. Le débit est le volume dispersé sur un secteur donné.

Vrai Faux

3. Avant l'étalonnage, l'aéronef doit être équipé du système de dispersion dont les caractéristiques de la bande de traitement et le rendement ont été établis.

Vrai Faux

4. En amorçant le système pour régler le débit des liquides, il faut charger suffisamment de liquide pour remplir entièrement la tuyauterie du système, et par la suite procéder à la pulvérisation jusqu'au moment où on pense que le liquide est dans tout le système. Si la pression diminue, l'amorce est perdue et le système devra être chargé à nouveau.

Vrai Faux

5. Le débit peut être ajusté en changeant la pression ou le nombre de buses.

Vrai Faux

6. Les débits sont étalonnés, et non les appareils de mesure des débits.

Vrai Faux

7. Pour le réglage initial des débits de granulés, on peut supposer que la largeur de la bande de traitement correspond à l'envergure des ailes de l'aéronef jusqu'à ce que cette largeur puisse être vérifiée pendant un essai en vol.

Vrai Faux

8. En situation opérationnelle, l'écart entre les débits calculés et les débits réels ne doit pas dépasser 5 %.

Vrai Faux

9. Si les débits réels sont inférieurs à ceux établis pendant l'étalonnage de l'appareil avec de l'eau, la viscosité du pesticide peut être inférieure à celle de l'eau.

Vrai Faux

10. Le débit varie inversement avec la pression.

Vrai Faux

11. Il faut traiter une superficie de 84 ha au total, qui comprend une zone de 220 m sur 200 m qui ne doit pas être traitée. On utilise un herbicide à la dose de 7 L/ha dans un volume de 36 L/ha.

a) Combien de litres de produit sont nécessaires pour le projet?

b) Combien de litres d'eau sont nécessaires pour le projet?

CHAPITRE 8 - INTERVENTIONS D'URGENCE

Objectifs de ce chapitre

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure :

- ' de décrire les approches visant à réduire les risques d'accident;
- ' de décrire les procédures à suivre face à diverses urgences aériennes et au sol.

Introduction

La sécurité doit obtenir la plus grande priorité. En cas de danger, cesser toute activité et corriger la situation avant qu'un problème mineur ne devienne une catastrophe. La négligence ou l'insouciance peuvent être à l'origine de graves blessures subies par les pilotes, les préposés au mélange et au chargement, les signaleurs et toute autre personne participant aux opérations, ainsi que d'autres personnes présentes. Elle peut même causer leur mort.

Même s'il est impossible de prévoir toutes les circonstances susceptibles de causer des accidents, la planification détaillée des méthodes d'intervention d'urgence fournira une base solide pour une intervention efficace en cas d'accident. Elle peut aussi permettre de mieux comprendre le rôle de chaque membre de l'équipe dans l'effort collectif qui doit être déployé pour maîtriser une situation d'urgence.

Planification d'urgence

L'approche suivante vous aidera à établir des méthodes efficaces d'intervention d'urgence :

- Dresser une liste de tous les types fondamentaux d'accidents et d'incidents susceptibles de se produire au cours des opérations;
- Établir des plans et des méthodes visant à limiter les dommages potentiels et à limiter les dégâts causés par les accidents;
- Attribuer aux membres de l'équipe leurs responsabilités individuelles dans la mise en œuvre du plan afin que chaque membre puisse bien accomplir ses tâches;
- Voir à ce que tous les membres de l'équipe connaissent les numéros de téléphone de l'établissement de santé et du centre antipoison le plus près;

- Dans la mesure du possible, exiger que tous les membres de l'équipe suivent un cours de premiers soins certifié comme celui de l'Ambulance Saint-Jean. Ces personnes doivent aussi être bien informées des symptômes d'une intoxication par des produits chimiques utilisés dans le cadre de leur travail;
- Informer l'hôpital ou le centre médical local des pesticides utilisés pour s'assurer qu'ils disposent d'antidotes en cas d'intoxication accidentelle du personnel;
- Déterminer un système de signaux visuels, particulièrement un signal obligatoire pour « faire cesser l'opération ». Les bombes fumigènes, les véhicules, les lumières ou les drapeaux peuvent constituer des signaux.

Une panne de moteur ou d'un système crée une situation difficile même dans des circonstances ordinaires. Puisque la plupart des traitements aériens sont effectués à une altitude de moins de 30 m, des mesures d'intervention d'urgence appropriées doivent être prévues. Pour être efficaces, ces mesures doivent être planifiées bien à l'avance et mises à l'essai jusqu'à ce que leur application devienne automatique.

Mesures de prévention

Les deux principales causes d'accident sont la collision avec des obstacles et les décrochages accidentels. Une bonne formation et les techniques de vol « préventif » atténuent les risques d'un accident mineur ou majeur.

Puisque les moteurs tournent à régime élevé pendant de grandes durées, un programme d'entretien préventif complet est essentiel. Il importe de respecter rigoureusement les calendriers d'inspection et de vérification. L'inspection de l'aéronef le matin avant le vol et des systèmes doit être détaillée et complète.

En acquérant de l'expérience avec un aéronef particulier, on a parfois tendance à accroître constamment la charge. Il faut être extrêmement prudent sur ce plan. En plus du temps qu'elle fait perdre au pilote qui doit essayer de positionner un aéronef très chargé et peu manoeuvrable, la lourdeur de l'appareil peut aussi empêcher le pilote d'éviter les obstacles.

La formation aux méthodes de traitement aérien doit comprendre la détection hâtive des signes de décrochage, les procédures de sortie de décrochage qui deviennent des automatismes et l'exploitation de l'aéronef à l'intérieur des limites de l'appareil et des capacités du pilote. Les réactions immédiates et exactes face à d'autres urgences en vol, surtout à faible altitude, doivent devenir des automatismes. Le pilote doit bien connaître le contenu du manuel de l'aéronef. Les mesures d'urgence sont particulièrement importantes.

À la suite d'un chargement rapide, il faut une liste de vérification finale pour s'assurer que tous les éléments essentiels sont vérifiés avant le décollage. La liste suivante convient pour la plupart des appareils monomoteurs à voilure fixe. Elle doit être utilisée uniquement si le pilote effectue

simplement un ravitaillement et ne quitte pas l'appareil. Si le pilote quitte l'aéronef pour une raison ou pour une autre, il faut effectuer une vérification complète avant le décollage (comme il est décrit dans le manuel de l'aéronef).

- H Harnais et sangles bien attachés
- G Manette des gaz – tension et compensation
- M Mélange plein riche
- P Pas d'hélice - minimal
- C Carburant - suffisant
- V Volets - au besoin
- J Jauges
- I Interrupteurs

Ce contrôle de « dernière minute » est aussi utile pour déterminer la fatigue. Si le pilote oublie d'effectuer la vérification complète ou omet un élément de la liste, c'est qu'il perd sa concentration et qu'il devrait prendre une pause.

La section du manuel de l'aéronef portant sur les méthodes d'intervention normales et d'urgence doit être étudiée attentivement. Toute indication de fonctionnement anormal du moteur doit être examinée immédiatement et avec attention. Il est souvent tentant de faire un vol supplémentaire plutôt que de vérifier immédiatement un problème.

Situations d'urgence

Largages

Le largage d'urgence d'une charge peut être rendu nécessaire en raison de problèmes de moteur ou d'une hauteur insuffisante pour éviter un obstacle. Le système de vide-vite de la plupart des aéronefs servant aux traitements aériens permet d'accroître immédiatement la performance en montée, la capacité de vol plané et la manoeuvrabilité de l'appareil. De même, un poids réduit peut grandement atténuer les risques de dommages pendant un atterrissage d'urgence.

Si la sécurité du vol est douteuse ou impossible et qu'une solution n'est pas trouvée immédiatement, toute la charge doit être larguée. Un largage partiel peut ne pas réduire le poids suffisamment pour corriger la situation et risque de distraire le pilote et de l'empêcher de se concentrer sur d'autres points critiques.

S'il s'agit d'un nouvel aéronef ou du début de la saison de traitement, il est recommandé de larguer une pleine charge d'eau à une altitude sécuritaire pour se familiariser avec la réaction de l'aéronef dans une telle situation. La plupart des aéronefs ont un autocabrage très prononcé au moment d'un largage d'urgence qui peut être difficile à contrôler s'il n'est pas prévu.

Atterrissages d'urgence

Une procédure est inefficace à moins d'être répétée régulièrement. La simulation régulière d'un atterrissage d'urgence permet de faire en sorte que les interventions requises deviendront des

automatismes. Ne pas perdre de vue que la capacité de vol plané avec moteur coupé peut être très inférieure à ce qu'elle est pendant l'exercice avec régime au ralenti.

En travaillant dans un secteur donné, vérifier si les routes, les pâturages, les clairières, etc. peuvent convenir à un atterrissage d'urgence.

Prendre les précautions suivantes en cas d'atterrissage d'urgence :

- larguer la charge le plus tôt possible;
- atterrir face au vent, avec prise de contact trois points.

À titre de mesure de précaution, le pilote doit communiquer avec la base à des intervalles prévus. Si un appel n'est pas reçu, l'avion sera porté manquant.

Atterrissages avec charges lourdes

Le mauvais temps, les vents au-delà des limites permises pour la pulvérisation ou un bris d'équipement obligent parfois un pilote à poser son appareil avec une pleine charge. L'atterrissage peut être fait de façon parfaitement sécuritaire en prévoyant une plus grande vitesse d'approche finale et un plus grand roulement à l'atterrissage. Consulter le manuel d'exploitation de l'aéronef pour des détails précis. S'il y a le moindre doute quant à la sécurité, la charge doit être larguée complètement ou en partie dans un secteur qui convient.

Pour les aéronefs à train d'atterrissage classique (roue de queue), l'approche devrait être exécutée en vue d'un atterrissage sur les roues principales car il est facile de mal juger le point de décrochage lors d'un atterrissage avec une attitude de prise de contact trois points. Dans le cas d'un atterrissage avec charge lourde, une descente de deux pieds seulement dans un décrochage pourrait imposer de grands efforts structuraux.

Pannes de moteur à basse altitude

Les pannes totales de moteur sont rares. Ordinairement, ce sont des problèmes de moteur progressifs qui conduisent à des problèmes plus graves. Toutefois, en cas de panne totale pendant les opérations dans un secteur, il est très difficile de faire autre chose que d'atterrir droit devant. Les virages brusques à faible altitude en cas d'urgence peuvent causer un accident grave. Un atterrissage contrôlé entraînera probablement très peu de dommages, sinon aucun.

Il est essentiel de bien comprendre et de mettre à l'essai régulièrement les mesures d'intervention en cas de panne de moteur partielle ou totale. Compte tenu des faibles altitudes auxquelles se font les traitements aériens, l'intervention d'urgence doit être immédiate et appropriée dès la première fois.

En cas d'urgence, le pilote doit aviser les membres de l'équipe de vol ou le personnel de la base. Celui-ci peut alors se préparer à l'arrivée d'un aéronef en panne.

Accrochage de câbles

Après avoir accroché un câble, le pilote doit appliquer la puissance maximale car un long câble peut traîner à l'arrière de l'aéronef. Tout doit être tenté pour garder le contrôle de l'aéronef, y compris larguer la charge complètement ou partiellement.

Si l'aéronef peut prendre de l'altitude, le pilote doit monter l'appareil à une hauteur sécuritaire pour éviter qu'un câble qui traîne ne touche d'autres obstacles. Une vérification visuelle des contrôles doit être effectuée, suivie d'une vérification prudente des caractéristiques de vol en vue d'un atterrissage le plus tôt possible. Si un câble traîne, l'approche finale doit être prévue de façon que le câble ne s'accroche à un autre obstacle.

Écrasements d'aéronef

La survie doit être l'unique but de l'intervention dans un écrasement d'aéronef. La sécurité d'une personne ne doit en aucun cas être mise en jeu par les tentatives pour sauver l'appareil.

C'est l'intervention efficace en cas d'écrasement qui fait souvent la différence entre des blessures mineures et une perte de vie. Elle comprend :

- le matériel de sécurité approprié à bord de l'aéronef, sur le pilote et facilement accessible aux membres de l'équipe au sol;
- la formation de tous les membres du personnel aux situations d'urgence;
- un plan détaillé d'intervention d'urgence décrivant les responsabilités spécifiques des membres de l'équipe.

Procédures concernant le pilote. S'il en a le temps, le pilote doit couper l'interrupteur principal de batterie et les magnétos avant de quitter l'appareil.

- Ne pas tenter d'éteindre un incendie si cela met en péril la sécurité personnelle;
- Se laver le plus tôt possible afin d'éliminer toute contamination chimique;
- Même en l'absence de blessures graves, se rendre au cabinet de médecin le plus près, dès que possible, pour un examen complet.

Procédures concernant l'équipe au sol. À la suite de l'écrasement d'un aéronef, on a tendance naturellement à se précipiter vers la scène de l'accident sans plan d'action. Il faut se conformer aux méthodes d'intervention d'urgence planifiées et mises à l'essai. La principale responsabilité est d'aider le pilote sans menacer la sécurité personnelle. Prendre un extincteur d'incendie et se rendre immédiatement sur le site de l'écrasement.

Procédures si l'aéronef n'est pas en flammes

- Si le pilote n'est pas gravement blessé, l'aider à sortir de l'aéronef;

- Si le pilote est gravement blessé, NE PAS LE BOUGER. Lui procurer des premiers soins jusqu'à l'arrivée d'aide médicale expérimentée. Le déplacement d'une victime en choc traumatique peut aggraver beaucoup les blessures déjà subies;
- Obtenir de l'aide le plus rapidement possible. Téléphoner au médecin ou à l'ambulance le plus près, en vous assurant de donner l'endroit exact de l'accident;
- Accompagner l'ambulance pour vous assurer que le personnel médical sait quel type de pesticide a été utilisé.

Procédures si l'aéronef est en flammes

- Utiliser un extincteur d'incendie s'il est disponible et si l'incendie n'est pas trop dangereux;
- Éviter toute exposition à la fumée et aux flammes. Il est impossible de prêter secours à quiconque lorsqu'on est soi-même incommodé. Se rappeler de l'information pertinente à l'incendie qui figure sur la fiche signalétique du pesticide;
- Essayer de sortir le pilote et de le déplacer vers un endroit sûr;
- Vérifier l'état du pilote et laver toute contamination chimique le plus tôt possible;
- Obtenir le plus tôt possible l'aide des professionnels médicaux et de lutte contre les incendies.

Procédures en cas d'incendie à la base

- Prendre connaissance à l'avance de la fiche signalétique du pesticide pour déterminer les dangers d'incendie présentés par les pesticides;
- La personne qui découvre l'incendie ne doit pas se précipiter sur les lieux et mettre sa vie en danger. Éteindre l'incendie uniquement si on est certain de pouvoir le faire de façon sécuritaire;
- Lorsqu'on ne peut éteindre l'incendie soi-même, aviser le responsable des urgences;
- L'équipe au sol doit tenter de combattre l'incendie uniquement si elle est certaine de pouvoir le faire avec l'équipement dont elle dispose;
- Si ce n'est pas possible, évacuer le secteur et téléphoner aux professionnels de la lutte contre les incendies;
- Téléphoner au centre provincial d'intervention en cas de déversement (s'il existe) pour l'aviser.

Procédures en cas de déversements de carburant et de pesticide

- La personne qui découvre un déversement doit aviser le surveillant de l'équipe ou le responsable des urgences;
- Le responsable des urgences doit commencer par voir à l'administration des premiers soins ou au sauvetage. Il s'occupe ensuite de contenir le déversement et d'appliquer les méthodes de nettoyage. Il doit aviser les organismes gouvernementaux pertinents.

Lignes directrices concernant les déversements

Les lignes directrices suivantes peuvent être appliquées en cas de déversement. **Elles servent de complément à l'information qui figure sur l'étiquette du produit et qui provient d'autres organismes clés. Elles n'ont pas pour but de la remplacer.**

- Retirer les personnes et les animaux du secteur dans lequel a eu lieu le déversement. Des mesures extrêmes de précaution doivent être prises en entrant dans un secteur contaminé. Un équipement approprié de protection individuelle doit être porté;
- Appliquer les mesures générales de premiers soins, retirer les vêtements contaminés et laver à fond la peau avec du savon et de l'eau;
- Isoler le secteur afin d'éviter que les personnes non autorisées, les animaux ou les véhicules ne soient exposés ou contaminés en se déplaçant dans la zone du déversement, et exposés aux vapeurs du pesticide. Établir une ligne de décontamination autour du périmètre afin que toute personne pénétrant dans le secteur porte l'équipement de protection adéquat et que les personnes ou les véhicules quittant le secteur puissent être décontaminés;
- Confiner le pesticide pour empêcher toute nouvelle contamination du milieu, en particulier des cours d'eau. Dans la mesure du possible, empêcher les fuites des contenants. Il faut créer une digue avec de la terre ou un matériau absorbant comme la vermiculite ou la litière de chat;
- Téléphoner aux organismes suivants pour obtenir de l'information concernant le nettoyage et la décontamination du secteur de déversement :
 - centre provincial d'intervention en cas de déversement,
 - organismes provinciaux et locaux responsables des pesticides,
 - distributeur ou titulaire de l'homologation du pesticide.
- Obtenir de l'information sur les premiers soins et des conseils des services locaux de police, d'incendie ou des travaux publics.

EXERCICES - Interventions d'urgence

1. Il est essentiel que tout le personnel participant à des opérations de pulvérisation soit très bien renseigné sur les méthodes d'intervention en cas d'urgence et qu'il ait subi des examens à ce sujet.

Vrai Faux

2. Les techniques de vol préventif peuvent largement abaisser les risques d'accident.

Vrai Faux

3. Si l'aéronef fonctionne normalement, une vérification avant le décollage est nécessaire uniquement pour le premier vol de la journée.

Vrai Faux

4. Comme exercice, une charge doit être larguée à basse altitude dans des conditions de travail pour permettre au pilote de se familiariser avec les réactions de l'appareil.

Vrai Faux

5. Il est approprié de larguer la charge en cas d'atterrissage d'urgence pourvu que le pilote ne mette pas en danger la vie des passants.

Vrai Faux

6. Dans une situation d'écrasement, si le pilote ne semble pas blessé procéder de façon à ne pas endommager l'aéronef davantage.

Vrai Faux

7. Si le pilote est inconscient, que l'aéronef n'est pas en flammes et que la carburant ne coule pas, il faut couper l'interrupteur principal de la batterie et les magnétos, et envoyer quelqu'un chercher de l'aide médicale.

Vrai Faux

8. Si le pilote a été contaminé par le pesticide dans l'écrasement, il faut éliminer la contamination par lavage. Même s'il ne semble pas avoir des blessures sérieuses, le pilote doit se rendre à un centre médical le plus tôt possible et apporter l'information sur le pesticide.

Vrai Faux

9. Lorsque l'aéronef est en flammes, il faut utiliser un extincteur si l'incendie n'est pas trop dangereux et tenter de sortir le pilote de l'appareil en évitant d'être soi-même incommodé.

Vrai Faux

10. Pour protéger l'environnement d'un endommagement causé par un déversement de pesticide, rincer le secteur avec beaucoup d'eau afin de diluer le pesticide.

Vrai Faux

RÉPONSES AUX QUESTIONS

Chapitre 1 : Réglementation

1. Oui, à l'exception des exploitants agricoles détenteurs d'une exemption à titre d'exploitant agricole détenteur d'un brevet de pilote.
2. RA signifie Règlement de l'air (canadien). Les applications aériennes doivent être conformes à ce règlement.

Chapitre 2 : Étiquetage

1. Les pesticides dont l'étiquette ne fait pas référence aux applications aériennes ne doivent pas être appliqués de cette façon.
2. Les pesticides dont l'étiquette fait référence à des usages restreints dans le cadre d'opérations d'aménagement forestier peuvent être appliqués sur des superficies supérieures à 500 ha. Ceux dont l'étiquette fait référence à des usages restreints ou commerciaux dans le cadre de la gestion des boisés peuvent être utilisés dans des secteurs boisés ou des secteurs où seront plantés des arbres, dont la superficie ne doit pas dépasser 500 ha.

Chapitre 3 : Santé humaine

1. A
2. Une enzyme nécessaire au bon fonctionnement du système nerveux.
3. Avant d'employer des pesticides et lorsque l'utilisateur a été exposé à des insecticides organophosphatés ou du type carbamate.
4. 120 jours.

Chapitre 4 : Sûreté des pesticides

Dangers

1. V
2. V
3. Le fait d'opérer un aéronef à sa charge brute maximale ou presque et à basse vitesse, les opérations à faible altitude, une fréquence élevée de décollages, de longues heures de travail, le risque d'exposition à des composés chimiques toxiques.

Méthodes sécuritaires de traitement

- | | |
|------|------|
| 1. F | 4. V |
| 2. F | 5. V |
| 3. V | 6. F |

Météorologie

1. Altitude-densité et cisaillement du vent à basse altitude.

Sécurité des signaleurs

1. V
2. F
3. V
4. V

5. Les nouveaux signaleurs doivent obtenir une formation adéquate sur les méthodes de signalisation et doivent être jumelés avec des personnes d'expérience qui vont les orienter. Les signaleurs doivent toujours garder l'aéronef à vue.

Sélection et organisation de l'aire de ravitaillement

1. F
2. Les aires d'entreposage temporaires doivent être situées sur un terrain plat et peu perméable, loin de masses d'eau comme un lac, une rivière ou un ruisseau. La distance est fonction du type de sol et de la topographie du secteur.

Système de mélange et de chargement

1. V
2. V
3. V
4. V
5. F
6. V

Responsabilités en matière de mélange et de chargement

1. F
2. V
3. V
4. F
5. V
6. F
7. Porter des lunettes de protection propres et bien ajustées ou un masque facial, ou encore un respirateur au besoin, et des gants de caoutchouc. Porter une combinaison, des bottes de caoutchouc et un tablier pour se protéger en cas d'éclaboussures ou de déversement. Changer de vêtements tous les jours, plus souvent en cas de contamination. Jeter les gants qui ne sont plus étanches et les bottes contaminées. Prendre soin de lire l'étiquette de tout pesticide utilisé.

Chapitre 5 : Environnement

1. F
2. F
3. V
4. F
5. V
6. V
7. V
8. Quatre des suivants : exposition des travailleurs ou de personnes présentes à des pesticides, contamination de sources d'approvisionnement en eau potable domestique, contamination des cultures, empoisonnement des abeilles domestiques, contamination de plans d'eau naturels, élimination d'insectes utiles.
9. Quatre des suivants : Risque de contamination de plans d'eau, perte du couvert végétal au-dessus des plans d'eau, perte d'abris pour les oiseaux, les ongulés, les carnivores et leurs proies, perte de végétation fourragère, réduction de la diversité des espèces végétales.
10. Ne pas appliquer de pesticides sur des plans d'eau utilisée à des fins domestiques à moins que ce ne soit permis sur l'étiquette, Ne pas appliquer de pesticides sur des habitats du poisson définis par les représentants locaux des organismes de réglementation de la pêche comme étant des zones non visées, et éviter leur contamination attribuable à la dérive, appliquer les larvicides par voie aérienne seulement lorsqu'il n'est pas raisonnable de les appliquer à l'aide de matériel de pulvérisation au sol pour réduire le plus possible la dérive.

Chapitre 6 : Lutte antiparasitaire

Lutte antiparasitaire intégrée

1. La LAI fait appel à toutes les techniques disponibles. Elle met l'accent sur la prévention. Les traitements sont réalisés seulement lorsque la surveillance indique qu'ils sont devenus nécessaires.
2. Identification, surveillance, stratégies d'intervention, traitements, évaluation.

Biologie des organismes nuisibles

1. Les annuelles ont un cycle de vie d'un an.
Les bisannuelles vivent plus d'un an, moins de deux.
Les vivaces vivent plus de deux ans.
2. Les conifères portent des aiguilles, c.-à-d. des feuilles ressemblant à des écailles, et produisent des graines dans des cônes.
Les herbacées, comme les graminées, le chardon et le pissenlit, ont une tige molle.
3. Il arrive souvent que les herbicides soient efficaces seulement lorsque les cultures ou les mauvaises herbes sont à un stade donné de leur développement.
4. Les insectes ont six pattes, beaucoup sont ailés et ils peuvent être très petits ou mesurer plusieurs cm. Les acariens ont huit pattes, ne sont pas ailés et la plupart font moins de 1-2 mm de longueur.
5. Aux deux derniers stades larvaires.
6. Les organismes pathogènes, (champignons, bactéries, etc.), les dégâts causés par les insectes, les dommages causés par les herbicides ou le stress environnemental.
7. Un organisme pathogène, un hôte vulnérable à la maladie, un environnement propice à l'organisme pathogène.

Caractéristiques des pesticides

1. Herbicide de contact, herbicide systémique.
2. Les herbicides sont généralement plus efficaces contre les jeunes mauvaises herbes en croissance rapide. Les vivaces deviennent souvent plus résistantes aux herbicides à mesure qu'elles vieillissent, mais elles peuvent être plus vulnérables au stade du bouton ou au premier stade de la floraison.
3. Régulateurs de croissance.
4. Phytoprotecteurs, à action curative, systémiques.

Lutte antiparasitaire par secteur

1. Consultants en LAI, services de dépistage ou spécialistes provinciaux en lutte antiparasitaire.
2. La préparation du terrain est l'amélioration d'un site aux fins du reboisement. L'entretien du peuplement est l'amélioration de la survie ou de la croissance des semis ou d'une jeune forêt.
3. Trois des suivants : effets possibles sur le poisson et la faune, risque de contamination de l'eau potable, nombre limité d'herbicides homologués, inquiétude du public.
4. Application au stade du débourrement, application foliaire hâtive, application foliaire tardive, application automnale.
5. Xylophages, défoliateurs.
6. L'application aérienne d'herbicides n'est ordinairement pas assez sélective pour permettre d'aider la végétation utile et d'éliminer celle qui ne l'est pas.

7. Il existe de nombreuses espèces de moustiques, seuls quelques-unes sont vraiment indésirables. Il est important de déterminer les sites de reproduction des espèces vraiment indésirables.
8. L'application d'adulticides ne doit être pratiquée que si les moustiques sont vraiment indésirables. C'est par la surveillance qu'on détermine si la population est assez élevée pour appliquer un traitement.

Chapitre 7 : Techniques d'application

Aéronefs

1. À basse vitesse, le sillage du rotor principal de l'hélicoptère peut servir à disperser le produit jusque sous les feuilles des plantes cultivées.

Systèmes de dispersion aéroportés et leurs composantes

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | V | 10. | F |
| 2. | F | 11. | V |
| 3. | V | 12. | V |
| 4. | F | 13. | V |
| 5. | V | 14. | F |
| 6. | V | 15. | V |
| 7. | V | 16. | F |
| 8. | V | 17. | V |
| 9. | V | 18. | F |
| | | 19. | V |

Systèmes de navigation et de positionnement de la bande de traitement

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1. | V | 3. | F |
| 2. | V | 4. | V |
| | | 5. | V |

Considérations générales et techniques

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | F | 8. | V |
| 2. | V | 9. | F |
| 3. | V | 10. | V |
| 4. | V | 11. | V |
| 5. | V | 12. | F |
| 6. | F | 13. | V |
| 7. | V | 14. | V |

Caractéristiques de la bande de traitement

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | F | 8. | F |
| 2. | F | 9. | V |
| 3. | F | 10. | V |
| 4. | V | 11. | V |
| 5. | F | 12. | V |
| 6. | V | 13. | F |
| 7. | F | 14. | V |
| | | 15. | V |

Caractéristiques du nuage de pulvérisation

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 1. | F | 11. | V |
| 2. | V | 12. | V |
| 3. | V | 13. | F |
| 4. | V | 14. | V |
| 5. | F | 15. | F |
| 6. | V | 16. | F |
| 7. | V | 17. | V |
| 8. | F | 18. | F |
| 9. | V | 19. | V |
| 10. | V | 20. | F |
21. Températures modérées, humidité relative supérieure à 50 %, faible vitesse du vent, pas d'inversion thermique.
22. La grosseur des gouttelettes.

Étalonnage

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | V | 6. | F |
| 2. | F | 7. | V |
| 3. | V | 8. | V |
| 4. | F | 9. | F |
| 5. | V | 10. | F |
11. zone non traitée = $220 \text{ m} \times 200 \text{ m} = 44\,000 \text{ m}^2 / 10\,000 = 4,4 \text{ ha}$
zone traitée = $84 \text{ ha} - 4,4 \text{ ha} = 79,6 \text{ ha}$
total produit requis = $7 \text{ L/ha} \times 79,6 \text{ ha} = 557,2 \text{ L}$
total pulv. requis = $36 \text{ L/ha} \times 79,6 \text{ ha} = 2865,6 \text{ L}$
total d'eau requis = $2865,6 - 557,2 = 2308,4 \text{ L}$

Chapitre 8 : Interventions d'urgence

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | V | 5. | V |
| 2. | V | 6. | F |
| 3. | F | 7. | V |
| 4. | F | 8. | V |
| 5. | V | 9. | V |
| 6. | F | 10. | F |

GLOSSAIRE

Adjuvant - Matière ajoutée à un mélange en cuve en vue d'améliorer l'efficacité du traitement.

Aéronef pointeur - En foresterie, un aéronef qui n'applique pas le traitement, mais qui dirige l'équipe qui l'applique. Il se positionne ordinairement à plusieurs centaines de pieds au-dessus et assez loin devant pour pouvoir apercevoir directement les autres aéronefs. Il est responsable de leur guidage dans le secteur à traiter.

Aérosol - Suspension de fines particules (liquides ou solides) dans l'air.

Agent collant - Adjuvant améliorant l'adhérence d'un pesticide à la surface de plantes ou à d'autres surfaces.

Agent moussant - Adjuvant produisant une épaisse mousse de pesticide.

Application au stade du débourrement - Application d'herbicide à la fin de l'hiver ou tôt au printemps, au moment où les nouvelles feuilles des végétaux ciblés commencent à peine à se former.

Application automnale - Application d'herbicide effectuée entre la fin d'août et le commencement d'octobre.

Application foliaire hâtive - Application d'herbicide effectuée à la fin du printemps.

Application foliaire tardive - Application d'herbicide effectuée du milieu à la fin de l'été.

Avitaillement avec moteur en marche - Faire le plein pendant que le moteur tourne.

Bande - Le profil de dépôt laissé par un passage de traitement sur la surface à traiter.

Bord d'attaque - Partie la plus avant de l'aile ou du rotor.

Bord de fuite - Partie arrière de l'aile ou du rotor.

Buse - Dispositif servant à pulvériser un liquide, le briser en gouttelettes.

Cabrage - Remontée prononcée, mais pas abrupte où le nez de l'appareil est soulevé, à la fin d'un passage, pour amorcer le virage.

Charge utile - Quantité des produits qui est transportée par un aéronef.

Chrysalide - Stade de croissance de certains insectes au cours duquel la larve (p. ex., la chenille) change radicalement de forme pour devenir un adulte (p. ex., papillon de nuit) avec des pattes, des ailes, des antennes et des organes reproducteurs fonctionnels.

Cible - Organisme nuisible à traiter avec un pesticide.

Circuit de type hippodrome - Plan de vol pour l'application de pesticides où le premier passage se fait au centre de la zone à traiter, le suivant le long d'une limite située sous le vent. Les passages se font par alternance dans chacune des deux moitiés de la zone à traiter, dans le sens du vent.

Circuit en navette - Plan de vol en va-et-vient pour l'application de pesticides, commençant d'un côté de la zone à traiter et se poursuivant en remontant lentement contre le vent. Comparer au circuit de type hippodrome.

Conditions ambiantes - Température, humidité relative, etc. de l'air ambiant.

Convoyage - Allers-retours entre la base et la zone à traiter.

Débroussaillage - Lutte contre la végétation en concurrence avec les semis ou les arbres de valeur pour la lumière, l'humidité et les sels minéraux.

Débit - Volume du mélange de pulvérisation ou poids des granulés appliqués par unité de temps (p. ex., L/min, kg/min).

Déflexion vers le bas - Mouvement de l'air rabattu par un aéronef en vol suite à la poussée exercée par les ailes ou le rotor.

Défoliant - Substance chimique causant la chute des feuilles.

Dégagement de conifères - Lutte contre la végétation qui recouvre ou entoure des semis ou des arbres à récolter pour leur permettre d'atteindre le stade où ils pousseront librement.

Demi-tour (virage conventionnel) - Procédure standard de virage au bout d'un passage, utilisé pour changer de direction de 180 degrés en vue de passer à la bande suivante.

Dérive - Transport dans l'air de matières jusqu'à des secteurs non ciblés. Le nuage de dérive se compose surtout de gouttelettes dont le DVM est inférieur à 100 µm. À différencier du tassement de la bande d'aspersion.

Dessicant (défanant) - Substance qui accélère le dessèchement.

Diamètre médian en fonction du nombre (DMFN) - Grosseur des gouttelettes à laquelle la moitié du nombre total des gouttelettes contient des gouttelettes plus petites que cette grosseur donnée, l'autre moitié contient des gouttelettes plus grosses. À comparer au DVM.

Diamètre volumique médian (DVM) - Grosseur des gouttelettes à laquelle la moitié du volume total des gouttelettes contient des gouttelettes plus petites que cette grosseur donnée, l'autre moitié contient des gouttelettes plus grosses. Comparer au DMFN.

Diluant - Constituant d'une poudre ou d'un mélange de pulvérisation qui dilue la matière active.

Dispersant - Adjuvant abaissant la tension superficielle du mélange à pulvériser, ce qui permet au pesticide de s'étaler en une couche uniforme sur la surface ciblée.

Dispositif de ravitaillement - Systèmes de mélange et de chargement de pesticides.

Dose - Quantité de matière active appliquée par unité de surface traitée.

Écoulement de l'air en envergure - Déplacement latéral de l'air le long de l'aile et vers son extrémité.

Efficacité - Obtention d'un effet cherché. Les analyses portent sur l'efficacité des traitements (c.-à-d. dans quelle mesure un organisme nuisible est supprimé ou réprimé).

Émulsifiant - Adjuvant permettant aux pesticides à base d'huile d'être mélangés à l'eau.

Émulsifiant inverse - Adjuvant permettant de mélanger des pesticides à base d'eau avec des porteurs à base d'huile.

Émulsion - Suspension de fines gouttelettes d'un liquide dans un autre.

Entomologiste - Spécialiste des insectes.

Étalonnage - Mesure et ajustement du débit en vue d'obtenir la bonne dose.

Face au vent - La direction de laquelle provient le vent.

Gradient thermique vertical - Le taux auquel la température s'abaisse à mesure que l'altitude augmente. Le gradient thermique vertical normal est de 1,9 °C (5,4 °F) par 1000 pi.

Humidité relative - Quantité d'eau dans l'air, en pourcentage, à une température donnée, à comparer à la quantité maximale que l'air pourrait contenir à cette température.

Insecticide à spectre large - Insecticide non sélectif qui se révèle être toxique pour de nombreux insectes.

Inversion - L'inverse du gradient thermique vertical. En cas d'inversion, la température s'accroît avec l'altitude.

Largeur de bande - La largeur du profil de dépôt. Voir largeur de bande totale, tassement de la bande et largeur efficace de bande.

Largeur de bande efficace - Distance entre deux points situés de part et d'autre de la ligne médiane du profil d'aspersion, où la densité moyenne des matières est égale à environ la moitié de celle mesurée au centre.

Largeur de bande totale - Distance maximale entre les deux extrémités du profil de dépôt au sol, à l'exclusion de la dérive.

Larve - Stade immature de certains insectes qui suit le stade de l'oeuf (p. ex., la chenille donnant le papillon de nuit, l'asticot donnant la mouche).

Lessivage - Entraînement des pesticides dans le sol par l'eau.

Limiteur de débit variable - Permet de régler le débit d'un dispositif Micronair.

Micron (µm) - unité de mesure, 1/1000 mm, ou 39 millionièmes de pouce.

Nymphe - Stade immature de certains insectes et acariens qui suit le stade de l'oeuf et ressemble à l'adulte, mais qui est dépourvu d'organes reproducteurs parfaitement développés.

Pénétrant - Adjuvant permettant au pesticide de franchir la couche superficielle de la surface traitée.

Pesticide par contact - Pesticide agissant contre un organisme nuisible ciblé par contact direct au moment de l'application ou par contact de cet organisme avec le dépôt résiduel.

Position extérieure - Emplacement sur l'aile ou sur la rampe situé loin du fuselage. Comparer à position intérieure.

Position intérieure - Emplacement sur l'aile ou sur la rampe situé près du fuselage. Comparer à position extérieure.

Projection en hauteur - Les vortex d'extrémité des ailes et de rotor et le sillage aérodynamique des aéronefs entraînent les fines gouttelettes très au-dessus des aéronefs, ce qui prolonge leur exposition à différents facteurs météorologiques et cause leur dérive.

Protection auditive - Casques insonorisants ou bouchons pour les oreilles.

Pulvérisateur centrifuge - Dispositif actionnant un treillis métallique (cage) en rotation rapide pour pulvériser le liquide en gouttelettes.

Pulvérisation - Réduction d'un liquide à l'état de très fines particules ou de bruite.

Raccord rapide - Raccord hermétique employé pour le chargement de liquides, conçu de façon à ce que ses parties extérieures restent sèches après son débranchement.

Rampe - Longueur de tuyau ou de tube se prolongeant de chaque côté de l'aéronef.

Rendement - Fait référence à la quantité de mélange de pulvérisation (dans le cas des liquides) ou à la quantité de granulés (dans celui des solides) appliquée par unité de surface (p. ex., L/ha, kg/ha).

Rotor - Sur les hélicoptères, les grandes pales horizontales (rotor principal) procurent la portance et la traction, et les plus petites, disposées verticalement (rotor de queue) contrôlent l'appareil sur son axe vertical.

Ruissellement - Écoulement de l'eau à la surface du sol.

Secteur non ciblé - Tout secteur qui ne doit pas recevoir de dépôt de pesticide.

Sédimentation - Chute des gouttelettes ou des particules après la dispersion.

Sillage - Entraînement vers le haut de l'air derrière un aéronef se déplaçant à grande vitesse, causé par la portance engendrée par le stabilisateur horizontal. Semblable au panache créé par les hydroglisseurs.

Sous le vent - Direction dans laquelle le vent souffle.

Support - Substance inerte servant à la dilution d'un pesticide et produisant un mélange en cuve prêt pour le traitement. L'eau et les huiles sont des porteurs couramment employés.

Système ouvert/fermé (Boom on/off) - Ouverture ou fermeture du robinet de pulvérisation pour commencer ou interrompre la pulvérisation de pesticide.

Tassement de la bande d'aspersion - La partie des matières appliquées qui est transportée par le vent sur d'assez courtes distances et qui tombe à l'intérieur de la zone à traiter. À différencier de la dérive.

Tension superficielle - Forces dans les liquides les empêchant d'augmenter la superficie qu'ils couvrent. Ce sont des propriétés s'apparentant à une pellicule élastique sous tension.

Turbulence - Écoulement d'air instable et erratique qui se produit dans l'atmosphère, et consistant en des mouvements verticaux et horizontaux. Causée surtout par le vent et le réchauffement de l'air.

Ultra bas volume - Doses inférieures à 5 L par hectare.

Vent de travers - Vent soufflant perpendiculairement à la trajectoire de l'aéronef.

Vérification extérieure complète - Vérification extérieure de l'aéronef et du matériel de dispersion avant le vol.

Viscosité - Mesure de la résistance à l'écoulement d'un fluide. Plus il est épais, plus il est visqueux et plus il faut élever la pression pour obtenir un débit donné.

Vitesse propre - Vitesse de déplacement d'un aéronef relativement à l'air ambiant. À différencier de la vitesse sol.

Vitesse sol - Vitesse de déplacement d'un aéronef relativement au sol.

Volatilité - La tendance d'un liquide à s'évaporer.

Volume - Quantité totale de matière appliquée par unité de surface. Unités exprimées en gallons ou livres par acre, ou en litres ou kg par hectare.

Vortex - Mouvement de rotation de l'air produit par l'écoulement de l'air déplacé par l'extrémité des ailes, des hélices ou des rotors. Ressemble à un remous dans l'eau.

Vortex d'extrémité d'ailes - Voir vortex.

Vortex d'extrémité de rotor - (voir vortex).

Zone tampon - Zone où il est possible qu'il y ait un dépôt de pesticide, mais qui n'est pas directement traitée avec des pesticides (ne faisant pas partie de la zone de traitement) et où il peut se produire un très faible dépôt suite à un traitement dans une zone contiguë. Les zones tampons sont destinées à éviter le dépôt des matières appliquées dans des secteurs à protéger. De plus, tout dépôt de matières appliquées qui gagne les zones tampons ne doit pas exercer d'effets phytotoxiques (c.-à-d. l'endommagement des plantes) ou zootoxique (intoxication de la faune) inadmissibles. La zone tampon ne doit occuper aucune partie d'un secteur à protéger.