

Foray: Manuel Technique

Protégeons nos forêts, Protégeons notre avenir

VALENT HEALTH™
Protecting Life's Potential

PRÉSENTATION DU MANUEL TECHNIQUE

Nous vous remercions de l'intérêt que vous portez à l'insecticide biologique Foray[MD], leader mondial utilisé pour lutter contre les lépidoptères ravageurs de nos forêts.

La Foray est utilisé pour préserver la santé des forêts depuis le milieu des années 1970. Depuis, les produits et les technologies d'application du Foray n'ont cessé de s'améliorer. Nous avons créé ce guide technique pour aider nos clients actuels et futurs à bien comprendre et à utiliser le Foray de manière optimale.

Ce guide comprend des informations sur les propriétés physiques du Foray, des données relatives à son utilisation et des questions concernant les applications dans les zones forestières et résidentielles. Les informations contenues dans ce manuel sont présentées selon un format facile à suivre et font référence à des données de recherche fondamentale et de développement qui résultent d'une expérience de plus de 40 ans, acquise sur le terrain aux côtés de professionnels de la santé des forêts, comme vous.

Nous espérons que ce manuel vous sera utile et nous vous encourageons à copier et à distribuer toute information pertinente comme bon vous semble. Comme toujours, nous sommes ouverts aux commentaires de nos clients, ils contribuent à protéger nos forêts et notre avenir.

– L'équipe de santé des forêts de Valent Health

Table des Matiéres

1.0 INTRODUCTION

1.1 Qu'est-ce que le Foray et pourquoi est-il important? 7
1.2 Comment le Foray fonctionne-t-il? 8

2.0 FORMULATIONS AQUEUSES DE FORAY : RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

2.1 Description générale 11
Propriétés physiques des Foray 48B et XG 11
Propriétés physiques du Foray 76B 11
2.2 Déclarations de compatibilité 11
2.3 Manipulation du Foray aqueux (dilué ou non) 12
Applications non diluées 12
Applications diluées 12
Procédure de mélange 12
Chargement de l'aéronef 12
2.4 Nettoyage de l'équipement de chargement, de mélange et de pulvérisation 12
2.5 Joints d'étanchéité 14
2.6 Entreposage et élimination 16

3.0 MANIPULATION, MÉLANGE ET CHARGEMENT

3.1 Principes de base 17
Viscosité variable 17
Suspensions 17
Action détergente 17

Adhésifs 17
Aération 17
3.2 Équipement 19
Pompes 19
Tuyaux 19
Tamis et filtres dans les systèmes de transfert et de chargement 19
Débitmètres 19
3.3 Gestion des déversements et disposition des produits 21
Gestion des déversements de formulations de Foray 21
3.4 Élimination de l'eau de rinçage 22
3.5 Types des conteneurs et procédures de manipulation 22
Manipulation des fûts 23
Manipulation des mini-conteneurs de 1000 L 24
Manipulation en vrac (camion-citerne) 25
3.6 Protocole pour la recirculation des conteneurs de Foray 26

4.0 OPÉRATIONS AÉRIENNES

4.1 Étalonnage de l'aéronef 27
Étalonnage au sol pour les aéronefs dotés de pompes hydrauliques ou électriques 28
Étalonnage en vol pour les aéronefs dotés de pompes éoliennes 30
Aéronefs dotés de débitmètres électroniques 30
4.2 Filtres et tamis du système de pulvérisation 34
4.3 Taille des gouttelettes, choix des atomiseurs et pulvérisation 35
4.4 Considérations sur la taille des gouttelettes 36
Tailles de gouttelettes optimales dans les forêts de conifères 38
Tailles de gouttelettes optimales dans les forêts à feuilles caduques 38
4.5 Applications non diluées et diluées 41
Atomiseurs rotatifs Micronair et tailles de gouttelettes 42
4.6 Largeur d'épandage 42
4.7 Guidage des aéronefs 46
Modélisation du comportement du nuage insecticide 48

4.0 OPÉRATIONS AÉRIENNES (Suite)

4.8 Détermination de la largeur d'épandage 48
Facteurs d'étalement des gouttelettes 50
Colorants traceurs 50
Cartes sensibles à l'eau 51
4.9 Conditions météorologiques favorables lors de la pulvérisation 52
Vent 53
Température et humidité 54
Pluie et rosée 55
Opérations par temps froid 56

5.0 FOIRE AUX QUESTIONS SUR LE FORAY

5.1 Qu'est-ce que le Foray? 57
5.2 Qu'est-ce que le *Bacillus thuringiensis*? 57
5.3 Combien y a-t-il de variétés de Bt? 57
5.4 Comment le Btk fonctionne-t-il? 57
5.5 Le Btk est-il produit naturellement? 58
5.6 Comment prépare-t-on le Foray? 58
5.7 En quoi le Foray se distingue-t-il des insecticides chimiques? 58
5.8 Pourquoi choisir Foray? 60
5.9 Quel est le degré d'efficacité du Foray? 62
5.10 Le Foray est-il nocif pour les humains et les animaux? 62
5.11 Quel effet aura le Btk sur les personnes, en particulier celles souffrant d'immunodéficience, d'asthme ou d'allergies? 64
5.12 Le Foray risque-t-il d'être nuisible aux plantes? 65
5.13 Le Foray est-il nocif pour les animaux, les oiseaux et les insectes bénéfiques non visés? 65
5.14 Le Foray est-il nocif pour les organismes aquatiques? 66
5.15 Le Btk peut-il croître et se reproduire dans l'environnement? 66

5.16 Les insectes cibles peuvent-ils développer une résistance au Btk? 66
5.17 Outre le Btk, quels sont les autres composants du Foray? Ces autres ingrédients sont-ils nocifs pour l'environnement? 66
5.18 Comment pouvons-nous prouver que le Foray n'est pas un produit nocif? 67
5.19 Le Foray peut-il endommager la peinture des voitures? 68

ANNEXES

ANNEXE 1 : SOURCES ET RESSOURCES 69
ANNEXE 2 : CONTENEURS ET DIMENSIONS 73
ANNEXE 3 : INSECTES NUISIBLES CONTRÔLÉS GRÂCE AU FORAY À BASE DE BTK 74
ANNEXE 4 : RÉFÉRENCES 76
ANNEXE 5 : PROFIL TOXICOLOGIQUE DU FORAY 78
ANNEXE 6 : COORDONNÉES DE L'ÉQUIPE DE SANTÉ DES FORÊTS DE VALENT HEALTH 80

Toujours lire et respecter les instructions de l'étiquette.

Sumitomo Biorational Company LLC est une entreprise certifiée ISO 9001.

Foray[MD] 48B, Foray[MD] XG et Foray[MD] 76B sont des marques déposées de Sumitomo Biorational LLC. Micronair[MD] est une marque déposée de Micron Group. Teejet[MD] Technologies et Spraying Systems[MD] sont des marques déposées de Spraying Systems Co. Air Tractor[MD] est une marque déposée de Air Tractor Co. AG-NAV[MD] est une marque déposée de AG-NAV Inc. TracMap[MD] est une marque déposée de Tracmap Holdings Limited. Satloc[MD] est une marque déposée de Hemisphere GPS LLC. Syngenta[MD] est une marque déposée de Syngenta Participations AG. Crophawk[MD] et Onboard Systems[MD] sont des marques déposées d'Onboard Systems International LLC. Thrush[MD] est une marque déposée de Thrush Aircraft, Inc. Turf Mark[MD] est une marque déposée de Becker-Underwood Inc. Blazon[MD] est une marque déposée de Milliken and Company. FlowServe[MD] est une marque déposée de Flowserve Management Company. John Crane[MD] est une marque déposée de John Crane Inc. Transland[MD] est une marque déposée de TCSI-Transland, Inc. Agrinautics[MD] est une marque déposée de Agricultural Aviation Engineering Company. Kromekote[MD] est une marque déposée de CTI Paper USA, Corp. AgDRIFT[MD] est une marque déposée de Spray Drift Task Force. AGDISP[MC] est une marque de commerce du Service des forêts du département de l'Agriculture des États-Unis. U.S. Seal MFG[MC] est une marque de commerce de U.S. Seal MFG. SensiPro[MC] est une marque de commerce de Biomarin Pharmaceutical Inc.

©Valent Health 2026 Tous droits réservés. FH 6101FR



Introduction

section 1



1.1 QU'EST-CE QUE LE FORAY ET POURQUOI EST-IL IMPORTANT?

La technologie de l'insecticide biologique Foray est basée sur la bactérie gram-positive de forme allongée *Bacillus thuringiensis* sous-espèce *kurstaki* de la souche ABTS-351, communément appelée « Bt » ou « Btk ». Les cellules végétatives du Bt contiennent des spores qui lui permettent de survivre dans un environnement hostile et de se reproduire dans un environnement favorable. Au moment de la formation des spores, la bactérie produit également des protéines cristallines uniques appelées delta-endotoxines. Lorsqu'elles sont réunies, les endotoxines et les spores sont toxiques pour de nombreuses larves de lépidoptères défoliatrices.

Le Foray a été développé dans les années 1960 et 1970 en réponse aux préoccupations grandissantes de la communauté scientifique, des décideurs politiques et du public en général relativement à l'utilisation de produits chimiques synthétiques pour lutter contre les ravageurs. Le Btk, qui provient d'une bactérie terricole omniprésente, est considéré comme inoffensif pour les êtres humains, les oiseaux, les poissons et les autres animaux, car il est spécifique que chez certaines espèces-cibles de chenilles.

Les ingrédients inertes du Foray, qui comprennent divers supports, agents de

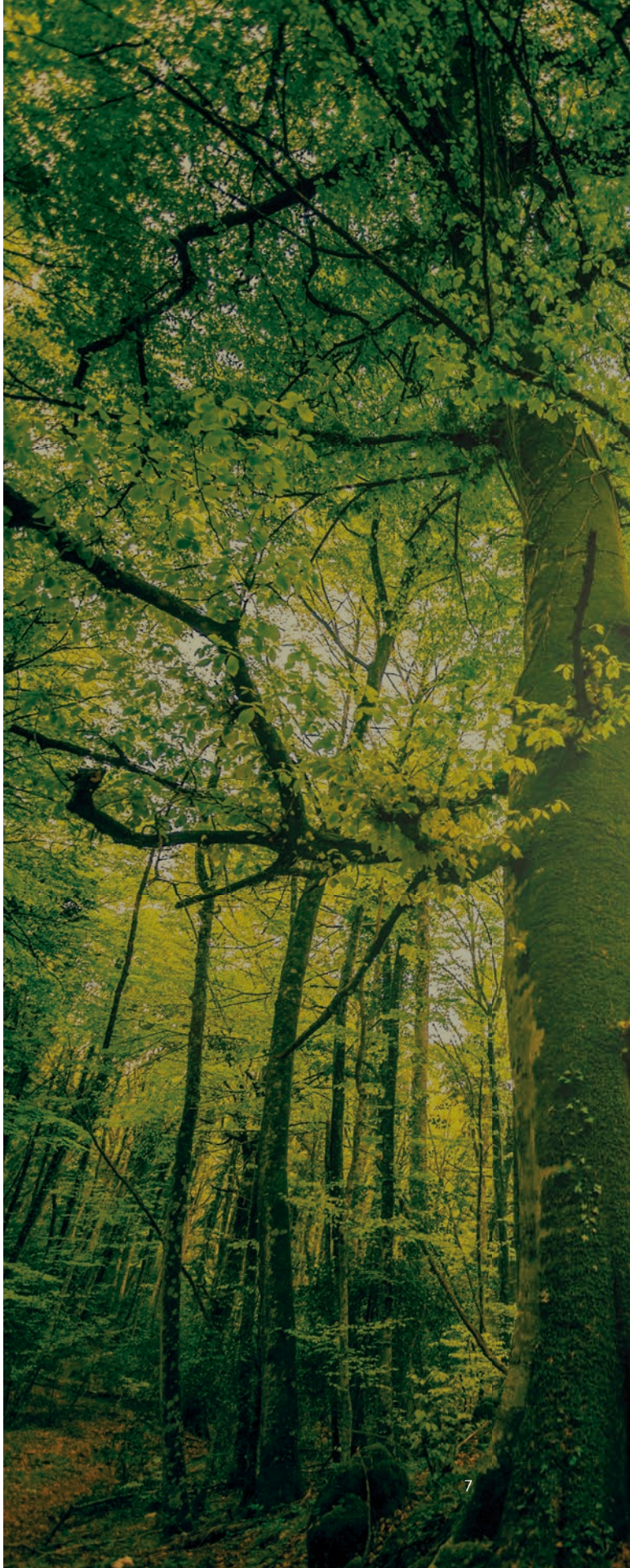


Figure 1.2

Mode d'action du Foray



Les ravageurs visés ingèrent des cristaux de protéine de Btk (protoxines) lorsqu'ils se nourrissent des feuilles traitées avec Foray. Ils arrêtent de s'alimenter en quelques minutes, car les cristaux se dissolvent dans l'intestin et commencent immédiatement à endommager les parois intestinales.



Des spores de Btk germent et traversent la paroi intestinale, ce qui provoque une infection par voie sanguine.



Dans un délai d'un à trois jours, les larves meurent de faim et de septicémie.

suspension et stabilisants, sont classés par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis comme ingrédients inertes d'intérêt toxicologique minimal pour les organismes non visés et l'environnement (liste 4), et sont généralement reconnus comme inoffensifs (GRAS List).

C'est cette combinaison d'efficacité et de sélectivité qui rend l'insecticide biologique Foray si important pour les professionnels de la santé des forêts du monde entier. Dans un contexte où les intervenants sont sensibles aux questions environnementales et de développement durable des ressources, les gestionnaires de programmes de protection des forêts ont besoin d'outils hautement efficaces, sécuritaires et éprouvés. Comme le Btk présente des propriétés insecticides puissantes et spécifiques pour les ravageurs forestiers (lépidoptères), le Foray ne comporte aucun des risques souvent associés aux insecticides chimiques à large spectre.

Les formulations de Foray suivantes sont offertes sur le marché pour le contrôle des défoliateurs forestiers :

- **Foray 48B**, 48 UFAC*/gal (12,7 UFAC/L);
- **Foray XG**, 48 UFAC/gal (12,7 UFAC/L);
- **Foray 76B**, 76 UFAC/gal (20 UFAC/L).

* Unité de fausse-arpenteuse du chou : mesure standard de la puissance du Btk.

Chacun de ces produits offre des caractéristiques uniques et des avantages pour répondre aux besoins diversifiés des programmes de lutte contre les ravageurs forestiers que ce soit par des applications aériennes ou au sol.

1.2 COMMENT LE FORAY FONCTIONNE-T-IL?

Le Btk doit être ingéré par les chenilles pour être efficace, car il n'agit qu'au stade larvaire des lépidoptères. L'activation de protéines toxiques

s'effectue dans l'intestin moyen des chenilles, où le pH alcalin et les enzymes décomposent le cristal en de plus petites toxines actives. (Voir la **figure 1.2**.)

Les toxines activées se lient ensuite à la membrane cellulaire recouvrant l'intestin, générant des pores qui conduisent à un gonflement cellulaire et à une lyse (dissolution de la paroi cellulaire). Les effets de ce processus sur l'insecte hôte sont l'arrêt complet de l'alimentation (habituellement en une heure), la lyse des cellules intestinales par l'action de toxines actives, la perforation de la paroi intestinale, la septicémie (infection par voie sanguine) et, finalement, la mort.



Soutenabilité

La technologie du Foray est basée sur la bactérie terricole (que l'on retrouve naturellement dans le sol), *Bacillus thuringiensis* sous-espèce *kurstaki* de la souche ABTS-351 (Btk). Bien qu'il soit très efficace contre diverses espèces de lépidoptères ravageurs, le Btk a peu, voire aucun, effet sur les espèces non ciblées et sur l'environnement.

Différentes sous-espèces du Btk présentent différents cristaux de protéine composés de combinaisons de toxines précises. Par exemple, le Btk contenu dans le Foray renferme quatre sous-types de toxines : CryIA(a), CryIA(b), CryIA(c) et CryIIA.

Chaque toxine rejoint un site récepteur particulier sur l'intestin de l'insecte pour que la liaison (et la rupture subséquente de la paroi intestinale) se produise.

Pour être sensible à l'insecticide, un insecte doit avoir les sites récepteurs spécifiques qui permettent aux toxines Bt de se lier. Cette caractéristique unique du modèle d'une clé et d'une serrure est ce qui différencie le Bt des autres types de bactéries et modes d'action.

Introduction

section 1



2.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Les produits de Foray sont des suspensions à base d'eau (aqueuses) d'insecticide de Btk spécialement conçues pour les applications forestières et arboricoles. Ces formulations peuvent être pulvérisées sans être diluées ou, au besoin, en étant diluées avec de l'eau. Le Foray se disperse facilement dans l'eau pour former un produit de pulvérisation fluide adapté aux applications aériennes classiques ou à faible volume. Les formulations de Foray ne contiennent pas de formaldéhyde, de benzène, de xylène ou d'autres solvants qui representent un intérêt toxicologique. Les organismes gouvernementaux de réglementation n'ont exprimé aucune préoccupation toxicologique a l'égard du Foray et ce, à l'echelle mondiale. Ces produits ne sont pas classés comme matières dangereuses et ne sont pas régis en vertu des règlements sur les matières dangereuses du département des Transports des États-Unis (49 CFR 100-199) ou d'un organisme équivalent.

Lorsqu'elles sont appliquées non diluées ou mélangées en réservoir avec de l'eau, les suspensions de Foray sont légèrement acides, mais elles ne sont pas corrosives pour les raccords en métal qui font habituellement partie de l'équipement de mélange et d'application du pesticide.

Le Foray est légèrement acide pour aider à assurer la stabilité d'entreposage ainsi que la pureté microbienne du produit, et pour optimiser son efficacité. Les différentes formulations de Foray présentent les caractéristiques suivantes.

Propriétés physiques des Foray 48B et XG

Apparence : *liquide brun pâle*
Puissance *: 10 600 UI/mg ou 48 UFAC[1]/gal (12,7 UFAC/L)*
Densité relative *: 1,14 ±0,05 g/mL*
Poids *: 9,51 ±0,42 lb/gal (1,14 ±0,05 kg/L)*
pH *: 4,7 ±1,5*
Dispersibilité *: se disperse facilement dans l'eau*
Viscosité *: à 25 °C, de 250 à 550 cP[2]*

Propriétés physiques du Foray 76B

Apparence *: liquide brun pâle*
Puissance *: 16 700 UI/mg ou 76 UFAC[1]/gal (20 UFAC/L)*
Densité relative *: 1,14 ±0,05*
Poids *: 9,51 ±0,42 lb/gal (1,14 ±0,05 kg/L)*
pH *: 4,7 ±1,5*
Dispersibilité *: se disperse facilement dans l'eau*
Viscosité *: à 25 °C, de 400 à 550 cP[2]*

[1] UFAC : unité de fausse-arpenteuse du chou

[2] cP : centipoise

2.2 DÉCLARATIONS DE COMPATIBILITÉ

Le Foray est un produit entièrement formulé prêt à utiliser qui contient les agents nécessaires pour assurer la couverture du feuillage des arbres et son adhérence.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : L'ajout d'adhésif n'est aucunement requis dans les préparations de Foray non dilué.

En règle générale, VBC ne recommande pas l'utilisation d'un adhésif, sauf lors de l'application de mélanges extrêmement dilués à des fins arboricoles. Si un anti évaporant ou un adhésif est ajouté, il est recommandé de communiquer avec le manufacturier pour vérifier sa compatibilité avec le Foray.

Il ne faut jamais mélanger du Foray non dilué avec de la mélasse, ou tout agent épaississant ou visant à prévenir l'évaporation, car le mélange de pulvérisation pourrait être trop visqueux.

Il n'est pas non plus conseillé de mélanger le Foray avec d'autres insecticides, acaricides, fongicides, huiles pour pulvérisation, nutriments foliaires ou herbicides, à moins que l'innocuité du mélange en réservoir et sa compatibilité physique avec les plantes n'aient été soigneusement évaluées à l'aide des méthodes standard.

2.3 MANIPULATION DU FORAY AQUEUX (DILUÉ OU NON)

Applications non diluées

Le Foray est formulé pour être appliqué sous forme de pulvérisation non diluée à ultra bas volume (UBV), mais il peut être mélangé avec de l'eau pour des applications à plus grand volume selon les techniques d'application utilisées. Les applications non diluées augmentent l'efficacité de la charge utile, réduisent les coûts d'application et contribuent à garantir que chaque gouttelette contient une dose toxique de Btk. La seule précaution recommandée pour la manipulation de mélanges de Foray non dilués est de rincer soigneusement tous les réservoirs, les pompes, les tuyaux, les compteurs et les systèmes d'aéronef avec de l'eau propre, puis d'effectuer une vidange complète avant l'ajout du Foray non dilué. Il faut toujours nettoyer les filtres et les tamis et inspecter le système de pulvérisation de maniere à prévenir toute fuite. L'utilisation de filtres dont la taille des mailles se situe entre 20 et 30 mesh est recommandée. Un filtre de 30 mesh ou un filtre à rainures est généralement un bon choix. Pour les filtres de buse, il faut suivre les recommandations du fabricant. Une description détaillée des tamis et des buses de système de pulvérisation se trouve à la section 4.

Le Foray est spécialement formulé pour fournir une sédimentation minimale des substances solides pendant l'entreposage et le transport. Cependant, il est recommandé de faire recirculer le produit avant de l'utiliser.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : Lors des déplacements vers les parcelles à traiter ou pendant les opérations de pulvérisation, il n'est pas recommandé d'agiter le Foray en vol avec le flux de dérivation. De l'air risquerait d'affecter la formulation et de l'épaissir, ce qui nuirait à l'atteinte du débit désiré.

Applications diluées

Le Foray est entièrement miscible avec l'eau et peut être mélangé avec de l'eau pour obtenir les



Photo fournie par ENVIRO FOTO/SOPFIM

volumes de pulvérisation désirés. La séquence de mélange privilégiée consiste à ajouter du Foray à de l'eau, mais il est également possible de faire l'inverse. Tout l'équipement de mélange et de transfert doit être propre avant de mélanger le Foray. Il faut toujours nettoyer les filtres et inspecter le système de pulvérisation. Les fûts doivent être remués, agités ou roulés avant d'être utilisés. L'eau pour le mélange doit être propre et filtrée pour éliminer toute matière grossière en suspension. Le niveau de dureté de l'eau ne doit pas dépasser 340 ppm et le pH du mélange final devrait être inférieur à 7,0.

L'utilisation de filtres dont la taille des mailles se situe entre 20 et 50 mesh est recommandée. Un filtre de 30 mesh ou un filtre à rainures est généralement un bon choix. Pour les filtres de buse, il faut se référer aux recommandations du fabricant.

Procédure de mélange

1. Remplir le réservoir de mélange ou le réservoir de l'aéronef (trémie) avec le volume d'eau nécessaire. Démarrer l'agitation hydraulique ou mécanique.
2. Si un adhésif est utilisé, ajouter à l'eau.
3. Ajouter progressivement le Foray à l'eau agitée.
4. Rincer les conteneurs et les réservoirs vides qui contenaient le Foray et utiliser cette eau de rinçage pour tout mélange subséquent.

Il est recommandé d'utiliser immédiatement les mélanges en réservoir de Foray. Cependant, en cas de retards d'application, les mélanges de Foray sont stables pendant 72 heures, en fonction des températures d'entreposage et de la qualité de l'eau. **Les mélanges en réservoir doivent toujours être recirculés avant d'être chargés dans l'aéronef**.

Performance

Les applications de Foray non diluées sont généralement plus efficientes que les applications diluées, car elles offrent une meilleure charge utile, réduisent les couts d'application et permettent d'optimiser la dose émise.

Chargement de l'aéronef

Par temps froid, en particulier avec la première charge de chaque journée de pulvérisation, tous les produits dans les pompes et les tuyaux (y compris les tuyaux de chargement) doivent être recirculés à travers le réservoir de stockage. Cela garantira que les pompes, les compteurs, les vannes et les filtres fonctionnent correctement. De plus, le produit de la première charge aura une température et une viscosité compatibles avec les opérations normales.

2.4 NETTOYAGE DE L'ÉQUIPEMENT DE CHARGEMENT, DE MÉLANGE ET DE PULVÉRISATION

Pendant les opérations de pulvérisation, il est recommandé de rincer régulièrement tous les résidus du Foray qui peuvent se trouver sur les pulvérisateurs ou l'aéronef.

Une fois le programme de pulvérisation complété, l'équipement doit être nettoyé selon les recommandations suivantes :

- Enlever les filtres, les tamis de buse et les buses, puis les nettoyer dans une solution de détergent et d'eau. Si l'aéronef en est

doté, les régulateurs de pression (VRU) MicronairMD doivent être réglés à la position no 13 ou être retirés en position « entièrement ouvert »;
- Remplir le réservoir ou la trémie de l'aéronef avec de l'eau propre, agiter et pulvériser l'eau de rinçage. Ceci est généralement suffisant pour nettoyer le système et les résidus. Il est également possible d'utiliser une solution détergente, puis de rincer à l'eau propre.



Performance

Les mélanges en réservoir doivent toujours être recirculés avant d'être chargés dans l'aéronef.
Par temps froid, en particulier avec la première charge de chaque journée de pulvérisation, tous les produits dans les pompes et les tuyaux (y compris les tuyaux de chargement) doivent être recirculés à travers le réservoir de stockage.

Lorsqu'une accumulation se produit, nous savons par expérience que les particules en suspension peuvent s'agglomérer entre les faces tournantes et immobiles des joints, ce qui peut contribuer a de l'écoulement bien involontaire. Avec le temps, ce suintement peut s'intensifier et se transformer en fuite. Le Foray ne risque pas d'endommager ou d'user les faces du joint. Il suffit de démonter et de retirer l'ensemble du joint, puis de le rincer, de l'essuyer avec un chiffon sec, de l'inspecter et de le réinstaller.

2.5 JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ

De nombreuses pompes centrifuges utilisées dans les programmes d'application aérienne sont munies de joints mécaniques en carbone-céramique peu coûteux. Certaines pompes de pulvérisation d'aéronefs et pompes de transfert et de chargement des pesticides dotées de ces joints peuvent avoir tendance à fuir lors de l'utilisation du Foray. Puisque le Foray est composé de particules en suspension dans un milieu liquide, une accumulation sur les surfaces des joints peut se produire, comme avec n'importe quel produit. **Les joints en carbone peu coûteux doivent être remplacés par des joints à surface dure** pour aider à minimiser l'accumulation dont il est question ci-dessus. Ce ne sont pas toutes les pompes centrifuges qui fuient, mais si tel est le cas, le problème peut être résolu en remplaçant les joints par des joints en carbure de tungstène-silicium.

Certaines pompes suinteront dès la première utilisation tandis que d'autres ne fuiront jamais. Si une pompe de chargement est en fait une pompe à eau achetée à prix réduit dans un magasin à grande surface, elle risque d'être moins bien usinée que les pompes achetées chez un fournisseur spécialisé et ses joints peuvent être de moins bonne qualité.

De nombreux systèmes de pulvérisation d'aéronef sont fabriqués et distribués par différents fabricants spécialisés. Il est conseillé de vérifier auprès du constructeur d'aéronefs ou de l'un des fabricants indiqués ci-dessous pour s'enquérir de pièces de remplacement.

AgrinauticsMD (www.agrinautics.com), Isolair (www.isolairinc.com), Simplex Aerospace (https://www.dartaerospace.com/en/) and/or TranslandMD (www.translandllc.com).



Opérations

De nombreuses pompes centrifuges utilisées dans les programmes d'application aérienne sont munies de joints mécaniques en carbone-céramique peu coûteux. Ces derniers devraient être remplacés par des joints plus performants et à surface plus dure pour aider à minimiser l'accumulation de Foray sur les facettes.

Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

Plusieurs fabricants et de nombreux distributeurs offrent des pièces d'origine, des joints de remplacement et des conseils techniques (les fabricants de joints de pompes mécaniques sont indiqués dans les références). Généralement, ces fabricants distribuent leurs produits à l'échelle internationale.

La commande de joints neufs ou de remplacement doit être effectuée bien avant le début d'un programme opérationnel, car les joints en carbure de tungstène-silicium à surface dure ne sont généralement pas des articles en stock.

AU MOMENT DE REMPLACER LES JOINTS (SEALS) DE POMPE

1. TOUJOURS consulter les instructions du fabricant relatives au remplacement du joint d'arbre mécanique.
2. NE PAS faire fonctionner la pompe à sec.
3. TOUJOURS amorcer la pompe avant de commencer.
4. S'il s'agit d'une pompe auto-amorçante, TOUJOURS remplir le carter de la pompe avant de l'utiliser.

2.6 ENTREPOSAGE ET ÉLIMINATION

Le produit ne doit pas être entreposé directement au soleil, où la température du produit dépassera 90 °F (32 °C) pendant des périodes prolongées. Les températures élevées nuisent plus au produit que les températures de congélation. Si elle est exposée à des températures de congélation, la formulation de Foray gèlera partiellement, mais cela ne réduira pas, son son efficacité ou ses caractéristiques de manipulation si elle est utilisée avant la date d'expiration. Toujours veiller à ce que le produit soit bien mélangé avant l'application.

Performance

Dans les plages de températures d'entreposage normales comprises entre 32 et 90 °F (0 et 32 °C), il n'y aura pas d'effets indésirables sur les formulations de Foray.

Consulter un représentant local de VBC pour toute question concernant une situation d'entreposage en particulier.

Dans les plages de températures d'entreposage normales comprises entre 32 et 90 °F (0 et 32 °C), la formulation ne sera pas négativement affectée si le produit est utilisé avant la date d'expiration. S'assurer que le produit soit bien agité après une exposition à de basses températures.

Tous les contenants inutilisés doivent être refermés. Le Foray est un pesticide de catégorie III de l'EPA; veuillez-vous référer à la déclaration de mise en garde sur l'étiquette du produit pour la manipulation et l'entreposage.

Respecter la réglementation locale pour le recyclage et l'élimination des conteneurs.

Manutention, mélange et Chargement

section 3



3.1 PRINCIPES DE BASE

Toutes les formulations aqueuses de Btk sont des suspensions, et non des solutions. Elles sont composées d'eau, de spores et de cristaux de Btk, de solides de fermentation, d'adjuvants, de stabilisants et d'autres ingrédients inertes mineurs. Par conséquent, il convient d'énoncer certains principes de base sur la façon dont ces formulations doivent être manipulées afin d'éviter les problèmes d'étalonnage et d'application.

Viscosité variable

Dans certaines situations particulières, la température peut avoir un effet sur la viscosité du produit.

Les changements de température typiques au cours de la journée ne seront pas perceptibles dans les débits du système de pulvérisation. Cependant, les importantes variations de températures que l'on peut ressentir entre le début et la fin d'un projet, surtout en haute altitude, peuvent nécessiter l'utilisation de différentes constantes d'étalonnage dans les débitmètres. Il est important d'en être conscient et, si nécessaire, de consulter le personnel de VBC pour en savoir plus.

Suspensions

Les solides en suspension sont de petites particules; les filtres dont la taille des mailles est inférieure à 30 mesh (c.-à-d. de 50 à 100 mesh) peuvent recueillir ces particules et devenir obstrués à la longue.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : L'UTILISATION DE FILTRES DONT LA TAILLE DES MAILLES EST INFÉRIEURE À 30 MESH N'EST PAS RECOMMANDÉE, SURTOUT POUR LES APPLICATIONS NON DILUÉES.

Action détergente

Les formulations de Foray agissent comme des détergents doux et peuvent ramollir les accumulations séchées de matières étrangères des opérations de pulvérisation précédentes présentes sur les parois des réservoirs de pulvérisation, des trémies d'aéronef, des conduites, des pompes, des rampes et des buses. Il est conseillé de vérifier soigneusement tous les filtres des systèmes de chargement et de pulvérisation après les premières charges, car c'est là que les débris s'amasseront.



Opérations

Il est conseillé de toujours avoir des pompes de réserve disponibles en cas de panne.

Adhésifs

Les formulations aqueuses de Foray contiennent des additifs pour améliorer l'adhérence. Par conséquent, un rinçage régulier, en particulier des parties du système exposées à l'air comme les atomiseurs et la surface de l'aeronef, doit être effectué avant le séchage complet du Foray.

Aération

Les liquides lourds et visqueux peuvent emprisonner l'air et le retenir pendant un certain temps. Lors de la recirculation ou du transfert de ces produits, il est important d'éviter l'emprisonnement de l'air. Submerger à la fois l'entrée et la sortie des tuyaux et des tubes lors de la recirculation de ces produits permet d'éviter une aération excessive



Opérations

Au début de la saison, il faut vérifier l'étalonnage des pompes de transfert en pompant le produit dans un conteneur préalablement étalonné et en comparant les relevés du débitmètre de la pompe au volume réellement transféré.

Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

et la production d'une substance ayant une consistance semblable à celle d'un lait frappé. Si une telle situation survient, le pilote devrait d'abord remarquer une augmentation de la pression et une modification du débit, surtout vers la fin d'une charge. Tout comme le débit, le taux d'application sera aussi modifié au bout du compte.

3.2 ÉQUIPEMENT

Pompes

Il est recommandé d'utiliser des pompes de chargement dotées d'une entrée d'aspiration de 3 po (7,5 cm). Elles doivent être assez puissantes pour transférer un minimum de 100 gpm (400 L/min). Si une pompe centrifuge de 2 po (5 cm) est utilisée avec un camion-citerne, il est préférable d'utiliser un tuyau d'aspiration de 3 po du camion à la pompe, puis un tuyau passant de 3 po à 2 po à la pompe. Il est conseillé de toujours avoir des pompes de réserve disponibles en cas de panne.

Tuyaux

Il est préférable d'utiliser des tuyaux avec les diamètres maximaux pour améliorer le débit du produit entre un réservoir et un autre ou entre le réservoir et l'aéronef. Des tuyaux d'aspiration de moins de 2 po (5 cm) de diamètre et des tuyaux de chargement de moins de 1 po (2,5 cm) de diamètre ne devraient jamais être utilisés, car ils sont inefficaces. Les tuyaux doivent être en bon état et les tuyaux d'aspiration doivent être étanches à l'air et exempts bien sûr de trous et de fuites. Tous les raccords du côté aspiration doivent être étanches à l'air. Les tuyaux d'aspiration doivent être le plus court possible.

En ce qui concerne les pompes centrifuges, il est préférable d'allonger la longueur de tuyau requise du côté refoulement (sortie) de la pompe que du côté aspiration (entrée).

Tamis et filtres dans les systèmes de transfert et de chargement

Les tamis et les filtres des systèmes de transfert et de chargement sont conçus pour éviter d'endommager les pompes et les compteurs et pour empêcher les particules de grande taille de pénétrer dans le système de pulvérisation de l'aéronef. Pour ce faire, des tamis de 20 à 30 mesh doivent être utilisés. Un tamis de 20 mesh permettra d'améliorer les débits et ne s'obstruera pas aussi facilement. Si aucun tamis en ligne n'est utilisé dans le système de l'aéronef, il faut utiliser des tamis de 30 mesh dans le système de chargement. Une présentation détaillée des tamis de système de pulvérisation se trouve à la sous-section 4.2.

Débitmètres

Les débitmètres sont utilisés pour mesurer le volume du liquide manipulé. La précision du débitmètre varie en fonction de l'écoulement du liquide au-delà des aubes et de la quantité d'air emprisonnée dans le produit.

Les débitmètres doivent être étalonnés pour : 1) le produit à pomper et 2) le système utilisé. Si les débitmètres sont seulement étalonnés avec de l'eau, les formulations aqueuses de Foray représenteront 5 à 7 % moins que la quantité réelle de produit.

Par exemple, un débitmètre étalonné avec de l'eau qui mesure 100 gal (ou L) aura en fait écoulé seulement 93 à 95 gal (ou L) de Foray. Aucun facteur de conversion standard ne peut être fourni en raison de diverses variables, comme la viscosité du produit lorsqu'il passe à travers le débitmètre et le degré d'aération. Cependant, si on applique une différence de 5 à 7 % comparativement a l'eau, l'aéronef sera très proche du débit souhaité.



Sécurité

Toujours faire attention en manipulant les barils de Foray, car chaque fût pèse 550 lb (environ 220 kg).

Photo: © Jürgen Heckel - sogar@monohr.com

Au début de la saison, il faut vérifier l'étalonnage des pompes de transfert en pompant le produit dans un conteneur préalablement étalonné, tel que la trémie d'un aéronef, et en comparant les relevés du débitmètre de la pompe au volume réel transféré. Certaines juridictions exigent une inspection et une vérification périodiques du débitmètre par un organisme externe certifiant l'exactitude des débitmètres.

Les systèmes de navigation à GPS différentiel (DGPS) des aéronefs intègrent les débits, la vitesse de vol, la largeur de pulvérisation et la zone de traitement afin de fournir un débit et un taux d'application précis dans toute la zone à traiter. Le pilote peut ajuster les paramètres lors de la première ou des deux premières charges pour améliorer la précision de l'application.

Même avec un équipement correctement calibré, le pilote et l'équipe au sol doivent toujours ajuster les paramètres en fonction de la superficie traitée et le volume de produit utilisé afin de garantir la précision.

3.3 GESTION DES DÉVERSEMENTS ET DISPOSITION DES PRODUITS

Gestion des déversements de formulations aqueuses de Foray

Il faut toujours s'assurer du respect des règlements fédéraux, provinciaux et régionaux, ainsi que de ceux de l'État, pour les questions relatives à la disposition de produits. Les formulations de Foray sont des pesticides de catégorie III, qui ne sont pas classés comme matières dangereuses et ne sont pas régis en vertu des règlements sur les matières dangereuses du département des Transports des États-Unis (49 CFR 100-199).

Le Foray se dégrade naturellement dans l'environnement et ne s'accumule pas dans le sol. Sa formulation ne contient aucun composant à base de pétrole. Par conséquent, les déversements sur le sol peuvent être traités des façons suivantes.

Dépendamment de la quantité impliquée, rincer la zone avec suffisamment de l'eau pour disperser le déversement dans le sol ou l'herbe. L'effet de dilution facilitera la biodégradation du Btk. Couvrir le déversement avec une couche de terre pour favoriser la dégradation. (Il s'agit de la méthode la plus répandue dans les zones forestières.)

Si un déversement se produit sur une surface imperméable (p. ex., en béton ou en asphalte), rincer la zone avec de l'eau propre si le ruissellement peut être dirigé vers le sol ou l'herbe.

Vous pouvez aussi utiliser une matière absorbante telle que de la litière pour chats, du sable propre ou des absorbants commerciaux (p. ex., SorbAll) pour absorber les déversements. La matière contaminée peut être répandue sur le sol ou transportée à un site d'enfouissement approuvé. Bien que le Btk n'ait montré aucun effet nocif sur les organismes aquatiques, il ne faut pas aucunement rincer les déversements directement dans les cours d'eau, les lacs ou les rivières.

ⓘ Le Foray est inscrit au réseau de signalement des déversements (Spill Notification Network) de CHEMTREC : 1 800 424-9300.

La plupart des déversements se produisent à l'intérieur et autour de la zone de chargement de l'aéronef. Par conséquent, le déversement est accessible et facile à nettoyer.

Une ou plusieurs zones de largage d'urgence doivent être désignées sur les cartes de traitement et le pilote doit en être informé avant le début du programme. En cas d'urgence en vol, le pilote



Sécurité

Pendant le déchargement, le couvercle du mini-conteneur de 1000 litres doit toujours être ouvert ou retiré pour faciliter l'écoulement et empêcher l'affaissement du conteneur.

peut se rendre aux zones désignées pour disposer du reste de la charge, si cela ne présente aucun danger. Ces zones ne doivent pas être situées à proximité d'un plan d'eau.

3.4 ÉLIMINATION DE L'EAU DE RINÇAGE

Le Foray doit être éliminé conformément aux règlements fédéraux, provinciaux et régionaux, ainsi qu'à ceux de l'État. Les procédures d'élimination des produits et des conteneurs figurent dans les instructions sur l'étiquette.

La meilleure façon d'éliminer les eaux de rinçage est de les ajouter au mélange de pulvérisation pendant les opérations et d'appliquer le produit sur la zone cible. Les eaux de rinçage peuvent être ajoutées aux produits non dilués tant qu'elles ne représentent pas plus de 5 % du volume total à tout moment. Cela n'affectera pas le taux d'étalonnage. Certains gestionnaires de programmes préfèrent attendre la fin du programme avant de demander au pilote de disposer de l'eau de rinçage sur la zone de traitement. Pour l'appliquer, il faut ouvrir tous les restricteurs de buses et/ou les rampes. L'eau de rinçage peut également être larguée sur les zones de largage d'urgence préalablement approuvées.

Performance

Le contenu des conteneurs doit être recirculé avant utilisation.

3.5 VOLUMES DES CONTENEURS DE FORAY ET PROCÉDURES DE MANIPULATION

Les formulations de Foray sont offertes en Amérique du Nord en fûts de polyéthylène de 55 gal (200 L), en mini-conteneurs de 265 gal



(1000 L) et en quantités en vrac de 4000 à 5000 gal (16 000 à 18 000 L) transportées dans des camions-citernes.

Dans le reste du monde, elles sont offertes en plusieurs formats, y compris des fûts en polyéthylène de 200 L et des mini-conteneurs pour vrac de 1000 L. De plus petits formats sont offerts dans certains pays, en fonction des besoins régionaux. Chaque type d'emballage peut nécessiter des procédures de manipulation différentes. Consulter le personnel de Valent Health pour discuter de vo besoins particuliers.

Manipulation des fûts (barils)
(Consulter l'annexe 2 pour voir les photos des fûts et leurs dimensions.)

Livraison : les fûts sont normalement livrés par camion sur des palettes (quatre barils par palette). Si aucun chariot élévateur à fourche n'est disponible, il est possible de décharger les fûts en les roulant à partir du hayon et de les laisser tomber sur deux ou trois vieux pneus (sans jantes) empilés. Les fûts doivent toujours être manipulés avec précaution. De plus, il est important de s'assurer que personne ne se trouve immédiatement derrière les pneus empilés, car un baril de Foray pèse 550 lb (environ 220 kg).

Entreposage : il faut entreposer les fûts dans un endroit sec. Les températures d'entreposage doivent se situer entre 32 et 90 °F (0 et 32 °C). Les barils doivent être gardés hors de la lumière directe du soleil, surtout lorsque la température est plus élevée. Pendant le transport et l'entreposage, une certaine sédimentation normale de la formulation se produira. Pour la remettre en suspension, il suffit de rouler ou d'agiter les fûts avant la pulvérisation.

Déchargement : les fûts peuvent être configurés avec deux ouvertures à filetage NPT de 2 po (Amérique du Nord) ou une combinaison d'une ouverture à filetage NPT de 2 po et d'une ouverture filetée métrique de 5 cm (reste du monde). Le produit peut être distribué par écoulement ou à l'aide d'une pompe de transfert ayant une capacité de débit minimale de 100 gal/min (400 L/min), comme une pompe centrifuge munie d'un moteur à essence de 5 HP et dotée d'un tuyau vertical mesurant au moins 42 po (110 cm) de longueur et au plus 2 po (5 cm) de diamètre

Sécurité

Les commandes de la vanne externe doivent toujours être sécurisées pendant les périodes d'inactivité pour prévenir tout fonctionnement non autorisé.

et d'un tuyau semi-rigide. Toutes les conduites de pompe et de transfert doivent être rincées avec beaucoup d'eau claire avant utilisation.

Les mélanges de Foray dilués ou non dilués qui restent dans les conduites et les pompes ne causeront pas de dommages ni d'obstruction.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : S'il n'y a pas de débitmètre et que seule une partie du contenu du fût est nécessaire, un bâton à mesurer peut être utilisé pour déterminer le volume.

La hauteur du liquide dans un fût standard contenant 55 gal (200 L) est d'environ 33 po (84 cm). Par conséquent, sur la jauge, 1 po équivaut à environ 1,67 gal et 1 cm correspond approximativement à 2,5 L. Vous pouvez vérifier cela en mesurant le niveau de Foray dans un fût plein.

Les mini-conteneurs pour vrac de 265 gal (1000 L) sont dotés de marques graduées sur le côté. Ces marques peuvent être utilisées pour estimer le volume de produit restant dans le conteneur s'il n'est que partiellement vide.

Un débitmètre correctement étalonné est essentiel pour des mesures plus précises.

Manipulation des mini-conteneurs de 1000 L

(Consulter l'annexe 2 pour voir les photos et les dimensions.)

Livraison : Lorsqu'ils sont pleins, les mini-conteneurs (mini bulk) pèsent environ 2650 lb (1050 kg) et doivent être transportés à l'aide d'un chariot élévateur à fourche. Lorsqu'ils sont vides, ils pèsent 175 lb (80 kg) et peuvent être transportés manuellement.

Entreposage : les mini-conteneurs de 1000 L sont montés sur une palette. Il est recommandé de ne pas empiler plus de deux mini-conteneurs.

Ils doivent être entreposés dans un endroit sec et de préférence fermé, qui est accessible par chariot élévateur. Leur contenu doit toujours être recirculé avant d'être utilisé.

Déchargement : à la base du conteneur se trouve une sortie filetée métrique mâle (5 cm) dotée d'une vanne. Chaque conteneur est aussi doté d'un adaptateur de filetage NPT métrique mâle (5 cm) à femelle de 2 po. Le haut du conteneur comporte une large ouverture de 8 po (20 cm) munie d'un couvercle à visser, à travers lequel un tuyau rigide de 42 po (110 cm) de longueur peut être inséré.

Avant utilisation, il faut recirculer le contenu en pompant le produit de la vanne de sortie du bas à travers l'ouverture du haut. L'extrémité du tuyau doit être sous la surface du produit.

Le couvercle doit être replacé une fois l'opération de déchargement terminée pour éviter la contamination par de la poussière, des débris, des précipitations ou toute autre forme d'humidité. Si tout le mini-conteneur doit être pompé dans l'aéronef ou dans un réservoir de stockage plus grand, il n'est pas nécessaire de faire recirculer avant le pompage.



Sécurité

Toujours vérifier l'intégrité des sceaux à l'arrivée d'un chargement.

Manipulation en vrac (camion-citerne)
(Consulter l'annexe 2 pour voir les photos et les dimensions.)

Livraison : en Amérique du Nord, le transport en vrac est assuré par des camions-citernes standard ou des camions-citernes conformes aux normes de l'Organisation internationale de normalisation. Ils peuvent être déchargés dans les installations en vrac du client ou dans certaines circonstances, être déposés sur le site pour une utilisation par le client. Ce dernier doit posséder une pompe de grande capacité qui lui permettra de décharger le camion.

L'ensemble des évents et des orifices d'entrée ou de sortie dotés d'un bouchon amovible et situés sur le camion-citerne portent un sceau numéroté. Il peut y en avoir une douzaine ou plus, selon la configuration du réservoir. Ces sceaux permettent de s'assurer que le produit n'a pas été altéré de façon accidentelle ou intentionnelle durant le transport. Le numéro de chaque sceau est consigné dans les documents de transport utilisés dans le cadre de la chaîne de traçabilité.

Entreposage : si tout le contenu du camion-citerne est déchargé dans l'installation du client, il n'a pas à être recirculé. Les camions-citernes standard sont dotés de raccords de sortie mâles à cames et à rainures de 3 po (7,5 cm). Dans certains cas, le client doit installer un adaptateur pour raccord de 2 ou 3 po (5 ou 7,5 cm).



Performance

De petites quantités (jusqu'à 5 % en volume) d'eau dans le Foray non dilué ne nuisent pas à sa manipulation ou à son efficacité

Le produit doit être recirculé au moins une fois avant d'être utilisé s'il a été immobile pendant deux jours ou plus. Pendant la recirculation, le tuyau de retour doit toujours être sous la surface du produit pour éviter la production d'air et la formation de mousse.

Déchargement : l'équipement recommandé pour le déchargement de camion-citernes ou la recirculation comprend :

- un tuyau d'aspiration semi-rigide de 3 po (7,5 cm);
- une pompe de transfert d'une capacité de 250 gpm (1000 L/min);
- des tuyaux de chargement de 1 po ou de 2 po (5 cm), d'une longueur suffisante pour atteindre le trou d'homme au-dessus du tanker ainsi que l'aéronef ou les aéronefs à charger de Foray.

La plupart des camions-citernes comportent deux vannes de commande (interne et externe) pour éviter les déversements accidentels. Ces deux vannes doivent être ouvertes pour permettre le transfert du contenu. Les commandes de la vanne externe doivent toujours être sécurisées pendant les périodes d'inactivité pour empêcher tout fonctionnement non autorisé ou accidentel.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : Si une pompe aspirante de 2 po est utilisée avec un camion-citerne, il est préférable d'utiliser un tuyau d'aspiration de 3 po du camion à la pompe, puis un tuyau passant de 3 po à 2 po à la pompe. Un tuyau de chargement plus petit permet un débit plus lent.

Le contenu du camion-citerne doit être entièrement recirculé une fois avant le déchargement partiel ou son utilisation. Pour ce faire, il suffit de pomper le produit de la vanne de sortie à travers le trou d'homme préalablement ouvert sur le dessus du citerne. L'extrémité du tuyau dans le trou d'homme doit être sous la surface du produit. Il faut prendre des précautions pour empêcher que le tuyau sorte du trou d'homme et de causer un déversement ou une blessure. En général, le tuyau est fixé au trou d'homme, et un membre de l'équipe doit surveiller le tout pour des raisons de sécurité.

Le couvercle du trou d'homme au-dessus du camion-citerne doit toujours être ouvert lors du pompage pour éviter l'affaissement des parois du camion-citerne. La pression accumulée dans la citerne doit être enlevée avant l'ouverture du couvercle du camion-citerne. Si le camion-citerne n'a pas été entièrement vidé, il faut s'assurer de fermer le couvercle afin d'empêcher les précipitations ou des débris de contaminer le contenu.

Si le réservoir du camion-citerne est laissé sur place comme réservoir de stockage sur le terrain, il doit être placé sur une surface ferme et des béquilles de soutien avant doivent être installées sur des planches ou du bois d'œuvre de 4 à 6 po d'épaisseur. À la réception du réservoir, s'assurer que les béquilles peuvent être facilement élevées et abaissées afin de pouvoir manipuler l'avant du réservoir au fur et à mesure qu'il se vide. Le sol doit être ferme et nivelé (ou légèrement incliné vers la sortie) et les roues de la remorque doivent être verrouillées et sécurisées. Si le camion-citerne est déchargé par l'arrière, l'arrière doit être plus bas que le devant. S'il est déchargé par le centre, il doit être sur une surface nivelée. Lorsque le camion-citerne est déchargé dans un autre camion-citerne ou dans un réservoir de stockage, le réservoir doit être rincé et nettoyé avec de l'eau propre et entièrement vidangé avant de transférer le produit dans le conteneur vide.

Lorsque le conteneur est presque vide (c.-à-d. qu'il contient moins de 200 L), il faut en rincer les parois avec de petites quantités d'eau. L'eau réduit la viscosité du produit restant, ce qui permet de s'assurer que la totalité du produit livré s'écoule facilement hors du camion-citerne.

Il faut s'assurer que le réservoir est complètement vide (il ne doit plus contenir d'eau de rinçage). Pour vider le réservoir, faire monter les béquilles de la citerne jusqu'à leur extension complète. Avant d'être remis en service, les camions-citernes sont envoyés à une installation de nettoyage où ils sont décontaminés grâce à un lavage spécialisé. Le client devra payer des frais supplémentaires si le réservoir n'est pas complètement vide et qu'il contient encore du liquide, comme de l'eau de rinçage ou du produit.

3.6 PROTOCOLE POUR LA RECIRCULATION DES CONTENEURS DE FORAY

Les formulations non diluées de Foray sont des suspensions stables. Le contenu n'a pas à être recirculé régulièrement pendant son entreposage, mais il doit l'être avant son utilisation.

Opérations Aériennes avec Foray

section 4



Photo fournie par ENVIRO FOTO/SOPFIM

4.1 ÉTALONNAGE DE L'AÉRONEF (CALIBRAGE)

L'étalonnage et l'ajustement approprié du système de pulvérisation sont essentiels pour assurer l'efficacité des traitements avec Foray. L'étalonnage du débit peut être effectué selon différentes techniques en fonction du type d'équipement de chaque aéronef. Dans tous les cas, quelques calculs de base doivent être effectués pour établir le débit requis par le système de pulvérisation et le débit de chaque atomiseur ou buse.



Performance

Une calibration préalable et un ajustement des atomiseurs adéquats sont essentiels à l'efficacité des traitements avec Foray.

Figures 4.1 : Formules d'étalonnage et de calcul du débit

Figure 4.1 a)

Unités américaines

$$\text{Débit (gal/min)} = \frac{\text{vitesse (mi/h) x largeur de pulvérisation (pi) x taux d'application (gal/ac)}}{495}$$

Unités métriques

$$\text{Débit (L/min)} = \frac{\text{vitesse (km/h) x largeur de pulvérisation (m) x taux d'application (L/ha)}}{600}$$

Figure 4. 1b)

$$\text{Débit/atomiseur/minute} = \frac{\text{débit du système}}{\text{Nombre d'atomiseurs}}$$

Figure 4.1(c)

Unités américaines

$$\text{Gal/min} = \frac{\text{110 (mi/h) x 200 (pi) x taux d'application 0,5 (gal/ac)}}{495}$$

$$= \frac{\text{22,2 gal/min}}{\text{6 atomiseurs}}$$

$$= \text{3,7 gal/min/atomiseur}$$

ÉTAPE 1 : déterminer le débit du système de pulvérisation

Les formules qui permettent de déterminer les débits du système en unités américaines et en unités métriques, ainsi qu'un exemple, se trouvent aux **figures 4.1 a), b) et c)**.

ÉTAPE 2 : choisir le nombre et le type de pulvérisateurs [**figure 4.2 b)**].

Le spectre de taille de gouttelettes nécessaire à une application efficace de Foray est déterminé par le type d'atomiseur ou de buse hydraulique utilisé. À l'aide des chartes de buses ou d'atomiseurs fournis par le fabricant, il est possible de déterminer la combinaison appropriée de pression et de débit (ou de taille d'orifice de la buse) pour obtenir le débit souhaité par minute pour chaque atomiseur ou buse.

ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : Les buses hydrauliques (p. ex., TeeJet[MD]) ont une gamme de pression (et de débit) étroite pour toutes les tailles de gouttelettes. Les atomiseurs rotatifs peuvent être ajustés pour différentes tailles de gouttelettes indépendamment du débit.

Pour obtenir le débit par chacun des atomiseurs (ou buses) en

unités américaines ou métriques, il suffit de diviser le débit total par le nombre d'unités dont sera doté l'aéronef.

Exemple de la figure 4.1 c) : la vitesse est de 110 mi/h et la largeur de pulvérisation prévue est de 200 pi. Quel est le débit étalonné dans chaque atomiseur rotatif si six unités Micronair AU5000 sont utilisées et que le volume appliqué est de 64 oz liq./ac? (Ne pas oublier de convertir les onces en gallons!)

L'étape suivante du processus d'étalonnage dépend du type d'équipement sur l'aéronef. Si le système de pulvérisation est alimenté par une pompe à moteur (hydraulique ou électrique) et que des atomiseurs rotatifs sont installés, il est possible d'étalonner statiquement l'aéronef sur le sol en mesurant le volume émis à la sortie des atomiseurs. Si le système de pulvérisation est muni de plusieurs buses ou si la pompe du système est alimentée par le vent, effectuer l'étalonnage au sol est impossible et il faut avoir recours à une méthode d'étalonnage en vol.

Actuellement, la majorité des aéronefs sont dotés de débitmètres qui permettent d'étalonner le système avec précision et de contrôler le débit en vol durant les opérations. La plupart des systèmes de navigation d'aéronefs GPS (p. ex., AG-NAVMD, DynaNav, SatlocMD et TracMapMD) comportent des dispositifs de surveillance et de contrôle de débit intégrés à leurs systèmes de bord. Ces dispositifs tiennent en compte la vitesse au sol pour ajuster le débit en temps réel en augmentant ou diminuant le débit en conséquence de manière à s'assurer que le taux d'application soit uniforme sur l'ensemble de la parcelle traitée.

Si les applications sont effectuées sur des terrains montagneux, les systèmes réduisent automatiquement le débit lorsque l'aéronef vole plus lentement en ascension et, inversement, augmentent le débit lorsque l'aéronef vole plus vite en descente pour assurer un taux d'application constant.



Opérations

Toujours valider l'étalonnage pendant les traitements en comparant le volume de produit appliqué en fonction de la superficie de la zone traitée.

Au début d'un projet, il peut être judicieux de surveiller attentivement le débitmètre pour s'assurer que les totaux affichés correspondent aux volumes réels de pulvérisation. Il n'est pas nécessaire d'étalonner des aéronefs dotés de tels dispositifs sur le sol. Toutefois, en cas de doute quant à la précision des compteurs, un étalonnage au sol peut être effectué comme contre-vérification.

Étalonnage au sol pour les aéronefs dotés de pompes hydrauliques ou électriques

ÉTAPE 1 : charger suffisamment de produit dans la trémie de l'aéronef (ou dans les réservoirs de l'hélicoptère) pour amorcer l'ensemble du système de pulvérisation et effectuer le nombre d'essais requis.

ÉTAPE 2 : placer des collecteurs sous chaque atomiseur ou buse et faire fonctionner le système de pulvérisation pendant une ou plusieurs minutes, de sorte qu'un volume mesurable soit produit. Des bidons ou des sacs en plastique peuvent

Photo fournie par ENVIRO FOTO/SOPFIM

être utilisés pour recouvrir les pulvérisateurs et recueillir le produit pulvérisé.

ÉTAPE 3 : mesurer le volume recueilli par minute de chaque pulvérisateur ou buse et le comparer au débit calculé. Vérifier le débit total.

ÉTAPE 4 : au besoin, ajuster la pression du système ou le réglage de l'atomiseur, ou changer la taille de l'orifice de la buse pour augmenter ou diminuer le débit. Soumettre le système à un autre essai conformément à l'étape 2.

Étalonnage en vol pour les aéronefs dotés de pompes éoliennes

Remarque : Il est souvent possible d'obtenir une pression de pompe éolienne suffisante en la mettant sous tension à l'arrêt. Consulter le pilote pour obtenir la procédure d'utilisation standard. En pareil cas, suivre la procédure d'étalonnage indiquée à la sous-section 4.1 ainsi que les étapes supplémentaires suivantes.

ÉTAPE 1 : charger le produit dans la trémie conformément à la procédure indiquée ci-dessus, à la différence que le système doit être amorcé en vol.

ÉTAPE 2 : une fois que le système est amorcé et que l'aéronef a atterri, positionner l'aéronef sur une surface plane et marquer l'emplacement. Ajouter un volume mesuré de produit dans le réservoir de pulvérisation et noter le niveau de remplissage avec la jauge visuelle ou en mesurant avec un bâton à mesurer la distance entre le haut ou le bas du réservoir et la surface du produit.

ÉTAPE 3 : demander au pilote de piloter l'aéronef comme lors d'une application normale et de faire fonctionner le système de pulvérisation pendant une période chronométrée, par exemple pendant une minute.

ÉTAPE 4 : replacer l'aéronef à l'emplacement exact qui a été marqué à l'étape 2 et mesurer le volume de produit nécessaire pour remplir le réservoir au niveau de départ. Ce volume peut ensuite être utilisé pour calculer le débit par minute.

ÉTAPE 5 : ajuster le système de pulvérisation, au besoin, pour modifier le débit.

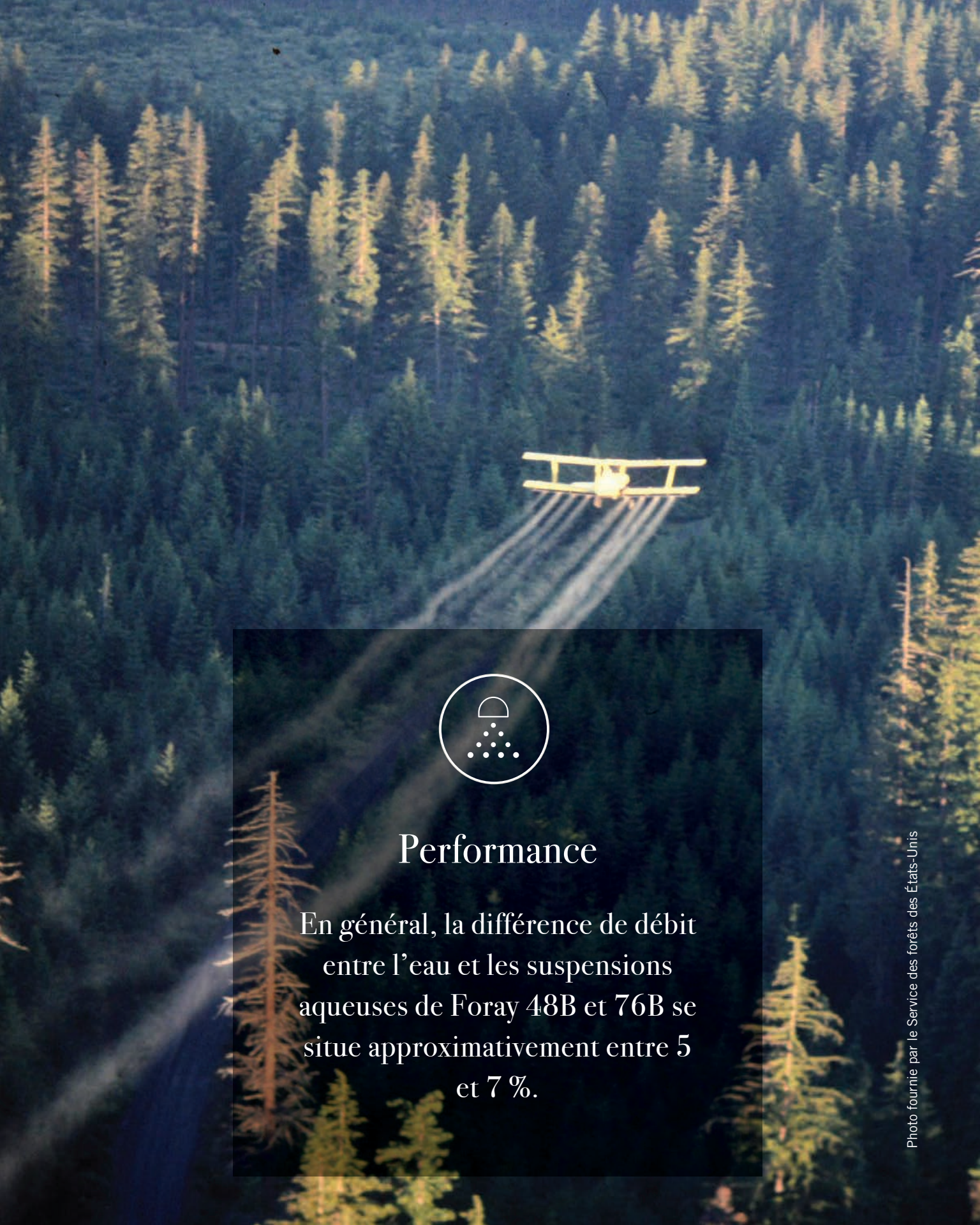
ⓘ **CONSEIL D'APPLICATION** : Si le système de pulvérisation d'un aéronef a déjà été amorcé, une quantité connue de mélange de pulvérisation peut être pompée dans l'aéronef afin que l'équipement au sol, sur lequel un débitmètre préalablement calibré a été installé, puisse être utilisé pour le chargement. Il est aussi possible d'utiliser la jauge de la trémie si l'aéronef est stationné sur un terrain plat. Le temps nécessaire pour pomper le volume requis doit être chronométré et consigné, puis les réglages du système de pulvérisation doivent être ajustés en conséquence et soumis à l'essai de nouveau au besoin.

Aéronefs dotés de débitmètres électroniques

Les débitmètres électroniques, tels que ceux fabriqués par Onboard Systems[MD] (Crophawk[MD]) et Micronair ou par les fabricants de DGPS (p. ex., AG-NAV, DynaNav, Satloc et TracNav), facilitent grandement l'étalonnage des aéronefs et permettent d'effectuer des ajustements en

Opérations

Si vous êtes confiant que le taux d'application sera à l'intérieur de ±10 % de votre cible au moment de la calibration, vous pouvez valider l'information en procédant à une première séance de pulvérisation et apporter les ajustements nécessaires, au besoin.



Performance

En général, la différence de débit entre l'eau et les suspensions aqueuses de Foray 48B et 76B se situe approximativement entre 5 et 7 %.

Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

vol si les conditions l'exigent. Cependant, les débitmètres et les ordinateurs d'application doivent être étalonnés avec le produit ou le mélange de pulvérisation avant le programme opérationnel. Toujours consulter les instructions du fabricant de l'équipement avant d'effectuer l'étalonnage volumétrique des débitmètres avec des liquides autres que l'eau.

En outre, les débitmètres possédant des cartouches interchangeables avec différentes sensibilités de plages de débits doivent être dotés de la cartouche ou de la turbine de débit adéquate. Consulter les instructions du fabricant à cet effet.

Les fabricants de DGPS offrent désormais des systèmes de surveillance de débit reliés au système DGPS. Consulter les représentants techniques des fabricants de DGPS pour obtenir plus de détails (consulter l'annexe 1 : Sources et ressources).

Procédure d'étalonnage générale

Toutes les formulations de Foray sont optimisées pour s'assurer que leur viscosité soit aussi faible que possible.

Marche à suivre pour étalonner un système avant l'utilisation de Foray :

1) Assumer que la formulation de Foray se comportera comme de l'eau, utiliser le facteur d'étalonnage approprié pour le débitmètre.

2) Ajouter une quantité connue du produit de pulvérisation dans la trémie de l'aéronef. L'équipement au sol, doté d'un débitmètre préalablement étalonné et adéquat, peut être utilisé pour le chargement. Sinon, il est possible d'utiliser la jauge de la trémie si l'aéronef est stationné sur un terrain plat.

3) Ajuster la constante d'étalonnage du débitmètre si le volume total pulvérisé (indiqué par le débitmètre) est différent de la quantité pompée dans la trémie. Généralement, cet ajustement est calculé de la façon indiquée ci-dessous, mais il est recommandé de consulter le manuel d'utilisation remis par le fournisseur pour vérifier si cette méthode convient.

Nouvelle constante de calibrage =

$$\text{ancienne constante de calibrage} \times \frac{\text{volume appliqué}}{\text{volume indiqué}}$$

Le Foray 48B et le Foray 76B sont tous deux des suspensions aqueuses dont les paramètres physiques sont relativement constants. En général, la différence de débit entre l'eau et le Foray se situe approximativement entre 5 et 7 %. Après la vérification initiale à l'eau, ce facteur d'étalonnage

Performance

La taille des tamis ne devrait être plus fin que 30 mesh lors de l'application de formulations de Foray. Un filtre à rainures de 20 ou 25 mesh est idéal. Les fabricants installent souvent un tamis de 50 mesh, qui sert de standard, sur les nouveaux aéronefs. Bien qu'une formulation de Foray non diluée passe à travers un tamis de 50 mesh, les substances solides du produit pourraient s'accumuler sur le tamis et l'obstruer.



Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

(constante de débit) peut être utilisé pour aider à étalonner l'équipement plus précisément et en effectuant moins de vérifications de débit.

ⓘ **Conseil** : Utiliser le débitmètre de l'aéronef comme principal instrument de surveillance de débit.

À l'aide de la nouvelle constante d'étalonnage, ajuster la pression du système de pulvérisation jusqu'à ce que le débit désiré soit atteint. Cette étape peut devoir être répétée une ou deux fois pour déterminer le bon code de débit.

4.2 FILTRES ET TAMIS DU SYSTÈME DE PULVÉRISATION

Les filtres des systèmes de pulvérisation d'aéronef sont conçus et installés afin d'empêcher les

Figure 4.2 a) : Dimensions des mailles des filtres et des tamis, en ordre de grandeur (po)

TAMIS EN LIGNE	TAMIS DE BUSE	FILTRES DE BUSE* À RAINURES	FILTRES DE BUSE À CÔNE CREUX	FILTRES DE BUSES À JET PLAT SÉRIE 80	FILTRES MICRONAIR VRU
50 mesh = 0,011	50 = 0,011	50 = 0,010			
30 mesh = 0,21		25 = 0,020			
	24 = 0,030	16 = 0,032		02 = 0,036	1 = 0,030
16 mesh = 0,045			D2 = 0,041	03 = 0,043	3 = 0,046
			D3 = 0,047		
				04 = 0,052	
				05 = 0,057	
			D4 = 0,0631	06 = 0,063	5 = 0,063
			D5 = 0,078		
					7 = 0,094

**Des filtres à rainures sont recommandés (requis) pour les solides en suspension lorsque le filtrage de la buse est nécessaire.*

Figure 4.2 b) : Dimensions des mailles des filtres et des tamis, en ordre de grandeur (mm)

TAMIS EN LIGNE	TAMIS DE BUSE	FILTRES DE BUSE* À RAINURES	FILTRES DE BUSE À CÔNE CREUX	FILTRES DE BUSES À JET PLAT SÉRIE 80	FILTRES DE BUSE MICRONAIR VRU
50 mesh = 0,28	50 = 0,28	50 = 0,25			
30 mesh = 0,53		25 = 0,51			
	24 = 0,76	16 = 0,81		8002 = 0,91	1 = 0,76
16 mesh = 1,14			D2 = 1,04	8003 = 1,09	3 = 1,17
			D3 = 1,19		
				8004 = 1.32	
				8005 = 1,45	
			D4 = 1,60	8006 = 1,60	5 = 1,60
			D5 = 1,98		
					7 = 2,39

**Des filtres à rainures sont recommandés (requis) pour les solides en suspension lorsque le filtrage de la buse est nécessaire*

particules étrangères de pénétrer dans le système. À l'exception des tamis en ligne, les buses installées sur la rampe comportent les plus petits orifices.

La taille des mailles est définie par le nombre d'ouvertures par pouce (p. ex., un tamis de 30 mesh possède 30 ouvertures par pouce linéaire). Cependant, en raison de l'épaisseur de la ligne, la taille de l'orifice ne correspond pas à l'inverse de la taille des mailles en pouces.

La taille de tamis la plus courante dans les aéronefs est de 50 mesh (les orifices dans les tamis de 50 mesh sont de 0,011 po).

Bien qu'une formulation de Foray non diluée passe à travers un tamis de 50 mesh, les substances solides du produit finissent par s'accumuler dans les filtres. Lorsque des matières étrangères s'amassent en plus sur le tamis, l'accumulation se produit plus rapidement et entraîne une obstruction.

La taille des tamis ne devrait pas être plus fin que 30 mesh lors de l'application de formulations de Foray. Il est préférable d'utiliser un filtre à rainures de 20 ou 25 mesh, car il risque moins de s'obstruer.

Le même principe s'applique aux tamis de buses de 50 mesh. Les dimensions des divers orifices de tamis, rainures de filtre et ouvertures de buse sont indiquées dans les **figures 4.2 a**) et **b**) en ordre de grandeur.



Performance

La manière dont le Foray est appliqué peut influencer grandement l'efficacité avec laquelle l'insecte cible est atteint. La déposition des gouttelettes sur le couvert forestier, leur distribution sur le feuillage et la probabilité que l'insecte cible ingère une dose létale sont tous déterminés par la taille des gouttelettes.

Une évaluation des tailles des différentes ouvertures de tamis et de buses indiquées aux figures 4.2 a) et b) démontre clairement que les ouvertures de buse les plus couramment utilisées (D-3, 8003 et VRU no 3 ou 5) sont nettement plus grandes que celles d'un tamis en ligne de 30 mesh.

Par conséquent, l'utilisation d'un tamis en ligne de 30 mesh ou d'un filtre à rainures de 25 mesh installé dans le corps de la buse permettra la libre circulation du produit à travers les pulvérisateurs. Aucun filtre ou tamis n'est nécessaire à la buse lors de l'utilisation d'atomiseurs rotatifs.

4.3 TAILLE DES GOUTTELETTES, CHOIX DES ATOMISEURS ET PULVÉRISATION

La manière dont le Foray est appliqué peut influencer de façon marquée l'efficacité avec laquelle l'insecte cible est atteint. La déposition des gouttelettes sur un couvert forestier, leur distribution sur le feuillage et la probabilité que l'insecte cible ingère une dose létale sont tous déterminés par la taille des gouttelettes.

En raison de la forme de feuilles et de la densité de feuillage, les forêts de feuillus nécessitent des spectres de taille de gouttelettes légèrement différents de ceux des forêts de conifères. Le type d'habitat propre à chaque espèce de ravageur peut conduire à privilégier une certaine taille des

gouttelettes. Ainsi, les insectes plus exposés, comme la spongieuse, peuvent nécessiter un spectre de taille de gouttelettes différent de celui des insectes moins exposés ou plus a l'abri, comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

La sélection des atomiseurs dépend grandement du spectre de taille de gouttelettes requis. À des vitesses inférieures à 120 mi/h (190 km/h), les atomiseurs rotatifs comme le Micronair peuvent pulvériser des gouttelettes plus fines que les buses hydrauliques traditionnelles. Les pulvérisateurs rotatifs présentent un avantage considérable: ils permettent de modifier la taille des gouttelettes indépendamment de la pression du système ou de la vitesse de l'aéronef, et ce, lorsque les conditions de pulvérisation changent.

À des vitesses de vol élevées (plus de 125 mi/h, soit 200 km/h), les atomiseurs rotatifs Micronair ou les buses hydrauliques standard peuvent produire de petites gouttelettes avec l'aide d'une pression élevée et du cisaillement du vent. De telles vitesses aérodynamiques sont généralement obtenues avec des aéronefs agricoles à turbine monomoteurs et des aéronefs de passagers ou de transport multimoteurs convertis.

Les buses hydrauliques, comme celles à jet plat ou à cône creux (disc-core) de Spraying SystemsMD et de TeeJet, peuvent aussi produire la taille de gouttelettes choisie, mais les atomiseurs rotatifs sont plus polyvalents, car ils offrent plus d'options pour obtenir un spectre plus étroit de taille de gouttelettes.

Au moment de choisir le type de pulvérisateurs, il faut aussi prendre en compte les conditions météorologiques qui peuvent survenir au cours des séances de pulvérisation. Par exemple, lorsque les conditions deviennent plus chaudes et moins humides pendant la journée, les pulvérisateurs rotatifs peuvent être ajustés pour produire des gouttelettes de plus grande taille, qui s'évaporent moins rapidement et ont plus de chances d'atteindre l'insecte cible.

Performance

Pour les programmes de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, on recommande de maximiser le nombre de fines gouttelettes produites par les atomiseurs pour s'assurer de bien se repartir à travers le couvert forestier.

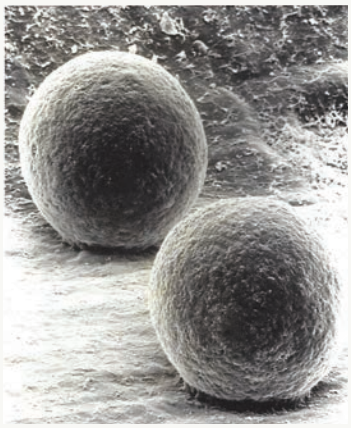


Photo d'une gouttelette de Foray de 40 µm, prise par un microscope électronique.

Photo fournie par Chuck Davis, Ressources Naturelles Canada, Service Canadien des Forêts.

4.4 CONSIDÉRATIONS SUR LA TAILLE DES GOUTTELETTES

Chaque gouttelette produira huit gouttelettes plus fines, et chacune d'elles equivaudra à la moitié de celui de la gouttelette originale. Une gouttelette de 200 µm produit donc huit gouttelettes de 100 µm, qui à leur tour produisent huit gouttelettes de 50 µm. Ainsi, la gouttelette d'origine de 200 µm produit 64 gouttelettes

de 50 µm. On peut voir qu'avec un même volume de pulvérisation, lorsqu'il est réparti efficacement sur tout le couvert forestier, les fines gouttelettes distribuées en plus grand nombre seront plus accessibles aux larves de lépidoptères.

Il existe des limites physiques et biologiques liées à la taille utile des gouttelettes. En voici quelques exemples :

- La gouttelette contient-elle une dose létale?
- La gouttelette résiste-t-elle à l'évaporation pendant la descente?
- La gouttelette peut-elle être déviée de la cible?

Les deux points suivants traitent globalement de la taille des gouttelettes dans les forêts de conifères et les forêts à feuilles caduques. À titre de référence, les recommandations fournies portent sur les deux insectes les plus visés selon le type de forêts, soit la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) et la spongieuse (*Lymantria dispar*). Toutefois, bon nombre de défoliateurs présentent des niveaux de sensibilité similaires et les considérations de dépôt sur le feuillage restent inchangées pour les deux types de forêts. Par conséquent, de nombreuses recommandations générales sont directement applicables à d'autres espèces de défoliateurs en Amérique du Nord, comme la livrée des forêts (du genre *Malacosoma*) ou la chenille a houppe (du genre *Orgyia*), ainsi qu'à d'importants défoliateurs forestiers d'Europe, comme la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) ou la nonne (*Lymantria monacha*). Consulter l'étiquette du produit dans votre région pour voir la liste complète des ravageurs contrôlés par le Foray.

La taille des gouttelettes est importante pour assurer l'efficacité optimale des insecticides appliqués par voie aérienne. Des gouttelettes trop fines risquent de ne pas contenir une quantité suffisante d'ingrédient actif et de n'offrir qu'une dose sublétale. Par ailleurs, l'utilisation de gouttelettes trop grosses est considérée comme du gaspillage, car elles peuvent contenir une quantité de l'ingrédient actif plus grande que nécessaire. De plus, elles risquent alors d'être trop peu nombreuses pour assurer un dépôt adéquat et une couverture complète du couvert forestier.

Le nombre de gouttelettes est aussi important : il faut en produire suffisamment pour couvrir uniformément le couvert forestier.

Lors des applications de Foray, il faut s'assurer qu'un nombre maximal de gouttelettes soit produit, que les gouttelettes sont largement distribuées là où les larves se nourrissent et qu'elles contiennent toutes une dose létale de l'ingrédient actif.

Pour décrire le nombre de gouttelettes produites, les scientifiques et les spécialistes en matière

Opérations

On recommande d'ajouter de petits déflecteurs sur les atomiseurs AU5000 lorsque la vitesse de rotation atteint la limite de manière à minimiser l'effet de cisaillement qui se produit a la sortie des atomiseurs et à assurer une meilleure uniformité dans la taille des gouttelettes dans de telles circonstances.

d'application font référence au diamètre médian en nombre et au diamètre médian en volume (NMD et VMD en anglais).

Le diamètre médian en nombre désigne la médiane ou le point médian du nombre total de gouttelettes produites. La moitié des gouttelettes se trouvent au-dessus de cette valeur, et l'autre moitié en dessous.

Le diamètre volumétrique médian désigne une taille de gouttelette médiane. La moitié du volume total de la pulvérisation est donc contenue dans des gouttelettes dont la taille est inférieure au diamètre volumétrique médian et l'autre moitié est contenue dans des gouttelettes dont la taille est supérieure à ce diamètre.

En général, les scientifiques, les gestionnaires de programmes et les pilotes qui effectuent l'application se réfèrent à une taille moyenne ou au diamètre de volume médian comme valeur à respecter pour contrôler les insectes ravageurs forestiers de façon optimale.

Tailles de gouttelettes optimales dans les forêts de conifères

Il est conseillé aux gestionnaires de programmes de lutte aérienne contre les défoliateurs de conifères (p. ex., tordeuse des bourgeons, chenille à houppe et processionnaire du pin) de maximiser le nombre de fines gouttelettes produites par les atomiseurs pour assurer une distribution uniforme sur l'ensemble du couvert forestier. À un certain moment, les gestionnaires de programmes privilégiaient l'application de grosses gouttelettes en raison des préoccupations concernant les doses sublétales associées aux fines gouttelettes. Cependant, au cours des 20 à 25 dernières années, des recherches menées dans l'est du Canada, notamment par le Service canadien des forêts, ont démontré que les formulations de Btk plus puissantes génèrent une dose létale dans les plus fines gouttelettes. Les préoccupations relatives aux effets sublétaux des petites gouttelettes ne sont donc plus supportées.

L'utilisation de gouttelettes trop fines doit être évitée. De plus, il est recommandé d'utiliser des atomiseurs (atomiseurs rotatifs Micronair AU4000 et AU5000, de préférence) pour produire des gouttelettes dont le diamètre volumétrique médian (que l'on appelle parfois « DV0.5 ») se situe entre 80 et 120 µm.

Tailles de gouttelettes optimales dans les forêts à feuilles caduques

Comme pour les forêts de conifères, il y a des avantages et des inconvénients à appliquer un mélange de Btk en fines gouttelettes. Bien que de fines gouttelettes puissent assurer une distribution uniforme sur le couvert forestier, si elles sont trop petites, les larves risquent d'ingérer des doses sublétales. De telles petites doses peuvent sauver les larves, puisqu'elles cessent de se nourrir pendant un certain temps et n'ingèrent pas d'autres doses de Btk jusqu'à leur rétablissement. Des études démontrent que la taille des gouttelettes ou la dose nécessaire pour entraîner la mort des larves de la spongieuse augmente avec le stade larvaire. Ainsi, les gouttelettes dont le diamètre volumétrique médian équivaut à 100 µm sont les plus efficaces contre les larves plus petites du deuxième stade, mais leur diamètre volumétrique médian doit atteindre de 125 à 150 µm si les larves sont au troisième et au quatrième stade, donc de plus grande taille.

Il ne faut pas appliquer de gouttelettes plus grosses que 200 µm en raison de leur faible densité ou leur nombre plus faible sur le feuillage, qui réduit la probabilité que les larves ingèrent une dose létale. (Voir la **figure 4.4.**)

Au début des années 1990, le groupe Northeast Forest Aerial Application Technology (NEFAAT) a mené des études sur le terrain sur la spongieuse



Performance

Les applications de Foray pur ou non dilué sont généralement plus efficaces que les applications diluées étant donné que la pulvérisation et la déposition sur le feuillage sont optimisées.

Photo fournie par ENVIRO FOTO/SOPFIM

en utilisant du Foray 48B non dilué appliqué à l'aide de différents pulvérisateurs. Ces études ont démontré que diverses tailles de gouttelettes fournissent un niveau de contrôle similaire contre les populations larvaires au deuxième et troisième stade. Les buses hydrauliques à petit orifice (à jet plat 8004 et à double jet 8004) et les atomiseurs rotatifs Micronair ont produit des gouttelettes dans le spectre de gouttelette recommandée.

Pour la lutte contre la spongieuse et d'autres défoliateurs de feuillus, il est recommandé de sélectionner et d'ajuster les pulvérisateurs pour produire des gouttelettes dont le diamètre volumétrique médian se situe entre 100 et 150 µm. Si des buses hydrauliques sont utilisées, il est conseillé de choisir des buses à jet plat avec les plus petits orifices permettant de fournir le volume suffisant avec un aéronef agricole de vitesse moyenne (de 100 à 120 mi/h).

Les aéronefs monomoteurs à vitesse plus élevée (p. ex., Thrush[MD] 660 et AirTractor[MD] 802) doivent être dotés d'atomiseurs AU4000, car la vitesse de rotation peut dépasser les limites de sécurité du manufacturier s'ils sont munis d'atomiseurs AU5000. Pour choisir les atomiseurs rotatifs qui conviennent à un aéronef et à sa vitesse de vol, il est recommandé de communiquer avec Micronair.

L'utilisation d'atomiseurs rotatifs est recommandée, en particulier pour les aéronefs plus lents, car la pulvérisation par cisaillement, qui facilite la production de fines gouttelettes avec les buses hydrauliques, ne convient pas aux vitesses basses. Il est préférable de modifier le nombre ou le type de pulvérisateurs installés sur l'aéronef si on opère aux limites de la capacité de débit des buses ou des atomiseurs.

Si le VRU des atomiseurs Micronair doit fonctionner à son réglage le plus élevé, il faut penser à ajouter plus d'atomiseurs.

Si les buses hydrauliques fonctionnent à un réglage considérablement inférieur à 40 psi (275 kPa) et que leur nombre ne peut être réduit, il faut envisager de changer la taille de l'orifice afin d'assurer une pulvérisation adéquate grâce à une pression de la rampe plus élevée.

Si le VRU des pulvérisateurs Micronair doit fonctionner à son réglage le plus élevé, il faut penser à ajouter plus de pulvérisateurs.

Si les buses hydrauliques fonctionnent à un réglage considérablement inférieur à 40 psi

Figure 4.4 : Stratégies pour diminuer la taille des gouttelettes

BUSES HYDRAULIQUES	ATOMISEURS ROTATIFS ÉOLIENS	ATOMISEURS ROTATIFS ÉLECTRIQUES OU HYDRAULIQUES
Utiliser une taille d'orifice plus petite, augmenter la pression de la rampe et orienter à un angle de 45° vers l'avant.	Augmenter le nombre de tours par minute (RPM), diminuer l'angle des pales et, pour les hélicoptères, utiliser des pales plus longues.	Augmenter le nombre de tours par minute (RPM) ou changer la douille d'ajustage.

(275 kPa) et que leur nombre ne peut être réduit, il faut envisager de changer la taille de l'orifice afin d'assurer une pulvérisation adéquate en ayant recours à une pression plus élevée.

4.5 APPLICATIONS NON DILUÉES ET DILUÉES

Le Foray peut être appliqué à l'etat pur ou dilué pour lutter contre les larves de la spongieuse. Traditionnellement, les formulations de Btk étaient diluées avec de l'eau pour fournir un volume de pulvérisation se situant entre 96 et 128 oz/ac (7,5 à 10,0 L/ha).

D'importants progrès dans les techniques d'application et la science de formulation ont démontré que les applications non diluées sont généralement plus efficaces que les applications diluées étant donné qu'elles produisent une pulvérisation et un dépôt adéquats.

La dilution du mélange de Foray avec de l'eau peut être utile dans certaines circonstances. Par exemple, de très faibles doses d'insecticide sont nécessaires pour lutter contre la livrée des forêts, car cette larve est très sensible aux toxines du Foray à base de Btk. Les petites zones boisées ou les zones résidentielles boisées peuvent également en bénéficier. Pour ces applications, la dilution du Foray avec de l'eau (rapport de 1:1 à 1:2) peut fournir un plus grand volume de produit de pulvérisation, ce qui facilite la distribution égale et complète sur le couvert forestier.

L'efficacité des applications à UBV non diluées de Foray sur d'autres ravageurs lépidoptères, tels que l'arpenteuse, la tordeuse et d'autres espèces indigènes, a également été démontrée. Il est connu que les applications non diluées améliorent de façon considérable l'efficacité de la charge utile de l'aéronef, optimisent la planification du programme de pulvérisation et aident à réduire les coûts d'application.



Atomiseurs rotatifs Micronair et tailles de gouttelettes

La **figure 4.5** illustre les données du tunnel aérodynamique pour les tailles de gouttelettes (en DV0.5) des formulations de Foray 48B non diluées appliquées à l'aide d'un atomiseur Micronair AU5000. Les graphiques et les figures du manual d'utilisation du Micronair AU5000 sont basés sur la pulvérisation d'eau et présentent toutes les applications possibles: agricole, vectorielle et forestière.

4.6 LARGEUR D'ÉPANDAGE

L'espacement des bandes (ou la largeur efficace de pulvérisation) est la distance d'espacement entre les voies parallèles survolées par un aéronef d'épandage. Il représente l'étendue du couvert forestier en dessous de l'aéronef et parallèle à la trajectoire de vol qui reçoit un dépôt efficace de pesticide.

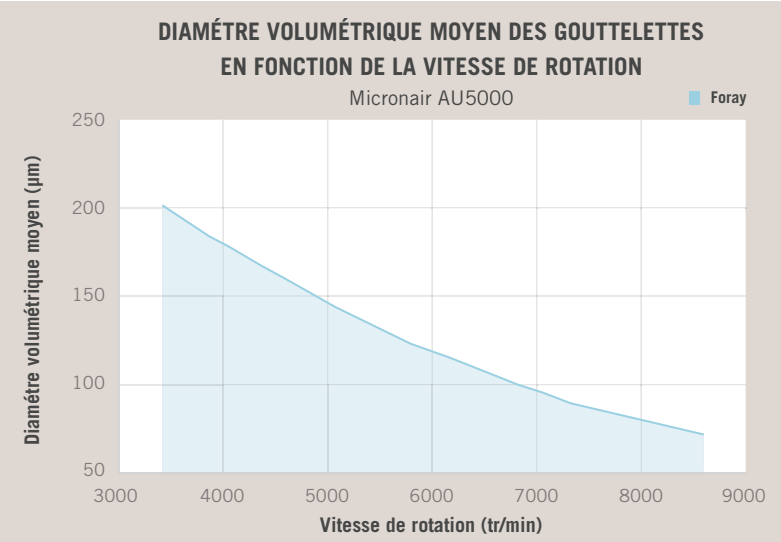
Lorsque les vols sont effectués avec précision dans la plupart des conditions météorologiques, il n'y a pas de surapplication ou de sous-application importante si l'espacement des bandes est maintenu. À noter cependant que la largeur efficace de pulvérisation ne correspond pas à la largeur totale de pulvérisation; il s'agit plutôt de la partie de la section traitée qui est considérée comme adéquate pour fournir une dose létale aux larves et pour assurer une distribution uniforme et homogène sur le couvert forestier.

L'espacement entre les lignes de vol varie selon les paramètres de l'aéronef et du système de pulvérisation (altitude de vol, réglage des atomiseurs et vitesse de l'aéronef), la formulation du pesticide et d'autres facteurs, comme les conditions météorologiques et la structure du couvert forestier.

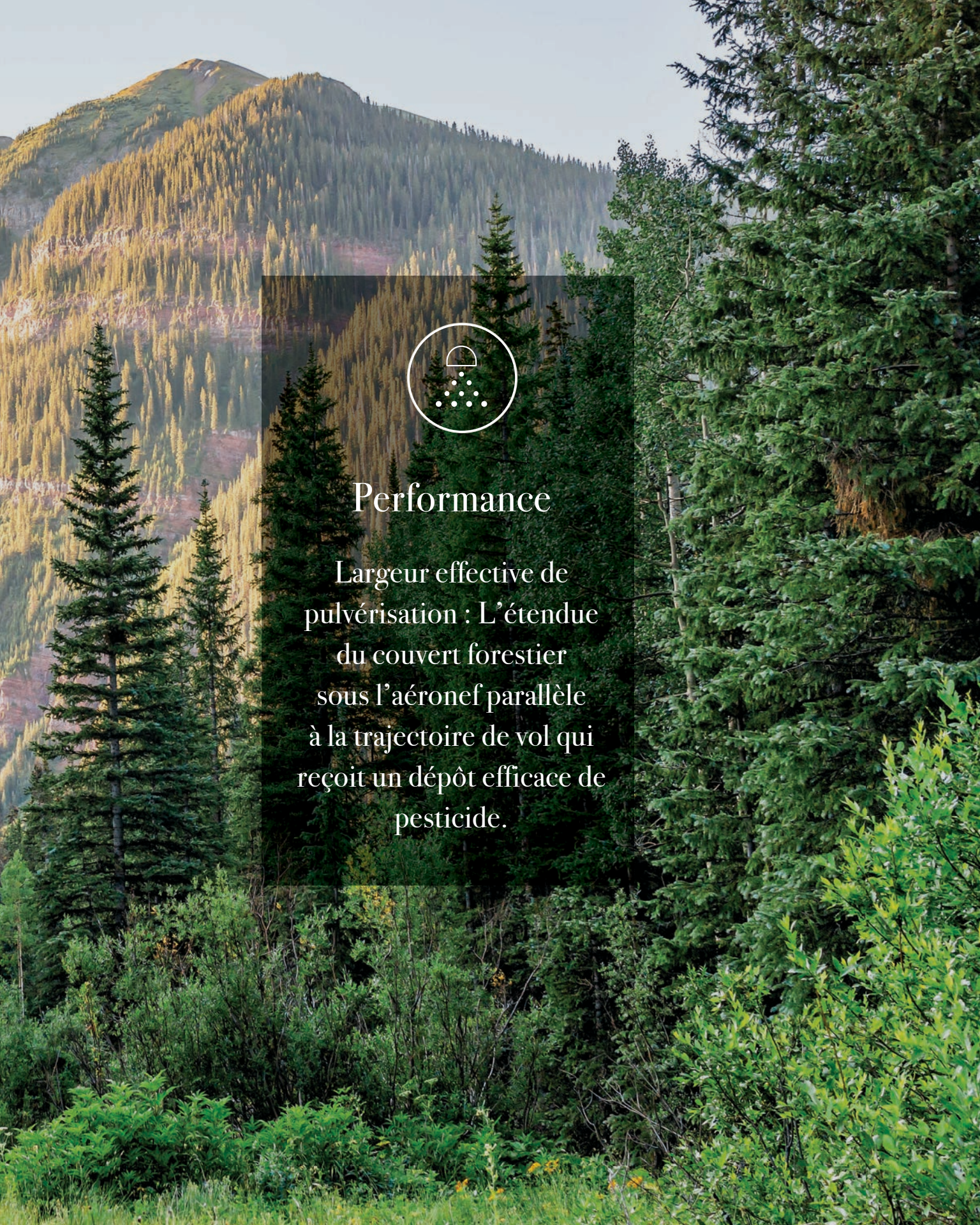
Les travaux de caractérisation de dépôt d'insecticide en terrains plats et découverts de même qu'en forêts ont démontré que la taille des gouttelettes est l'un des principaux facteurs pour déterminer la largeur effective de ligne de vol.

Les petites gouttelettes sont plus affectées par le sillage (vortex) de l'aéronef et peuvent s'étendre sur de plus larges distances. La direction du vent a peu d'effet sur l'augmentation de la largeur efficace de pulvérisation. Bien que les plus fines gouttelettes puissent dériver sur de longues distances, elles ne sont pas prises en compte dans la détermination de la largeur efficace de pulvérisation, car il y a peu d'activité biologique dans ce spectre de petites gouttelettes. Pour faciliter les opérations, la détermination de

Figure 4.5



Pour en savoir plus, consulter le manuel de l'utilisateur et le catalogue des piéces de Micronair.



Performance

Largeur effective de pulvérisation : L'étendue du couvert forestier sous l'aéronef parallèle à la trajectoire de vol qui reçoit un dépôt efficace de pesticide.

la largeur effective d'épandage est habituellement établie en faisant voler l'aéronef contraire à la direction des vents, de sorte que la dérive latérale du dépôt d'insecticide soit produite que par le passage de l'aéronef plutôt que par le vent.

La methode la plus utilisée pour mesurer la largeur de pulvérisation est d'évaluer le dépôt de gouttelettes colorées sur des collecteurs au sol, généralement des cartes blanches. Le papier cartonné blanc brillant (connu sous le nom commercial de Kromekote[MD]) est le collecteur le plus populaire.

CONSEIL D'APPLICATION : Une densité de gouttelettes comprise entre 5 et 20 gouttelettes par centimètre carré (dépendamment de la puissance insecticide du produit) était généralement considérée comme norme en matière de dépôt efficace pour les produits de Btk à utiliser sur le terrain. Actuellement, cette référence est moins utilisée comme unique facteur déterminant la la qualité du dépôt, car le nombre de fines gouttelettes déposées sur les cartes est grandement influencé par différents facteurs dont la vitesse du vent et peut donner des résultats moins significatifs selon les conditions. En raison de l'utilisation accrue de modèles de lecture de cartes par analyse d'images, il est maintenant plus fréquent d'évaluer la qualité du dépôt en terme de de taux d'application en gal/ac ou L/ha.

Performance

CONSEILS RELATIFS À LA COUVERTURE : Pour être efficace, le Btk doit être ingéré par les larves. Ainsi, une application précise est essentielle pour pulvériser une dose suffisante sur le couvert forestier et causer la mort des larves.

Bien que la mesure du dépôt directement sur le feuillage pourrait être utilisée pour déterminer la largeur effective de pulvérisation, cela nécessite des techniques de mesure plus sophistiquées et ne constitue pas la meilleure méthode pratique dans la plupart des cas.

Par conséquent, malgré leurs lacunes en matière de mesure des fines gouttelettes, les cartes lustrées de style Kromekote restent un moyen efficace d'évaluer rapidement la qualité du dépôt produite par un aéronef. Tout bon imprimeur commercial offre de telles cartes. Il suffit de demander du papier cartonné avec double face ultra brillant, coupé en un format pratique de 5 po x 3 po (12 cm x 8 cm). Pour en savoir plus, communiquer avec VBC.

En général, pour la plupart des applications forestières, la largeur de pulvérisation réalisable est d'environ trois fois l'envergure de l'aile ou le diamètre du rotor de l'aéronef. Pour les applications à UBV sur de grandes zones de traitement forestières, les aéronefs peuvent voler à une altitude élevée pour obtenir une plus grande largeur de pulvérisation. Cela doit être confirmé au préalable à l'aide d'essais en vol d'étalonnage et de caractérisation.

La **figure 4.7** présente diverses largeurs de pulvérisation pour une variété d'aéronefs et de

pulvérisateurs qui ont été utilisées efficacement dans des applications forestières avec des formulations de Btk contre la spongieuse. De nombreux programmes exigent de plus en plus l'utilisation d'atomiseurs rotatifs pour les applications forestières, mais certains autorisent encore les buses hydrauliques, bien que les lignes de vol doivent être généralement plus rapprochées. Le Service des forêts des États-Unis et plusieurs États et provinces ont procédé à des analyses approfondies du comportement des gouttelettes et du dépôt au sol à l'aide de diverses technologies conçues à cet effet. Les données sur les aéronefs multimoteurs proviennent du Service des forêts et de l'US Air Force, et sont basées sur d'autres études similaires.

La disponibilité d'aéronefs monomoteurs spécialisés avec une grande capacité de charge fait en sorte que les aéronefs multimoteurs plus anciens sont maintenant rarement utilisés dans les programmes modernes de protection des forêts.

Figure 4.7 : Exemples de largeur d'épandage pour l'application de Btk (par type d'aéronef, Example pour la lutte contre la spongieuse*)

AÉRONEF	LARGEUR D'ÉPANDAGE	
Aéronef monomoteur à voilure fixe	**pi**	**m**
Piper Pawnee	65-100	20-30
Piper Brave	75	23
Cessna Ag Truck, Ag Wagon et Ag Husky	75-100	23-30
Ag Cat Model B	100-130	30-40
Antonov An-2	130-165	40-50
Thrush SR2 Turbine	150	45
Thrush SR2 Piston	150	45
PZL M-18 Dromader	150-175	45-53
Air Tractor 400 Piston	150	45
Air Tractor 402 Turbine	150	45
Air Tractor 502 Turbine	175	53
Air Tractor 602 Turbine	175	53
Air Tractor 802 Turbine	200	60

*Les largeurs de pulvérisation des programmes de lutte contre d'autres insectes nuisibles peuvent être plus grandes. Pour en savoir plus, communiquer avec un représentant de l'équipe de santé des forêts de Valent Health.

AÉRONEF	PLAGE D'ESPACEMENT DES BANDES	
Aéronef multimoteur à voilure fixe	**pi**	**m**
Beech 18	150	45
DC-3	225	75
DC-4, DC-6, DC7	400	120
C-130	400	120
Aéronef à voilure tournante (hélicoptères)	**pi**	**m**
Bell 47G	75	23
Hiller 12E	75	23
Hughes/MD 500	75-90	23-27
Kamov Ka-26	80-90	24-27
Bell 47G Soloy	100	30
Hiller 12E Soloy	100	30
Bell 206 Jetranger et Long Ranger	100-120	30-36
Mil Mi-2	100-130	30-40
Bell 204, 205, 212, 412 et UH-1	150	45

Concernant les lignes de vol indiquées à la **figure 4.7**, elles ont majoritairement été obtenues avec des aéronefs dotés d'atomiseurs rotatifs Micronair.

4.7 GUIDAGE DES AÉRONEFS

Au cours des dernières décennies, les techniques traditionnelles de navigation aérienne (p. ex., ballons et aéronefs de repérage) ont fait place à l'avènement de la technologie satellitaire. Cette technologie, communément appelée GPS, permet de trouver l'emplacement de tout élément, naturel ou artificiel, grâce à l'utilisation de signaux croisés provenant d'un réseau de satellites géostationnaires.

Non seulement les emplacements peuvent-ils être identifiés sur la surface terrestre par la latitude et la longitude, mais les aéronefs peuvent utiliser ces transmissions par satellite pour planifier et suivre une trajectoire de vol précise. Bien que le système GPS soit assez précis pour la navigation par points de cheminement, il ne l'est pas assez pour guider adéquatement les aéronefs d'épandage.

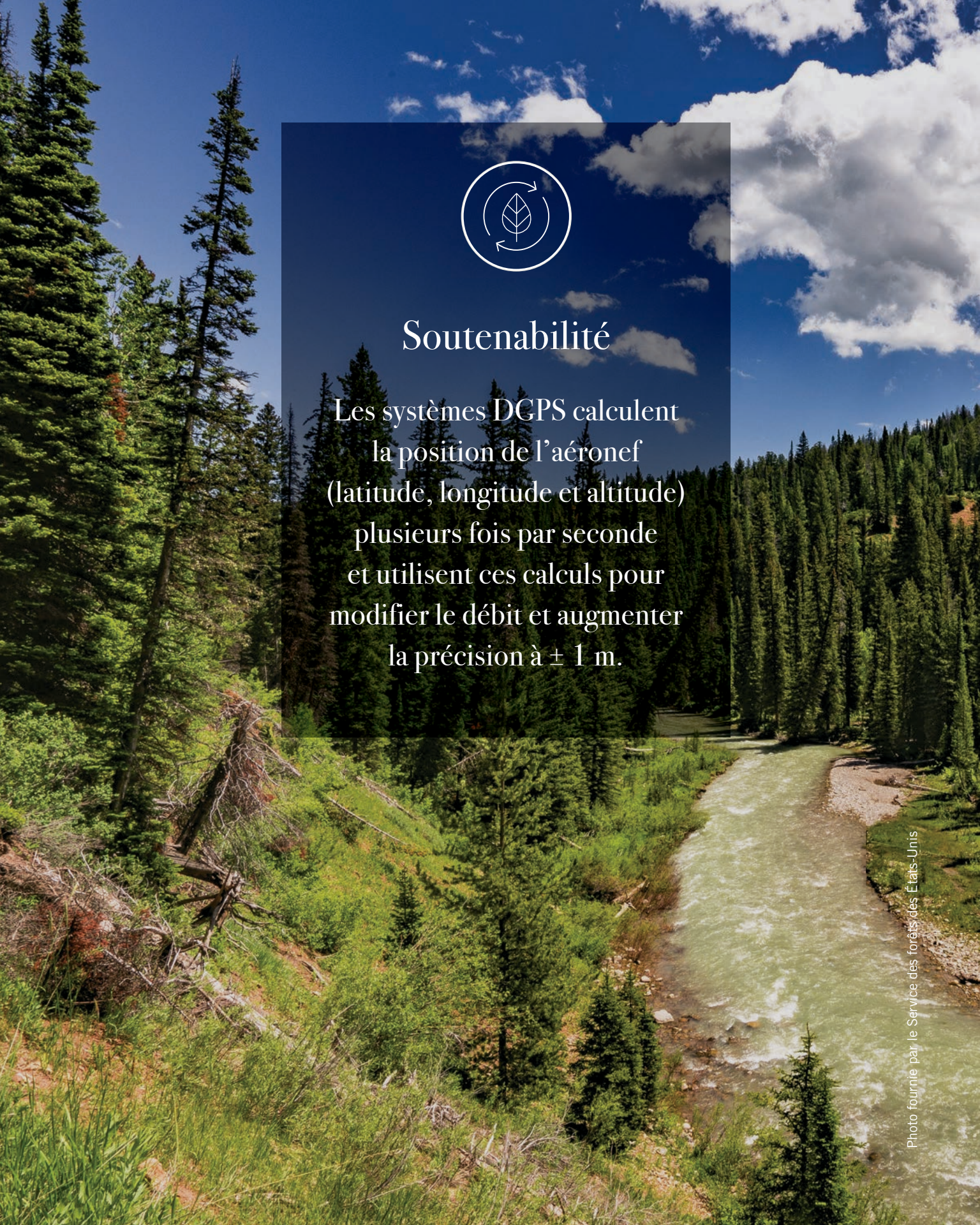
Un signal supplémentaire, appelé correction différentielle, est nécessaire pour atteindre l'exactitude requise. Lorsque les signaux satellites sont corrigés différentiellement (DGPS), un aéronef d'application aérienne peut assurer une largeur de pulvérisation (espacement entre les lignes de vol) jusqu'à une précision de deux mètres. Les systèmes DGPS calculent la position de l'aéronef (latitude, longitude et altitude) plusieurs fois par seconde et utilisent ces calculs pour fournir au pilote un guidage hautement précis et sophistiqué. La navigation DGPS a fait ses preuves dans le secteur de la protection des forêts. Les équipes au sol utilisent dorénavant des systèmes GPS portatifs peu coûteux pour établir les limites de la zone à traiter ou pour localiser les secteurs d'échantillonnage. Les zones sans traitement sont aussi facilement repérables.

Au moyen de la même technologie de base que les dispositifs GPS portatifs, les applicateurs de pesticides par voie aérienne s'appuient sur des instruments et des affichages de pilotage sophistiqués pour guider l'aéronef dans la zone de pulvérisation. Des feux de guidage et de petits écrans informatiques fournissent une assistance de navigation continue aux pilotes en marquant chaque largeur de pulvérisation et en affichant la position de l'aéronef à l'intérieur ou à proximité de la zone de traitement. L'innovation la plus récente découlant de cette technologie est la combinaison du DGPS et du système de pulvérisation de l'aéronef (contrôle du débit), qui garantit un taux d'application précis sur la zone de pulvérisation, quelle que soit la vitesse sol de l'aéronef. De nombreux dispositifs DGPS disposent également d'une fonction d'arrêt automatique de la pulvérisation qui interrompt le jet lorsque l'aéronef sort de la zone de pulvérisation ou lorsqu'il survole des zones qui ne doivent pas être traitées.

Il existe plusieurs fabricants spécialisés de technologies DGPS de pour les programmes de pulvérisation en forêt. En plus d'une navigation aérienne précise, les systèmes les plus couramment utilisés (AG-NAV, MapTrac et Satloc) offrent maintenant un contrôle du débit pour compenser les fluctuations de la vitesse aérodynamique et de la vitesse sol, ainsi que des fonctions d'arrêt automatique pour améliorer l'exactitude des traitements en zones cibles.

Les systèmes les plus avancés offrent également un suivi à distance des vols en temps réel, ce qui permet aux gestionnaires de programmes de visualiser les progrès et les circuits de vol de chaque aéronef dans la zone de traitement à partir d'un ordinateur au sol connecté à l'Internet sans fil.

Une liste des fabricants de DGPS est fournie à l'annexe 1 : Sources et ressources.



Soutenabilité

Les systèmes DGPS calculent la position de l'aéronef (latitude, longitude et altitude) plusieurs fois par seconde et utilisent ces calculs pour modifier le débit et augmenter la précision à ± 1 m.

Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

Modélisation du comportement du nuage insecticide

Dans les années 1980 et 1990, le Service des forêts des États-Unis a investi énormément de ressources dans la création d'un programme informatique capable de prédire avec précision les formes de dispersion du jet de pulvérisation et les dépôts sur un couvert forestier donné à partir de données sur l'aéronef, les pulvérisateurs, les propriétés des mélanges, les conditions météorologiques et la structure du couvert forestier.

Le programme qui est né de ces efforts existe sous plusieurs versions. Le modèle de dispersion agricole (AGDISP[MC]) modélise le dépôt à proximité du sillage de l'aéronef (c.-à-d. la dispersion du jet le plus près de l'aéronef), mais ne modélise pas le dépôt de dérive ni le dépôt sur le couvert forestier, tandis que le modèle FSCBG intègre un modèle de panache gaussien à l'AGDISP pour simuler le comportement des gouttelettes. La troisième version de l'AGDISP est le modèle AgDRIFT[MD], créé par le groupe de travail Spray Drift Task Force pour modéliser la dérive à partir du site d'application.

Les trois programmes nécessitent quelques instructions préalables avant de pouvoir être utilisés pour modéliser des situations de pulvérisation aérienne. Même s'ils peuvent être exécutés avec un minimum d'efforts, il faut garder à l'esprit que des erreurs peuvent survenir lorsqu'on exécute pour la première fois ces puissants programmes.

Ces modèles sont tous offerts gratuitement. Voir www.continuum-dynamics.com/pr-agdisp.html et http://scf.rncan.gc.ca/projets/133?lang=fr_CA.

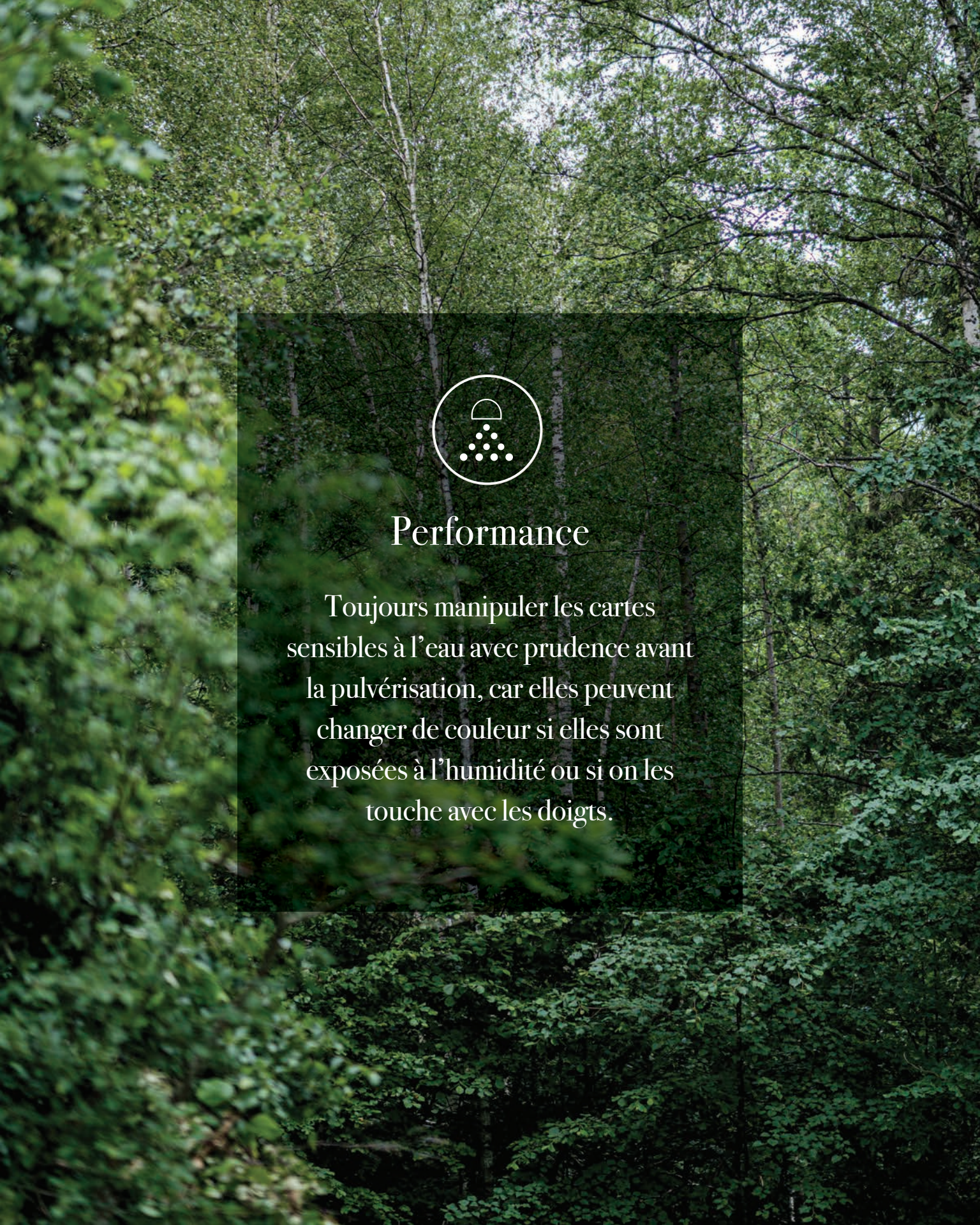
Le modèle le plus récent est le Spray Advisor, un produit complet développé par le Service des forêts des États-Unis et qui intègre de nombreuses fonctionnalités de l'AGDISP et de modèles antérieurs. Toutefois, le logiciel qui supporte ce modèle commence déjà à être désuet. Communiquer avec le Service des forêts pour en savoir plus sur la disponibilité de ce logiciel.

4.8 ÉTABLISSEMENT DE LA LARGEUR D'ÉPANDAGE

Dans de nombreux projets forestiers, il est pratique courante de procéder à des tests de caractérisation avec les aéronefs d'épandage avant le début d'un programme, afin de s'assurer que ces derniers sont configurés de façon optimale. Bien que le recours au microscope soit une méthode éprouvée pour analyser les cartes de dépôt, de nouvelles méthodes nettement plus rapides et efficaces ont vu le jour au cours des 20 dernières années pour mesurer les dépôts obtenus sur des cartes disposées au sol perpendiculairement à la trajectoire de l'aéronef sur un transect. Bon nombre des anciennes technologies ont été remplacées par des méthodes d'analyse d'images avancées. Communiquer avec Valent Health pour en savoir plus sur les anciennes et les nouvelles technologies.

Actuellement, le programme REMSpC Stainalysis est la technique d'évaluation de la taille des gouttelettes la plus couramment utilisée. Valent BioSciences a pris des dispositions avec les développeurs de ce programme pour le mettre en ligne gratuitement. Consulter le http://www.remspc.com/Stainalysis/ pour en savoir plus.

Grâce aux avancées en matière d'analyse d'images, de nombreuses technologies sont offertes pour analyser les formes de dispersion du jet. Communiquer avec Valent Health pour en savoir plus sur les mises à jour de ces technologies et outils.



Performance

Toujours manipuler les cartes sensibles à l'eau avec prudence avant la pulvérisation, car elles peuvent changer de couleur si elles sont exposées à l'humidité ou si on les touche avec les doigts.

Facteurs d'étalement des gouttelettes (Spread Factor)

L'analyse dépôt d'insecticide sur papier collecteur tient compte d'un facteur d'étalement pour obtenir le diamètre réel des gouttelettes à du dépôt obtenu sur les cartes.

Le facteur d'étalement est un rapport entre le diamètre des gouttelettes et le diamètre de l'empreinte obtenue sur les cartes de dépôt. Ainsi, une gouttelette de 100 µm donnant un diamètre de 200 µm sur papier aurait un facteur d'étalement de 0,5. Il suffit de multiplier le diamètre de la goutte déposée sur papier par le facteur d'étalement pour déterminer la taille réelle des gouttelettes avant l'impact et l'étalement.

Dans certaines références, l'inverse de 0,5 (2,0) est utilisé lorsqu'on fait référence au facteur de d'étalement. Si le facteur d'étalement est supérieur à 1,0, c'est que la notation inverse est utilisée. Lors d'évaluations rapides et simples sur le terrain, un facteur d'étalement de 0,5 (2,0) peut être utilisé pour les formulations de Btk diluées et non diluées.

Colorants traceurs

Pour faciliter l'analyse du dépôt de gouttelettes sur cartes de collection blanches et lustrées, on ajoute un colorant à la formulation. Une variété de colorants alimentaires solubles peut être utilisée avec les formulations aqueuses de Foray. D'ailleurs, plusieurs fabricants produisent maintenant des colorants spéciaux qui sont moins visibles sur certaines surfaces (p. ex., le colorant vert pour la pulvérisation du gazon) ainsi que des colorants conçus spécialement pour l'analyse des dépôts. Consulter l'annexe 1 : Sources et ressources pour savoir où se procurer du colorant. Ce dernier doit généralement être incorporé à raison de 1,5 à 2,0 % (volume/volume) pour assurer un bon contraste.

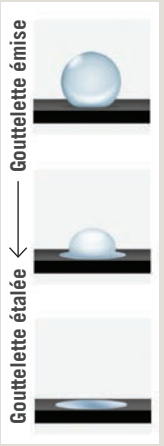
Il est recommandé de consulter un fournisseur de colorant local pour choisir la couleur et la concentration qui conviennent à l'analyse de dépôt d'insecticide. Les coordonnées de différents fournisseurs sont indiquées à l'annexe 1 : Sources et ressources. Certains des colorants traceurs présentés ci-dessus sont offerts dans les centres jardins, les magasins à grande surface ou les magasins de produits agrochimiques.

Qu'est-ce qu'un facteur d'étalement?

Les gouttelettes s'étalent au moment de la déposition. C'est pourquoi il faut prendre en compte le facteur d'étalement lors de l'analyse pour corriger la différence entre la taille de l'empreinte laissée sur le papier (capteur) et celle des gouttelettes émises. Le facteur d'étalement représente le rapport entre le diamètre des gouttelettes et le diamètre des gouttelettes sur le collecteur.

Il peut varier en fonction du produit utilisé, du mélange , de la concentration de colorant, de la taille des gouttelettes, des conditions prévalentes au moment de l'application, de l'humidité relative et de la surface du collecteur (p. ex., verre, boîte de Pétri, carte Kromekote ou papiers sensibles à l'eau).

Exemple : une gouttelette de 100 µm donnant un étalement de 200 µm sur un collecteur a un facteur d'étalement de 0,5 (2,0). Il suffit de multiplier le diamètre de l'empreinte laissée sur ce collecteur par le facteur d'étalement pour obtenir la taille réelle des gouttelettes, et vice-versa.



Cartes sensibles à l'eau

Les cartes de papier sensibles à l'eau constituent une alternative de rechange aux cartes blanches qui nécessitent d'ajouter un colorant a la formulation pour faciliter l'analyse.

Ces cartes sensibles à l'eau ont été spécialement conçues pour réagir aux formulations aqueuses. Elles fonctionnent bien avec les formulations aqueuses non diluées, ainsi qu'avec toutes les formulations diluées. Le papier jaune des cartes tourne au bleu lorsqu'il entre en contact avec ses gouttelettes.

Les cartes sensibles à l'eau, qui sont produites en deux formats par Syngenta[MD] en Suisse, sont offertes par diverses entreprises, comme Spraying Systems Company. (Voir l'annexe 1 : Sources et ressources.)

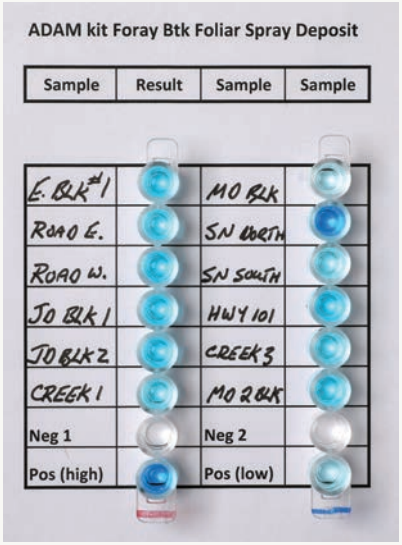
Méthodologie d'évaluation du dépôt

Un dépôt de pulvérisation adéquat ainsi qu'une bonne pénétration et une couverture uniforme de la surface forestière à traiter sont essentiels à la réussite du traitement. Traditionnellement, on évalue la qualité du dépôt de pulvérisation en procédant à une analyse visuelle des papiers collecteurs placés dans la zone de traitement. Pour faciliter cette analyse, des colorants doivent être systématiquement incorporés à la formulation de Foray avant son application.

Bien que les papiers collecteurs constituent un outil utile pour la calibration et la caractérisation du dépôt insecticide, elles ne permettent pas de mesurer de manière fiable le dépôt sur le feuillage en termes d'ingrédients actifs. Plus important encore, de tels papiers ne permettent pas de mesurer avec précision le dépôt de pulvérisation qui reste sur le feuillage lorsqu'une pluie soudaine survient après l'application.

C'est pourquoi Valent Health a conçu la trousse de méthodologie d'évaluation du dépôt (ADAM

MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU DÉPÔT : ADAM KIT



Voici des résultats obtenus grâce à une trousse d'évaluation des dépôts. Tout en bas, la cellule « Pos (high) » (Positif [élevé]) indique un niveau référence élevé de dépôt de Foray sur le feuillage, tandis que la cellule « Pos (low) » (Positif [faible]) représente un niveau plus faible de dépôt. Les cellules « Neg 1 » et « Neg 2 » doivent rester inchangées pour garantir l'exactitude du traitement des échantillons. Si les cellules supérieures ne sont pas colorées, cela signifie que le dépôt de Foray est insuffisant. L'intensité du bleu reflète la concentration de Foray déposée. L'intensité de la couleur dans les cellules d'essai supérieures doit être supérieure ou égale à celle de la cellule « Pos (low) ».

Kit), qui aide les gestionnaires de programmes à confirmer la présence d'ingrédient actif sur le feuillage.

Les colorants ne peuvent pas être utilisés sur une base opérationnelle en raison de plusieurs considérations, notamment leur coût élevé, l'effort important nécessaire pour placer et récupérer les cartes dans la zone de traitement, et la possibilité de laisser des traces sur des bâtiments ou d'autres objets situés dans les zones de traitement forestières et résidentielles.

Cette trousse (ADAM Kit) est une technique immunologique utilisée pour trouver et mesurer les protéines spécifiques (ELISA) dans le but de déterminer et quantifier plus précisément la présence d'un dépôt de pulvérisation de Foray sur les conifères ou les arbres à feuilles caduques. Il existe une trousse pour chaque type de feuillage. Cette technologie brevetée, produite par une entreprise spécialisée dans le domaine utilise des composants clés fournis par VBC pour analyser le dépôt et confirmer la présence des formulations forestières de Foray. Aucun équipement de laboratoire n'est nécessaire. Toutes les composantes nécessaires, y compris les outils de laboratoire simples (p. ex., pinces), sont inclus dans la trousse. Dans une période de 2 à 2,5 heures, douze douzaines d'échantillons de feuillage peuvent être analysées. De plus, les résultats sont immédiatement visibles : l'apparition de divers tons de bleu indique le niveau relatif de Foray à base de Btk présent sur le feuillage.

Cette trousse s'est avérée être un outil précieux pour les gestionnaires de programmes de protection des forêts, notamment pour déterminer si une deuxième pulvérisation est nécessaire lorsqu'il pleut après l'application.

Pour en savoir plus sur la trousse (ADAM Kit), communiquer avec un représentant de VBC.



4.9 CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAVORABLES LORS DE LA PULVÉRISATION

Les conditions météorologiques sont très importantes à considérer lors d'épandages aeriens. Le vent, la température et l'humidité relative (HR) influencent grandement la façon dont le produit pulvérisé est déposé sur le couvert forestier. La température affecte l'activité alimentaire des chenilles, et le soleil et la pluie réduisent la persistance du Btk sur le feuillage



Vent

Les deux objectifs suivants motivent les décisions d'appliquer ou non le Btk en un temps donné : maximiser le dépôt sur le couvert forestier et minimiser la dérive hors de la zone cible. Le vent est un facteur qui influence ces deux aspects de la pulvérisation.

Les meilleures conditions de pulvérisation sont celles d'un vent léger à modéré dans un contexte de stabilité atmosphérique, comme c'est le cas lors des jours nuageux ou couverts. Les conditions atmosphériques stables permettent une bonne couverture du feuillage dans les couverts de feuillus dont les feuilles sont partiellement développées, mais comportent un risque de dérive des fines gouttelettes, ainsi qu'une dispersion légère du nuage insecticide sous le vent.

Les conditions atmosphériques sont considérées comme stables lorsque les mouvements de l'air sont amortis par le gradient de température dans l'air. Une inversion de température, où une couche d'air froid se trouve en dessous d'une couche d'air plus chaud

après une nuit dégagée et froide, indique un cas typique d'air stable. Les conditions atmosphériques instables se produisent lorsque tout mouvement d'air est renforcé par le gradient de température. Une rafale peut déclencher un mouvement ascendant qui se poursuivra ensuite comme une ascendance thermique. Les conditions neutres impliquent que tout mouvement d'air ne sera pas atténué ni amplifié par l'état de l'atmosphère.

Température et humidité

Les formulations aqueuses de Foray sont conçues pour être hautement résistantes à l'évaporation dans des conditions d'humidité relative (HR) basse ou sèches, mais elles ne doivent pas être pulvérisées dans des conditions extrêmes pour autant. De telles conditions sont déterminées par une combinaison de deux (2) facteurs : La température et l'humidité.

L'humidité relative (HR), à elle seule, ne constitue pas le seul paramètre permettant de déterminer si le moment est opportun pour la pulvérisation. L'air frais peut être très sec, mais en raison de sa basse température, il ne peut pas retenir beaucoup d'humidité et n'influe pas considérablement sur l'évaporation de l'eau contenue dans les gouttelettes.

En réponse aux nombreuses opinions subjectives sur les meilleures conditions météorologiques pour la pulvérisation et à l'utilisation de valeurs de température et d'humidité arbitraires et souvent non fondées (p. ex., 75 °F et HR de 50 %), des chercheurs en météorologie de l'Université d'État de Pennsylvanie ont développé une charte de température et d'humidité relative utile pour prévoir les conditions optimales d'application aérienne des formulations de Foray à base de Btk selon les conditions qui prévalent au moment des traitements.

Opérations

Si on se trouve dans la portion « bonnes conditions » du graphique un matin frais et sec, il faut surveiller constamment la température et l'humidité et être prêt à cesser les opérations dans un court délai avant que les conditions se dégradent. Lorsque l'air sec se réchauffe, sa capacité à retenir l'humidité monte considérablement, et la pulvérisation sera compromise.

La **figure 4.9** présente les risques liés à la pulvérisation de formulations aqueuses de Foray sous différentes conditions de température et d'HR. Cette figure est de nature informative et est basée sur l'hypothèse que la bonne taille de gouttelettes est émise lors l'opération de pulvérisation aérienne.

Comme toutes les formulations de Foray sont conçues pour résister à l'évaporation, la raison la plus fréquente pour cesser les opérations de pulvérisation est le mouvement vertical de l'air lors de phénomène de convection thermique qui se forment après que le soleil réchauffe l'air près du sol. Les applications effectuées dans de telles conditions peuvent entraîner une grande variabilité de la couverture souhaitée du couvert forestier et une dérive significative et épars du nuage insecticide.

Ce graphique est également disponible dans un format électronique, qui permet d'entrer les données

de température et d'humidité dans le temps. Les gestionnaires de programmes peuvent donc détecter une tendance météorologique pendant une opération de pulvérisation et décider de poursuivre ou d'interrompre cette dernière en se basant sur des données relatives à la température et à l'HR.

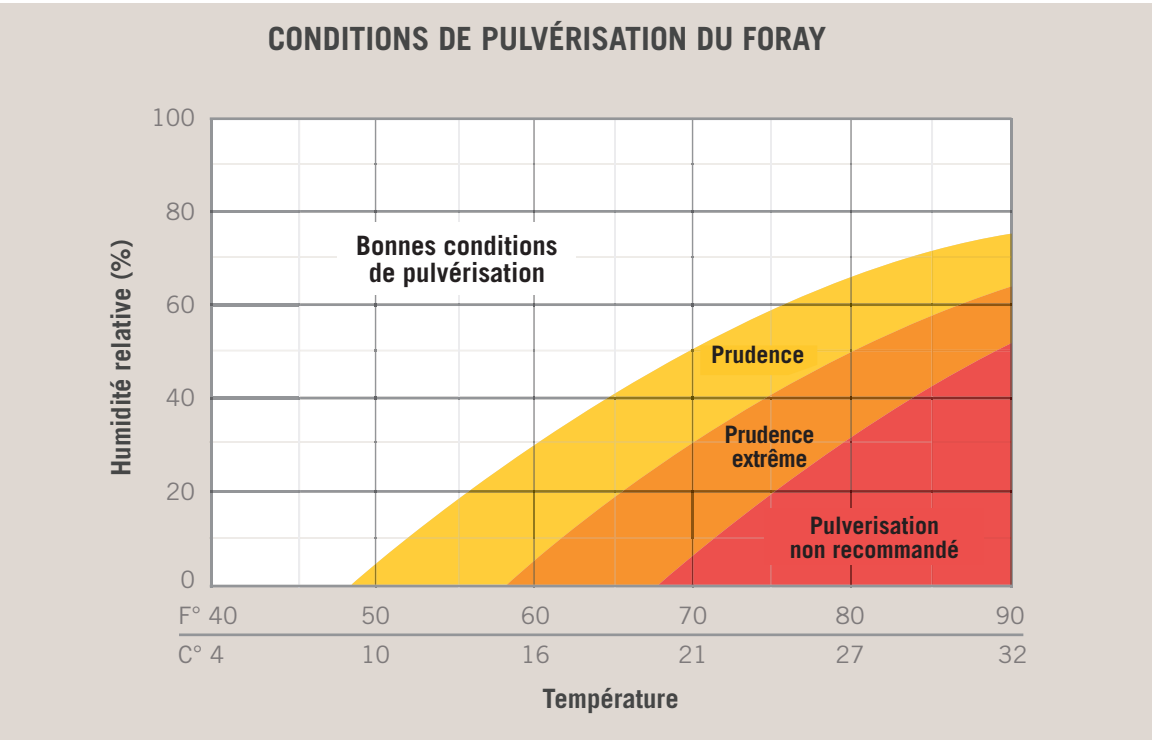
Pluie et rosée

Les éléments contenus dans la formulation de Foray font en sorte que les gouttelettes sont résistantes aux intempéries, en particulier dans le cas des applications non diluées. Toutefois, l'accumulation de précipitations (1/10 po [2,5 mm] ou plus) dans les quelques heures suivant l'application par voie aerienne peut réduire l'activité biologique du dépôt de pulvérisation. Il est donc recommandé de prévoir une période de six heures sans précipitations afin de permettre au dépôt de sécher et d'adhérer au feuillage.

Il n'est pas conseillé de pulvériser le Foray lorsque des précipitations sont prévues dans les six heures suivantes tout dépendamment de l'intensité. Cependant, une fois que le dépôt de Foray est sec, il est difficile de déloger les gouttelettes de la surface du feuillage.

Si la rosée du matin (ou la pluie de la nuit précédente) est suffisante pour mouiller le feuillage jusqu'au point de ruissellement, il est conseillé d'attendre une légère brise ou des températures plus chaudes pour que le feuillage sèche avant de procéder à la pulvérisation. Une faible humidité sur le feuillage (qui ne produit pas de ruissellement) n'aura pas d'incidence sur la qualité de la pulvérisation. Toutefois, si des précipitations sont prévues, il faut s'assurer que les gouttelettes aient suffisamment de temps pour sécher avant toute précipitation. En général, six

Figure 4.9 : Rapport entre la température et l'humidité relative indiquant les conditions météorologiques appropriées et inappropriées pour la pulvérisation de Foray



heures de temps de séchage ou d'alimentation par l'insecte sont considérées comme adéquates dans ces circonstances.

Cette période peut être réduite dans certaines circonstances. Par exemple, si la pulvérisation est effectuée le matin et que le dépôt a eu amplement le temps de sécher sur le feuillage, en particulier dans des conditions ensoleillées, une averse en après-midi ne devrait pas avoir d'effet négatif sur la pulvérisation.

Cependant, si la pulvérisation est effectuée par temps frais et nuageux et que des averses sont prévues pour plus tard dans la journée, le dépôt n'aura pas le temps de sécher suffisamment en raison du manque de soleil.



Performance

Une période de six heures sans précipitation doit être prévue pour que les gouttelettes d'insecticide adhèrent au feuillage et sèchent.

La décision d'annuler une application aérienne en raison du degré d'humidité du feuillage découle souvent d'une interprétation subjective. Ce manque d'uniformité a conduit à la création de l'échelle de mesure de l'humidité du feuillage de Domino, destinée à être utilisée par les observateurs au sol lors des opérations de lutte contre la spongieuse dans le Wisconsin. Cinq niveaux d'humidité des feuilles ont été définis et sont maintenant utilisés par les observateurs au sol pour évaluer l'humidité du feuillage dans les zones de traitement.

ÉCHELLE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ DU FEUILLAGE DE DOMINO

1. **Sec** : aucune humidité n'est visible ou ressentie lorsque l'on secoue une branche ou que l'on frotte le feuillage avec ses doigts.
2. **Légèrement humide** : on peut sentir de l'humidité en frottant le feuillage.
3. **Humide** : seulement quelques gouttelettes d'eau tombent lorsque l'on secoue une branche.
4. **Mouillé** : il a plu pendant la nuit. Lorsque l'on secoue une branche, une quantité d'eau assez importante tombe à la manière d'une bruine.
5. **Trempé** : il a plu récemment. Lorsque l'on secoue une branche, de l'eau tombe à la manière d'une pluie constante.

(John Domino, département de l'Agriculture, du Commerce et de la Protection du consommateur du Wisconsin.)

Opérations par temps froid

Les opérations aériennes de pulvérisation en forêt sont généralement effectuées sur un couvert forestier dans lequel le nouveau feuillage s'est au moins partiellement développé et dont la température ambiante favorise l'appétit des larves. À des latitudes plus élevées, de telles conditions peuvent encore entraîner des variations de température diurnes considérables, avec la possibilité de températures proches du gel la nuit.

- Si possible, entreposer le produit en vrac, car il est moins probable qu'il subisse des changements de température et de viscosité.
- Avant de charger un aéronef, recirculer le produit dans les réservoirs de stockage a travers les tuyaux de chargement. Cela permet de s'assurer que le produit ait une viscosité similaire et de vérifier rapidement l'équipement avant que l'aéronef ne soit chargé.



5.1 QU'EST-CE QUE LE FORAY?

« Foray » est le nom de marque d'un insecticide microbien biologique produit par Valent BioSciences (VBC). Il contient des spores et des protéines cristallines uniques produites par une bactérie naturelle, soit le *Bacillus thuringiensis* sous-espèce *kurstaki*, que l'on appelle aussi « Btk ». Ces composantes biologiques sont combinés à des ingrédients approuvés et de l'eau pour constituer le produit final. Le Foray est couramment utilisé pour protéger bon nombre de forêts, de terrains boisés et de zones résidentielles boisées contre les chenilles défoliatrices.



5.2 QU'EST-CE QUE LE *BACILLUS THURINGIENSIS*?

Le *Bacillus thuringiensis* (Bt) est une bactérie naturelle formant des spores, qui est présente dans la plupart des régions du monde. On la retrouve dans les sols et sur les feuilles ou les aiguilles, ainsi que dans d'autres situations environnementales communes. Lorsque la bactérie se développe et produit des spores, elle produit également des protéines cristallines uniques. Une fois consommées, ces protéines naturelles sont toxiques pour certains insectes, mais pas pour les êtres humains, les oiseaux ou autres animaux.

La bactérie *Bacillus thuringiensi*s a été isolée pour la première fois au début des années 1900, dans des colonies de vers à soie au Japon. Toutefois, elle doit son nom à la ville de Thuringe, en Allemagne, où on a découvert quelques années plus tard qu'elle pouvait tuer les pyrales de la farine. C'est en 1938 que le premier produit à base de Bt a été lancé en France, mais l'intérêt commercial ne s'est vraiment développé qu'à la fin des années 1950 et au début des années 1960.

Aujourd'hui, diverses souches de Bt sont produites commercialement dans plusieurs pays et sont utilisées pour lutter contre les insectes ravageurs dans les domaines de la sylviculture, de l'agriculture et de la santé publique.

5.3 COMBIEN Y A-T-IL DE VARIÉTÉS DE BT?

Il existe quelques dizaines de variétés ou de sous-espèces de Bt, et elles ne partagent pas toutes les mêmes propriétés. La sous-espèce Btk est la plus largement utilisée pour protéger les cultures agricoles, les arbres fruitiers et les forêts rurales, urbaines et commerciales contre les larves nuisibles de lépidoptères.

Parmi les autres sous-espèces de Bt développées commercialement par Valent Health on retrouve les sous-espèces *aizawai*, toxiques pour les ravageurs lépidoptères; *israelensis*, toxiques pour les larves de moustiques et de mouches noires; *sphaericus*, toxiques pour les larves de moustiques et *tenebrionis*, toxiques pour certaines larves de coléoptères.

5.4 COMMENT LE BTK FONCTIONNE-T-IL?

Le Btk doit être ingéré par les larves cibles afin de provoquer la mort. La bactérie ingérée ne tue pas les larves immédiatement, mais déclenche plutôt une chaîne d'événements qui provoque la mort des larves de plusieurs façons, comme en créant une septicémie et en les affamant.

Dès l'ingestion, les métabolites des cristaux de protéines (les protoxines) produits par la bactérie Btk commencent à interagir avec l'environnement alcalin particulier que l'on trouve dans l'intestin des larves de lépidoptères. Le tube digestif de l'insecte paralyse et la larve cesse de se nourrir en quelques minutes. Peu après, des perforations se forment dans la paroi de l'intestin moyen de la larve et les spores de Btk contenues dans le Foray commencent à se reproduire. Ce phénomène permet aux bactéries de pénétrer dans le système circulatoire de l'insecte cible, ce qui provoque une infection généralisée et ultimement, la mort.

Ce processus se déroule généralement en une seule journée, mais peut parfois prendre de trois à cinq jours. Cependant, l'insecte cesse de se nourrir dans les minutes qui suivent la consommation de Foray.

5.5 BTK EST-IL PRÉSENT NATURELLEMENT?

Oui. Le sol est l'environnement naturel du Btk. Sa niche écologique est l'infection des larves de lépidoptères, où il complète son cycle de vie. De nombreuses espèces et souches de Bt ont été isolées de sols urbains, forestiers et agricoles bien avant que le produit ne soit utilisé dans les programmes de lutte contre les insectes. Le Bt a été détecté dans des sols et divers substrats à travers le monde, notamment au Canada, aux États-Unis, au Japon, en Allemagne, en France et en Israël. Il se trouve également sur les feuilles des conifères et des arbres à feuilles caduques. De plus, certaines variétés de Bt ont été retrouvées dans des silos à grains et dans la poussière de grains.

5.6 COMMENT PRÉPARE-T-ON LE FORAY?

Le Foray est produit à partir de Btk à l'aide d'un procédé de fermentation breveté à l'échelle industrielle, conçu et mis en œuvre par VBC dans une usine à la fine pointe de la technologie à Osage, en Iowa. Ce procédé est similaire à la technologie utilisée pour produire des antibiotiques.

La première étape consiste à introduire un petit flacon d'inoculum de Btk pur dans des cuves de fermentation étanches et stérilisées, avec une combinaison optimisée qui rassemble notamment de l'eau, de la chaleur, de l'aération et un milieu de croissance. Au fur et à mesure que les bactéries se reproduisent, tous les aspects du bouillon de fermentation sont surveillés et contrôlés de près. Le Foray est unique, car sa fabrication, la meilleure de sa catégorie, comprend un processus de validation par bio essais de manière à confirmer son efficacité sur les insectes vivants tout au long de sa production et jusqu'à l'obtention de la formulation finale. Le bouillon de fermentation contenant les spores et les protéines cristallines est formulé avec de l'eau et des ingrédients approuvés pour obtenir la formulation finale du Foray.

5.7 EN QUOI LE FORAY SE DISTINGUE-T-IL DES INSECTICIDES CHIMIQUES?

Le Btk n'est pas un insecticide chimique, mais un organisme naturel. Les pesticides chimiques ont un seul mode d'action, ce qui permet aux insectes de développer une résistance. De plus, ils tuent généralement un plus grand nombre d'insectes, dont beaucoup sont utiles. L'ingrédient actif du Foray est une bactérie naturelle, le *Bacillus thuringiensis* sous-espèce *kurstaki* de la souche ABTS-351. Cette souche de Btk produit un profil soigneusement équilibré de quatre protoxines qui ont un effet sur les larves de certaines chenilles.

Cela signifie que le Foray n'a pas d'effet sur les organismes non ciblés comme les oiseaux, les abeilles, les poissons ou les humains. De plus,



Laboratoire d'essais biologiques (bio essais) sur des chenilles

À Osage en Iowa, des experts entomologistes élèvent des colonies d'insectes afin d'assurer un approvisionnement continu pour réaliser les bio essais. Ils maintiennent des insectes à différents stades de leur cycle de vie afin de conserver des populations saines et homogènes.



Élevage d'insectes

À Osage en Iowa, des experts entomologistes élèvent des colonies d'insectes afin d'assurer un approvisionnement continu pour réaliser les bio essais. Ils maintiennent des insectes à différents stades de leur cycle de vie afin de conserver des populations saines et homogènes.



Fermentation

Un procédé breveté de fermentation à grande échelle, qui nécessite une surveillance et des contrôles sophistiqués, est utilisé pour faire croître les microorganismes microbiens. Le procédé prend plusieurs jours et le temps de production varie selon le produit. Les souches d'organismes brevetés de Valent Health, dont la pureté est continuellement validée, sont inoculées à un milieu de culture exclusif. Des vannes et des conduites permettent d'ajouter de l'air et des nutriments en cours de préparation.



Système d'entraînement à moteur

La fermentation nécessite une agitation importante alimentée par un système d'entraînement à moteur installé sur le dessus de la cuve. On appelle la grande trappe située à droite un « trou d'homme », car elle permet aux techniciens d'accéder à la cuve entre deux productions.

il est rapidement biodégradé dans la nature, contrairement à un certain nombre de pesticides chimiques qui forment des sous-produits et des résidus présentant un risque pour l'environnement. La plupart des formulations de Foray sont approuvés dans le cadre de programmes certifiés organiques.

5.8 POURQUOI CHOISIR FORAY?

Le Foray a été créé dans les années 1960 et 1970 en réponse aux préoccupations croissantes de la communauté scientifique et du public à l'égard de l'utilisation de pesticides chimiques. À l'époque, les aménagistes forestiers se sont rendu compte qu'une solution de rechange aux insecticides chimiques à large spectre était nécessaire pour que la lutte contre les insectes nuisibles demeure au cœur des futurs efforts d'aménagement forestier. Pour être considéré comme efficace, le nouvel insecticide devait remplir les critères suivants :

- Efficacité élevée lorsqu'il est appliqué en petites quantités;
- Plus grande spécificité que les produits chimiques synthétiques;
- Formulation qui arrive à traverser le couvert forestier pour atteindre l'ensemble du feuillage;
- Décomposition plus rapide dans l'environnement que les composés chimiques synthétiques;
- Produit inoffensif pour les populations d'organismes non ciblés comme les abeilles, les oiseaux, les poissons et les mammifères;
- Prix comparable à celui des insecticides chimiques.

Le Btk n'a pas été un succès au début de sa commercialisation en ce qui concerne l'efficacité et les coûts, mais les efforts de recherche et de développement ont permis d'obtenir un produit qui répond maintenant à l'ensemble de ces critères. Grâce à sa souche unique, à sa qualité supérieure et à la science de sa formulation, le Foray, homologué pour la première fois en 1986, est maintenant le produit de choix de la majorité des programmes de protection des forêts en Amérique du Nord et en Europe occidentale. Ce produit a atteint un niveau d'acceptabilité sociale sans précédent et, par conséquent, le Foray est le larvicide biologique le plus utilisé dans le monde pour protéger les arbres contre les infestations d'insectes dans les milieux ruraux, forestiers et urbains. Son succès repose sur deux principes simples : il est à la fois très efficace et écologique. En effet, certaines formulations de Foray peuvent même être utilisées pour la production de produits certifiés biologiques comme le sirop d'érable.

Performance

Comme il est très efficace et écologique, le Foray est le produit de choix des programmes d'éradication des ravageurs en Amérique du Nord et dans de nombreux autres endroits dans le monde, où il est utilisé pour contrôler les espèces envahissantes comme la spongieuse.



5.9 QUEL EST LE DEGRÉ D'EFFICACITÉ DU FORAY?

Il a été démontré que l'efficacité du Foray est comparable à celle des applications chimiques dans la lutte contre de nombreux ravageurs lépidoptères lorsque la densité des populations est faible à modérée. Puisqu'il doit être ingéré, le Btk peut être moins efficace que les produits chimiques lorsque les populations d'insectes sont extrêmement élevées, sauf si plusieurs applications sont effectuées.

Cependant, une stratégie de lutte contre les ravageurs forestiers n'a pas besoin de tuer tous les insectes cibles pour être efficace. En fait, des études indiquent qu'il y a des avantages à maintenir certains insectes ravageurs dans une zone pour soutenir la population d'ennemis naturels.

Comme il peut s'écouler quelques jours avant que les larves ne meurent, la population de ravageurs ne réduit pas instantanément. Les gestionnaires de la santé des forêts savent que les lépidoptères cessent de s'alimenter dans les minutes qui suivent l'ingestion du Foray et que la mort des larves touchées est imminente.

Selon le cycle de vie du ravageur et les conditions climatiques, plus d'une application de Btk peut être nécessaire pour atteindre le niveau de contrôle souhaité.

Lorsque l'extermination est l'objectif d'un programme de lutte contre les ravageurs, une seule application de Btk peut être un peu moins efficace que certains insecticides chimiques pour réduire la population à zéro. Cependant, en raison de son effet minime sur les organismes non visés, le Btk est le produit de choix pour la plupart des programmes de lutte contre les ravageurs forestiers (y compris les exterminations) menés en Amérique du Nord et dans le monde.

Soutenabilité

La technologie du Foray est basée sur la bactérie terricole, naturelle et omniprésente Bacillus thuringiensis sous-espèce kurstaki (Btk). Bien qu'il soit très efficace contre diverses espèces de lépidoptères, le Btk a peu, voire aucun effet sur les espèces non ciblées et sur l'environnement. En fait, le Btk au même titre que d'autres organismes microbiens communs se retrouvent fréquemment dans le sang, l'urine et d'autres échantillons prélevés chez de personnes en bonne santé.

5.10 LE FORAY EST-IL NOCIF POUR LES HUMAINS ET LES ANIMAUX?

Comme l'exigent l'EPA des États-Unis et l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada, des études approfondies sur le Foray administré par voie orale et intraveineuse ont été menées sur des animaux. Ces études ont révélé aucun effet toxique, infectieux ou pathogène. Les essais par inhalation réalisés avec le Btk n'ont entraîné aucun cas de mortalité et ont démontré que le Btk n'a qu'un faible potentiel pathogène.

Des études sur les effets du Foray sur l'alimentation, la peau, la respiration et l'irritation des yeux chez les animaux ont également été menées. Aucun effet toxique n'a





Opérations

Des conditions appropriées sont essentielles pour que le Foray soit efficace. Sensible à la lumière du soleil et à la chaleur, le Btk est plus efficace jusqu'à trois à sept jours suivant son application. Puisque le Foray doit être ingéré pour causer la mort des insectes visés, les pulvérisations sont plus efficaces lorsque les larves de taille petite et moyenne se nourrissent activement.



Photo fournie par le Service des forêts des États-Unis

Il est recommandé aux applicateurs et aux gestionnaires de la santé des forêts d'adopter une stratégie de communication proactive avec la population.

été observé lorsque des quantités importantes de Foray avaient été ingérées ou inhalées. Une irritation de la peau très légère et temporaire, ainsi qu'une irritation oculaire modérée et temporaire ont été observées lors des essais lorsque le Foray avait été appliqué directement sur la peau et dans les yeux. Ces effets étaient totalement réversibles.

De plus, l'EPA et l'ARLA ont déterminé que le Foray est exempté de l'exigence d'établissement d'une limite maximale de résidus. En raison de cette exemption, aucune période d'attente n'est requise avant le retour dans une zone traitée pendant les programmes de lutte contre les ravageurs parrainés par le gouvernement.

Enfin, le Btk est largement utilisé dans la lutte contre les ravageurs forestiers urbains et ruraux depuis plus de 40 ans. Un dossier béton sur la santé et la sécurité a pu être monté au cours de cette période.

5.11 QUEL EFFET AURA LE BTK SUR LES PERSONNES, EN PARTICULIER CELLES SOUFFRANT D'IMMUNODÉFICIENCE, D'ASTHME OU D'ALLERGIES?

Le Bt est une bactérie commune que l'on retrouve dans les sols partout dans le monde. Nous y sommes exposés tous les jours, au même titre que de nombreux autres microbes. La plupart des microbes auxquels nous sommes exposés, y compris le Btk, ne produisent pas de toxines nocives pour les humains. Le Btk et d'autres organismes microbiens communs se retrouvent fréquemment dans le sang, l'urine et d'autres échantillons de personnes en bonne santé. Il a été démontré que la présence de Btk dans les échantillons de patients n'est pas indicatrice d'effets pathologiques ou toxiques. Comme c'est le cas pour de nombreux autres microbes naturellement présents dans l'environnement, le Btk peut être détecté comme un organisme contaminant négligeable parmi les organismes causant des infections isolées à partir d'échantillons de patients.



Les personnes souffrant d'immunodéficience sont légèrement plus susceptibles d'être atteintes par des microbes normalement combattus par un système immunitaire sain. On appelle ces microbes « pathogènes opportunistes », mais le Bt n'en fait pas partie.

L'exposition au Btk à la suite d'une séance d'épandage n'est pas susceptible de provoquer de nouvelles allergies, de l'asthme ou d'autres réactions d'hypersensibilité. Les personnes souffrant déjà d'allergies, d'asthme ou d'hypersensibilité, en particulier celles qui sont sensibles à une exposition normale à la terre ou à la fumée et aux polluants, pourraient ressentir des effets temporaires. Selon des études menées par les agences de santé publique au Canada et en Nouvelle-Zélande, il n'y a pas eu d'augmentation de la fréquence de l'asthme chez les enfants vivant dans une zone de traitement par rapport aux enfants vivant en dehors de la zone.

Le niveau d'exposition au Btk à la suite d'une séance d'épandage aérien est très faible par rapport aux concentrations appliquées lors des essais relatifs à l'innocuité et à la santé. Il a été démontré que le Btk présente un très faible risque pour les résidents des zones résidentielles boisées lorsqu'il est appliqué par voie aérienne pour lutter contre les insectes ravageurs forestiers. A cet égard, son innocuité a d'ailleurs été confirmée au cours de plus de 40 ans d'utilisation dans des applications urbaines et rurales.

Même s'il est vrai que les applications de Foray ne présentent peu ou pas de risques pour la santé humaine, on recommande aux applicateurs et aux gestionnaires des programmes de protection des forêts d'adopter une stratégie de communication proactive avec la population. Les personnes atteintes de l'un des troubles médicaux particuliers mentionnés ci-dessus devraient demander conseil à leur médecin avant le début du programme. En outre, les résidents des zones de traitement pourraient préférer rester à l'intérieur pendant la durée du traitement, en attendant que les gouttelettes se déposent sur le feuillage.

5.12 LE FORAY RISQUE-T-IL D'ÊTRE NUISIBLE AUX PLANTES?

Le Foray a été pulvérisé sur des millions d'acres de forêts et d'autres plantes. Aucun cas de dommage aux plantes n'a été signalé. Le Foray et d'autres produits à base de Bt offerts par Valent Health sont couramment utilisés dans l'agriculture commerciale, les jardins maraîchers et les serres.

5.13 LE FORAY EST-IL NOCIF POUR LES ANIMAUX, LES OISEAUX ET LES INSECTES BÉNÉFIQUES NON VISÉS?

Non. Le Foray a été testé sur des mammifères, des oiseaux et d'autres insectes. Dans tous les

cas, aucun effet nocif n'a été observé lorsque le Foray était appliqué à des doses bien supérieures à celles auxquelles ces organismes seraient exposés au cours d'une opération de pulvérisation de forêts ou d'arbres en milieu urbain.

5.14 LE FORAY EST-IL NOCIF POUR LES ORGANISMES AQUATIQUES?

Le Foray n'a produit aucun effet indésirable dans les milieux aquatiques. Le Btk a été mis à l'essai sur des poissons d'eau douce et des invertébrés aquatiques. Après une exposition prolongée, aucun effet indésirable n'a été observé.

5.15 LE BTK PEUT-IL CROÎTRE ET SE REPRODUIRE DANS L'ENVIRONNEMENT?

Le Btk est une bactérie naturelle, mais elle nécessite des conditions alcalines pour terminer son cycle de vie. La forme végétative du Btk n'est généralement pas bien adaptée aux sols et nécessite un habitat spécialisé que constituent les insectes vulnérables pour subsister. Les endospores du Btk peuvent toutefois survivre en faible quantité dans certains sols pendant au moins quatre mois. Le feuillage, l'eau et les sols acides ne conviennent pas à la croissance et à la reproduction du Btk. Dans ces environnements, le Btk se dégrade assez rapidement.

5.16 LES INSECTES CIBLES PEUVENT-ILS DÉVELOPPER UNE RÉSISTANCE AU BTK?

Il est très improbable que les ravageurs forestiers développent une résistance au Btk. Pour qu'une espèce d'insecte développe une résistance à un pesticide, elle doit produire plusieurs générations par année et être exposée à de multiples applications du pesticide sur une période relativement courte. De plus, le rapport de 1:1 établi entre l'ingrédient actif et le site récepteur, qui définit la relation entre les insecticides chimiques et les ravageurs cibles, est fondamental à la création d'une résistance. Avec ses multiples modes d'actions et la diversité de protoxines en jeu, aucune résistance au Foray n'a été observée sur le terrain. Grâce à l'effet combiné de tous ces facteurs, il est très peu probable qu'une résistance au Btk se développe lors d'applications forestières.

Cela dit, quelques cas de résistance au Bt ont été observés après des applications répétées (de 10 à 20 applications par saison) contre la fausse-teigne des crucifères, mais il faut noter que les programmes de pulvérisation pour lutter contre les ravageurs agricoles sont souvent plus intensifs que les programmes forestiers. En foresterie, seule une minuscule portion de la forêt totale est traitée, et cette zone ne recevra probablement que peu d'applications sur toute la durée de vie des arbres. L'exposition de la population de ravageurs forestiers au Btk est donc extrêmement faible.

Il a été démontré que des techniques consistant en l'implantation de gènes de Btk dans les cultures de coton et les cultures vivrières peuvent mener au développement d'une résistance chez les espèces qui se nourrissent de ces plantes. Cependant, ces gènes n'expriment pas le profil complet des protoxines contenus dans le Foray et ces types d'insectes ne s'attaquent pas aux arbres. De plus, il est peu probable que le matériel génétique du Btk soit un jour implanté dans les espèces d'arbres forestiers.

5.17 OUTRE LE BTK, QUELS SONT LES AUTRES COMPOSANTS DU FORAY? CES AUTRES INGRÉDIENTS SONT-ILS NOCIFS POUR L'ENVIRONNEMENT?

Le Foray est un insecticide biologique qui contient des spores et des protéines cristallines produites par une bactérie naturelle, le Btk. Le Foray est un insecticide très sélectif qui n'est pas conçu pour effectuer un contrôle à large spectre.

Tous les produits à base de Bt fabriqués par Valent Health, y compris le Foray, sont préparés d'une manière similaire. Le Btk est produit dans de grands réservoirs de fermentation en circuit fermé. Le Foray est fabriqué en utilisant une technologie et des ingrédients semblables à ceux utilisés dans la fabrication de produits pharmaceutiques, de la bière ou de spiritueux. Pendant la fermentation, la bactérie (Btk) se reproduit dans un milieu de croissance pré-stérilisé contenant des produits de sources alimentaires de base, telles que du maïs, des pommes de terre et des céréales. Une fois la fermentation terminée et les bactéries cultivées, le produit de fermentation, y compris le Btk, est collecté. Ce produit devient l'ingrédient de base du Foray.

Cet ingrédient de base est composé de Btk, qui est l'ingrédient actif, d'eau et de matière résiduelle du milieu de croissance issue de la fermentation. L'eau et la matière résiduelle sont appelées matières inertes ou inactives, car elles ne sont pas toxiques pour les insectes. Plusieurs autres matières inertes sont ajoutées à ce produit de fermentation pour obtenir les formulations finales de Foray. Ces autres ingrédients constituent cependant qu'une petite proportion de la formulation finale.

Par exemple, près de 90 % du Foray 48B est composé d'eau, du Btk et de la matière résiduelle du milieu de croissance issue de la fermentation. Il est aussi composé d'une autre matière inerte : un glucide alimentaire.

Les autres ingrédients inertes sont ajoutés pour maintenir la qualité de la formulation de Foray, pour en faciliter la manipulation et l'application, et pour protéger l'activité de la bactérie. Certains de ces ingrédients aident à assurer la qualité microbienne et la pureté de la formulation en agissant pour contrôler le niveau de contamination possible par des microorganismes naturels. Ces ingrédients, ajoutés en très petites quantités pour lutter contre les bactéries et les moisissures contaminantes, sont également utilisés et approuvés dans de nombreux aliments au Canada et aux États-Unis pour cette même raison. Tous les composantes et matières inertes des formulations de Foray sont approuvés par l'EPA et l'ARLA, et beaucoup sont utilisés dans les aliments ou dans la production d'aliments. La plupart des formulations de Foray sont d'ailleurs utilisées dans le cadre de programmes certifiés biologiques.

Soutenabilité

Les ingrédients inertes des formulations de Foray sont inclus dans l'exemption 40 CFR 180.1001. Tous les produits de cette liste sont considérés par l'EPA comme « exemptés de l'exigence d'établissement d'une limite de résidus sur les produits agricoles à l'état brut ».

5.18 COMMENT POUVONS-NOUS PROUVER QUE LE FORAY N'EST PAS UN PRODUIT NOCIF?

Dans le cas du Foray et des autres insecticides à base de Bt produits par Valent Health des données empiriques et scientifiques recueillies depuis

plusieurs décennies indiquent que, lorsque l'insecticide est appliqué conformément à son mode d'emploi, le risque pour les populations d'organismes non ciblés, comme les oiseaux ou les humains, est extrêmement faible et reconnu comme tel.

En tant que société, nous devons établir des normes. C'est pourquoi nous n'autorisons pas la vente de produits commerciaux tant qu'ils n'ont pas rempli les exigences des normes établies par la communauté scientifique et les décideurs. Le Foray respecte ou dépasse les normes de sécurité établies aux États-Unis, au Canada et dans tous les autres pays. Il convient de souligner que le Canada particulièrement possède certaines des normes réglementaires les plus strictes au monde. La plupart des formulations de Foray peuvent même être utilisées dans le cadre de programmes certifiés biologiques.

5.19 LE FORAY PEUT-IL ENDOMMAGER LA PEINTURE DES VOITURES?

Non. Aucun composant du Foray ne peut endommager la carrosserie des voitures. Ce produit est formulé pour adhérer à la surface des feuilles quand il sèche. Par conséquent, il est plus facile de retirer le dépôt de pulvérisation des surfaces lorsqu'il est encore humide. Pour éliminer les dépôts de Foray secs de n'importe quelle surface, il suffit d'imbiber d'eau la surface tachée, puis de l'éponger ou de l'essuyer à l'aide d'un chiffon doux. Comme pour de nombreuses autres substances étrangères telles que les excréments d'insectes, les fientes d'oiseaux ou les résidus d'insectes, un produit de nettoyage pour voitures peut être nécessaire si le dépôt est resté sur la surface pendant plusieurs jours. Plus la surface est nettoyée rapidement, plus il sera facile d'éliminer les petites gouttelettes.

Annexes

ANNEXE 1 : SOURCES ET RESSOURCES **69**

ANNEXE 2 : CONTENEURS ET DIMENSIONS..... **73**

ANNEXE 3 : INSECTES NUISIBLES VISÉS PAR FORAY 74

ANNEXE 4 : RÉFÉRENCES 76

ANNEXE 5 : PROFIL TOXICOLOGIQUE DU FORAY 78

ANNEXE 6 : COORDONNÉES DE L'ÉQUIPE DE SANTÉ DES FORÊTS DE Valent Health 80

ANNEXE 1 : SOURCES ET RESSOURCES

La présente section répertorie les fabricants d'équipements et de produits et les sources d'information qui peuvent faciliter vos opérations. Nous avons essayé de rendre ce guide aussi complet que possible, mais nous aurons probablement omis certaines ressources importantes. Veuillez nous signaler toute omission, nous corrigerons le tout dans les versions futures. Les références utilisées dans la production de ce guide sont présentées à l'annexe 4.

Comme toujours, si le nom d'un fournisseur apparaît dans notre liste, il ne doit pas être considéré comme approuvé par Valent Health; il s'agit plutôt d'un fournisseur du produit ou du service reconnu par l'industrie.

Les entreprises fusionnent et déménagent, les adresses postales et électroniques changent, de nouveaux indicatifs régionaux sont créés et les sites Web peuvent être modifiés. Au moment de la rédaction, tous les efforts nécessaires ont été déployés pour que les renseignements fournis soient à jour. Si vous constatez que certains renseignements sont obsolètes, veuillez communiquer avec Valent Health afin que nous puissions les mettre à jour dans la prochaine version du guide.

PULVÉRISATEURS

Pulvérisateurs hydrauliques

Buses TeeJet

Spraying Systems Company
200 W. North Ave.
Glendale Heights, Illinois 60139 , États-Unis
Tél. : 1 630 665 5000
Téléc. : 1 630 260 0842
Site Web : www.spray.com

Pulvérisateurs rotatifs

Micron Sprayers (Micronair)
Bromyard Industrial Estate
Bromyard, Herefordshire
HR7 4HS, Royaume-Uni
Tél.: +44 0 1885 482397
Téléc.: +44 0 1885 483043
Micronair
Bembridge Fort
Sandown, Isle of Wight PO36 8QY
Royaume-Uni
Tél. : +44 1983 406111
Téléc. : +44 1983 404461



Photo fournie par Micron Group

Pour connaître les distributeurs locaux et pour en savoir plus sur les pulvérisateurs rotatifs et les équipements d'application supplémentaires, consultez le site Web de l'entreprise..
Site Web : http://www.microngroup.com

DÉBITMÈTRES

Débitmètres et systèmes d'enregistrement de données Crophawk

Onboard Systems
13915 NW 3rd Court
Vancouver WA 98685, États-Unis
Numéro sans frais : 1 800 275 0883
Tél. : 1 360 546 3072
Téléc. : 1 360 546 3073
Site Web : https://www.onboardsystems.com

Pour les systèmes de contrôle de débit etd'enregistrement Micronair, voir les coordonnées de Micronair à la page 67.

ÉQUIPEMENT DGPS

FABRICANTS

La plupart des fabricants de DGPS fournissent maintenant une gamme complète d'équipements de contrôle des applications aériennes, y compris des contrôles de débit par DGPS, des dispositifs de mise en marche et d'arrêt automatique, des rouleaux pour contrôler le débit pour les applications a bas volume de granules et des logiciels de gestion des véhicules. Certaines entreprises, comme AG-NAV, offrent même des logiciels d'optimisation des pulvérisations et des systèmes météorologiques de bord.

AG-NAV
30 Churchill Drive
Barrie (Ontario) L4N 8Z5, Canada
Numéro sans frais: 1 800 99-AG-NAV (24-628)
Tél. : 1 905 764 3744
Téléc. : 1 905 764 3792
Site Web : https://www.agnav.com

DynaNav Systems Inc
730-11731 Baynes Road
Pitt Meadows Airport
PPitt Meadows (Colombie-Britannique) V3Y 2B3
Canada
Numéro sans frais : 1 877 333 9626
Tél. : 1 604 4645 009
Téléc.: 1 604 465 0084
Site Web: http://www.dynanav.com

Satloc
Transland LLC
1206 Hatton Rd., Suite A,
Wichita Falls TX 76302, États-Unis
Tél. : 1 940 687 1100
Téléc.: 1 940 687 1941

Site Web : http://www.satloc.com/

TracMap
15 East Gabilan St
Salinas CA 93901, États-Unis
Sans frais : 1 888 656 3165
Tél.: 1 831 800 6768
Site Web: www.tracmap.com

TECHNOLOGIES D'ÉVALUATION DES GOUTTELETTES

Le programme REMSpC Stainalysis pour l'analyse des gouttelettes est offert gratuitement en ligne.

Pour télécharger le logiciel, consulter le site http://www.remspc.com/Stainalysis/.

TRACEURS ET COLORANTS

Plusieurs fabricants produisent des colorants en poudre ou en liquide spécialement conçus pour les travaux de caractérisation de dépôt. Lorsque l'on se sert d'un colorant pour faciliter l'analyse et l'évaluation des gouttelettes, il faut utiliser un colorant à concentration élevée pour s'assurer que les gouttelettes soient bien colorées. Sinon, la couleur ne sera pas assez foncée et le contraste obtenu sera trop faible

pour que l'analyse des images puisse être effectuée à l'aide de dispositifs de scannage.

Les colorants en poudre sont généralement moins chers que les colorants liquides, mais doivent être soigneusement mélangés à de l'eau avant d'être ajoutés au réservoir de pulvérisation.

Les colorants liquides sont plus faciles à utiliser, mais sont parfois soumis à certaines restrictions en matière d'expédition.

Les colorants traditionnellement utilisés à ces fins ne sont plus en production ou sont désormais limités à des usages industriels. Il est recommandé de consulter les fabricants pour tout besoin spécifique.

BASF Chemical:
Indicateur de pulvérisation Turf Mark[MD]
(no 10059)
Site Web: https://betterturf.basf.us
Produit vendu par de nombreux fournisseurs en ligne

Milliken Chemical:
Colorant pour gazon Blazon[MD]
920 Milliken Rd.
Spartanburg SC 29303, États-Unis
Numéro sans frais : 1 800 910 5592
Téléc. : 1 866 503 2430
Site Web: https://chemical.milliken.com

Sensient Colors:
Colorant d'application SensiPro[MC]
Sensient Technologies Corporation
World Headquarters
777 East Wisconsin Avenue
Milwaukee WI 53202-5304, États-Unis
Tél.: 1 414 271 6755
Site Web: www.sensientindustrial.com

Colorant pour gazon Blazon
Milliken Chemical, Amérique du Nord et Europe

Sensi-Pro (poudres et liquides)
Sensient Colors, à l'échelle mondiale

Turf Mark (poudres et liquides)
BASF Chemical, à l'échelle mondiale

PAPIERS ET CARTES DE DÉPÔT DE PULVÉRISATION

Cartes Kromekote

Depuis de nombreuses années, les imprimeurs utilisent le papier Kromekote[MD] pour créer des produits comme des brochures et des calendriers. Il est recommandé d'utiliser du papier cartonné double face brillant, que l'on appelle « Kromekote C/2S », pour éviter qu'il ne se déforme dans les environnements humides.

Les facteurs d'étalement varient en fonction de la qualité du papier cartonné Kromekote utilisé. Il est donc préférable de ne faire appel qu'à un seul fournisseur de cartes de pulvérisation ou de toujours demander les mêmes spécifications et marques pour s'assurer de l'uniformité du papier utilisé.

Bon nombre d'imprimeries vendent du papier cartonné et sont en mesure de le couper à la taille souhaitée. Pour l'analyse typique des dépôts de pulvérisation du Btk, les cartes Kromekote dont les tailles vont de 2 po x 3 po (5 cm x 7,5 cm) à 3 po x 5 po (7,5 cm x 12 cm) sont idéales.

Demander du papier cartonné double face de type Kromekote.

Cartes sensibles à l'eau

Ces cartes sont fabriquées par Syngenta et sont actuellement offertes par de nombreux fournisseurs, y compris des fournisseurs de

produits en ligne. TeeJet Technologies, une division de Spraying Systems, est un fournisseur universel de cartes sensibles à l'eau. De nombreux points de vente au détail et vendeurs locaux d'équipements pour pesticides offrent également des produits semblables (p. ex., Gempler's et Sprayer Depot).

TeeJet Technologies,
200 W. North Ave.
Glendale Heights IL 60139, États-Unis
Tél. : 1 630 665 5000
Téléc. : 1 630 665 529
Site Web : www.teejet.com/fr (renseignements techniques sous Pulvérisation > Buses)

JOINTS DE POMPE (SEALS)

Les entreprises suivantes sont les principaux fabricants de joints de pompe (seals) mécaniques. Elles peuvent indiquer quels fournisseurs distribuent leurs produits dans votre région.

FlowServe[MD], Inc.
5215 N. O'Conner Blvd., Suite 2300
Irving TX 75049, États-Unis
Tél. : 1 972 443 6500
Téléc. : 1 972 443 6800
Site Web : www.flowserve.com

John Crane[MD] Inc.
227 West Munroe St., Suite 1800
Chicago IL 60606
États-Unis
Tél. : 1 312 605 7882
Site Web: www.johncrane.com

US Seal Manufacturing[MC]
400 Apgar Drive #A
Somerset NJ 08873
États-Unis
Numéro sans frais : 1 800 243 5489
Tél.: 1 732 667 1100
Téléc.: 1 877 849 7325
Site Web : www.ussealmfg.com

NOTIFICATION DES DÉVERSEMENTS

Réseau de signalement des déversements de CHEMTREC 1 800 424-9300

CHEMTREC (Chemical Transportation Emergency Centre) est un service public de la Chemical Manufacturers Association qui s'occupe des urgences liées au transport de produits chimiques.

En cas d'urgence liée au transport de produits chimiques, CHEMTREC fournit des conseils immédiats à ceux qui se trouvent sur les lieux d'une situation d'urgence, puis communique rapidement avec l'expéditeur des produits chimiques pour fournir une assistance plus détaillée et un suivi approprié.

ANNEXE 2 : CONTENEURS ET DIMENSIONS



FÛT (Barils) Capacité : 55 gal ou 200 L

Diamètre extérieur : 23 1/4 po
Hauteur extérieure : 34 3/4 po
Couleur : Bleu
Materiel : Polyéthylène de poids moléculaire élevé avec protection contre les rayons ultraviolets



MINI-CONTENEUR POUR VRAC

Capacité : 275 gal ou 1000 L
Longueur : 47 1/4 po
Largeur : 40 po
Hauteur : 45 3/4 po
Couleur : Blanc
Matériel : Polyéthylène haute densité moulé par soufflage
Cage : Tiges en acier de 1/4 po
Orifice de remplissage : 6 po
Vanne de décharge : Vanne à bille de 2 po; filetage NPT
Empilement : deux de haut



CAMION-CITERNE

Capacité : Jusqu'à 7 000 gal ou 27,000 L
Longueur du réservoir : 43 pi
Hauteur du réservoir : 12 pi
Déchargement : Centre ou arrière

ANNEXE 3 : INSECTES NUISIBLES CONTRÔLÉS GRÂCE AU FORAY À BASE DE BTK

L'insecticide biologique Foray à base de Btk est homologué dans de nombreux pays du monde pour la lutte contre une grande variété de lépidoptères forestiers nuisibles. Le tableau 1 présente une liste des lépidoptères forestiers les plus communs contre lesquels le Foray est efficace.

Tableau 1 : insectes nuisibles contre lesquels le Foray est le plus souvent utilisé

NOM COMMUN	NOM LATIN	PRINCIPAUX HÔTES
Tordeuse des bourgeons de l'épinette	*Choristoneura fumiferana*	Le sapin baumier (*Abies balsamea*), l'épinette blanche, l'épinette noire et l'épinette rouge (des espèces *Picea*).
Tordeuse occidentale de l'épinette	*Choristoneura occidentalis*	Principalement le sapin douglas vert (*Pseudotsuga menziesii*, var. *glauca*), le sapin (des espèces *Pseudotsuga*), le mélèze (du genre *Larix*) et l'épinette (des espèces *Picae*).
Tordeuse de pin gris	*Choristoneura pinus pinus*	Le pin gris (*Pinus anksiana*) et le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*).
Bombyx du pin (ou lasiocampe du pin)	*Dendrolimus pini*	Le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et parfois d'autres conifères comme le sapin (*Abies*), l'épinette (*Picea*) et le mélèze (*Larix*).
Chenille à houppes du douglas	*Orgyia pseudotsugat*	Le sapin douglas vert (*Pseudotsuga menziesi*i), le sapin grandissime (*Abies grandis*), le sapin subalpin (*Abies lasiocarpa*), le sapin argenté (*Abies concolor*) et, moins fréquemment, le pin ponderosa (*Pinus ponderosa*) et le mélèze laricin (*Larix occidentalis*).
Spongieuse	*Lymantria dispar*	La plupart des espèces de chênes (*Quercus*) ainsi que le pommier (*Malus*), le tilleul d'Amérique (*Tilia*), le saule (*Salix*) et de nombreuses autres espèces d'arbres et d'arbustes. On estime que la spongieuse se nourrit de plus de 500 espèces d'arbres, d'arbustes et de vignes.

NOM COMMUN	NOM LATIN	PRINCIPAUX HÔTES
Arpenteuse de la pruche	*Lambdina fiscellaria fiscellaria*	Le sapin baumier (*Abies balsamea*), la pruche (*Tsuga canadensis*) et parfois l'épinette (*Picea*) et le mélèze (*Larix*).
Arpenteuse de la pruche de l'ouest	*Lambdina fiscellaria lugubrosia*	Principalement la pruche de l'ouest (*Tsuga heterophylla*), l'épinette de Sitka (*Picea sitchensis*), le sapin gracieux (*Abies amabilis*), le thuya géant (*Thuja plicata*) et le douglas vert (*Pseudotsuga menziesii*, var. *glauca*).
Nonne	*Lymantria monacha*	L'épinette (*Picea*), le pin (*Pinus*), le sapin (*Abies*), le mélèze (*Larix*), le chêne (*Quercus*), l'érable (*Acer*), le bouleau (*Betula*), le frêne (*Fraxinus*) et, parfois, les arbres fruitiers.
Processionnaire du pin	*Thaumetopoea pityocampa*	Le pin (du genre *Pinus*), le cèdre (du genre *Cedrus*) et parfois le mélèze d'Europe (*Larix decidua*).
Livrée des forêts	*Malacosoma disstria*	L'érable à sucre (*Acer saccharum*), le chêne rouge (*Quercus rubra*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*), le frêne blanc (*Fraxinus americanus*), le bouleau gris (*Betula papyrifera*), les arbres fruitiers et autres.

Le Foray peut également contrôler d'autres insectes défoliateurs de l'ordre des lépidoptères. Communiquer avec un représentant local de l'équipe de santé des forêts de Valent Health pour en savoir plus sur la formulation, pour consulter les étiquettes propres à différentes régions et pour connaître les recommandations d'application pour les autres lépidoptères forestiers.

ANNEXE 4 : RÉFÉRENCES

I. S. OTVOS et S. VANDERVEEN. « Environmental report and current status of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* use for control of forest and agricultural insect pests », Forêts Canada et province de la Colombie-Britannique, ministère des Forêts, Victoria (C.-B.), 1993, p. 81.

Gypsy Moth Management in the United States: A Cooperative Approach, Final Supplementary Environmental Impact Statement, vol. 1-4, Service des forêts du département de l'Agriculture des États-Unis et Animal and Plant Health Inspection Service, Newtown Square (Pennsylvanie), NA-MB-01-12, août 2012.

(Tous les volumes peuvent être consultés et téléchargés à l'adresse http://na.fs.fed.us/pubs/detail.cfm?id=5251.)

T. GLARE et M. O'CALLAGHAN. *Bacillus thuringiensis: Biology, Ecology and Safety,* Chichester (UK), John Wiley & Sons, 2000. ISBN : 0-471-49630-8.

Organisation mondiale de la santé, *Environmental Health Criteria 217 Bacillus Thuringiensis*, Genève, 1999.

ISBN : 9241572175.

R. REARDON, N. DUBOIS et W. MCLANE. Bacillus thuringiensis *for managing gypsy moth: A review*, Service des forêts du département de l'Agriculture des États-Unis, National Center of Forest Health Management, Morgantown (Virginie-Occidentale), 1994, p. 32.

Gypsy Moth Management in the United States: a cooperative approach, Environmental Impact Statement, vol. I-V, Service des forêts du département de l'Agriculture des États-Unis et Animal and Plant Health Inspection Service.

D. P. KREUTZWEISER, S. S. CAPELL et D. R. THOMAS. « Aquatic insect responses to *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in a forest stream », *Revue canadienne de recherche forestièr*e, vol. 24 (1994), p. 2041-2049.

PHERO TECH INC. et DELOITTE & TOUCHE. *A risk assessment of European gypsy moth in British Columbia*, rapport préparé pour le ministère des Forêts de la Colombie-Britannique, Agriculture Canada, et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la Colombie-Britannique, p. 73.

R. REARDON et A. E. HAJEK. « Entomophaga maimaiga in North America: A review », *Gypsy Moth News*, vol. 39 (1995), p. 3-4.

J. S. RICHARDSON et C. J. PERRIN. « Effects of the bacterial insecticide *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk) on a stream benthic community », *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 51 (1994), p. 1037-1045.

PUBLIC HEALTH PROTECTION SERVICE, AUCKLAND HEALTHCARE SERVICES LIMITED. *Health Risk Assessment of the Proposed 1997-1998 Control Programme for the White-Spotted Tussock Moth in the Eastern Suburbs of Auckland, NZ*, rapport soumis au Ministry of Forestry, septembre 1997, p. 79.

REARDON, Richard C. *Appalachian Integrated Pest Management Gypsy Moth Project: Summary and Bibliography*, Service des forêts du département de l'Agriculture des États-Unis, Forest Health Technology Enterprise Team, NA-TP-05-96, p. 47.

D. R. MILLER, R. C. REARDON et M. L. MCMANUS. *An Atmospheric Primer for Aerial Spraying of Forests*, publication du département de l'Agriculture des États-Unis, FHM-NC-07-95, 1995.

VAN FRANKENHUIZEN, K., N. PAYNE, L. CADOGAN, B. MICKLE et A. ROBINSON. *Effect of droplet size spectrum and application rate on field efficacy of* Bacillus thuringiensis, rapport soumis au Spray Efficacy Research Group, 1996.

N. R. DUBOIS, K. MIERZEJEWSKI, R. C REARDON, W. MCLANE et J. J. WITCOSKY. « *Bacillus thuringiensis* Field Applications: Effect of Nozzle Type, Drop Size, and Application Timing on Efficacy Against Gypsy Moth », *Journal of Environmental Science and Health*, partie B, vol. 29, no 4 (1994), p. 679-695.

N. R. DUBOIS, R. C. REARDON et K. MIERZEJEWKSI. « Field Efficacy and Deposit Analysis of *Bacillus thuringiensis*, Foray 48B, against Gypsy Moth », *Journal of Economic Entomology*, vol. 86, no 1 (1993), p. 27-33.

S. A. MACZUGA et K. J. MIERZEJEWSKI. « Droplet Size and Density Effects of *Bacillus thuringiensis kurstaki* on Gypsy Moth », *Journal of Economic Entomology*, vol. 88, no 5 (1995), p. 1376-1379.

Parmi les autres sources d'information figurent les rapports de recherche internes réalisés par et pour VBC ainsi que la littérature des fabricants.

ANNEXE 5 : PROFIL TOXICOLOGIQUE DU FORAY

Le Foray est un insecticide microbien sélectif qui protège efficacement les forêts du monde entier contre les larves nuisibles (chenilles) de l'ordre des lépidoptères, y compris les spongieuses, les tordeuses des bourgeons de l'épinette et d'autres chenilles défoliatrices.

L'ingrédient actif du Foray, le *Bacillus thuringiensis* sous-espèce *kurstaki* (Btk), est une bactérie naturellement présente sur le feuillage et dans le sol. Contrairement aux produits chimiques, le Foray agit en paralysant rapidement le système digestif du ravageur une fois l'ingrédient actif (le Btk) ingéré. Ainsi, les insectes cessent immédiatement de se nourrir et meurent en quelques jours. Les formulations de Foray servent à lutter contre une grande variété de ravageurs forestiers nuisibles de manière économique, efficace et sécuritaire.

Études toxicologiques

Études sur la toxicité par ingestion

Aucune toxicité par ingestion n'a été démontrée chez les rats ayant ingéré du Foray à raison de 5000 mg par kilogramme de poids corporel. Dans une étude distincte, une dose de 108 unités formant de colonie (UFC, une mesure de la concentration de spores viables) de Btk n'a entraîné aucun effet toxique ou pathogène.

Études sur la toxicité par inhalation

Aucun effet toxique n'a été observé chez les rats exposés à environ 7 mg de Foray par litre d'air pendant quatre heures.

Le faible potentiel pathogène du Btk a été démontré lorsque des rats furent exposés à une concentration d'environ 108 UFC de Btk par litre d'air pendant quatre heures. Aucun symptôme apparent de toxicité n'a été rapporté par les personnes ayant utilisé ce produit ou d'autres produits contenant du Btk.

Études sur la toxicité par absorption cutanée

Aucun effet toxique n'a été observé lorsque le Foray a été appliqué en quantité de 2,5 g par kilogramme de poids corporel en une seule dose sur la peau des rats.

Études sur l'irritation cutanée

Une irritation cutanée très légère et temporaire a été observée lorsque du Foray a été appliqué sur la peau de lapins pour une période de quatre heures. Tous les signes d'irritation ont disparu chez tous les animaux dans les deux jours suivant l'application.

Études sur l'irritation des yeux

Le Foray s'est avéré modérément irritant dans le cadre d'un essai d'irritation des yeux réalisé chez le lapin. Aucune rougeur apparente ou autre constatation oculaire n'est restée sept jours après l'application de 109 UFC de Btk dans l'œil.

Études sur l'injection intraveineuse

Une seule dose de 108 UFC de Btk administrée par voie intraveineuse ne fut pas toxique pour les rats exposés. Le Btk n'a pas été capable de se multiplier dans le tissu, selon un suivi périodique réalisé pendant les 167 jours de l'étude.

Études sur la toxicité pour les poissons d'eau douce

Aucune toxicité ou pathogénicité n'a été démontrée chez les truites arc-en-ciel exposées au Btk pendant 31 jours à une dose de 1010 UFC par litre d'eau et de 1010 UFC par gramme d'aliment.

Études sur la toxicité pour les invertébrés aquatiques d'eau douce

Le Btk n'a eu aucun effet observable sur les daphnies magna exposées à plus de 108 UFC de Btk par litre d'eau pendant 21 jours.

Études sur la toxicité pour les oiseaux

Aucune toxicité ou pathogénicité n'a été observée chez le colin de Virginie après l'administration par voie orale de Btk à raison de 1011 UFC par kilogramme de poids corporel par jour pendant cinq jours consécutifs.

Aucune toxicité ou pathogénicité n'a été observée chez le canard colvert après l'administration par voie orale de Btk à raison de 1011 UFC par kilogramme de poids corporel par jour pendant cinq jours consécutifs.

Études sur la toxicité pour les abeilles

La concentration létale moyenne (CL50) de Btk chez les abeilles a été évaluée à 108 UFC par gramme d'aliment et la plus forte concentration testée à laquelle aucun effet n'a été observé (NOEC) a été évaluée à 106 UFC par gramme d'aliment.

Études sur la toxicité pour les insectes non visés

La CL50 de Btk chez les larves de chrysopes vertes était supérieure à 108 UFC par gramme d'aliment et la concentration sans effet observé était de 106 UFC par gramme d'aliment.

La CL50 de Btk chez les coccinelles était supérieure à 108 UFC par gramme d'aliment et la concentration sans effet de pathogénicité observé était de 106 UFC par gramme d'aliment.

La CL50 de Btk chez une espèce de guêpe parasite était supérieure à 108 UFC par gramme d'aliment et la concentration sans effet observé était de 106 UFC par gramme d'aliment.

Résidus

Puisque le Foray s'est avéré être non toxique pour les organismes non visés, les résidus et la dérive de pulvérisation ne sont pas considérés comme potentiellement dangereux.

ANNEXE 6 : COORDONNÉES DE L'ÉQUIPE DE SANTÉ DES FORÊTS DE VALENT HEALTH

Valent Health
1910 Innovation Way, Suite 100
Libertyville IL 60048
ÉTATS-UNIS

www.valenthealth.com
1-800-323-9597

VALENT HEALTH™
Protecting Life's Potential

valenthealth.com

Valent Health
1910 Innovation Way, Suite 100
Libertyville, IL 60048, États-Unis
© Valent Health 2026
FH 6101FR