

Les mélanges de fongicides peuvent avoir trois utilités complémentaires : ils peuvent étendre le spectre des maladies réprimées avec un seul traitement, combler des lacunes mutuelles des produits ou retarder le développement de la résistance. Les mélanges peuvent être suggérés dans le cadre d'un programme, imposés par le fabricant en l'indiquant sur l'étiquette ou en vendant un mélange déjà prêt. Depuis 2009, l'ARLA permet de déroger sous certaines conditions des directives des étiquettes et autorise les producteurs à combiner des produits en mélanges qui n'étaient pas prévus par les fabricants (voir la [fiche 57](#)). La directive de l'ARLA vise d'abord à encadrer le mélange de fongicides avec d'autres types de produits, mais il est possible de profiter de cette autorisation pour combiner les matières fongicides selon les circonstances et les besoins. Par contre, cette autorisation dégage les fabricants des conséquences éventuelles de l'application en mélange. Toutes les combinaisons ne sont pas possibles ou souhaitables. Les produits en mélange peuvent interagir et perdre leur efficacité, mener à une phytotoxicité sur feuillage ou même sur fruits. Néanmoins, certains mélanges peuvent avoir une utilité selon le prix des composants des mélanges.

ATTENTION DOSES RÉDUITES : l'ARLA ne prend pas action contre ceux qui préconisent de telles pratiques, si elles n'entraînent pas de danger pour la santé ou la sécurité humaine ou pour l'environnement et qu'elles ne sont pas destinées à promouvoir la vente de produits antiparasitaires. Si toutefois l'utilisation de doses réduites ou adaptées devait entraîner des pertes pour les utilisateurs, les conseillers ou les organisations qui les recommandent pourraient être tenus responsables de leurs recommandations dans des actions civiles.

Mélanges impliquant des fongicides sans risque de résistance

Les éliciteurs, les fongicides minéraux et les fongicides de contact multisites ne sont pas sujets au développement de la résistance et il n'y a donc pas d'avantage à les mélanger dans un programme de gestion de la résistance. Par contre, les mélanges peuvent servir à réprimer plusieurs maladies à la fois ou à augmenter l'efficacité. Également, l'utilisation des éliciteurs comme les phosphonates ou l'APOGEE dans un programme de gestion des maladies est actuellement assez restreinte, car ils ne sont habituellement pas assez efficaces pour être utilisés seuls; toutefois les éliciteurs peuvent être utiles en mélange avec des fongicides usuels.

Seules les combinaisons les plus fréquentes ou prometteuses sont présentées ici à titre d'exemples.

- **APOGEE + captane.** Le deuxième traitement d'APOGEE a normalement lieu après la période des infections primaires et peut être combiné au captane. Dans les vergers où la tavelure secondaire n'est pas trop grave, la portion captane du mélange pourra couvrir les deux semaines suivant l'application et par la suite, la portion APOGEE permet d'augmenter l'intervalle entre les traitements.
- **Phosphonate + captane.** Dans les vergers où le complexe suie-moucheture est un problème, les traitements d'été avec un mélange de phosphonate et de captane sont très efficaces.
- **Soufre élémentaire + bicarbonate.** Le soufre et le bicarbonate de potassium sont efficaces contre une gamme similaire de maladies, mais sont néanmoins complémentaires au niveau des modes d'action. La portion soufre du mélange est très efficace pour tuer les spores encore

présentes à la surface des feuilles, alors que le bicarbonate est actif légèrement après le début de l'infection. Comme les spores déposées à la surface des feuilles sont souvent à différents stades d'avancement, les modes d'action agissent conjointement.

- « **CAPTOZEB** ». Depuis quelques années, un mélange des fongicides de contact captane et mancozèbe (chacun à demi-dose) est recommandé dans les avertissements américains. Ce mélange baptisé « captozeb » par les producteurs n'est pas vendu mais préparé à la ferme. Aux États-Unis, le mélange est justifié pour réprimer la rouille avec le mancozèbe et maintenir une bonne efficacité contre la tavelure avec le captane. Comme la rouille n'est pas un problème ici, l'intérêt théorique du mélange tient au fait que la portion « captane » a une efficacité supérieure contre la tavelure mais est plus facilement lessivable, alors que la portion « mancozèbe » est censée coller mieux au feuillage. Or, les seules données disponibles tendent à démontrer que le mélange n'est pas plus efficace que le captane utilisé seul à demi-dose. De plus, le mancozèbe a un effet néfaste sur la faune auxiliaire qui élimine les gains éventuels pour la tavelure. Ce mélange a déjà été vendu sous le nom de POMURAN en Europe et ensuite retiré du marché.

Mélanges dans un programme de gestion de la résistance

La gestion de la résistance des maladies envers les pesticides est différente de celle préconisée pour gérer la résistance des acariens et des insectes (voir la [fiche 56](#)). Pour les maladies, la meilleure stratégie pour éviter la résistance aux fongicides est de multiplier les modes d'action en mélange pour réduire la probabilité qu'un individu résistant de la population puisse s'échapper. Les rotations sont moins efficaces parce qu'elles permettent à quelques rares « individus » résistants parmi les très nombreuses spores produites par les champignons de s'établir avant d'être atteints par un autre produit, alors que les mélanges ne le permettent pas. Autrement dit, la probabilité qu'une spore soit résistante à deux molécules au moment du traitement en mélange est beaucoup plus faible que la probabilité que des spores qui ont survécu à un produit puissent par la suite acquérir une résistance à un autre produit utilisé en rotation.

Les mélanges de fongicides sont donc préférables en théorie à la rotation des familles de produits, à condition que la dose de chacun des partenaires du mélange ne soit pas trop faible. Par contre, pour assurer l'efficacité du mélange et le ralentissement du développement de la résistance, toutes les composantes du mélange doivent être efficaces au même moment, sur les mêmes spores. Les mélanges entre les fongicides de contact qui empêchent la germination des spores (ex. : mancozèbe) avec un produit qui inhibe la croissance du champignon mais qui n'a pas d'effet sur la germination des spores (ex. : **NOVA**) n'agissent pas au même moment et sont donc la plupart du temps inefficaces pour ralentir la résistance, même s'ils sont suggérés par les étiquettes. Les mélanges entre produits unisites avec des modes d'action différents mais qui agissent au même moment, (ex. : **INSPIRE SUPER**) sont préférables. Par contre, les mélanges imposés par les manufacturiers (pré-mélanges comme **INSPIRE SUPER**) limitent les choix et ne permettent pas de combiner les meilleurs produits des différents manufacturiers pour chaque famille.

Certaines étiquettes de produits imposent d'utiliser leur produit en mélange avec un autre produit fongicide, même si le mélange n'est pas toujours justifié. Cette contrainte d'usage augmente à la fois les coûts de traitement et l'impact environnemental sans nécessairement atteindre les objectifs de ralentir la résistance et/ou d'augmenter l'efficacité. Il est toujours préférable d'intégrer chaque produit séparément dans une stratégie adaptée qui vise le meilleur moment d'application, quitte à faire soi-même le mélange optimal. Les mélanges proposés par les manufacturiers et/ou approuvés en PFI sont décrits ici :

Contact multisite + IBS

Tel que décrit en introduction, quand les modes d'action des produits en mélange ne permettent pas d'atteindre le champignon au même moment, le traitement peut être efficace pour réprimer la maladie, mais les produits ne travaillent pas ensemble et donc le mélange ne peut pas être efficace pour ralentir la résistance. Le mélange d'un fongicide de contact multisite et d'un IBS (ex. : NOVA + mancozèbe) est fréquemment recommandé et sera utilisé pour l'exemple. C'est un cas classique de stratégie inefficace pour contrer la résistance qui a conduit à la dégradation de l'efficacité des IBS. Aucune stratégie de traitement impliquant cette combinaison n'est efficace pour gérer la résistance.

Quand le mélange NOVA + Dithane est appliqué avant la pluie, la portion mancozèbe du mélange permet de réprimer la maladie en empêchant la germination des spores, alors que la portion NOVA qui n'a pas d'effet sur la germination de devient efficace qu'après l'éventuelle infection, au moment où les spores "échappées" par le mancozèbe auront traversé la cuticule (post-infection). L'effet du NOVA commence donc seulement plusieurs jours après l'application. Entre-temps, la croissance et l'expansion foliaires contribuent à diluer le produit. La dose de NOVA qui entre alors en contact avec le champignon est réduite, ce qui contribue à la sélection des individus les plus tolérants.

À l'inverse, quand le mélange est appliqué après la pluie, la portion mancozèbe est incapable de réprimer les spores puisque ce produit de contact n'est pas efficace après l'infection. L'effet fongicide en post infection est donc concentré exclusivement sur la portion NOVA. Le NOVA est alors à sa pleine efficacité, mais doit travailler seul sans partenaire de gestion de la résistance. Au mieux, une partie du mancozèbe dans le mélange est utile seulement si une autre pluie survient dans les jours suivants, à condition que la croissance entre le moment du traitement et la pluie ne soit pas trop importante.

Le mélange NOVA-DITHANE avait une utilité dans la mesure où le DITHANE, contrairement au NOVA, était efficace sur fruits et pouvait se redistribuer aux nouvelles feuilles. Le mélange a donc certainement facilité la gestion de la maladie pendant de nombreuses années, mais au détriment de la gestion de la résistance.

Contact multisite + unisite autre que IBS (AP, QoI, SDHI)

Les mélanges impliquant des produits de contact ne sont pas efficaces en post infection. Les mélanges impliquant un fongicide de contact multisite ont donc un intérêt seulement pour les traitements de protection. Tous les produits unisites, à l'exception des IBS, ont une bonne efficacité pour réprimer la germination des spores et sont donc efficaces pour les traitements de protection. Le mélange d'un produit de contact multisites à un fongicide unisite (autre qu'un IBS) est donc en théorie une bonne façon de multiplier les modes d'action pour les traitements de protection dans le but de gérer la résistance. En pratique, les fongicides de contact multisites n'ont pas besoin d'être mélangés puisqu'ils ne sont pas sujets à la résistance. De plus, ces mélanges n'apportent pas nécessairement une meilleure efficacité qu'un traitement avec un produit de contact utilisé seul.

Le lessivage des produits de contact par la pluie est souvent invoqué comme argument en faveur d'un mélange avec un fongicide absorbé. Or, l'effet du lessivage est moindre que l'effet de la croissance et tous les produits (contact et absorbés) laissent la nouvelle croissance à découvert. De plus, même en cas de lessivage du produit de contact, seule la portion absorbée par la feuille du fongicide unisite reste efficace, ce qui ne permet pas une gestion adéquate de la résistance. Dans les cas où un traitement additionnel est appliqué en post infection avec une autre famille de fongicide, la complémentarité d'action sur les mêmes spores répondrait aux impératifs de la gestion de la résistance, mais avec un prix assez élevé.

Exemple : Un traitement **CAPTAN** + **FLINT** (vendu sous le nom de **FLINT PLUS** dans plusieurs pays) avant une pluie importante, suivi de **SCALA** ou **FONTELIS** dans les 48 h suivant le lessivage du **CAPTAN**. Dans cet exemple, le **CAPTAN** et le **FLINT** sont conjointement efficaces jusqu'à concurrence du lessivage du **CAPTAN** et le traitement en post infection avec un fongicide d'un autre groupe de résistance vient s'ajouter à l'action du **FLINT** pour éviter d'exposer les spores à une seule famille de produits. L'alternative à prix égal serait d'appliquer **CAPTAN** seul avant la pluie et traiter au besoin après le lessivage du **CAPTAN** avec un mélange de AP + QoI ou mieux encore, un mélange AP + SDHI. Par exemple, **SCALA** + **FONTELIS** (décrit plus loin).

Unisite + unisite

La gestion de la résistance des fongicides unisites est applicable pour tous les traitements (protection et post infection), mais est cruciale pour les traitements en post infection qui sont plus souvent responsables de la sélection des individus résistants. Les traitements dirigés en post infection ne devraient jamais être à la base d'une stratégie de lutte contre la tavelure (voir les fiches [102](#) et [103](#)). Cependant, il arrive parfois qu'un traitement en post infection soit requis après la pluie pour combler une faille dans la stratégie déjà déployée (croissance excessive, lessivage). Les combinaisons décrites dans ce guide ne sont pas toutes disponibles au Canada, mais sont vendues dans différents pays. Au Canada, l'arrivée des fongicides en pré-mélange est récente et les choix sont restreints. Néanmoins, pour chaque famille de produit unisite, il existe au moins un produit commercial qui n'est pas vendu en pré-mélange et il est donc possible de combiner à la ferme les produits pour créer une combinaison donnée. Le remplacement graduel du **INSPIRE** par le **INSPIRE SUPER** (mélange) élimine la possibilité de créer des mélanges avec les IBS puisque la molécule (difénoconazole) ne sera plus vendue seule.

Le choix des produits pour chaque famille dans les combinaisons suggérées a été réalisé en fonction de l'efficacité des produits utilisés seuls et du risque de résistance anticipé. Les combinaisons présentées excluent les mélanges avec la dodine qui sont valables, mais d'usage limité. Finalement, les mélanges proposés n'ont pas tous été testés localement et comme pour tous les mélanges des incompatibilités ou une phytotoxicité peuvent survenir.

Dans les exemples qui suivent, IBS = **INSPIRE**; AP = **SCALA** ou **VANGARD**; QoI = **FLINT** ; SDHI = **FONTELIS** ou **SERCADIS**. Par exemple, un mélange AP + SDHI correspond à soit à **SCALA** + **FONTELIS**, **SCALA** + **SERCADIS**, **VANGARD** + **FONTELIS** ou **VANGARD** + **SERCADIS**.

Dans tous les cas, les combinaisons de familles comprennent deux matières actives efficaces contre la tavelure. Cependant, les mélanges impliquant un AP n'ont qu'une matière active efficace contre le blanc, puisque les fongicides AP ne sont pas efficaces contre cette maladie (voir la [fiche 109](#)).

Mélanges de fongicides unisites en post infection < 750 degrés-heures (76 h) :

IBS + AP. La combinaison IBS + AP est la seule qui soit efficace pour des traitements en post infection contre la tavelure plus de 48 h après le début de la pluie. Cette combinaison existe sous plusieurs formes dans différents pays.

INSPIRE SUPER (difénoconazole + cyprodinil). Ce mélange de la compagnie Syngenta est en vente aux États-Unis et au Canada depuis 2014.

Mélanges de fongicides unisites en post infection < 450 degrés-heures (48 h) :

IBS + QoI. Cette combinaison est vendue actuellement dans différents pays. Par exemple, le fongicide **ADAMENT** de Bayer est un mélange de trifloxystrobine (comme dans le **FLINT** et de tébuconazole (comme dans **ORBIT**, non vendu au Canada). Combinaison suggérée : **INSPIRE** +

FLINT.

IBS + SDHI. Cette combinaison est vendue actuellement aux États-Unis sous le nom LUNA EXPERIENCE (tébuconazole + fluopyram). Combinaison suggérée au Canada : INSPIRE + FONTELIS.

AP + QoI. Cette combinaison est vendue ailleurs dans le monde sous le nom de **FLINT STAR** (pyriméthanil + trifloxystrobine) et la dose d'emploi pour les deux molécules en mélange est similaire à celle des produits individuels. Il est possible de créer exactement le même mélange. Combinaison suggérée : SCALA + **FLINT**.

AP + SDHI. Cette combinaison est vendue au Canada sous le nom de LUNA TRANQUILITY (pyriméthanil + fluopyram). Par contre, le SDHI contenu dans le FONTELIS ou le SERCADIS a une meilleure efficacité pour réprimer la tavelure. Ex: SCALA + FONTELIS.

QoI + SDHI. Il existe plusieurs produits à l'échelle mondiale qui contiennent un QoI et un SDHI en mélange. Par exemple, le LUNA SENSATION de Bayer (trifloxystrobine + fluopyram) et le MERIVON de BASF (pyraclostrobine + fluxapyroxad) sont vendus aux États-Unis. Combinaison suggérée au Canada : **FLINT** + SERCADIS.

PRISTINE. Ce fongicide homologué au Canada est aussi un mélange QoI + SDHI. En pratique, le SDHI contenu dans le mélange (boscalide) n'a pas d'efficacité contre la tavelure du pommier. Conséquemment, l'utilisation du PRISTINE pour réprimer la tavelure revient à appliquer seulement un produit du type QoI (groupe 11). De plus, même si PRISTINE n'est pas dirigé contre la tavelure, il est possible que l'utilisation de boscalide en verger en été accélère la sélection des individus résistants aux autres SDHI. Pour cette raison, PRISTINE devrait être évité en PFI.

Cette fiche est une mise à jour de la fiche originale du *Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec 2015*. © Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Reproduction interdite sans autorisation.

Principaux partenaires de réalisation et commanditaires:

