

Agronomic practices

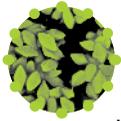
Monitoring

Physical control

Biological control



BACILLUS THURIGIENSIS



The ability of Bt (*Bacillus thuringiensis*) to control insect larvae was discovered more than 100 years ago, however it was first commercially introduced in the 40s. Bt is naturally occurring, soil-dwelling, Gram-positive bacterium. During sporulation it produces a translucent crystal protein, the active ingredient of the formulated products. The crystal protein is a protoxin with insecticidal activity, which is activated in the alkaline midgut of certain insects thus Bt works as an insect gut toxin. Once the target pest larvae has ingested the crystal protein it stops feeding immediately and dies within two days.

There are several formulations available in the market either powder, granular or liquid and Bt is nowadays the largest used biological insecticide on a wide variety of crops worldwide.

MATING DISRUPTION



Pheromones (communication tools) are released by one member of a species to cause a specific interaction with another member of a species. Insect sex pheromones are of particular interest to agricultural IPM and are the communication from a female of a species to the male that she is present allow the male to find her for the purpose of copulation.

The commercial availability of insect sex pheromones for several agricultural pests allows the application of Mating Disruption in IPM programs. Male confusion is the result of ambient pheromone concentrations sufficient to hide the trails of calling females (relatively large doses, yet still in range of nanograms as they relate to the insect size, released from diffuse sources such as point source dispensers). The effect, is the adaptation of antennal receptor sites and/or habituation of the insect's central nervous system. Specific receptor

sites on the antennae respond only to the pheromone molecule. When a receptor site is continually activated by diffused ambient concentrations of pheromones, the resulting nervous signal diminishes. The receptor site becomes unresponsive and the insect becomes blind in his navigating capacity. When the insect's central nervous system is inundated with signals from the receptor sites it becomes habituated: no longer able to provide the directed behavior. The net result of confusion is that the male is unable to orient to any pheromone source and follow the upwind trail to a mate.

Present commercial formulations of pheromones mimic the natural chemical blends of females. Most insect sex pheromones are multicomponent with precise ratios of each components which may be expensive to manufacture and/or prepare the relevant regulatory studies, often exacerbated by inappropriate regulations in place. Thus, insect sex pheromones and products containing pheromones, are commercially available primarily for insects of economic importance.

Mating Disruption for *Lobesia botrana* started in mid-eighties in Europe and took a long time to develop however now is applied on more than 200,000 ha of vineyards worldwide.

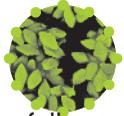
DECISION SUPPORT SYSTEMS



Forecasting models, based on the study of insect biology and the relevant correlation with environmental conditions, have reached a very high degree of accuracy and they are one of the most important decision tools to optimise the application of plant protection products to control pests in a sustainable way. For insects such as *Lobesia botrana* the combination of forecasting models with the use of sex pheromones baited traps can further insecticide application, particularly for the biological types which typically have low persistence and require better accuracy.



BACILLUS THURINGIENSIS



Les capacités de *Bacillus thuringiensis* (Bt) à contrôler les larves d'insectes ont été découvertes il y a plus de cent ans. Mais il a fallu attendre les années 40 pour que le bacille soit commercialisé pour la première fois. *B. thuringiensis* est une bactérie Gram-positif naturellement présente dans le sol. Dans sa phase de sporulation, elle produit des cristaux protéiques translucides qui constituent la substance active du produit formulé. Les cristaux protéiques sont des protoxines dont les vertus insecticides sont activées par les enzymes digestives et le milieu alcalin de l'intestin moyen chez certains insectes. Le Bt agit donc comme une toxine intestinale. Une fois les cristaux ingérés par la larve, elle s'arrête de s'alimenter immédiatement et meurt en deux jours.

Il existe de nombreuses formulations de Bt présentes sur le marché : en poudre, en granules ou sous forme liquide. La bactérie est aujourd'hui l'insecticide biologique le plus utilisé au monde, et ce, sur de nombreuses cultures.

CONFUSION SEXUELLE



Les phéromones (outils de communication) sont sécrétées par un membre d'une espèce donnée afin de déclencher une réaction spécifique chez un congénère. Les phéromones sexuelles des insectes ont pour but de signaler aux insectes mâles la présence d'un insecte femelle et de l'attirer dans le but de copuler. La lutte intégrée s'intéresse donc particulièrement aux phéromones.

La disponibilité commerciale de phéromones sexuelles de diverses espèces d'insectes nuisibles fait de la confusion sexuelle un outil de choix pour la lutte intégrée. La confusion de la population mâle résulte de la diffusion d'une concentration en phéromones suffisante pour masquer le signal émis par la femelle (même si les concentrations émises par les diffuseurs sont infimes et exprimées en nanogrammes). Cette concentration a pour effet une saturation des récepteurs situés sur les antennes et/ou une accoutumance du système nerveux central des insectes. Certains récepteurs situés sur les antennes réagissent exclusivement aux molécules des

phéromones. Si ces récepteurs sont stimulés en continu par la diffusion constante d'une concentration de phéromone, le signal nerveux qui en résulte s'affaiblit. Le récepteur perd de sa sensibilité et par conséquent l'insecte ne s'y retrouve plus. Quand son système nerveux central est inondé de signaux provenant des récepteurs, une certaine accoutumance survient, empêchant le comportement adéquat. La conséquence directe de cette confusion est l'incapacité du mâle à trouver la source des phéromones et donc de rejoindre son partenaire sexuel.

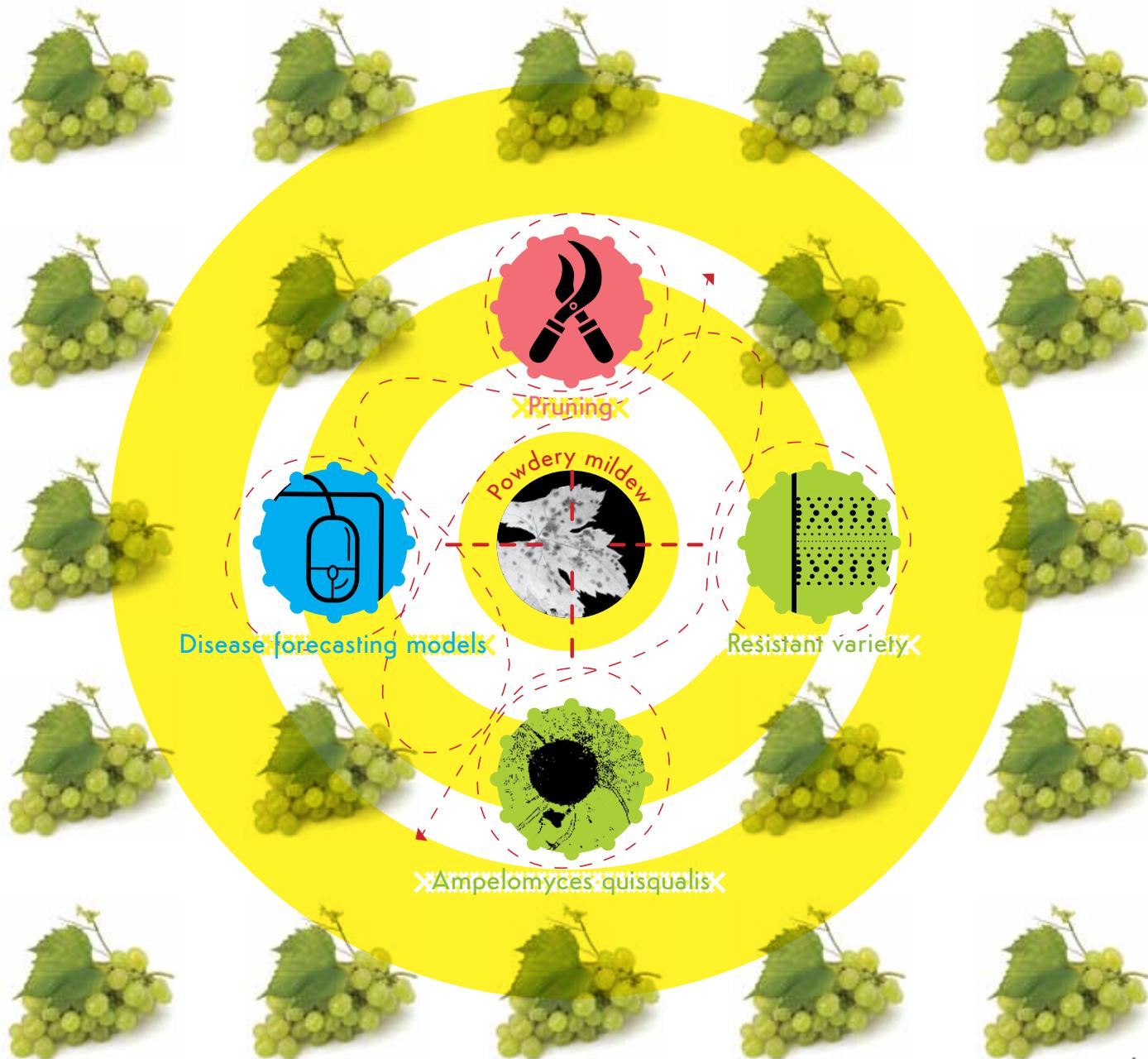
Les phéromones commercialisées à l'heure actuelle imitent les composés chimiques naturels des femelles. Comme la plupart des phéromones sexuelles des insectes sont composées de multiples substances avec une proportion précise de chaque composant, le coût d'une production individualisée, et la mise sur pied d'études réglementaires pertinentes sont conséquents, d'autant que les réglementations actuelles exacerbent le problème. C'est pourquoi les phéromones sexuelles d'insectes et autres produits contenant des phéromones ne sont aujourd'hui disponibles que pour cibler les insectes qui représentent un risque économique important pour les cultures.

C'est au milieu des années 80 que les premiers tests de confusion sexuelle contre *Lobesia botrana* ont été menés en Europe. Après une longue phase de développement, cette technique est aujourd'hui utilisée sur plus de 200 000 hectares de vignobles dans le monde entier.

SYSTÈMES D'AIDE À LA DÉCISION



Les modèles de prévision des risques basés sur la connaissance de la biologie des insectes et de sa relation avec les conditions environnementales sont à l'heure actuelle d'une grande précision. Ils sont devenus un des outils les plus importants dans la prise de décision concernant l'utilisation des produits phytosanitaires pour contrôler les ennemis des cultures de manière durable. Pour les insectes comme *Lobesia botrana* l'utilisation conjointe de modèles de prévision et de pièges à phéromones sexuelles sont complémentaires à l'application d'insecticides, en particulier ceux de nature biologique qui ont une durée de vie plus courte et requièrent une plus grande précision d'utilisation.



Agronomic practices

Monitoring

Physical control

Biological control



PRUNING



Removing leaves around the clusters is, in general, very beneficial. Exposing the clusters to sunlight early in the growing season by removing leaves causes the cuticle of the fruit to thicken, which helps to resist mildew infections. Exposed fruits also have a less humid microclimate, and sunlight is likely to hit the fruit for part of the day, reducing the possibility of mildew growth to contact the diseased tissue thus improving control. Experience has shown that specific and early leaf removal greatly influence the powdery mildew control. The amount of leaves to remove depends on local climate, trellis system and variety.

RESISTANT VARIETIES



Breeding for grape varieties with higher tolerance or resistance to fungal disease attacks has long history in Europe, though not a wide acceptance yet. However in recent years more work has been done by some Institutes to develop more acceptable disease resistant varieties for the wine market and local regulations in each country of production are in the process of being adjusted for the legal acceptance of these varieties. Some successful implementation of resistant varieties both in table and wine grapes has already been demonstrated.

AMPELOMYCES QUISQUALIS



It is a Deuteromycete fungus that has been first described more than 140 years ago. It is a hyperparasitic fungus (mycoparasite) parasitising more than 500 species of fungi belonging to the Erysiphales (Powdery mildews) which attack more than 1500 species of plants. The parasite prevents the sporulation of powdery mildew mycelium and kills the host cells by causing a gradual degeneration of the cells without producing any toxin by necrotrophic interaction. The best use of this biological agent in grape is in pre and post-harvest to parasitise the overwintering chasmothecia. In an IPM strategy this mycoparasite supports the reduction of Powdery mildew inoculum and consequently the primary infections.

DISEASE FORECASTING MODELS



Forecasting models, based on the study of disease biology and the relevant correlation with environmental conditions, have reached a very high degree of accuracy and they are one of the most important decision tools for the best application of plant protection products to control diseases in a sustainable way. For fungal diseases such as Powdery mildew the combination of forecasting models with local information correlated to the specific vineyards environmental conditions to further increase the accuracy of fungicides application can greatly contribute to disease control in an IPM system.



L'EFFEUILLAGE



La plupart du temps, ôter les feuilles entourant les grappes est bénéfique pour la plante. En effet, grâce à cette opération, les grappes sont exposées aux rayons du soleil au début de la saison. La cuticule du fruit s'épaissit et devient plus résistante aux infections fongiques. Les fruits exposés sont soumis à un microclimat moins humide, et l'oïdium a moins de chance de se propager. Par expérience, un effeuillage effectué tôt dans la saison permet de diminuer la propagation de l'oïdium. La quantité de feuilles à prélever dépend des conditions climatiques locales, du système de palissage et de la variété.

VARIÉTÉS RÉSISTANTES



L'amélioration des variétés de vigne pour une moindre sensibilité aux maladies fongiques n'est pas récente en Europe, bien qu'elle ne soit pas largement acceptée. Ces dernières années des centres de recherche se sont penchés sur la création de variétés résistantes mieux adaptées aux exigences de la filière viticole, et les normes réglementaires des pays producteurs sont en cours d'ajustement pour intégrer ces nouvelles variétés dans le cadre légal. Le succès du déploiement de variétés résistantes contre l'oïdium a été démontré pour le raisin de table et le raisin de cuve.

AMPELOMYCES QUISQUALIS



Il s'agit d'un champignon du groupe des deutéromycètes qui a été décrit pour la première fois il y a plus de 140 ans. Il peut parasiter plus de 500 espèces de champignons (appartenant à la classe des Erysiphales) responsables de l'oïdium sur plus de 1500 espèces de plantes (d'où son appellation d'hyperparasite ou de mycoparasite). *Ampelomyces quisqualis* empêche la sporulation de l'agent de l'oïdium et tue ses cellules en causant une dégénérescence progressive, sans production de toxines, par interaction nécrotrophique. Le meilleur moment pour utiliser cet agent biologique sur la vigne est soit peu avant, soit peu après les vendanges afin de parasiter les cléistothèces qui assurent la survie de l'oïdium durant l'hiver. Dans le contexte d'une stratégie de lutte intégrée, ce mycoparasite permet de réduire la quantité d'inoculum d'oïdium et donc la primo-infection.

MODÈLES DE PRÉVISION DES MALADIES



Les modèles de prévision basés sur la connaissance de la biologie des agents pathogènes et de sa relation avec les conditions environnementales sont à l'heure actuelle d'une grande précision. Ils sont devenus un des outils les plus importants dans la prise de décision concernant l'utilisation des produits phytosanitaires pour contrôler les maladies de manière durable.

Concernant les maladies fongiques telles que l'oïdium, l'utilisation de modèles de prévision, basés sur des données locales combinées aux conditions environnementales spécifiques des vignobles, améliore la précision de l'application des fongicides et contribue grandement au contrôle des maladies dans un système de lutte intégrée.