FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL MÉTHODES CULTURALES

Principe du contrôle cultural

Le contrôle cultural correspond à un ensemble de techniques culturales qui n'appartiennent pas directement au domaine de la protection des plantes, mais qui peuvent contribuer à limiter l'apparition et le développement des bio-agresseurs et/ou fournir à la culture les moyens de se défendre. Ce sont donc essentiellement des **méthodes préventives** qui s'inscrivent dans un **raisonnement agronomique global** de la gestion de la parcelle, voire de l'exploitation, et qui reposent sur la combinaison de techniques ayant surtout une **efficacité partielle** vis-à-vis des bio-agresseurs.

Par convention, on regroupe sous le terme contrôle cultural tous les leviers autres que le contrôle génétique, la lutte physique, la lutte biologique, la lutte biotechnique, la lutte chimique et les produits divers. Le contrôle cultural intègre donc les interventions contribuant aux **« bonnes pratiques agronomiques (BPA) »**, mais aussi des mesures de prophylaxie générales **Fiche technique n° 1 « Prophylaxie ».**

En production fruitière, la **gestion de l'irrigation, de la fertilisation et de la conduite architecturale** des arbres (taille d'hiver, taille en vert, forme fruitière...), en interaction avec la gestion de la charge en fruits, impactent fortement la **vigueur** des arbres, ce qui influence le développement des bio-agresseurs par la modification du **microclimat** (aération, durée d'humectation, éclairement) au sein de la frondaison et par la **dynamique de croissance** des organes modulant les périodes de sensibilité ou d'appétence selon le stade de développement. La conduite des arbres modifie également la **répartition des organes dans l'espace**, ce qui peut influencer le développement de certains ravageurs (puceron cendré...) ou la propagation des maladies. Enfin, ces techniques influencent la **composition biochimique** des organes des arbres (ex. teneurs en azote et acides aminés, sucres, composés organiques volatils, composés phénoliques...) et les propriétés mécaniques liées à l'état hydrique (turgescence) des organes avec des effets directs possibles sur le développement des bio-agresseurs via des processus complexes (stimuli chimiques intervenant dans les phénomènes d'attractivité et de répulsion, appréciation de la qualité alimentaire lors de la prise de nourriture...).

Si ces méthodes culturales sont souvent mises en œuvre pour optimiser la récolte, en quantité ou qualité (ex. taille en vert pour favoriser la qualité des fruits via leur éclairement), leurs effets sur les bio-agresseurs sont souvent difficilement quantifiables et, de ce fait, il n'est pas facile de prédire leur contribution effective à la réduction des pesticides. Malgré cela, leur importance pour moduler la « sensibilité » du verger aux bio-agresseurs est largement confirmée par les observations des producteurs et des techniciens : ceci justifie leur prise en compte dans les bonnes pratiques agronomiques et leur rappel dans tous les cahiers des charges (OILB, chartes PFI, etc.).

Dans les systèmes de culture où l'utilisation des produits phytopharmaceutiques est limitée soit par le cahier des charges (mode de production en agriculture biologique, exigences du circuit de commercialisation...), soit par d'autres critères (volonté du producteur, absence de solution de lutte chimique...), l'association cohérente de différentes méthodes culturales doit constituer le socle technique, en interaction avec le choix du matériel végétal, pour réduire la sensibilité du verger aux bio-agresseurs. Dans les systèmes où les marges de manœuvre économiques sont réduites, la conjugaison de toutes ces méthodes culturales peut cependant aboutir à une économie de certaines interventions de la lutte chimique, mais sans qu'il soit possible de les quantifier *a priori*. Dans toutes les situations, une plus grande prise en compte des interactions méthodes culturales/bio-agresseurs est indispensable dans le contexte de la production intégrée.

Gestion de l'irrigation

L'irrigation peut agir sur le développement des bio-agresseurs soit par le mode d'apport de l'eau, soit par les doses d'irrigation, ou encore par une combinaison des deux.

◤ *Choix du système d'irrigation*

Les systèmes d'irrigation localisent de manière différente les apports d'eau au sein du verger, ce qui modifie les conditions **microclimatiques** au sein de la frondaison et peut influencer le développement des bio-agresseurs, en particulier les maladies. Cependant, le choix du système d'irrigation est souvent dicté par des compromis entre l'efficacité agronomique, la possibilité d'une utilisation pour la protection contre le gel, le désherbage mécanique sur le rang, le coût du matériel, les contraintes d'organisation du travail, etc.

De manière générale, les systèmes d'irrigation mouillant le feuillage (aspersion sur frondaison) ou favorisant un microclimat humide dans le verger (aspersion sous frondaison) favorisent le développement des maladies (ex. *Xanthomonas*, monilioses, tavelure, stemphyliose, feu bactérien, bactérioses...).

Toutefois, l'aspersion sur frondaison peut présenter un intérêt contre certains bio-agresseurs (ex. psylle du poirier, acariens).Par ailleurs, la durée et la proportion de surface du sol maintenue humide jouent sur la dynamique de levée et de croissance des **adventices** sur le rang des arbres. Les systèmes d'irrigation de type goutte à goutte, en particulier le goutte à goutte enterré qui permet de ne pas humecter le sol en surface, sont les plus à même de limiter le développement des adventices.
À l'inverse, le maintien d'un sol humide par aspersion peut être un levier d'action contre certains bio-agresseurs (ex. le capnode qui se développe préférentiellement dans les sols secs).

◤ *Pilotage de l'irrigation et outils d'aide à la décision*

En production fruitière, l'optimisation des quantités d'eau apportées est raisonnée prioritairement par rapport à l'élaboration de la production de fruits en quantité et qualité. Ceci nécessite d'associer un raisonnement fondé sur un bilan hydrique (pluviométrie, évapotranspiration des arbres selon la demande climatique de la période considérée) à des **outils** permettant de connaître plus précisément l'état hydrique du **sol** (sondes tensiométriques ou capacitives) et des **observations** du comportement des arbres (vigueur, croissance en calibre des fruits, sorties de gourmands ou d'anticipés, etc.) pour ajuster les apports d'eau d'irrigation aux besoins réels de chaque verger.
Une irrigation bien maîtrisée sans apports d'eau excédentaires est essentielle pour éviter de sensibiliser le verger aux bio-agresseurs, en particulier pour certaines maladies de conservation des fruits. Des expérimentations récentes conduites sur différentes espèces fruitières (pommier, pêcher, prunier...) ont montré l'intérêt de l'utilisation de sondes d'humidité du sol pour réduire les quantités d'eau d'irrigation grâce à un pilotage très précis des apports. Les époques d'irrigation peuvent aussi jouer un rôle comme par exemple sur abricotier où les irrigations tardives avant l'entrée en dormance sont favorables aux bactérioses.

Sur certaines espèces fruitières, en particulier sur **pêcher et abricotier**, des études ont permis de définir une gestion encore plus précise de l'irrigation (**irrigation avec restriction hydrique ;** acronyme **RDI** pour *regulated deficit irrigation*) pour économiser la ressource en eau en valorisant mieux la contribution du sol par les plantes. En appliquant de légères restrictions hydriques à des stades ne pénalisant pas la croissance des fruits, le concept de RDI transforme la gestion de l'alimentation hydrique en un levier d'action de conduite du verger. La RDI peut contribuer à maîtriser la vigueur (en interaction avec la conduite des arbres) et à augmenter les teneurs en sucre des fruits, ce qui peut être intéressant dans le cadre de circuits commerciaux valorisant la qualité ou pour des variétés ayant un caractère sucré un peu faible par rapport aux exigences des consommateurs. De plus, sur pêcher, il a été démontré que ce type de pilotage de l'irrigation, en régularisant la vitesse de croissance du fruit, diminue l'apparition de microfissures cuticulaires à la surface des fruits, principales voies de pénétration des conidies des champignons responsables des monilioses, ce qui permet de réduire de manière significative les taux de fruits infectés. Des techniques similaires comme le *partial rootzone drying* (PRD) testées sur prunier pourraient permettre de réduire les proportions de fruits infectés.
Pour piloter l'irrigation à des niveaux inférieurs au confort hydrique des arbres sans pénaliser significativement la croissance des fruits, il est nécessaire d'utiliser des indicateurs précis du statut hydrique de la plante, comme par exemple le potentiel hydrique minimal des tiges ou les variations micrométriques des branches (système Pepista®), au moins pour caler les outils classiques de pilotage de l'irrigation (indicateurs de l'humidité du sol comme les sondes tensiométriques ou capacitives).
En fruits à noyau pour lesquels il n'existe pas beaucoup d'alternatives à la lutte chimique contre les maladies de conservation, le pilotage précis de l'irrigation est donc une méthode complémentaire à ne pas négliger pour élaborer une stratégie de protection globale contre les monilioses fondée sur l'association d'un ensemble de techniques (prophylaxie, conduite de l'arbre, irrigation, enherbement, etc.). Ces combinaisons de techniques peuvent permettre une économie de traitements dans le programme de lutte fongicide et/ou une réduction des dommages sur fruits lors d'épisodes climatiques très favorables au développement des champignons (situations où ces maladies deviennent non maîtrisables même par la lutte chimique).

Gestion de la fertilisation

L'optimisation de la fertilisation est essentielle actuellement pour concilier productivité et protection de l'environnement. Le raisonnement repose sur des bilans intégrant les besoins des arbres et la contribution du sol pour définir les quantités de fertilisants à apporter. L'utilisation de **diagnostics foliaires** (en cours de saison) et parfois d'**analyses de rameaux** (période hivernale), en complément d'une **observation** de la vigueur du verger, permet d'ajuster les préconisations de fertilisation aux besoins de chaque situation (se référer aux recommandations régionales).
La fertilisation azotée, en jouant sur la composition biochimique

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL MÉTHODES CULTURALES

des organes (teneur en sucres et en acides aminés...) et sur le nombre d'organes végétatifs en croissance active, va jouer sur l'attractivité de la plante pour certains bio-agresseurs.

Un excès de vigueur lié à une fertilisation excessive favorise le développement de certains bio-agresseurs, notamment les insectes piqueurs-suceurs (ex : **pucerons**) ou les **acariens** (ex : **acarien** rouge, *Panonychus ulmi*). Des études récentes réalisées sur le pêcher ont permis d'établir la courbe de réponse entre une augmentation du statut azoté des pousses et le développement des colonies de puceron vert *Myzus persicae*. Le **chancre européen** sur pommier est également favorisé par les excès de fertilisation, notamment d'azote ammoniacal.

La fertilisation azotée, en augmentant les rythmes de croissance des organes, peut aussi interférer avec le développement de certaines maladies. Par exemple, l'accélération de la dynamique de croissance des organes augmente le nombre de jeunes feuilles très sensibles aux contaminations par la tavelure, *Venturia inaequalis*, ce qui peut conduire à augmenter la fréquence de la lutte chimique pour protéger les feuilles nouvellement émises depuis la précédente application.

Système de conduite et interventions sur l'architecture

Les choix du système de conduite (densité de plantation, forme des arbres...) en relation avec la sélection du couple variété ☒ porte-greffe sont déterminants pour la gestion du verger. Ces choix, en interaction avec la gestion annuelle de l'architecture et la taille de fructification, sont des éléments clés pour la réussite technico-économique du verger, car ils influencent très fortement la vitesse d'entrée en production, la régularité des performances agronomiques, la qualité des fruits et les temps de travaux.

Les interventions réalisées pour la conduite des arbres associent de nombreuses techniques comme la **taille d'hiver et d'été** (taille en vert), la suppression manuelle de bourgeons (extinction sur le pommier, effleurage sur le pêcher), l'arcure, etc. Ces opérations visent à orienter le développement et la croissance des arbres vers des objectifs adaptés à une exploitation commerciale (formes fruitières assurant une régularité de la production et facilitant les opérations culturales, ou limitant les opérations manuelles...), mais aussi à augmenter la pénétration de la lumière et sa répartition au sein de la canopée (induction florale, production de fruits de qualité). Ces interventions peuvent également jouer un rôle dans le développement des bio-agresseurs.

◤ *Action indirecte via la modification du microclimat et de la vigueur des arbres*

Les interventions de **taille en vert** réalisées en cours de végétation jouent un rôle important sur certaines espèces fruitières en supprimant les excès de « **vigueur** » (gourmands, pousses en excès) favorables à certains bio-agresseurs. En améliorant la répartition du rayonnement solaire, la **taille en vert** permet d'optimiser la photosynthèse des feuilles et « d'éclairer » les fruits, ce qui contribue à leur qualité (composition en sucres, coloration). Cette technique est considérée comme faisant partie des bonnes pratiques pour la conduite des vergers, notamment en pêcher, car elle contribue aussi à éviter l'installation d'un **microclimat favorable aux maladies** telles que les **monilioses** des **fruits à noyau.** Il a été montré que des interventions précoces visant à éliminer des jeunes pousses (arrachage manuel précoce) pour optimiser la répartition de la lumière au sein de la frondaison permettent de réduire de manière significative les dommages liés aux monilioses en l'absence de fongicides. De même, en réduisant l'intensité de la taille d'hiver, on modifie les équilibres entre pousses courtes et longues, et on réduit l'intensité des attaques du **puceron vert**.

Sur **pommier**, des études récentes confirment l'influence de l'architecture des arbres sur le développement des bio-agresseurs. Cependant, la réponse diffère selon les bio-agresseurs et les modes de conduite de l'arbre, sans doute en raison des mécanismes complexes impliqués (vitesse de croissance et répartition des organes au sein de la frondaison, microclimat, etc.), ce qui rend difficile une utilisation pratique.

Les systèmes de conduite et la gestion de l'architecture des arbres apparaissent donc comme des leviers d'action potentiels. Leur mode d'action complexe et la maîtrise des temps de travaux imposent de trouver des compromis entre efficacité et rentabilité. Il ressort cependant que, pour les maladies dont le développement est favorisé par l'humidité au sein de la frondaison ou l'humectation des feuilles, une conduite des arbres créant une certaine porosité du couvert est un moyen de réduire sensiblement les risques.

◤ *Action directe par élimination d'organes infestés ou suppression d'accès à la frondaison*

Les interventions de taille peuvent également être un levier d'action directe non négligeable contre certains ravageurs. Par exemple, la taille des gourmands sur poirier permet de diminuer les populations de psylle (taille lorsque les larves de **psylle** sont présentes dessus). De même, la taille en vert peut permettre de

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL MÉTHODES CULTURALES

diminuer les populations de **pucerons lanigères** (suppression des rameaux touchés). La taille des branches basses est un moyen d'action contre les **forficules** sur fruits à noyau en réduisant les chemins d'accès à la frondaison des arbres.

◤*Système de conduite des arbres améliorant l'efficacité des traitements*

De nouveaux systèmes de conduite en haie fruitière étroite se développent pour permettre une mécanisation plus facile des opérations de taille et d'éclaircissage afin de réduire les coûts de main-d'œuvre. Ces haies fruitières peuvent aussi favoriser le développement de **techniques de pulvérisation**, actuellement en cours d'expérimentation, qui permettraient une réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisées, soit en utilisant de nouveaux matériels de pulvérisation, soit en modulant la dose aux volumes des arbres.

Combinaisons de techniques : des synergies potentielles

Des travaux récents sur **pêcher** montrent l'intérêt de bien articuler **l'irrigation** avec la **conduite des arbres** et la **fertilisation** azotée. En effet, en combinant des règles de gestion de l'irrigation de type RDI avec une conduite du pêcher en branche fruitière, il est possible de bénéficier d'une synergie pour contrôler le développement des **maladies** en l'absence de protection fongicide (réduction de 70 % de la proportion de fruits infectés), bien plus intéressante que les effets simples de chacune des techniques. La combinaison de différentes modalités de gestion de **l'irrigation et de la fertilisation azotée** modifie aussi fortement la dynamique des colonies de **puceron vert** du pêcher via leur action sur la croissance des apex, lieu privilégié des attaques et via les modifications de la composition biochimique des organes et l'apparition de composés pouvant contribuer à une défense naturelle des arbres.

Si l'enjeu est de mobiliser toutes ces connaissances récentes, la difficulté réside dans la recherche d'un compromis entre une nutrition hydrominérale suffisamment sous contrainte pour réduire significativement la sensibilité des arbres aux bio-agresseurs et un état nutritionnel suffisant pour obtenir les performances agronomiques visées.

Système d'irrigation à aspersion dans un verger de pommier

FICHE n°3 : CONTRÔLE CULTURAL
MÉTHODES CULTURALES
POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

• Bussi C., Huguet J.G., Besset J., Girard T., 1999. Irrigation scheduling of an early maturing peach cultivar using tensiometers and diurnal changes in stem diameter. *Fruits* 54 (1), 57-66.

• Chambre régionale d'agroculture PACA et Station La Pugère, 2014. Guide de protection fruitière intégrée. Objectif info Arbo. 8.

• Giauque P., Moras P., Moreau-Rio M.A., Scandella D., Kraeutler E., 1997. *La pêche : consommation et itinéraire qualité*. Éditions *Ctifl,* 96 p.

• Gibert C., Chadœuf J., Vercambre G., Génard M., Lescourret F., 2007. Cuticular cracking on nectarine fruit surface: Spatial distribution and development in relation to irrigation and thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132(5), 583-591.

• Gomez C., Mercier V., 2008. Effet de l'enherbement total sur le développement des monilioses. *L'Arboriculture fruitière*, 626, 20-23.

• Grechi I., Sauge M.-H., Sauphanor B., Hilgert N., Senoussi R., Lescourret F., 2008. How does winter pruning affect peach tree-*Myzus persicae interactions? Entomologia Experimentalis et Applicata* 128, 369-379.

• Grechi I., Hilgert N., Sauphanor B., Senoussi R., Lescourret F., 2010. Modelling coupled peach tree-aphid population dynamics and their control by winter pruning and nitrogen fertilization. *Ecological Modelling* 221, 2363-2373.

• Huguet J.G., 1985. Appréciation de l'état hydrique d'une plante à partir des variations micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée. *Agronomie* 5, 733-741.

• Lauri P.-E., Belouin A., Cardon J.-C., Cochet P., Crespel B., Crété X., Delort F., Dupont N., Ferré G., Florens B., Hucbourg B., Lespinasse J.-M., Mayor P., Méry D., Navarro E., Orain G., Plénet D., Ramon-Guilhem M., Simard V., Thiéry D., 2006. Pourquoi et comment mieux connaître l'arbre. in MAFCOT : Connaître l'arbre pour mieux le conduire. *Réussir Fruits & Légumes*, Supplément au 247, 4-5.

• Lauri P.-E., Simon S., Brun L., Morel K., Combe F., Defrance H., Hemptinne J.-L., Hucbourg B., Regnard J.-L., 2011. Le pommier et ses bio-agresseurs, les composantes dynamique et structurelle de l'arbre modulent les dynamiques d'infestation et d'infection. *Innovations agronomiques* 15, 65-77.

• MAAF-ACTA. EcophytoPIC [en ligne]. Arboriculture – Prévention/Prophylaxie. Disponible sur : **http://arboriculture.ecophytopic.fr/arbo/pr%C3%A9vention-prophylaxie/mesures-agronomiques** [consulté le 10/06/14]

• Mercier V., Gueldry H., Neraudeau E., Chauffour D., 2005. Taille, irrigation et monilioses sur pêcher. Effets des pratiques culturales sur les attaques de monilioses en verger de pêchers. *Phytoma-La Défense des Végétaux,* 581, 40-41.

• Mercier V., Bussi C., Plénet D., Lescourret F., 2008. Effects of limiting irrigation and manual pruning on brown rot incidence in peach. *Crop Protection* 27, 678-688.

• Mercier V., Bussi C., Lescourret F., Génard M., 2009. Effects of different irrigation regimes applied during the final stage of rapid growth on an early maturing peach cultivar. *Irrigation Science* 27 (4), 297-306.

• Navarro E., Plénet D., 2002. Taille en vert du pêcher : l'arrachage manuel précoce des pousses végétatives est-il une technique alternative ? *Réussir Fruits & Légumes* 209, 38-41.

• Sauge M.-H., Grechi I., Poëssel J.-L., 2010. Nitrogen fertilization effects on Myzus persicae aphid dynamics on peach: vegetative growth allocation or chemical defence? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136, 123-133.

• Simon S., Lauri P.-E., Brun L., Defrance H., Sauphanor B., 2006. Does manipulation of fruit-tree architecture affect the development of pests and pathogens? A case study in an organic apple orchard. *J. Hort. Sci. Biotech*. 81(4), 765-773.

• Soing P., 2004. *Fertilisation des vergers : environnement et qualité.* Éditions Ctifl, Paris, 95 p.

• Thiéry D., Derridj S., Calatayud P.-A., Maher N., Marion-Poll F., 2013. L'insecte au contact des plantes. In Sauvion N., Calatayud P.-A., Thiéry D., Marion-Poll F. (eds), *Interactions insectes-plantes*. Éditions IRD, Quae, 347-368.

• Verpont F., Zavagli F., Giraud M., Favareille J., 2014. Vergers de pommier en agriculture biologique : impact des conduites sur les bio-agresseurs. *Infos-Ctifl*, 298, 30-35.

Pour en savoir plus sur les méthodes culturales en vigne

• Berthier C. (coord.), 2012. *Guide CepViti (Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytopharmaceutiques). Disponible sur* : **http://viticulture.ecophytopic.fr/vt/m%C3%A9thodes-de-lutte/autres-m%C3%A9thodes-alternatives/cepviti-co-conception-de-syst%C3%A8mes-viticoles** [consulté le 12/06/2014]

• MAAF-ACTA. EcophytoPIC Viticulture [en ligne]. Disponible sur : **http://viticulture.ecophytopic.fr/viticulture** [consulté le 10/06/14]