

Une démarche de conception et d'évaluation de systèmes de culture pour des vergers plus durables

Afin de répondre aux défis d'une agriculture durable et économiquement compétitive, il est nécessaire de concevoir de nouveaux systèmes de culture innovants et performants, associant les principes de l'agronomie et de l'écologie. L'objectif de cet article est de présenter la démarche de conception et d'évaluation des systèmes de culture en production fruitière et d'identifier quelques questions importantes soulevées par les acteurs de la filière lors de sa mise en œuvre.

Pour répondre aux enjeux environnementaux et au développement d'une agriculture durable et économiquement compétitive, il est indispensable de concevoir de nouvelles manières de produire qui associent les principes de l'agronomie et de l'écologie.

Cela implique une approche systémique pour :

- intégrer les interactions entre les techniques et les différentes échelles d'espace et de temps ;
- valoriser les processus naturels afin de réduire l'usage des intrants ;
- évaluer la performance des agro-systèmes selon les objectifs pluriels qui leur sont assignés sur le plan agronomique, économique, environnemental et social en fonction des contextes de production.

La conception de ces nouveaux modes de production a nécessité de développer et formaliser des démarches, des méthodes et des connaissances adaptées à cette approche complexe orientée vers l'innovation et l'action (Reau et Doré, 2008). L'objectif de cet article est de présenter la démarche de conception et d'évaluation des systèmes de culture en production fruitière et d'identifier quelques questions importantes soulevées par les acteurs de la filière lors de sa mise en œuvre.

Les concepts de base

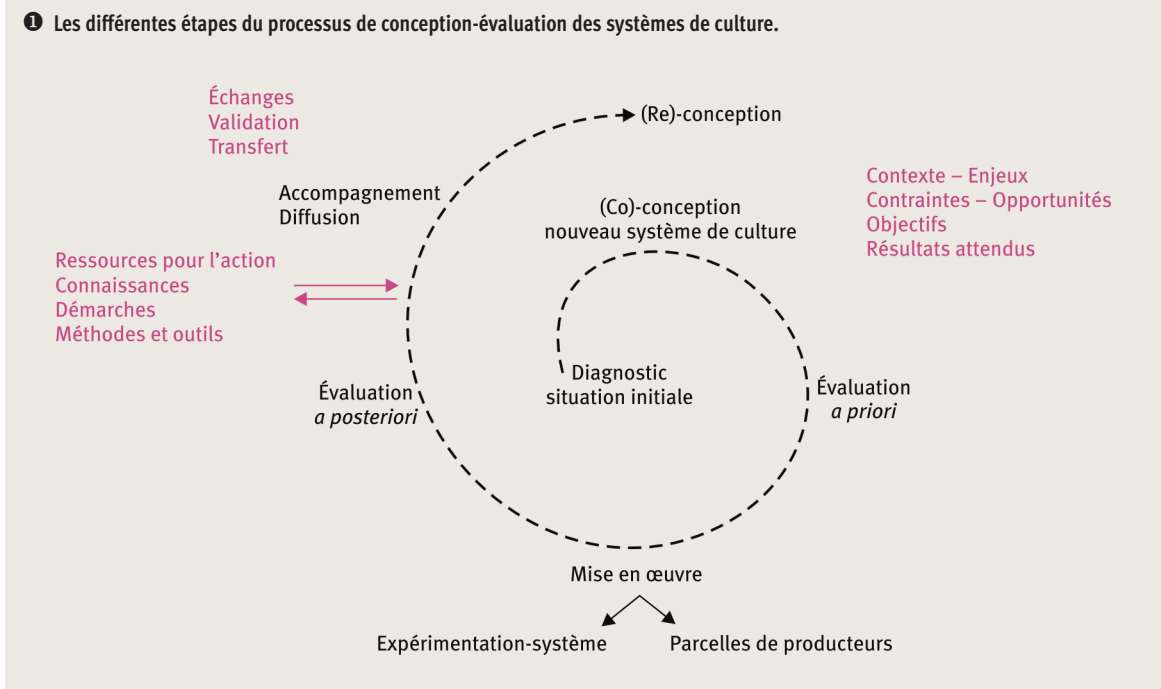
Pour accompagner ce travail d'innovation dans le domaine des productions végétales, les agronomes utilisent les concepts, proposés par M. Sebillotte, d'itinéraires techniques (ITK, « combinaison logique et ordonnée des techniques mises en œuvre sur une parcelle en vue d'en obtenir une production » à une échelle

annuelle) et de systèmes de culture (SdC, ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles gérées de manière identique à une échelle pluriannuelle). Ces concepts induisent un double regard sur le champ cultivé à la fois :

- comme un système biophysique complexe avec ses différents compartiments et composantes (peuplements végétaux cultivés ou non, sol, atmosphère ; composantes physiques, chimiques et biotiques) en évolution permanente sous l'influence du climat et des techniques ;
- comme objet de mise en œuvre de logiques d'action des agriculteurs qui peuvent être décrites sous forme de systèmes décisionnels.

Un système de culture est ainsi représenté comme un système piloté à une échelle pluriannuelle par un agriculteur en fonction d'objectifs dans un contexte caractérisé par des potentialités et des contraintes. C'est un système adaptatif, au sens où l'agriculteur adapte ses pratiques à sa situation de production, caractérisée par l'état des facteurs biophysiques et socio-économiques qui président à la production végétale afin d'atteindre un ensemble d'objectifs agronomiques, économiques, environnementaux et sociaux.

L'élargissement des objectifs visés pour répondre aux nouveaux enjeux environnementaux et aux incitations des politiques publiques qui en découlent, tout en maintenant voire augmentant la capacité productive, incite de plus en plus à raisonner et gérer la parcelle cultivée insérée dans un paysage ou un territoire comme un agro-écosystème. Il s'agira de valoriser des fonctions écologiques nécessaires au maintien du système (ex. : pollinisation, prédation, préservation de la fertilité du sol) qui supportent divers services écosystémiques (ex. : production,



régulation des bioagresseurs) et contribuent à la régulation des grands cycles biogéochimiques. Cette vision des systèmes de culture s'inscrit dans la démarche de l'agroécologie qui vise à intensifier l'utilisation des processus écologiques naturels dans les agrosystèmes et à renouveler l'approche des interactions entre techniques et processus écologiques, entre disciplines scientifiques, et entre agriculture et société pour une transition vers une agriculture plus durable. Cela renforce l'importance d'une co-conception de nouveaux modes de production dans le cadre d'un partenariat élargi avec les différents acteurs des filières.

La démarche de conception-évaluation de SdC peut être décomposée en cinq étapes interdépendantes qui s'insèrent dans un processus itératif (figure ❶) organisé autour d'une spirale de progrès pour produire des systèmes innovants, des ressources pour l'action et une dynamique au sein d'un collectif d'acteurs partageant leurs savoirs et compétences.

Étape 1 – Diagnostic de la situation initiale

Le diagnostic doit permettre de caractériser le contexte de production des exploitations ou des territoires concernés avec leurs contraintes et leurs atouts, ainsi que les perspectives d'évolution des enjeux économiques, agronomiques et environnementaux. Il peut mobiliser des méthodes comme le diagnostic agronomique régional et/ou environnemental à différentes échelles (parcelle, exploitation, territoire...). Il conduit à questionner les pratiques agricoles et à identifier le cadre des atouts et contraintes du contexte analysé.

Étape 2 – Co-concevoir de nouveaux systèmes de culture

Dans ce contexte, il s'agit d'explicitier et de hiérarchiser les objectifs assignés aux nouveaux SdC pour répondre aux enjeux émergents, puis de définir les stratégies pour atteindre les résultats espérés qui vont orienter les choix

et les combinaisons cohérentes des leviers d'action qui sont ensuite déclinés en règles de décision opérationnelles pour gérer chaque intervention technique, leurs modalités de mise en œuvre mais également leurs interactions. La conception de nouveaux SdC est généralement réalisée par différents types d'acteurs : les producteurs avec leur conseiller technique en binôme ou en groupe, des collectifs associant chercheurs, expérimentateurs, conseillers agricoles et producteurs pionniers au sein d'ateliers de co-conception. Ces acteurs doivent pouvoir mobiliser différents types de ressources :

- des connaissances sur les nouvelles « techniques » (technologies, variétés adaptées aux systèmes économes, outils d'aide à la décision...) pouvant être intégrées à la construction du nouveau SdC ;
- des démarches pour aider à assembler un ensemble de techniques connues ou nouvelles en un corpus cohérent (ITK ou SdC), ce qui nécessite d'être en capacité de pronostiquer les synergies entre les techniques, leurs effets non intentionnels et leurs interactions avec les états et conditions du milieu ;
- des méthodes et outils pour évaluer *a priori* les performances et les impacts possibles des SdC imaginés. Cette étape de conception génère un ou plusieurs prototypes de SdC potentiellement innovants par rapport aux nouveaux enjeux.

Étape 3 – Mise en œuvre opérationnelle des systèmes de culture innovants

La mise en œuvre des SdC potentiellement innovants peut se faire directement dans les conditions des exploitations agricoles lorsque les modifications proposées ne font pas prendre de risques économiques inconsidérés. Un accompagnement important de l'agriculteur par son conseiller technique est nécessaire car il ne s'agit plus de maîtriser une nouvelle technique, mais bien une combinaison cohérente de techniques et de leurs interactions

► pour atteindre des objectifs parfois plus difficiles à observer (ex. : favoriser la régulation naturelle des bioagresseurs pour réduire l'usage des pesticides).

Lorsque les SdC innovants sont très en rupture par rapport aux pratiques actuelles, une évaluation en station d'expérimentation est souvent nécessaire. Une méthodologie spécifique a été développée : l'expérimentation-système (Deytieux *et al.*, 2012). Elle se distingue très profondément des expérimentations factorielles par les objets testés (SdC ou ITK conçus pour atteindre des résultats explicites et pluriels) et la formalisation de toutes les interventions techniques selon un schéma décisionnel, généralement sous forme d'une succession de règles d'action (Si... Alors... Sinon...), permettant de gérer les opérations et leurs modalités en fonction des conditions du milieu ou de la culture grâce à des indicateurs de pilotage. Ce schéma décisionnel sert de protocole expérimental à respecter par l'expérimentateur.

Étape 4 – L'évaluation des systèmes de culture

L'objectif principal est d'évaluer le SdC selon trois dimensions :

- sa faisabilité technique,
- sa capacité à atteindre les résultats techniques et économiques qui lui sont assignés lors de la conception par le producteur,
- la performance globale du SdC par rapport aux critères de la durabilité (agronomique, économique, environnemental, social).

En production fruitière, les critères de qualité des fruits (dont l'aspect visuel) sont très importants du fait des conséquences sur leur valeur marchande, la satisfaction des consommateurs et la santé. Il s'agit aussi de produire des données et des références sur de nouveaux SdC souvent en forte rupture par rapport aux systèmes pratiqués dominants. Cette pluralité des objectifs et des critères complexifie l'évaluation des expérimentations-systèmes et nécessite la mise au point d'outils adaptés à une évaluation multicritère de la durabilité des SdC (Alaphilippe *et al.*, 2014).

Étape 5 – Diffusion, transfert et accompagnement des producteurs

Cette étape concerne les aspects de diffusion et transfert, et plus largement l'accompagnement des agriculteurs dans la transition vers des systèmes de culture économes en intrants et vers l'agroécologie. L'idée est bien entendu de ne pas transférer des SdC « clés en main », mais un cadre de réflexion et des ressources mobilisables pour que le producteur, en lien avec son conseiller technique et/ou dans le cadre d'un collectif, puisse construire sa propre solution, adaptée à sa situation et à ses objectifs, qui réponde également aux nouvelles exigences sociétales et environnementales.

Les questions fréquentes des acteurs lors de l'appropriation de la démarche

L'appropriation de la démarche de conception-évaluation de SdC innovants par les acteurs des filières de la production fruitière provoque certaines interrogations. Nous présentons les plus fréquentes, ainsi que les initiatives mises en place pour essayer d'accompagner les acteurs dans cette démarche.

Faut-il concevoir des systèmes en rupture ou les améliorer progressivement ?

Deux méthodes de conception sont surtout mobilisées pour concevoir de nouveaux SdC. La conception *de novo* cherche à explorer le champ des possibles pour proposer des systèmes innovants en rupture avec la situation initiale. Elle se pratique de plus en plus dans des ateliers de conception de prototypes à dire d'experts, avec des collectifs d'acteurs qui valorisent la complémentarité des savoirs (connaissances scientifiques, savoirs techniques et savoir-faire). La conception incrémentale ou pas à pas organise une transition progressive des SdC existants par des améliorations successives (ex. : substitution de traitements phytosanitaires par une technique alternative). Cette méthode débute nécessairement par l'étape de diagnostic de la situation initiale et s'appuie sur des boucles d'apprentissage. Elle est donc bien adaptée aux producteurs car elle prend en compte leurs contraintes et leurs objectifs pour élaborer des SdC opérationnels et offre l'intérêt d'apprendre « chemin faisant » sans prise de risque majeure.

En production fruitière, nous utilisons de manière complémentaire ces deux modes de conception. La conception *de novo* lors de la plantation d'un nouveau verger pour définir des objectifs et des orientations stratégiques en rupture par rapport aux vergers existants : ceux-ci conditionnent les choix de plantation (éléments structurels) et les grands leviers d'action à mobiliser lors de la formation du verger puis pendant les années de production afin de bien prendre en compte les synergies ou les antagonismes entre les différents choix techniques. Il est cependant difficile d'établir de manière prévisionnelle l'ensemble des règles de gestion du verger du fait de l'importance des effets cumulatifs dans les SdC pérennes qui rendent illusoire un pronostic fiable sur le fonctionnement du verger sur le long terme. Chaque année, il est recommandé de ré-initier une démarche de conception pas à pas pour décrire la situation et modifier éventuellement les règles de conduite en fonction de l'état réel du verger (viguer des arbres, état sanitaire et nutritionnel du verger...), voire introduire de nouvelles techniques alternatives. En revanche, cette construction progressive peut modifier en profondeur la cohérence et les résultats attendus du SdC, générant alors un système différent de celui initialement conçu. Cela peut poser des difficultés méthodologiques lors de l'évaluation de SdC expérimentaux innovants car les performances mesurées sur le moyen terme ne sont plus attribuables à un même jeu de règles d'action.

Comment mobiliser de nouveaux leviers pour concevoir des systèmes de culture économes en intrants de synthèse ?

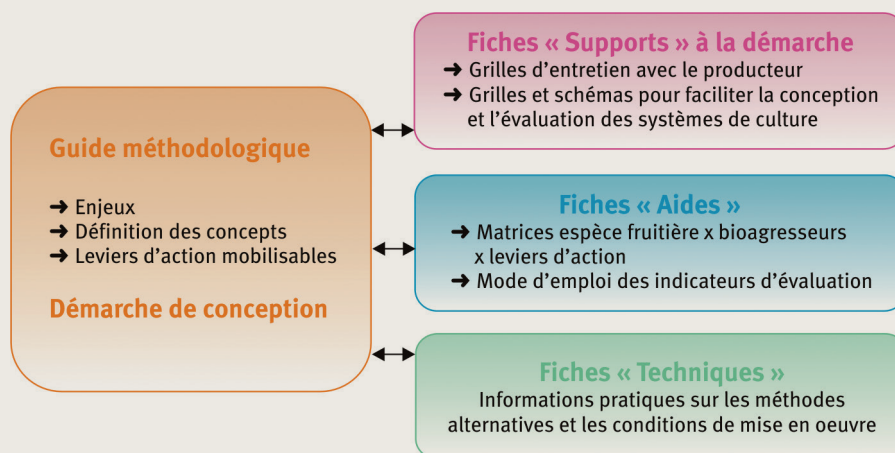
C'est une des questions dominantes dans le cadre du plan Ecophyto qui ambitionne de réduire fortement l'usage des produits phytopharmaceutiques en France. En effet, de nombreuses techniques alternatives ont été testées ces dernières années, mais aucune démarche n'était proposée pour aider les producteurs à les mettre en œuvre d'une manière cohérente.

Aussi, à la demande du ministère en charge de l'agriculture et sous l'égide du Groupement d'intérêt scientifique (GIS) de la filière « Fruits », nous avons coordonné

l'élaboration d'un guide de conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques pour accompagner la réflexion des producteurs et de leurs conseillers, ou de collectifs engagés dans la démarche (Laget *et al.*, sous presse). Ce guide a été rédigé par un groupe d'experts scientifiques et techniques. Les ressources proposées (figure 2) permettent de structurer et formaliser les réflexions, ainsi que de choisir des leviers limitant l'usage des pesticides, grâce à une description précise des méthodes alternatives actuellement disponibles, de leurs conditions d'application et de leur efficacité selon les couples bioagresseurs x espèces fruitières.

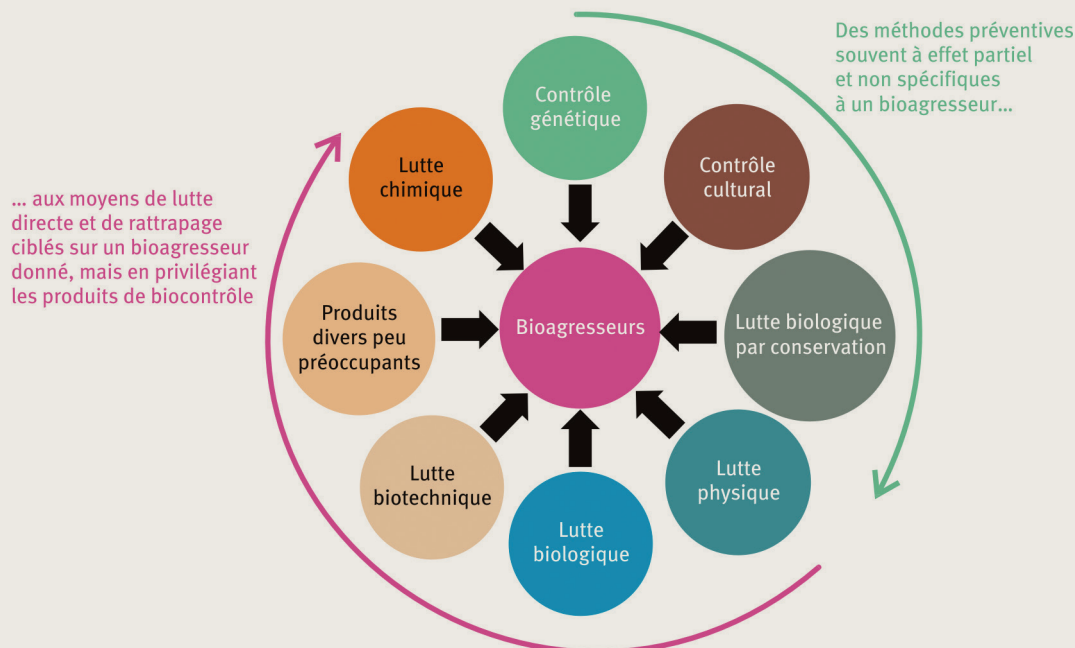
L'activité de conception doit permettre de combiner un ensemble de leviers d'action visant à défavoriser le développement des bioagresseurs dans le verger et à réduire les dommages aux récoltes de manière préventive, pour n'utiliser les moyens de lutte chimique qu'en dernier recours (figure 3). Dans cet objectif, les moyens de lutte biologique (conservation des auxiliaires présents, utilisation de produits microbiologiques ou piégeage massif) sont des leviers d'action d'un grand intérêt en verger. Ils demandent de continuer à développer des connaissances pour raisonner les actions de protection et d'aménagement favorables à la biodiversité fonctionnelle aux échelles les plus pertinentes par rapport aux processus

2 Les éléments constitutifs du guide de conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques (source Guide Ecophyto Fruits).



3 Les catégories de leviers d'action mobilisables en production fruitière pour diminuer préventivement la vulnérabilité du verger aux attaques des bioagresseurs et utiliser les produits phytopharmaceutiques en dernier recours afin de réduire leur usage.

Combiner différents modes d'action pour rendre le système moins vulnérable aux bioagresseurs



► écologiques en jeu : aménagement d'infrastructures agroécologiques au sein des paysages, gestion collective d'une méthode comme la confusion sexuelle pour augmenter son efficacité, etc.

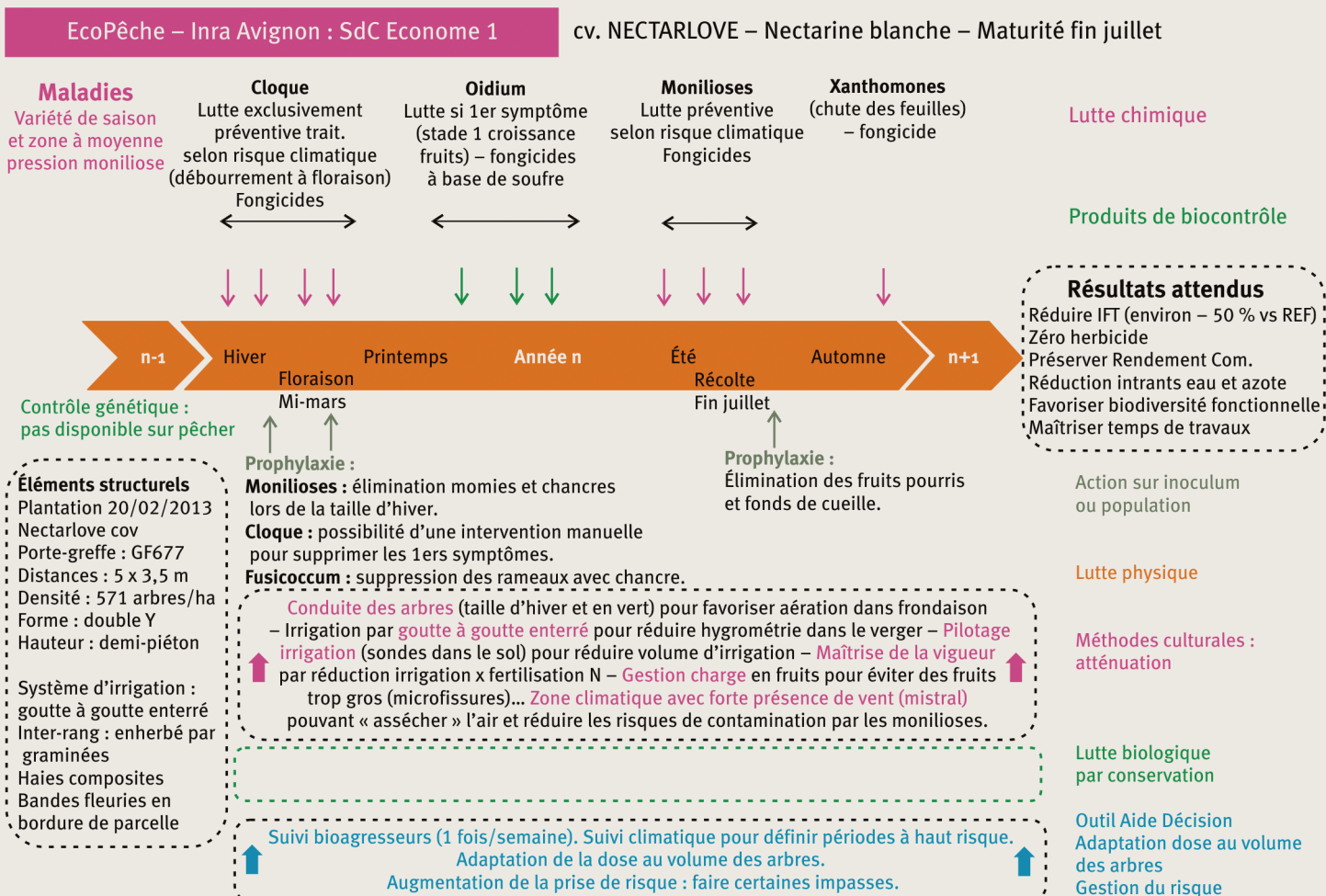
Une représentation précise du SdC innovant est proposée pour faciliter son transfert. La figure 4 montre par exemple les stratégies mises en place pour réduire l'usage des produits fongicides en vergers de nectarines dans le cadre d'une expérimentation système. En l'absence de matériel végétal résistant aux principales maladies en pêcher et de méthodes alternatives de substitution, la réduction de la sensibilité aux maladies impose l'association de méthodes culturales, de la prophylaxie et une augmentation de l'efficacité des interventions avec des produits de biocontrôle et de synthèse.

Comment expérimenter de nouveaux systèmes de culture ?

Les essais systèmes de culture modifient fortement la méthodologie expérimentale. Il faut par exemple s'interroger sur les dimensions pertinentes des parcelles expérimentales selon les échelles d'action des processus mis en jeu (dynamique des populations des bioagresseurs

et la précision des variables à mesurer (comptabiliser le temps de travail, les consommations d'énergie...). De nombreux expérimentateurs s'interrogent aussi sur la nécessité d'avoir recours à un SdC de référence (« témoin » : SdC reproduisant les pratiques locales des agriculteurs ou les recommandations actuelles) mis en expérimentation parallèlement au SdC innovant pour comparer les résultats entre les deux systèmes. En fait, dans un essai-système, l'évaluation de chaque système peut se faire dans l'absolu c'est-à-dire en analysant si les résultats qui lui ont été assignés ont bien été atteints. Les performances du SdC innovant peuvent aussi être positionnées par rapport à des référentiels (bases de données technico-économiques, statistiques régionales sur l'utilisation d'intrants comme l'indice de fréquence des traitements...), ces référentiels étant malgré tout assez rares en production fruitière. Aussi, dans de nombreuses situations, nous considérons qu'il est utile d'avoir recours à un système de référence car cela facilite l'analyse et la compréhension des résultats de certains critères très dépendants des conditions du milieu (ex. : niveau d'utilisation des produits phytopharmaceutiques en lien avec la pression locale des bioagresseurs, analyses de la bio-

4 Exemple de combinaisons de méthodes pour contrôler les maladies dans un verger de nectarines. L'augmentation de la résilience du SdC grâce aux actions via la plante (atténuation) doit compenser l'augmentation de la prise de risque.



diversité fonctionnelle et des niveaux de prédateurs des bioagresseurs par les auxiliaires dans les SdC de référence et innovants...).

C'est pour répondre aux très nombreuses questions que se posent les nouveaux expérimentateurs des essais-systèmes que le GIS « Fruits » participe à la rédaction d'un guide pratique pour l'expérimentation système de culture, guide devant être disponible fin 2015.

Conclusion

La production fruitière est confrontée à de profondes mutations liées à l'émergence de nouveaux enjeux économiques, écologiques et sociaux. Pour y faire face, de nouveaux modes de production écologiquement et économiquement performants doivent être imaginés, testés et adoptés. Une démarche générique et globale de conception-évaluation de systèmes de production a été développée ces dernières années pour concevoir des vergers innovants.

La mise en œuvre de cette démarche systémique pointe l'importance de certains aspects.

Pour concevoir des systèmes innovants et opérationnels, il est impératif de mobiliser une intelligence collective associant des connaissances scientifiques et techniques, et des savoir-faire grâce à la complémentarité des différents acteurs (chercheurs, ingénieurs, expérimentateurs, conseillers, agriculteurs « pionniers »...). Cette démarche va aussi générer de nouvelles connaissances, méthodes et outils qui vont enrichir le corpus de départ, et produire des références originales car documentant de nouveaux SdC adaptés aux exigences du futur. Il est cependant indispensable de transformer les connaissances et les références acquises en ressources utiles pour l'action, le conseil et la formation en développant des moyens de communication adaptés aux publics visés.

L'adoption de SdC innovant peut être freinée par l'appréhension des risques de pertes économiques et des répercussions profondes dans l'organisation du travail au sein des exploitations. Une dynamique de groupe autour d'un conseiller permet de créer un espace de dialogue, de partage d'expériences et de savoir-faire entre les producteurs, ce qui peut contribuer à diminuer l'appréhension du risque.

Cette transition vers des systèmes de production reposant sur les principes de l'agroécologie met aussi en évidence le besoin de faire évoluer les métiers, en particulier celui de conseiller-animateur, qui doit accompagner ce changement vers des systèmes moins normatifs et développer des compétences nécessaires à une analyse systémique. Des besoins en ingénierie agroécologique sont aussi nécessaires pour piloter les SdC innovants qui cherchent à concilier les performances productives et écologiques. Il faut en effet apporter des réponses opérationnelles à certaines problématiques, comme par exemple l'aménagement des surfaces d'intérêt écologique au sein des exploitations, la gestion maîtrisée de réseaux trophiques (plantes, bioagresseurs, auxiliaires) au sein des vergers grâce aux pratiques culturales, etc.

Enfin, concevoir de nouveaux modes de production plus respectueux de l'environnement invite aussi à s'interroger sur les exigences de plus en plus contraignantes d'un marché mondialisé et sur une valeur marchande des fruits suffisante et équitable pour soutenir les efforts et les prises de risque des producteurs dans leur transition vers une agriculture plus durable. ■

Les auteurs

Daniel PLÉNET

INRA, Institut national de la recherche agronomique
UR1115 Plantes et systèmes de culture horticoles
F-84914 Avignon Cedex 09 – France
✉ daniel.plenet@avignon.inra.fr

Sylvaine SIMON

INRA, Institut national de la recherche agronomique
UE0695 Unité expérimentale Recherches intégrées
Gotheron – F-26320 Saint Marcel-lès-Valence – France
✉ sylvaine.simon@avignon.inra.fr

Remerciements

Les auteurs remercient tous les collègues et les partenaires qui ont contribué à enrichir nos points de vue sur la démarche de conception-évaluation de systèmes de culture en production fruitière. Le guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques a été réalisé par un groupe d'experts scientifiques et techniques, sous l'égide du GIS « Fruits » et la coordination de l'INRA, à la demande du ministère en charge de l'agriculture avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

EN SAVOIR PLUS...

ALAPHILIPPE, A., SIMON, S., PLÉNET, D., 2014, Conception et évaluation de systèmes de culture à bas intrants phytosanitaires sur pommiers – L'expérimentation système BioREco, in: LAURI, P.-E. (Ed.), *Conception de systèmes horticoles innovants. Bases biologiques, écologiques et socio-économiques*, FormaSciences, INRA-CIRAD, EcoHort, Agrenium, École Chercheurs INRA - CIRAD du 11 au 14 mars 2013, Sète, France, 254 p.

DEYTIEUX, V., VIVIER, C., MINETTE, S., NOLOT, J.-M., PIAUD, S., SCHAUB, A., LANDE, N., PETIT, M.-S., REAU, R., FOURRIÉ, L., FONTAINE, L., 2012, Expérimentation de systèmes de culture innovants : avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle, *Innovations Agronomiques*, n° 20, p. 49-78.

LAGET, E., GUADAGNINI-PALAU, M., PLÉNET, D., SIMON, S., ASSIÉ, G., BILLOTE, B., BORIOLI, P., BOURGOUIN, B., DEVAUX, M., FRATANTUONO, M., GUÉRIN, A., HUCBOURG, B., LEMARQUAND, A., LOQUET, B., PARVEAUD, C.-E., RAMADE, L., RAMES, M.-H., RICAUD, V., ROUSSELOU, C., SAGNES, J.-L., ZAVAGLI, F., 2015, *Guide pour la conception de systèmes de productions fruitières économes en produits phytopharmaceutiques*, Ministère de l'Agriculture-GIS Fruits, sous presse.

REAU, R., DORE, T. (COORD.), 2008, *Systèmes de culture innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer*, Educagri éditions, Dijon, 175 p.