

## Axe thématique 3 : Connaissance du fonctionnement et maîtrise des bio-agresseurs

---

Les bio-agresseurs (virus, bactéries et phytoplasmes, champignons, insectes, nématodes, acariens ...) sont une contrainte majeure dans les divers systèmes de production fruitière qui ont des pas de temps pluriannuels. Ils vont jusqu'à affecter la durabilité de la production que ce soit au plan agronomique, environnemental ou économique.

Il est difficile de dresser ici une liste exhaustive, par ailleurs très conséquente, des agents pathogènes des espèces fruitières. Nous aborderons seulement ceux qui sont considérés actuellement comme les plus préjudiciables à la production et aux fruits et pour lesquels un manque de connaissances existe ; ceux-ci nécessitent donc un travail spécifique de recherche ou expérimentation.

Les méthodes de lutte pour limiter les pertes sont multiples et peuvent être complémentaires. Elles doivent être compatibles avec la rentabilité et la durabilité des infrastructures, permettre la production de fruits qui répondent aux exigences du marché et prendre en compte la demande sociétale et les exigences réglementaires.

Ces méthodes de lutte se situent dans un contexte en pleine évolution lié à :

1. **La réduction et sécurisation de l'utilisation des produits phytosanitaires** (y compris en zone non agricole) pour notamment réduire de moitié l'utilisation des pesticides (Plan Ecophyto 2018).
2. **Une réglementation française/européenne plus contraignante**, s'agissant tant des agents de quarantaine que de l'homologation des produits phytosanitaires auxquels s'ajoutent les exigences des standards privés.  
D'un côté, ce contexte invite à des modes de production plus économes en intrants (phytosanitaires en particulier) et susceptibles d'apporter un bénéfice environnemental à l'ensemble de la collectivité ; de l'autre les standards privés comportent des contraintes fortes concernant l'aspect du fruit qui peuvent aussi contribuer à augmenter les traitements phytosanitaires pour s'y conformer.
3. De nouvelles **maladies et des ravageurs émergents**, dans le contexte évolutif des échanges mondiaux et de changements climatiques.
4. L'évolution des **systèmes de production impliquant des modifications** allant du niveau de la parcelle à la **composition et la structure des paysages et à l'organisation socio-économique** (ex. circuit court vs circuit long n'ayant souvent pas les mêmes attendus en terme d'aspect du fruit).

La mise en œuvre de **procédures** pour parvenir à la **maîtrise durable** des bio-agresseurs dans les systèmes de production fruitière est complexe et fait appel à des approches multidisciplinaires qui, en conjuguant les compétences, devraient permettre de mieux maîtriser les dégâts. Elle nécessite la mise en place d'une recherche concertée entre les différentes acteurs, filières publiques et professionnelles, prenant en compte la **variabilité spatio-temporelle de l'hôte et du bio-agresseur**, la **composante agronomique** (itinéraires techniques et leur évolution temporelle), raisonnant à l'échelle de **complexe plantes-bio-agresseurs** et intégrant les **facteurs environnementaux** tels que la composante paysagère et la biodiversité cultivée et sauvage.

Les questions posées pour arriver à contrôler les bio-agresseurs peuvent se décliner sur les points concernant :

- La maîtrise de la production de matériel sain,
- Une meilleure connaissance de la biologie et de l'épidémiologie des bio-agresseurs, en prenant en compte les ravageurs et maladies émergentes et le couple hôte/bio-agresseur,
- Le développement de nouvelles méthodes de lutte génétiques, biologiques et biotechnologiques,
- L'amélioration des systèmes de production existants et la conception de nouveaux itinéraires techniques.

## 1-Maîtrise de la production de matériel sain

Le plant fruitier à la particularité d'être, pour la plupart des espèces concernées par notre réflexion, un assemblage d'une variété greffée sur un porte-greffe. La production de matériel sain est particulièrement importante pour l'avenir du verger car elle permet d'éviter des bio-agresseurs qui seront très difficilement maîtrisables par la suite : virus, phytoplasmes et bactéries classiques. La maîtrise de l'état sanitaire des plants pose des questions nouvelles, à la fois en termes de connaissance et de détection des nouveaux agresseurs (introduits ou émergents dans un contexte de mondialisation des échanges) et en termes d'outils de détection dans un contexte d'évolution rapide des techniques. Le contexte technique de changement des modes de production des plants et le contexte réglementaire en pleine évolution renforcent les besoins de ce secteur. Il y a là un domaine de connaissances qui doit être actualisé en permanence pour être à l'optimum de son efficacité et asseoir la compétitivité de la filière.

La nécessité de produire des plants sains par multiplication végétative est également une thématique importante pour les espèces non arboricoles comme le fraisier, le framboisier ou le kiwi.

## 2. Connaissance de la biologie et de l'épidémiologie des bio-agresseurs

Les discussions ont fait apparaître un consensus sur le manque de connaissances sur certains agents pathogènes ou ravageurs. Au cours de la réunion, les participants ont établi la liste suivante : pucerons, mouches, bactérioses, monilias, cochenilles, campagnols, oïdiums, tavelure poirier, hoplocampe, maladies de conservation. Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par la suite et des priorités seront aussi à définir.

Des niveaux d'analyses mal ou peu pris en compte ont également été soulignés :

- L'analyse du **fonctionnement dynamique des pathosystèmes en conditions fluctuantes** doit être plus largement développée, la plupart des études étant réalisées en conditions contrôlées et stables. Les conditions du changement climatique, jusqu'à l'occurrence plus élevée d'événements extrêmes, sont au cœur de ces préoccupations (à relier avec l'axe thématique « Adaptation et anticipation du changement climatique »).
- La prise en compte **du complexe « Plante/Bio-agresseurs »** est nécessaire pour répondre aux questions suivantes : peut-il y avoir synergie ou compétition entre les différents pathogènes, entre les différentes résistances, entre les voies de défense mobilisées par la plante et sa croissance ? Plus généralement, quelles sont les voies de régulation des bio-agresseurs par la plante et comment les piloter ? En regard de cet aspect, quels sont les niveaux quantitatifs et qualitatifs des dommages causés par les bio-agresseurs en fonction de leur dynamique ?
- Il est important **d'intégrer** à ce complexe **la composante « Auxiliaires »**, en s'interrogeant sur le potentiel de régulation par les auxiliaires et sur les moyens de l'exprimer et donc de considérer plus largement le complexe « Plante/Bio-agresseurs/Auxiliaires ».

Les approches sur la connaissance des bio-agresseurs doivent être également renforcées. A côté d'outils classiques, ces approches doivent intégrer les nouveaux outils de séquençage haut débit avec les puissances de calcul associées.

(i) **Les outils de diagnostic et de détection**, plus particulièrement pour les pathogènes de quarantaine ou les bio-agresseurs émergents ou pouvant potentiellement être introduits doivent être développés. Un des exemples est celui des phytobactérioses, où les priorités de recherche concernent l'identification des bactéries pathogènes et la structure des populations des bactéries responsables d'émergence ou de ré-émergence de maladies au verger. Par ailleurs, il faut tirer parti d'un réseau de surveillance ainsi que d'une veille technique aux niveaux national et européen qui permettront de mieux **prendre en compte les nouveaux risques à venir** pour les maladies/ravageurs non encore présents en France.

(ii) La **description du cycle biologique ainsi que l'épidémiologie du bio-agresseur** en lien avec la diversité climatique et des itinéraires culturaux des différents bassins de production participent largement à une meilleure connaissance des conditions de son développement. Un des points soulignés a été la nécessité de l'analyse de **la dispersion du bio-agresseur, la compréhension des facteurs de résurgence des bio-agresseurs émergents, l'analyse de l'hétérogénéité des pressions inter- et intra-parcellaire**, en incluant les voies de dissémination/transmission. Cette analyse nécessite **l'acquisition de données** qui aujourd'hui font parfois défaut. Les résultats pourront être intégrés aux **réseaux d'épidémiologie-surveillance** et permettront de mettre en place des **outils pour la modélisation** et de réfléchir dès aujourd'hui à des méthodes de lutte alternatives.

(iii) Enfin, la **compréhension des mécanismes du pouvoir pathogène** est un point-clé dans l'élaboration du contrôle d'un bio-agresseur. En particulier, connaître l'évolution du pouvoir pathogène face aux pressions de sélection vis-à-vis d'un bio-agresseur (résistances génétiques et autres méthodes de lutte) est nécessaire pour améliorer la durabilité des méthodes de lutte (ex : disposer et diffuser des informations sur les pathotypes présents dans chaque bassin de production).

### 3. Développement de nouvelles méthodes génétiques, biologiques et biotechnologiques

#### 3.1 Approche génétique

(i) La voie recherchée en amélioration des plantes pour la résistance à des maladies est **l'identification puis l'introgession de résistances durables** aux bio-agresseurs, que ce soit au niveau de l'espèce fruitière ou de son porte-greffe (lorsqu'il y en a). Plus largement, la faisabilité et la durabilité de stratégies génétiques de multi-résistance doivent également être analysées en conservant la dimension de l'acceptabilité du produit final par les marchés et les consommateurs (notion de production sécurisée).

(ii) Pour les espèces arboricoles, poursuivre la recherche sur les porte-greffe, en prenant en compte dès aujourd'hui leur compatibilité future avec les techniques alternatives de demain.

(iii) Il apparaît indispensable d'accompagner la nouvelle variété d'un **mode d'emploi** précisant les périmètres de son utilisation et notamment de l'efficacité de la résistance. Cette démarche inclut l'association de la composante génétique et de techniques culturales pouvant en augmenter l'efficacité ou la durabilité. **L'adaptation aux bassins de production** est aussi une contrainte incluse dans le cahier des charges d'une nouvelle obtention variétale. Cette adaptation peut prendre plusieurs dimensions comme les contraintes environnementales (complexe de bio-agresseurs spécifiques d'un bassin de production, contraintes physiques etc.), les exigences du marché, les contraintes techniques imposées par les différents systèmes de production (irrigués ou non, palissés ou non, mécanisation de certaines étapes de production, etc.).

(iv) Une approche originale, adaptée à des marchés de niche, serait de conduire des **productions fruitières avec des mélanges variétaux** ; cette approche, déjà étudiée pour le pommier, pourrait faciliter la lutte contre les maladies fongiques aériennes.

(v) Il est important de continuer à travailler sur les méthodologies d'évaluation des variétés compétitives adaptées aux bas-intrants (en cours dans la cadre de la Charte Fruitière sur l'évaluation des nouvelles variétés) et de constituer des réseaux pour aborder cette thématique complexe.

### **3.2. Approches biologiques et biotechnologiques (lutte/protection alternative)**

L'utilisation de produits stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDP) est une alternative à développer. Cependant, leur efficacité n'est pas toujours avérée et il est nécessaire d'avoir une meilleure connaissance des mécanismes en jeu et des méthodes de mesure de l'efficacité des produits proposés (recherche de marqueurs de la stimulation des plantes) ainsi qu'une meilleure connaissance des moments les plus favorables à leur application par rapport au(x) bio-agresseur(s) ciblé(s).

Plusieurs points sont à développer pour l'étude des stimulateurs de défenses naturelles et des agents de bio-contrôle, des produits naturels et des médiateurs chimiques :

(i) Les méthodes d'évaluation de techniques alternatives dont les SDP et les produits de bio-contrôle doivent être améliorés.

(ii) Les dispositifs des essais doivent être harmonisés.

(iii) Ce travail doit s'effectuer en réseau pour être réellement efficace.

(iv) Un choix raisonné de molécules liées aux voies de défenses doit être établi.

(v) La prise en compte de l'impact de la formulation est importante.

(vi) Les essais des macro-organismes doivent être réalisés en concertation avec l'ensemble des équipes travaillant sur ces projets.

## **4. Amélioration et conception d'itinéraires techniques**

A côté de la connaissance du bio-agresseur et de l'hôte, il est indispensable d'envisager la culture dans son espace et avec ses contraintes. Cela conduit à améliorer et à concevoir des itinéraires techniques. Pour cela, il y a nécessité de développer un corpus méthodologique capable d'assister cette amélioration et cette conception (4.1) avant d'envisager les différentes étapes en jeu (4.2). Une des réponses parmi les systèmes de production plus spécifiques est l'agriculture biologique (4.3).

Toute cette partie appelle une forte concertation en interaction avec l'axe thématique 4 « **Approche système aux 3 échelles : parcelle, exploitation agricole et territoire** » de manière à ce que la maîtrise des bio-agresseurs soit bien cadrée dans une démarche générale de conception de systèmes techniques.

### **4.1. Développement d'un corpus méthodologique**

(i) Le premier élément pour envisager de nouveaux itinéraires techniques est le développement (au sens de l'adaptation, de la mise en œuvre ou de la mise au point) **de méthodes d'évaluation** des services éco systémiques concernés par le contrôle des bio-agresseurs, **et d'expérimentations système**. Le développement d'outils d'analyse comparative et de méta-analyses est également propice à une valorisation commune de données acquises sur des dispositifs différents, portant éventuellement sur des pathosystèmes différents. Une telle valorisation permet de pointer la genericité et les spécificités des cas d'étude.

(ii) **Les outils d'aide à la décision** sont capitaux pour diminuer les traitements phytosanitaires et mieux les positionner à l'échelle de la parcelle. Ils pourront être mis en place en s'appuyant sur des modèles développés au préalable.

(iii) L'étude du fonctionnement dynamique des pathosystèmes par l'analyse de l'interaction entre les différents ravageurs et maladies est indispensable à l'échelle de la parcelle, voire d'une région.

(iv) L'utilisation de la modélisation doit intervenir à ces différents niveaux, comme outil de connaissance ou d'exploration des systèmes, par la conception de modèles adaptés à des objectifs distincts : identification de paramètres épidémiologiques non directement accessibles du pathogène ou du ravageur, effet d'une ou plusieurs variables données sur le fonctionnement du système, interactions dans un système ouvert (prise en compte des éléments extérieurs au verger dans un contexte spatio-temporel réel : réseau de vergers, réseaux vergers-réservoirs de parasites ou d'auxiliaires, interactions entre cultures,...), simulation de situations et stratégies de lutte non directement observables en expérimentation directe (par ex. rechercher un maillage de vergers adapté à réduire la dissémination d'un pathogène disséminé par insecte:). Ce dernier type d'utilisation (qui suppose que l'on ait préalablement construit des modèles de dynamique des populations des ravageurs et d'épidémie des pathogènes explicites et opérationnels) a un potentiel énorme en culture fruitière pour explorer par simulation des stratégies de lutte ou des interactions entre stratégies de lutte qu'il n'est pas concevable d'expérimenter dans la réalité.

#### 4.2. Différentes étapes d'amélioration et de conception

Ces étapes ne sont pas véritablement chronologiques mais classées selon le gradient du paradigme ESR (Efficiency, Substitution, Redesign).

(i) **L'amélioration de méthodes existantes est une première étape.** Notamment, **l'efficacité de la pulvérisation** constitue un point crucial soulevé par de nombreux participants au groupe de travail. Elle constitue un levier très important dans la maîtrise par le producteur de l'application des produits. Pour prévoir l'agriculture de demain, il faut également prendre en compte la recherche de machines de pulvérisation adaptées aux techniques alternatives (nouveaux produits alternatifs, nouvelles méthodes de conduite des arbres, densité, etc.) mais aussi un calcul précis des volumes d'eau et des quantités de substance active à appliquer en fonction du volume de végétation.

(ii) **La conception de méthodes de lutte culturales ou par manipulation de l'habitat** est une seconde étape. Il s'agit par exemple de piloter les états de la plante par des pratiques culturales appropriées (fertilisation, taille, irrigation, ...) de manière à la rendre moins sensible aux bio-agresseurs, ou de favoriser l'action d'ennemis naturels de ravageurs par la gestion de leur habitat.

(iii) **La recherche de bonnes combinaisons de techniques de lutte** (méthodes génétiques et biologiques, méthodes culturales et de manipulation de l'habitat, traitements chimiques raisonnés) est l'étape la plus complexe. A ce stade on doit favoriser les synergies entre leviers pour parvenir à des solutions robustes de protection intégrée.

#### 4.3 Agriculture biologique (AB)

Pour l'arboriculture fruitière respectant le cahier des charges de l'AB, la maîtrise des bio-agresseurs est un point majeur. Actuellement l'AB est un mode de production en plein développement, qu'il convient d'accompagner avec un effort de recherche particulier. La majeure partie des points évoqués dans ce document concernent aussi bien l'AB que des systèmes conventionnels économes en intrants. Il y a cependant des besoins de recherche/expérimentation/développement spécifiques pour l'AB, ils concernent principalement :

(i) La modification de la réglementation générale sur les produits de protection des plantes, permettant d'intégrer l'arrivée sur le marché des produits qui n'entrent pas dans le champ des phytosanitaires ou des produits dits de bio-contrôle

(ii) La nécessité de travaux européens de veille réglementaire et technique pour développer des produits compatibles avec le cahier de charge de l'AB

(iii) Le développement de variétés rustiques spécialement adaptées à ce mode de production.

## 5. Accéder à un niveau d'analyse plus global

(i) Prendre en compte **un niveau plus large que celui de la parcelle** permettra (a) de mieux comprendre les liens entre le couvert et son environnement, (b) d'intégrer différentes disciplines dans les approches comme celles des sciences biologiques et des sciences humaines et sociales.

(ii) Inversement, la question de l'**impact de la parcelle fruitière sur l'environnement** au niveau du paysage et de la biodiversité pourra être prise en compte dans le contrôle des maladies/ravageurs.

(iii) Volets information, formation.

## 6- Lien avec les autres axes thématiques du GIS

### *Axe Thématique 1* « **Organisation des acteurs et compétitivité du secteur** »

Introduire la dimension socio-économique :

1-Identifier sur les marchés, les normes publiques et privées qui encadrent les processus de production et la qualité sanitaire des produits

2-Etudier les stratégies de commercialisation qui en découlent

3-Analyser les modes d'organisation au niveau de la mise en marché qui permettent d'être conformes aux normes des marchés

4-Evaluer l'impact de telles normes pour le producteur ?

Co-construction des idéotypes adaptés à chaque bassin de production

### *Axes thématiques 1 et 2:* « **Organisation des acteurs et compétitivité du secteur** » et « **Attentes sociétales** »

Acceptation par les metteurs en marché et par le consommateur des nouvelles variétés

### *Axe thématique 2:* « **Attentes sociétales** »

Échanges sur les travaux de priorisation et d'arbitrages par les consommateurs (et le circuit commercial), sur les critères d'aspect (voire de conservation/teneur) et de respect de l'environnement.

### *Axe thématique 4 :* « **Adaptation et anticipation du changement climatique** »

Lien concernant l'influence des changements climatiques sur biologie, épidémiologie, répartition géographique des bio-agresseurs.

### *Axe thématique 5 :* « **Approche système aux 3 échelles : parcelle, exploitation agricole et territoire** »

Lien fort avec la prise en compte du système de culture dans son ensemble pour la lutte contre les bio-agresseurs et au niveau de la prise en compte de la dimension « paysage » dans les études à mener.

Contraintes des différents cahiers des charges.

Contraintes du marché liées à l'obligation de résultats sur l'aspect visuel des fruits.

Comment organiser le transfert de l'innovation aux principaux intéressés, les producteurs fruitiers ?

Qui serait habilité à réaliser ce transfert ?

### *Axe thématique 6 :* « **Elaboration et maintien de la qualité des fruits frais et transformés** »

Liens concernant la qualité du fruit (absence de maladies de conservation, de toxines, de résidus) et l'élaboration d'idéotypes

## Conclusion

Dans un contexte de réduction et sécurisation de l'utilisation des produits phytosanitaires et d'une réglementation française/européenne plus contraignante, les recherches sur le contrôle des bio-agresseurs des productions fruitières doivent être innovantes et transdisciplinaires.

Ces recherches peuvent se regrouper en thèmes qui se complètent :

- Connaissance et fonctionnement des bio-agresseurs, en prenant en compte les ravageurs et maladies émergentes et le couple hôte/bio-agresseur,
- Le développement de nouvelles méthodes de lutte génétiques, biologiques et biotechnologiques,
- L'amélioration des itinéraires techniques existants et la conception de nouveaux systèmes de production.

Ces thèmes doivent également prendre en compte un niveau d'analyse plus global en abordant aussi l'échelle du paysage.

Enfin la multiplicité des espèces étudiées dans le GIS Fruit constitue une richesse, chaque question déclinée sur une espèce pouvant apporter des éléments de réponse sur les autres espèces, dans les approches utilisées et dans les applications des résultats.