

## Quelles solutions pour la maîtrise des maladies ? La modélisation des risques parasites

Un des enjeux forts de la filière viticole est de répondre aux obligations du plan Ecophyto: réduire de 25% puis 50% l'usage des produits phytosanitaires. Née des exigences d'une large majorité de la société, cette nouvelle contrainte relayée politiquement et médiatiquement, repose sur le constat de l'impact des produits de traitement sur la santé humaine et sur l'environnement. Le défi est donc de répondre à cette attente tout en maintenant une pérennité des exploitations.

La nécessité d'une protection phytosanitaire reste incontournable pour répondre aux objectifs quantitatifs et qualitatifs de production. La lutte contre le mildiou, l'oïdium et le black rot, représente près de 80% de la consommation des produits fongicides. Dans ce contexte, l'objectif est donc de «traiter mieux pour, si possible, traiter moins ».

Compte tenu de la panoplie des produits phytosanitaires disponibles sur le marché, et de leur mode d'action, le caractère préventif des traitements doit être privilégié autant que faire se peut pour assurer leur meilleure efficacité possible. En l'absence d'indicateurs physiques des événements contaminants voire des phases d'incubation, la modélisation reste l'un des seuls éléments de raisonnement possible dans le schéma décisionnel de lutte. Outil d'Aide à la Décision, elle délivre des informations prévisionnelles, arguments utiles pour étayer la prise de décision.

L'IFV Aquitaine-Charentes travaille à l'amélioration de ces OAD. La méthodologie, les modèles, les informations délivrées et les outils disponibles pour les évaluer sont ici présentés au sein de l'outil qui regroupe ces différents travaux : la plateforme Epicure ([www.vignevin-epicure.com](http://www.vignevin-epicure.com)).

### I-Epicure :

La base d'information de la plateforme Epicure est la représentation des trois piliers **climat, plante, parasite** qui constituent le socle de la méthodologie utilisée sur cette thématique par l'institut depuis le début des années 1980.

#### 1) Les données climatiques :

Les données météorologiques proviennent d'origine différente : station météorologique, radar, et permettent d'évaluer les variations climatiques. La base de données Epicure est enrichie quotidiennement et nourrit les modèles des informations nécessaires à leur fonctionnement. Actuellement, les relevés météorologiques majoritairement utilisés sont fournis par Météo France.

D'autre part, des prévisions météorologiques journalières établies pour les 14 jours suivants alimentent également le fonctionnement des modèles sur la base de trois scénarios :

- le scénario météorologique le plus probable (hypothèse probable : H50).
- un scénario pluvieux et chaud (hypothèse haute : H90)
- un scénario froid et sec (Hypothèse basse : H10)

Ces deux dernières hypothèses n'ont que 10% de chance d'être dépassées. Elles constituent le plus souvent une limite à la zone d'incertitude due à la prévision météorologique.

#### 2) Les données simulées :

Un nombre croissant de modèles décrivant **les parasites** deviennent accessibles. Trois d'entre eux

sont présents sur la plateforme Epicure: ils concernent les maladies cryptogamiques mildiou, oïdium, et black rot :

- Les **modèles Potentiels Systèmes** sont des modèles systémiques qui, par des équations mathématiques, proposent des théories biologiques tentant d'expliquer le déroulement d'une épidémie. Cette approche a parfois permis de mettre en évidence une théorisation fort intéressante de la lecture des épidémies : le rôle des contaminations primaires de mildiou dans la gravité des épidémies, le rôle des précipitations sur la propagation de l'oïdium, ...). Le fonctionnement des modèles Potentiels Systèmes repose sur le principe de l'adaptation du parasite dans son milieu environnant : afin de décrire le comportement du pathogène, le modèle Potentiel Système calcule l'écart entre les relevés météorologiques du millésime en cours et ceux historiques recueillis dans un référentiel de calcul. Le modèle évalue l'impact de ces écarts à la norme attendue par le champignon et les traduit sous forme de risque de développement épidémique : un risque potentiel de contamination est défini pour chacune des maladies cryptogamiques et le profil climatique du millésime est classé selon quatre niveaux plus ou moins favorables à son développement. De cette base d'information qualitative du développement parasitaire, il estime une **Fréquence (FTA)** et une **Intensité (ITA) Théorique d'Attaque** globale qui peuvent être comparées à la situation sanitaire observée sur des parcelles témoin non traité. L'ensemble de ces informations constitue la base de raisonnement pour l'élaboration de stratégies de lutte. L'IFV de Bordeaux travaille essentiellement avec ces modèles pour piloter l'ensemble de ses travaux, assurer la parution du bulletin hebdomadaire pour le CIVB et assister le comité de rédaction du Bulletin de Santé Végétale (BSV) dans son évaluation des risques épidémiques.
- Les **modèles déterministes dont MILVIT pour le mildiou, et SOV pour l'oïdium**, développés par le Service de la Protection des Végétaux comptabilisent le nombre d'événements climatiques favorables aux contaminations. En complément, un indice évalue le poids de l'ensemble de ces contaminations: plus il est élevé plus le risque est fort.
- Le **modèle EPI mildiou** créé au début des années 80 indique l'évolution d'un indice d'agressivité potentiel du mildiou au cours du temps en fonction des aléas climatiques.

### 3) Les données observées :

La validation en temps réel de l'information modélisée est indispensable en raison de la grande variabilité des combinaisons climatiques qui caractérisent un millésime. Les données modélisées sont confrontées à celles relevées sur le terrain pour s'assurer de la cohérence et de la qualité de l'information délivrée par le modèle. Ainsi, si la situation sanitaire décrite se révèle pertinente alors l'évaluation prédictive peut être prise en considération dans le schéma décisionnel de gestion sanitaire du vignoble.



**photo n°1** : dispositif bâché sur une piqueté

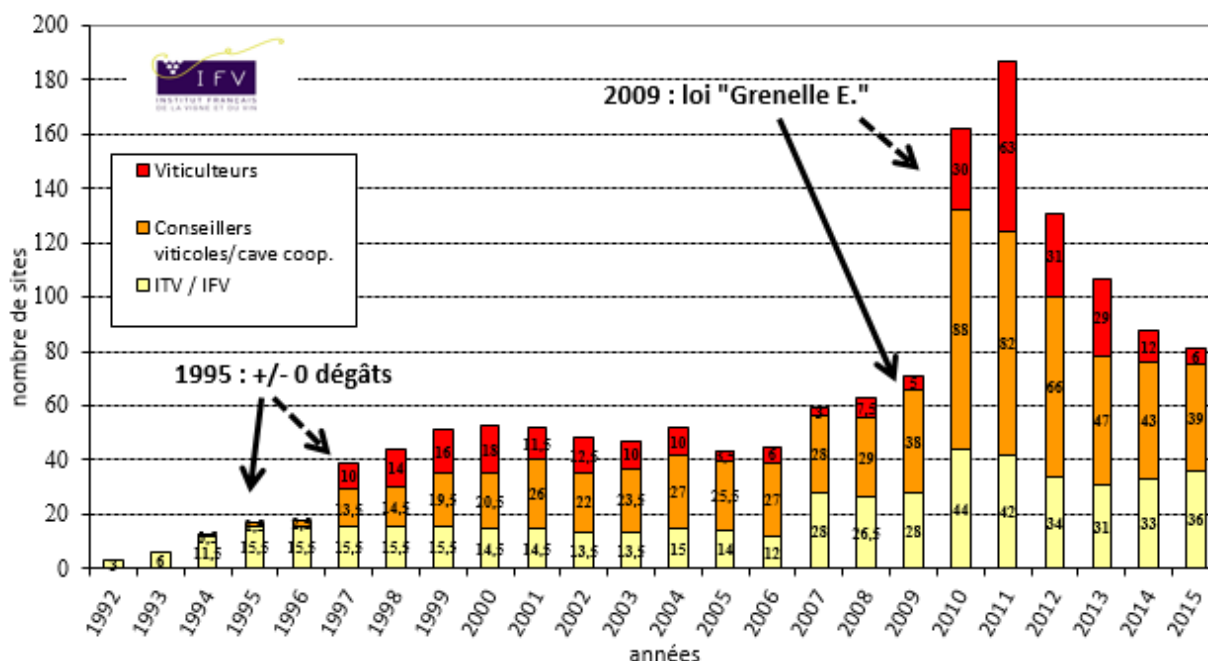
Concrètement, un réseau constitué de rangs non traités est observé sur le vignoble. Les notations hebdomadaires de ces sites fournissent une indication sur l'état sanitaire du moment. En appont, un dispositif de suivi sanitaire simplifié est mis en œuvre. Il consiste à réaliser des observations sur trois ceps au centre d'une piqueté bâchée lors des traitements. L'objectif étant de fournir des **Fréquences (FAO)** et **Intensités d'Attaque Observée (IAO)** sur feuilles et grappes pour chacune des maladies.

Le réseau a connu deux périodes clefs de développement : le premier consécutif à l'absence de dégâts sur les parcelles témoins non traitées en 1995, suscitant un questionnement de certains viticulteurs et conseillers viticoles sur leurs pratiques. Plus tard en 2009, l'adoption de la loi cadre du Grenelle Environnement imposant la réduction de l'usage des intrants phytosanitaires et encadrant leur usage a généré une deuxième vague d'accroissement du réseau. (cf. graphique n°2)

Depuis ces 4 dernières années, le nombre de sites observés ne cesse de diminuer malgré l'intérêt croissant des professionnels toujours plus désireux de pouvoir disposer d'une information sur l'évolution réelle de la pression sanitaire sur le vignoble. Actuellement, l'Aquitaine ne dispose plus que d'une observation faite chaque semaine sur 2500 ceps de vigne non traités pour une surface en production de plus de 120 000 Ha...

**Graphique n°2 :**

**Nombre de sites Témoins non Traités du réseau modélisation Epicure en Gironde de 1993 à 2015**



Afin que tout un chacun puisse participer, un outil collaboratif, le Web Alerte Vigne permet aux professionnels la saisie ponctuelle d'accidents sanitaires ou climatiques ([www.webalertevigne.com](http://www.webalertevigne.com)). L'ensemble de ces informations relevées est contrôlé puis intégré sur la base de données Epicure. Actuellement, un rapprochement est en cours entre ce système collaboratif et celui développé par

## II- Les outils de validation à disposition :

La mutualisation de l'information relevée sur le terrain est essentielle afin que les défaillances éventuelles des modèles soient détectées au plus vite. Cette démarche collective de validation en temps réel est fondamentale. Pour susciter l'adhésion du plus grand nombre, la nécessité d'une mise à disposition d'un ensemble d'outils d'évaluation des informations modélisées est incontournable.

L'appréciation des modèles est de deux ordres :

-qualitatif : apprécier leur capacité à repérer la période où les premières contaminations ont lieu, puis à décrire l'évolution épidémique du parasite durant la campagne (phase explosive ou de stabilité).

-quantitatif : évaluer leur aptitude à quantifier les taux de destruction.

### 1) Tableau synoptique de la fiabilité estimée des modèles :

Afin de synthétiser l'information globale et permettre une évaluation rapide des modèles, un synoptique de leur fiabilité est proposé et intégré dans le bulletin hebdomadaire mis en ligne sur le site du CIVB. Cette estimation est réactualisée chaque semaine lors de l'édition du document. Ce bulletin permet au lecteur d'évaluer rapidement la prévision météorologique envisagée. Pour chacune des maladies, mildiou, oïdium et black rot, il décrit la situation sanitaire simulée et celle observée. Il donne enfin une estimation des évolutions possibles décrites par les modèles pour les prochains jours en fonction des hypothèses météo. La traduction de l'état de chacun de ces indicateurs et de l'étendu du phénomène se traduisent sous la forme d'un jeu de couleur allant du vert (absence de risque) au rouge (risque généralisé) en passant par le jaune (risque local).

Une évaluation qualitative, à posteriori, peut être réalisée par la lecture des colonnes « calculé » et « témoins » :

- la détection des 1<sup>ères</sup> contaminations se traduit par l'apparition de la 1<sup>ère</sup> case jaune dans la colonne « calculée » puis elle doit être retranscrite à l'identique dans la colonne « témoin » en tenant compte du temps d'incubation. (cf. figure n°3).
- De même, chaque nouvelle période contaminatrice se traduit par un passage progressif du vert au jaune puis au rouge. (cf. figure n°4)
- Le changement d'état de chacune de ces colonnes traduit également la dynamique de l'épidémie (phase stationnaire ou de plateau, phase explosive).

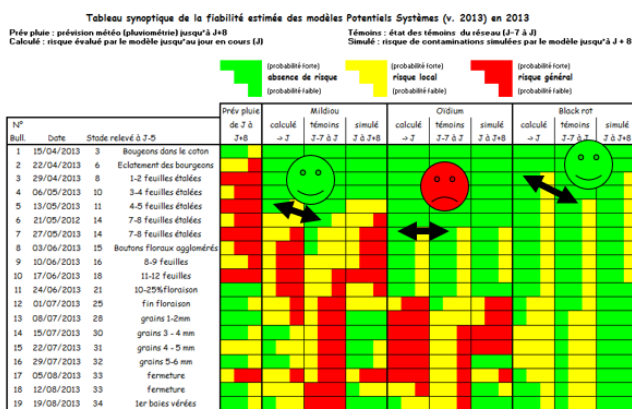


Figure n°3 : évaluation de la détection des 1<sup>ères</sup> contaminations.

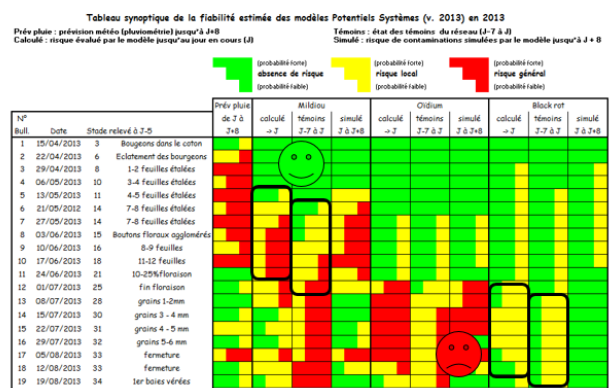
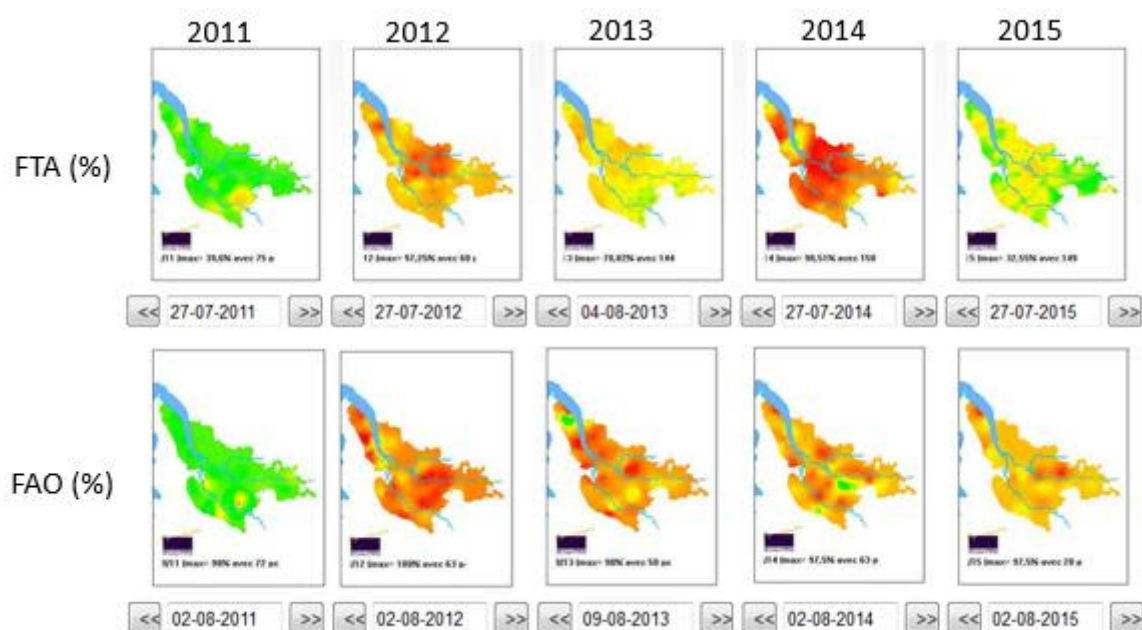


Figure n°4 : évaluation de l'évolution des épidémies.

## 2) Représentation cartographique :

L'autre outil de synthèse facilement accessible est la cartographie des données. Chacun des points de mesures est représenté par un point coloré. Une interpolation tenant compte du poids de chacun d'eux permet une coloration continue de la carte. L'échelle colorimétrique du vert puis jaune et enfin rouge est liée à celle des valeurs des indices représentés. La comparaison cartographique de la FTA et FAO (cf. figure n°5) à une semaine d'intervalle permet de juger la capacité des modèles à évaluer et quantifier la situation sanitaire sur l'ensemble du vignoble, et à spatialiser le développement épidémique de la maladie considérée.

**Figure n°5 :** confrontation de représentation cartographiques FTA et FAO mildiou au stade début véraison de 2011 à 2015



### **III- Etat des lieux sur les modèles Potentiels Systèmes :**

La modélisation en viticulture est une discipline récente : pour le mildiou, elle a débuté au milieu des années 1980, pour l'oïdium et le black rot une vingtaine d'années plus tard. La description du développement de ces parasites est donc encore imparfaite même si des progrès notables sont constatés au cours de ces dernières années. Un point sur les capacités et limites des modèles peut être fait.

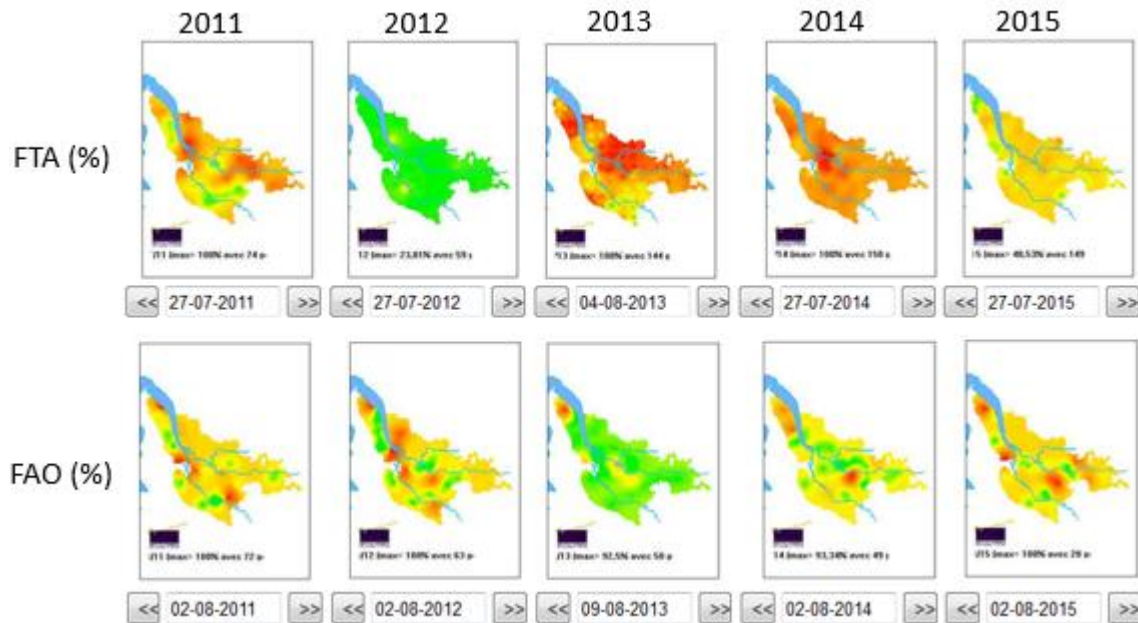
#### 1) Le modèle Potentiel Système mildiou :

Globalement, au cours de ces dix dernières années, exception faite de l'année 2015, le modèle a su convenablement décrire le démarrage épidémique en début de saison. L'évolution au cours du temps, les phases stationnaires ou d'exponentialisation de l'épidémie sont assez bien décrites. Toutefois, l'absence de prise en compte des données d'hygrométrie ou de durée d'humectation pénalise le modèle. En effet, il ne détecte pas les contaminations qui en sont issues.

Sur le plan de la spatialisation, le modèle présente toujours des difficultés de quantification sur quelques secteurs. Ces derniers sont souvent différents d'un millésime à l'autre, et généralement, la surface concernée est réduite.

#### 2) Le modèle Potentiel Système oïdium :

Le modèle présente certaines difficultés à détecter correctement le démarrage épidémique. Le plus souvent, cela correspond à une déclaration simultanée des premières contaminations simulées et des premiers symptômes relevés sur le réseau d'observation ! A l'inverse, les contaminations simulées peuvent parfois être un peu trop précoces. A l'exception de l'année 2012, nous constatons une surévaluation globale des dégâts au cours de ces 5 dernières années. (cf. figure n°6)



**Figure n°6 :** confrontation de représentations cartographiques FTA et FAO oïdium au stade début véraison de 2011 à 2015

### 3) Le modèle Potentiel Système black rot :

La détection des 1ères contaminations est globalement satisfaisante au cours de ces dernières années. Pour des millésimes de faibles pressions parasitaires, le modèle évalue correctement le développement du champignon. En situation climatique plus favorable, notamment ces deux dernières années, le modèle rencontre beaucoup plus de difficultés à décrire les différentes phases de développement et à les quantifier.

La modélisation est un outil indispensable dans le schéma décisionnel de traitement. Facilité par une popularisation de l'informatique et l'accessibilité à des puissances de calculs de plus en plus grands, les OAD dans le domaine viticole se développent mais restent encore perfectibles ! Nos connaissances épidémiologiques doivent encore être approfondies pour mieux cerner le développement des pathogènes et améliorer la capacité descriptive des modèles. Une démarche collective pour l'évaluation du risque basé sur une mutualisation des observations doit être renforcée. L'analyse de ces informations simulées par les modèles et observées sur le terrain doit servir d'argumentaire pour une évaluation individuelle tenant compte du contexte de son exploitation viticole, de son calendrier de traitement déjà réalisé et de son planning prévisionnel de chantiers. Cette adaptation locale doit conduire à l'appropriation des indications données pour aboutir à une décision qui, au final, relève de la seule responsabilité du viticulteur: traiter ou non.