

Arboriculture AB 2015

Sécuriser et régulariser la production en arboriculture biologique

Date : mars 2016

Rédacteur(s) : CAVIGNAC Sébastien

Essai rattaché à l'action n°: 18.2015.19

Titre de l'action : Prune d'Ente - Sécuriser et régulariser la production en arboriculture biologique

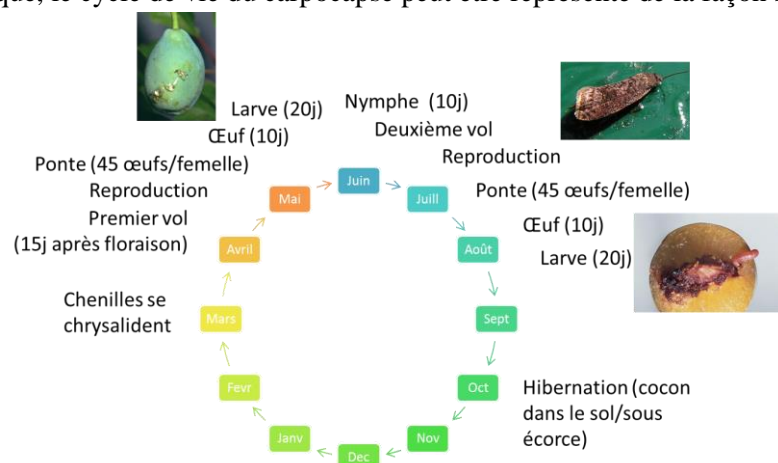
1. Thème de l'essai

La modélisation du cycle de vie des ravageurs, et par voie de conséquence des périodes à risque permet une lutte ciblée. L'objectif de cette lutte est double :

- Il s'agit d'une part de ne lutter que quand cela est pertinent. Le producteur peut ainsi économiser un certain nombre de traitements.
- Il s'agit d'autre part de lutter quand l'efficacité du traitement sera la plus optimale. En intervenant au moment opportun, le producteur maximise les chances de réussite de son action.

Des outils d'aide à la décision intégrant ces modèles sont mis en place pour aider les producteurs. À titre d'exemple, le Bulletin de Santé du Végétal informe l'ensemble des producteurs d'une zone donnée des périodes à risque. Intéressant, car accessible à tous, cet outil est cependant générique pour une zone donnée et manque de précision à l'échelle de l'exploitation. D'autres outils, comme Rimpro remplissent tout à fait cette fonction, mais sont limités à certaines maladies et certaines cultures (pomme notamment). La thématique de l'essai est de faire un screening des modèles existant pour identifier ceux qui auraient un intérêt à être utilisés à l'échelle de l'exploitation dans le cadre de la prune d'Ente en AB. Cette première année d'essai est consacrée aux modèles carpocapse.

De façon schématique, le cycle de vie du carpocapse peut être représenté de la façon suivante :



Le carpocapse de la prune présente donc plusieurs générations. Certains auteurs mentionnent le fait que depuis quelques années, une troisième génération peut être observée les années les plus chaudes. L'adulte pond sur les fruits. La larve dès sa sortie va pénétrer dans le fruit. Les périodes au cours desquelles l'animal est vulnérable (phase larve) sont donc extrêmement réduites.

Deux stratégies de protection se distinguent, auxquelles s'ajoute bien évidemment la prophylaxie qui vise à diminuer l'inoculum :

- (1) Gêner la ponte ou la pénétration de la larve en créant une barrière physique
- (2) Tuer la larve au cours de sa période migratoire

Le positionnement de ces stratégies est à l'échelle de la semaine voire de la journée. C'est pourquoi il est important de disposer de modèles précis.

2. But de l'essai

Evaluer la capacité prédictive de 4 modèles :

- (1) Modèle tordeuse d'après les sorties du BSV

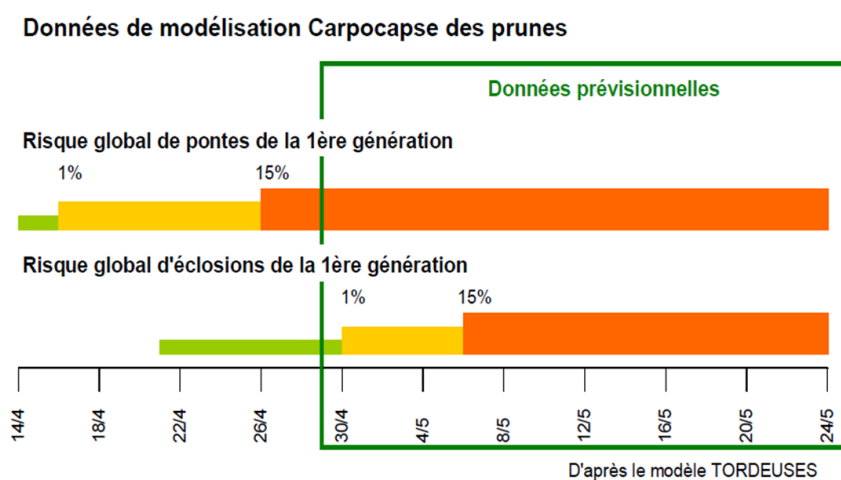


Illustration BSV Aquitaine

A partir de données issues de piégeages, le modèle Tordeuse indique les proportions d'individus qui entrent dans un stade donné. A l'aide de données météorologiques prévisionnelles, ils permettent de cibler les stratégies de protection. Il s'agit toutefois d'une donnée moyenne sur un secteur.

- (2) Modèle californien (Université d'agriculture de Californie).

Ce modèle est basé sur un nombre de degrés jours nécessaires pour atteindre une phase donnée.

	Somme de degrés par phases	Cumul
Œuf	75	75
Larve	175	250
Chrysalide	160	410
Fécondation	10	420

Il s'agit d'un modèle extrêmement simple à implémenter, car il suffit de comptabiliser la somme de degrés jours. En revanche il ne donne pas d'information sur l'étalement dans le temps que peut prendre une phase (voir par exemple le modèle tordeuse ci-dessus).

- (3) Modèle allemand (Kokuoukerk), basé sur la modélisation de la densité d'individus mesurée dans les pièges en fonction de la température.

Il se base également sur un cumul de température. Il prédit le pourcentage cumulé des individus adultes. Il faut donc le coupler avec d'autres modèles pour connaître l'ensemble des phases du cycle du carpocapse. L'intérêt de ce modèle est de modéliser les deux générations de façon indépendante (deux équations différentes) : l'imprécision de l'estimation du premier cycle n'est ainsi pas reportée sur le deuxième cycle. *A contrario*, si le décalage du premier cycle est bien réel, alors il n'en a pas tenu compte pour le second.

- (4) Modèle italien (Butturini), basé sur un processus de modèle à retardement qui simule les flux de population à travers les différents stades de développement. Ce modèle est construit comme une succession d'états (stades de développement) et de sous-états. Les différents individus de la population vont passer successivement dans ces états à une vitesse qui va dépendre de la température de la journée. La sortie du modèle est la proportion d'individus qui ont atteint un stade donné.

3. Facteurs et modalités étudiés

Le facteur étudié est le type de modèle.

Cet essai comporte 4 modalités : BSV, Californien, Allemand, Italien.

4. Matériel et Méthodes

Le principe de l'analyse consistera à mesurer la différence entre la prédiction du modèle et les observations des pics de vol.

Les données d'entrée des modèles sont les données météorologiques qui sont enregistrées à partir des stations météo.

La variable à prédire est le cycle de vie du carpocapse. Il est très difficile d'observer sur le terrain la dynamique des différentes phases (œuf, larve, papillon). La dernière étape est par contre aisée à suivre grâce aux piègeages à phéromone.

Le protocole d'essai consistera donc à enregistrer d'une part les données météorologiques et les données de vol lors de la phase adulte des papillons.

Les différents modèles seront ensuite utilisés pour estimer la période modélisée de cette phase adulte.

Enfin, la période observée et la période estimée seront comparées.

Les données du modèle BSV sont celles issues des bulletins. Les autres modèles ont été programmés sous R.

5. Résultats

Certains modèles représentent l'ensemble du vol (début, pic, fin). D'autres se contentent d'une date. Afin de les comparer entre eux, nous utilisons ici la date du pic de vol.

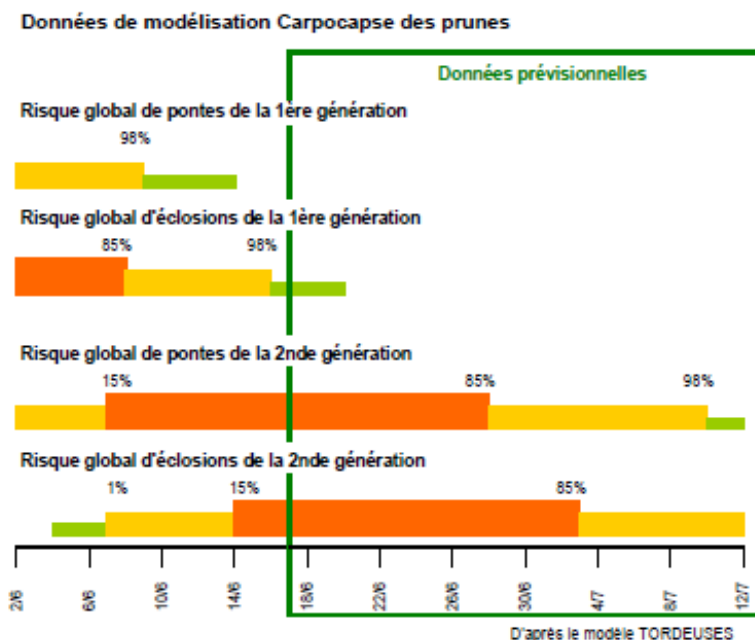
	1 ^{ère} génération	2 ^e génération	3 ^e génération
Observation terrain			
	24 avril	20 juin	31 juillet
Modèle			
BSV	9 mai	16 juin	20 juillet
Californien		16 juin	18 juillet
Allemand	22 avril	6 juillet	
Italien	12 mai	30 juin	3 août

Nombres de jours de décalage :

	1 ^{ère} génération	2 ^e génération	3 ^e génération	Moyenne
BSV	15	4	11	10
Californien		4	14	9
Allemand	2	17		9.5
Italien	18	10	3	10,3

Illustration des sorties des modèles :

Modèles BSV



Le modèle Tordeuses propose une période de vol qui est traduit par une période de risque qui est comprise entre 15% des insectes entrés dans une phase du cycle et 85 % des insectes dans ces mêmes phases. Les sorties sont très visuelles et permettent d'adapter sa stratégie selon son aversion au risque. Les résultats montrent un certain décalage entre les prévisions et la réalité. Il faut signaler que le modèle global a été comparé aux sorties d'une zone donnée. Il est donc

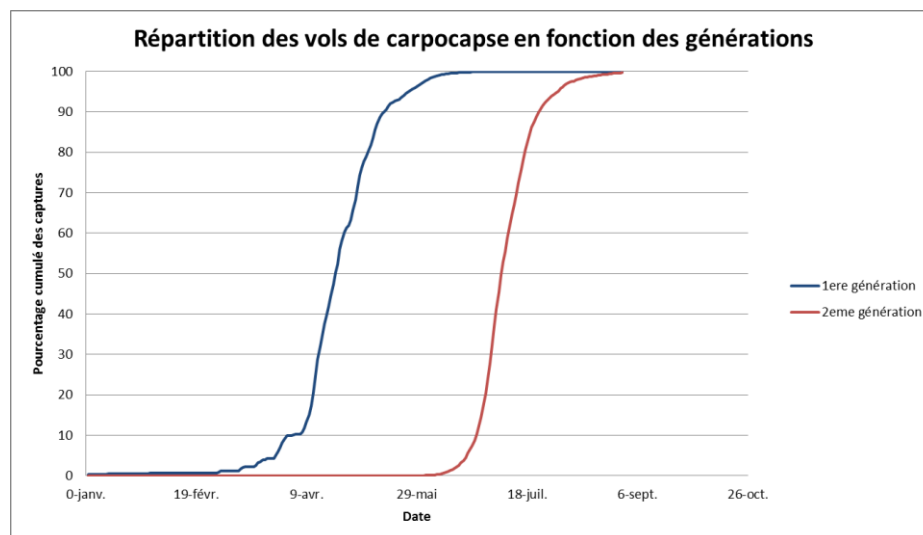
nécessaire de tester le modèle à l'échelle locale, à savoir le site où sont enregistrées les données météo et sont mesurés les vols de carpocapse.

Modèle Californien :

	Somme de degrés par phases	Cumul	
Œuf	75	75	20/04
Larve	175	250	05/05
Chrysalide	160	410	31/05
Fécondation	10	420	15/06
	Somme de degrés par phases	Cumul	
Œuf	75	75	16/06
Larve	175	250	23/06
Chrysalide	160	410	06/07
Fécondation	10	420	17/07

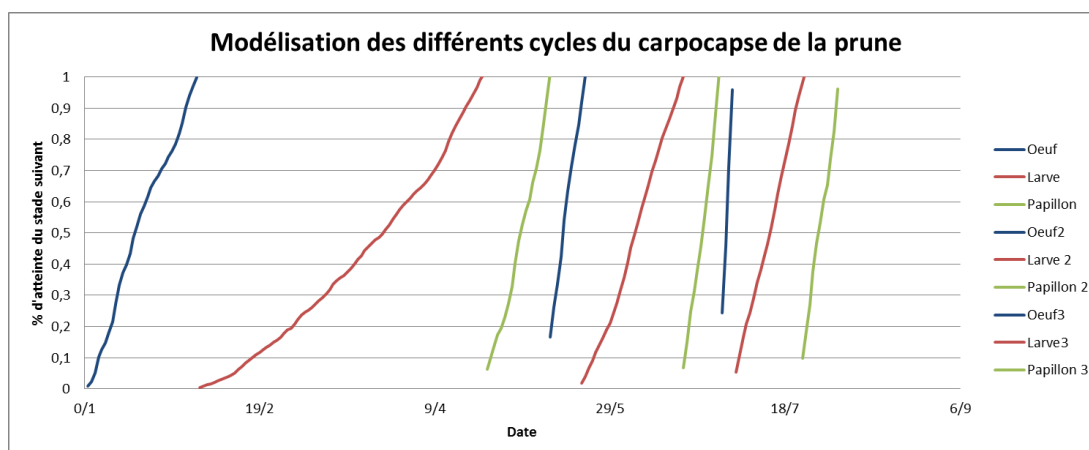
Ce modèle est très simple à utiliser et se révèle toutefois assez fiable en l'état, avec une tendance à anticiper les risques. Il ne prédit en revanche qu'une seule date. La somme de degrés par phase est calculée à partir de 0°C et sans limites supérieures. Dans la littérature, des exemples de bornes à cette fonction de somme de degrés jours sont souvent citées. Cette modification permettrait de limiter la dérive du modèle. Par ailleurs, ce modèle ne permet pas de prédire le premier vol. Il ne présente un intérêt que pour les vols suivants.

Modèle Allemand :



L'intérêt de ce modèle est de pouvoir prédire les vols en connaissant la température jusqu'à une date donnée et les températures prévisionnelles pour la suite. Il s'est révélé très précis sur la première génération. Par contre la deuxième génération est fautive et il ne propose pas de troisième génération.

Modèle Italien



Le modèle italien est extrêmement complexe à implémenter, avec de nombreux paramètres à calibrer. Dans cette étude il a été utilisé avec les valeurs italiennes des paramètres. Ces valeurs conduisent à retarder fortement les prévisions concernant le premier cycle. Le retard se répercute sur les cycles suivants, mais les prévisions s'améliorent : en moyenne sa valeur prédictive est comparable aux autres modèles.

6. Conclusions de l'essai

Avec une moyenne de 10 jours d'erreur sur la prévision du pic du vol, aucun modèle n'est en l'état satisfaisant pour une utilisation précise à l'échelle de l'exploitation.

Il est cependant intéressant de constater que sans aucun recalibrage, les 3 modèles étrangers ont un résultat moyen assez proche du modèle français. Ceci signifie qu'une marge de progression est encore possible.

Par ailleurs, chaque modèle présente des avantages et inconvénients.

Le modèle californien ne permet pas de prédire le premier vol. Dans des conditions moyennes de température, il est assez fiable. Par contre, en cas de trop fortes chaleurs, il surestime la vitesse de croissance du carpocapse. Ce modèle pourrait donc être amélioré en modifiant la fonction permettant de calculer le nombre de degrés jours pour passer d'un cycle au suivant : nous pourrions par exemple inclure des seuils minima et maxima au-delà desquels les degrés ne seraient pas comptabilisés.

Le modèle allemand s'est révélé très précis sur la première génération. Sur la suivante, il est moins bon et ne prévoit pas de troisième génération. Un recalibrage des courbes puisque ces dernières sont indépendantes est donc nécessaire pour ces deux générations.

Le modèle italien gagne en précision avec l'avancée de la saison. Le paramétrage fixant le nombre de sous-stades (autour de 40) avant de passer au stade suivant peut contraindre au ralentissement du démarrage. Ici encore, ces paramètres mériteraient d'être recalibrés pour évaluer pleinement le potentiel de ce modèle.

Enfin, ces observations ne résultent que d'une seule année de mesure. Il serait nécessaire de les multiplier dans le temps pour évaluer correctement les modèles. Dans l'état actuel des analyses, le compromis qui à ce jour semble le plus efficace serait un couplage entre le modèle allemand pour prédire le premier cycle et le modèle californien pour les cycles suivants.



La responsabilité du ministère chargé
de l'agriculture ne saurait être
engagée.

