

# Modèle fruitweb Carpocapse

Le modèle est basé sur le modèle du carpocapse développé en Suisse par Graf, Höhn, Höpli et Kuske 2018. Il s'agit d'un modèle de population, c'est-à-dire que tous les stades commençant par les pupes du carpocapse au printemps sont simulés. Au début du modèle, on suppose 100 nymphes.

Une attention particulière a été accordée à la ponte, aux larves L1 et aux trous frais percés par les larves L1. Les vols, la ponte et les trous sont effectués chaque jour en fonction des conditions climatiques. La présence des papillons (femelles) et les stades larvaires sont indiqués sous forme de somme et leur développement dans le temps.

## Point de départ (Biofix) :

Si la date de première capture n'est pas encodée, le modèle commence à calculer les sommes de température à partir du 1er janvier ( $T_0 > 10^\circ\text{C}$ , valeur moyenne 417 DD, SD 63) pour l'éclosion des premiers carpocapses. Les pupes du carpocapse se développent à trois vitesses différentes. Cela dépend de l'exposition de la nymphe au soleil. Pour l'instant, le rayonnement solaire réel n'est pas encore utilisé pour calculer la vitesse de développement, mais des paramètres théoriques sont pris en compte. Toutefois, cette méthode sera bientôt remplacée par celle publiée par Graf et al. 2003, qui inclut le rayonnement solaire.

Les premiers tests ont montré que le calcul du démarrage des vols avec cette méthode fonctionne très bien. Cela est particulièrement vrai pour la région du sud de l'Allemagne et de l'Alte Land. S'il devait y avoir des différences dans d'autres régions, il est possible de démarrer le modèle manuellement en saisissant le début du vol (piège à phéromones). Les premiers papillons capturés dans la région sont décisifs. Veuillez donc relever vos pièges ou demander à vos conseillers de vous communiquer cette date.

## Fécondité des femelles

Selon les études de Graf et al. 2018, la fertilité est maximale au début de leur activité de ponte (après la phase de pré-oviposition) et diminue ensuite de manière significative avec le temps. Graf et al. 2018 travaillent avec une distribution de Weibull. Nous avons fait une approximation avec une distribution d'Erlang ( $T_0 > 10^\circ\text{C}$ , valeur moyenne 115 DD, SD 66).

## Dépôt des oeufs

Les femelles du carpocapse pondent leurs œufs le soir, au crépuscule. L'intensité de la ponte dépend de 3 facteurs

Moment de la journée : les œufs sont pondus avant et après le coucher du soleil. Pour l'intensité de l'activité de ponte dans le temps, nous avons utilisé une distribution normale. L'intensité la plus élevée se produit au moment du coucher du soleil (valeur moyenne 2 heures, SD 0,5 heures).

Conditions météorologiques: l'intensité de la ponte dépend de la température. En dessous de  $14^\circ\text{C}$ , il n'y a pas de ponte. La température optimale est de  $23$  à  $25^\circ\text{C}$ . Au-delà de  $31^\circ\text{C}$ , aucun œuf

n'est pondu. En cas de pluie, la ponte est interrompue.  
Fécondité: voir ci-dessus

## Développement des œufs et des larves

Les paramètres suivants sont utilisés pour le développement des œufs et les différents stades larvaires

Stade de développement	Valeur moyenne DD	SD en %	Seuil de développement T°	Distribution
Oeufs	78	10	10°C	Erlang
L1 Larves	45	10	10°C	Erlang
L2 Larves	45	10	10°C	Erlang
L3 Larves	45	10	10°C	Erlang
L4 Larves	55	10	10°C	Erlang
L5 Larves	120	10	10°C	Erlang
Pupes	159	6	10°C	Erlang

Chaque étape a été soumise à deux vitesses de développement. D'une part, la somme des températures a été calculée sur la base de la température de l'air mesurée, et d'autre part, un supplément a été calculé pour la partie de la population qui est exposée à un rayonnement solaire plus élevé (analogue au développement post-diapause).

## Méthode de calcul

Le modèle de carpocapse a été développé sur la base du modèle de « time varying distributed delay model » (Manetsch 1976). Cela permet de calculer le développement de chaque individu simulé par intervalle de temps. Par conséquent, les transitions entre les différents stades (œuf, larve, pupa et adulte) ne sont pas normalement distribuées mais suivent une distribution d'acquisition.

## Littérature

T.J. Manetsch (1976). Time-varying distributed delays and their use in aggregative models of large systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 6: 547–553.

B. Graf, H. Höhn, H.U.Höpli und S. Kuske (2018). Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards. The Netherlands Entomological Society *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166: 618-627

B. Graf, H.U. Höpli und H. Höhn (2003). Optimizing insect pest management in apple orchards with SOPRA. Bulletin IOBC/SROP, Vol.26 No.11:43-48