

**Constituer un réseau de surveillance pour lutter contre la Mouche de la Carotte,
notamment en Maraîchage Biologique**

Piégeage et Modélisation pour optimiser la lutte contre ce ravageur

**Chambre d'Agriculture de la Haute Garonne
Partenariat Fredec Midi-Pyrénées**

2009-2011

2^{ème} année 2010

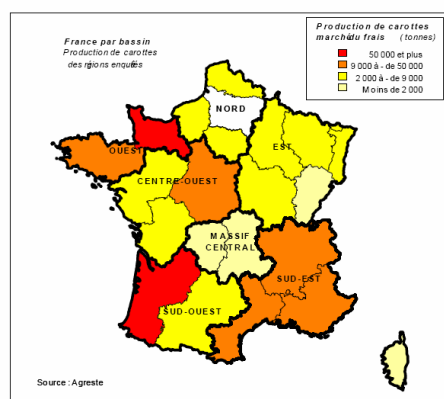
Cadre général

Importance de la carotte en France (Source Agreste)

La France est le deuxième pays producteur de carotte de l'Union Européenne derrière la Pologne. Elle a produit 300 000 tonnes sur 8 500 hectares (carottes en frais), entre mai 2008 et avril 2009.

En France, principalement 3 bassins sont producteurs de carotte :

- le sud-ouest avec Aquitaine et Midi-Pyrénées qui représentent 4 231 hectares avec 142 562 tonnes de production pour 2007, la région Aquitaine représentant 42,2% de la production nationale
- l'ouest avec les régions Basse-Normandie et Bretagne qui représentent 28,4% de la production nationale, sur 1 979 hectares pour une production de 75 605 tonnes
- le sud-est (la région PACA) représente 7,3% de la production avec 1 162 hectares pour une production de 37 120 tonnes.



La carotte est un légume de base de l'alimentation, de ce fait, elle est produite de façon à alimenter le marché le plus longtemps possible.

Même si le tonnage produit en Midi-Pyrénées est bien plus faible que celui produit en Aquitaine, cette production y reste importante puisqu'elle concerne plus de 200 producteurs en maraîchage biologique et autant en conventionnel.

Dégâts dus à la mouche de la carotte

La **mouche de la carotte** (*Psila rosae*) engendre des pertes économiques importantes de par la dépréciation directe qu'elle cause sur la carotte. Selon Villeneuve et al (2007) un lot présentant 3% de carottes atteintes est impossible à trier et nécessite des surcoûts inacceptables. Au-dessus de 15%, la parcelle est abandonnée.

Cette mouche engendre des dégâts souterrains ayant pour conséquence visible une modification du comportement de la plante : perte de vigueur, jaunissement des feuilles de la base et rougissement du feuillage.

Après que la mouche ait pondu dans le sol, à proximité des carottes, les larves pénètrent dans les racines. Elles y creusent des galeries, situées entre 5 à 15 cm de profondeur.

Sur toutes jeunes carottes, les attaques de mouche peuvent provoquer la destruction des jeunes plantes, un arrêt de croissance ou la déformation des racines qui deviennent courtes, étranglées et/ou fourchues.

Par la suite, au fur et à mesure de leur développement, les larves du deuxième et troisième stade établissent dans l'axe principal de la carotte un réseau de mines qui sont généralement réparties sur toute la racine ou plus superficielles à proximité du collet à l'automne.

Au printemps et au début de l'été, les galeries ne s'accompagnent généralement pas de pourriture secondaire. Par contre à l'automne et l'hiver, les galeries présentent une coloration noirâtre liée au développement de pourritures diverses.

Les dégâts pourront encore prendre de l'ampleur après la récolte, lors du stockage, si des carottes pourrissantes entrent en contact avec des carottes saines.

Lutte contre la mouche de la carotte

La **mouche de la carotte** est un ravageur contre lequel les maraîchers en agriculture biologique sont démunis. La lutte consiste à couvrir la culture d'un voile P 17 ou insect bio qui empêche la ponte de la mouche sur la culture et limite ainsi les ravages.

Le problème pour le producteur est de savoir quel est le moment le plus propice pour poser le voile afin de protéger la culture. Il n'est pas envisageable de couvrir la culture durant toute la période végétative à cause, entre autres, des interventions de désherbage mais aussi de la perte de rendement engendrée par une présence trop longue du voile.

La lutte contre la mouche de la carotte en maraîchage conventionnel est également un problème important à considérer, du fait de la disparition ou de l'interdiction d'utiliser certains insecticides du sol, dans le cadre de la révision des substances actives et de la directive 91/ 414.

Un maraîcher conventionnel ne dispose aujourd'hui que de méthodes de lutte chimique sur insecte adulte, d'où l'importance de positionner judicieusement le traitement en fonction des piègeages. Et mieux, si le modèle prévu est validé, déterminer efficacement la période à risque.

Objectifs

Face à cette situation, la Fredec Midi-Pyrénées, dans le cadre du projet « Constituer un réseau de surveillance pour lutter contre la Mouche de la Carotte, notamment en Maraîchage Biologique - Piégeage et Modélisation pour optimiser la lutte contre ce ravageur », porté par la Chambre d'Agriculture de la Haute-Garonne, sur 2009-2011, a mené des actions :

- suivre les périodes de vol de cet insecte par piégeage
- comparer ces piégeages, en fonction des températures enregistrées, avec les prévisions des dynamiques de vols du modèle SWAT et ainsi optimiser les méthodes de lutte (test sur la corrélation entre les vols suivis par piégeage sur Midi-Pyrénées et leurs prévisions selon le modèle SWAT)

visant à :

- **valider le modèle de prévision du vol** de la mouche de la carotte SWAP en Midi-Pyrénées
- **anticiper le vol** et couvrir les parcelles de carotte par le voile P17 au moment opportun, grâce au modèle validé et aux données climatiques
- **créer un réseau de suivi et d'alerte** pour cibler au mieux la lutte contre la mouche de la carotte
- **préparer un travail de vulgarisation** auprès des conseillers de Chambres d'agriculture ou de groupements ou directement auprès des producteurs en fonction des résultats obtenus

Réalisation

1- Choix des sites de piégeage

En 2010, les sites ont été choisis par les Chambres d'Agriculture de la Haute-Garonne et du Tarn ainsi que la Fredec Midi-Pyrénées :

- deux sites en Haute Garonne suivis par la Fredec Midi-Pyrénées :
 - Lacroix Falgarde (production conventionnelle)
 - Montaigut Sur Save (production biologique)
- un site dans le Tarn (conduit en agriculture biologique) suivi par la Chambre d'Agriculture du Tarn

	Agriculture conventionnelle à Lacroix Falgarde (31)	Agriculture biologique à Viviers les Mont (81)	Agriculture biologique à Montaut Sur Save (31)
Type de sol	Sols caillouteux à limoneux (fluviosols, sols peu évolués d'apport alluvial). De 0 à 20cm, sols limoneux sablo-argileux : bonne porosité (présence de galeries de vers), structure continue à éclats friables (CRAMP, 1995). Sol non caillouteux Semis en planche (cultivateur)	Argilo limoneux Légère battance	Boulbène
Flore environnante	- Myrobalan - Ronce - Peuplier - Chêne	Bandes enherbées Méliot, trèfle, phacélie, avoine + diverses adventices	- Ronce - Peuplier - Frêne
Cultures à proximité	- Oignon - Navet	- Choux fleurs - Lentilles - Fraise	- Oignon
Précédents culturaux et rotations	- année N-1 : jachère - année N-2 : jachère - année N-3 : jachère	- année N-1 : poireau - année N-2 : blé - année N-3 :	- année N-1 : tomate - année N-2 : céleri, oignon ? - année N-3 : ?
Dates de semis et surfaces	21/05/2010 1ha	15/05 au 1/07/2010 1ha	Début juin 2010
Fertilisation	400 kg /ha de potenkali 800 kg /ha 12/10/20 en 2 apports (au semis et stade crayon)	Germiflor 05/070/7 2000kg/ha	1.5 tonnes /ha d'engrais organique
Irrigation	Au semis 10mm / jour Puis 10mm 2 fois par semaine suivant besoin	Aspersion	Aspersion
Variété de carotte	MAESTRO de Vilmorin	Negovia	Miami

2- Conception des pièges

Dans un premier temps la Fredec Midi-Pyrénées a fabriqué les pièges pour les 3 sites suivant les critères ci-dessous :



- pièges verticaux et piégeage sur les deux faces,
- plaques jaune bouton d'or de 20 cm sur 20 cm attachées par une pince.
- hauteur des pièges à 80 cm du sol

Piège mouche de la carotte (*Fredec Midi-Pyrénées, 2009*)

3- Pose et suivi des pièges

Les pièges ont été placés le 1er juin 2010 à Lacroix Falgarde (31) et le 15 juin à Montaigut Sur Save (31). Pour le site de Viviers les Mont, l'installation a eu lieu le 11 juin :

- 5 pièges sur les parcelles en maraîchage biologique : Montaigut Sur Save et Viviers les Mont
- 10 pièges sur une parcelle en agriculture conventionnelle à Lacroix Falgarde.

Le nombre de pièges par parcelle a été adapté à la taille de la parcelle.

Les pièges sont espacés de 10 mètres vers l'extérieur de la parcelle, perpendiculaires au sens du vent et le long des haies. Un des pièges a été placé directement dans la culture.

Les pièges ont été placés selon les résultats des travaux menés par Poissonnier, Sclaunich et Boucher, dans le cadre d'un projet d'amélioration des résultats de piégeage de la mouche de la carotte.

Sur chacun des panneaux et de chaque côté sont positionnés deux plastiques transparents (20cm sur 20cm, type transparent pour photocopieuse) englués. Lors des relevés (une fois par semaine) les plastiques sont retirés pour une observation au laboratoire de la Fredec Midi-Pyrénées. Ils sont remplacés immédiatement par un plastique englué neuf.

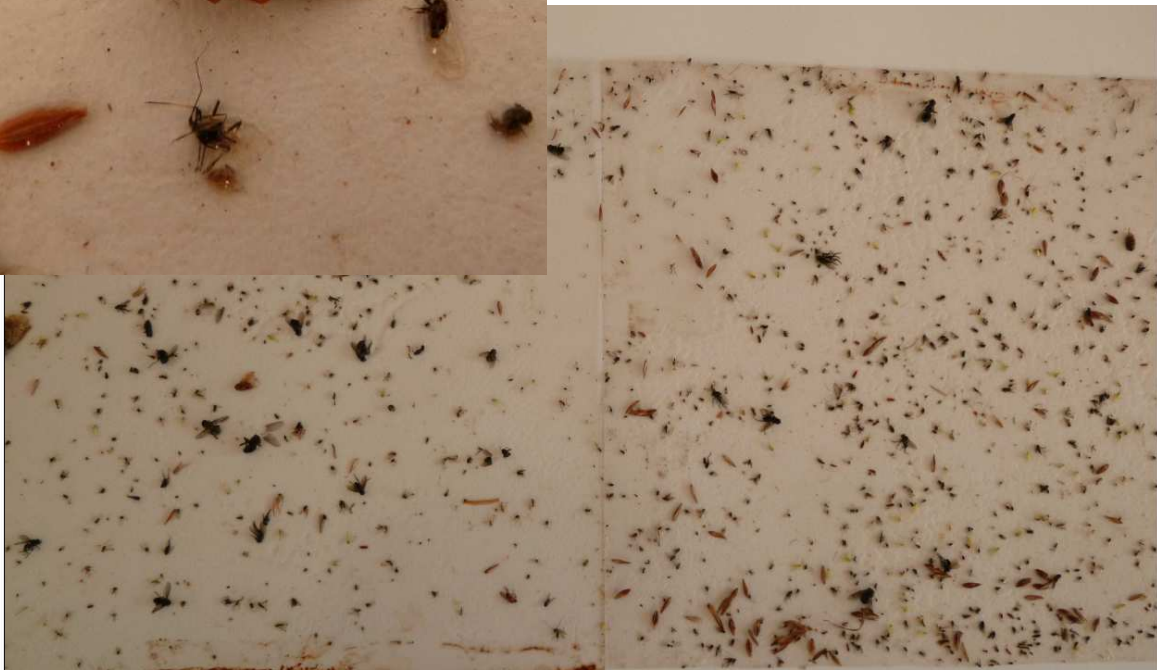


Les relevés ont été réalisés de manière hebdomadaire, le jeudi ou vendredi, jusqu'au 22 octobre 2010.

Adulte de mouche de la carotte

4- Insectes piégés régulièrement

- cicadelle blanche *Metcalfa pruinose*, cicadelle bison ou *Membracide bison*,...
- papillons type piéride
- divers diptères
- divers hyménoptères
- chrysopes
- petits insectes type moucheron, présents essentiellement sur les pièges disposés en milieu de parcelle
- ...



5- Suivi du vol par le modèle SWAT

Le modèle SWAT est disponible gratuitement sur Internet en allemand. Il est basé sur des données biologiques qui sont fonction des données climatologiques journalières (températures de l'air, du sol, vitesse du vent) et qui se traduisent par des équations permettant d'estimer des paramètres biologiques :

- la durée des périodes de vols et leurs intensité,
- le développement des larves et des pupes,
- les périodes de pontes et leurs niveaux, la mortalité,
- l'entrée en diapause et en quiescence.

Pour fonctionner, il nécessite une acquisition journalière des données de températures de l'air, du sol, de la vitesse du vent, fournies par des stations météorologiques.

Pour la prévision du vol, il peut fonctionner avec au minimum les données journalières de températures de l'air à 2 m d'une station proche de la zone de piégeage (mini, maxi, et moyennes), sans nécessiter de disposer des températures du sol (utiles pour les larves, les œufs et les pupes).

La seule condition exigée pour le calcul de dynamique de population est la température moyenne quotidienne.

La Fredec Midi-Pyrénées a fourni les relevés météorologiques journaliers de températures de l'air de la station météorologique du site d'Auzeville (31). La vitesse du vent nous a été donnée par Mme ESPAGNACQ de la CDA 31.

Détermination du début de calcul :

Le calcul commence après la fin du repos hivernal.

Les conditions qui doivent être réunies pour que la levée de diapause ait lieu sont encore mal connues.

Probablement, une certaine quantité de températures froides est nécessaire. Ensuite, avec les températures croissantes au printemps, les pupes hivernantes se développent.

Des données expérimentales montrent que le début de calcul doit être compris entre le 1^{er} février et le 1^{er} mars.

Dans le modèle, on considère qu'au début de la simulation, la diapause est déjà levée de telle sorte que l'on peut tout de suite enclencher des sommations de températures. Il n'y a pas de contrôle pour savoir si la diapause est effectivement levée. En faisant débiter les calculs le 1^{er} mars, on ne rencontre jamais de problème même après des hivers très doux.

Nous avons donc choisi en Midi-Pyrénées, de faire débiter les calculs à partir du 1^{er} mars.

Détermination des paramètres :

Pour les paramètres de vol, nous avons consulté à la fois la bibliographie sur la biologie de l'insecte ainsi que les travaux menés par Hortis, effectués dans le Sud de la France.

Nous avons donc choisi de modifier les paramètres allemands :

- température optimale pour le vol : 19°C
- température maximale pour le vol : 22°C

Résultats

1- Piégeages

Lors des relevés des pièges, entre le 10 juin 2010 (date de pose) et le 22 octobre 2010 (date de fin des relevés), de manière hebdomadaire, **aucune mouche n'a été capturée** ni sur les parcelles en agriculture biologique ni sur la parcelle en conventionnelle quelque soit le piège sur Midi-Pyrénées.

Suivi piégeage de la mouche de la carotte 2010 - Haute Garonne
Nb de mouches piégées par plaque

Date	LACROIX FALGARDE (31) Conventionnel										MONTAIGUT / SAVES (31) Agriculture Biologique				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5
01/06/2010	POSE DES PIEGES														
10/06/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
15/06/2010	POSE DES PIEGES														
17/06/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
25/06/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/07/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/07/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/07/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23/07/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/07/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05/08/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13/08/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20/08/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/08/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/09/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/09/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/09/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24/09/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/10/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/10/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/10/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/10/2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Suivi piégeage de la mouche de la carotte 2010 - Tarn

Dates		Tarn
Semaine 23	Mise en place 11/06/2010	0
Semaine 24	26/06/10	0
Semaine 25	03/07/10	0
Semaine 26	02/07/10	0
Semaine 27	10/07/10	0
Semaine 28	17/07/10	0
Semaine 29	24/07/10	0
Semaine 30	31/07/10	0
Semaine 31	07/10/10	0
Semaine 32	11/08/10	0
Semaine 33	19/08/10	0
Semaine 34	28/08/10	0
Semaine 35	02/09/10	0
Semaine 36	11/09/10	0
Semaine 37	18/09/10	0
Semaine 38	22/09/10	0
Semaine 39	02/10/10	0
Semaine 40	05/10/10	0
Semaine 41	16/10/10	0
Semaine 42	19/10/10	0

Suivis réalisés par
la Chambre d'Agriculture 81

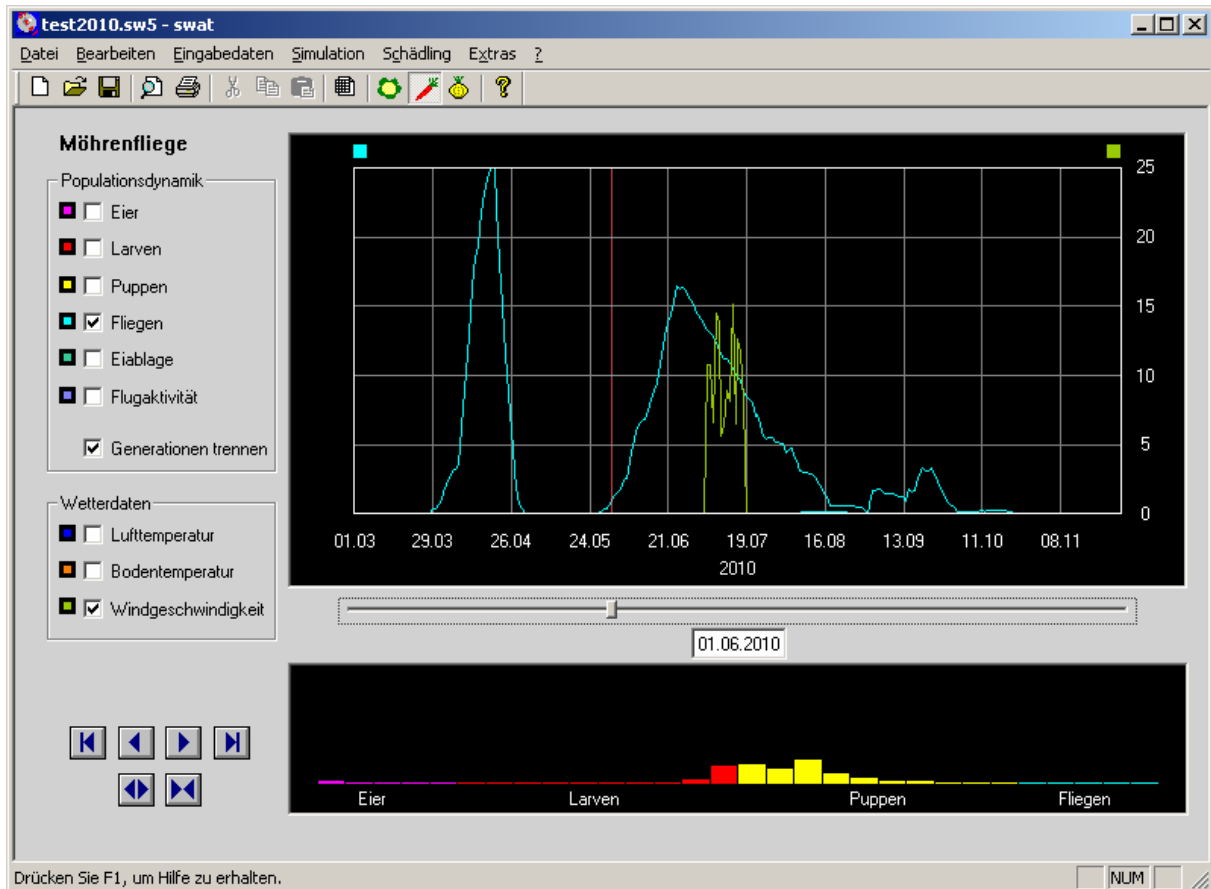
2- Modèle de prévision SWAT

Les données météorologiques de la station météorologique d'Auzeville intégrées au modèle SWAT ont permis de simuler les vols de la mouche de la carotte en 2010, sur la zone géographique concernée.

Les paramètres biologiques du modèle ont été adaptés en fonction de l'expérience et des éléments fournis par le Ctifl et Hortis.

Le modèle en 2010 a donc prévu :

- un 1^{er} vol entre le 29 mars et le 26 avril avec un pic au 15 avril 2010
- un deuxième vol très étalé entre le 24 mai et le 16 août. Sur cette période on peut remarquer un pic de vol autour du 25 juin
- un troisième vol de très faible ampleur de fin août à fin septembre.



Conclusion

A l'instar de l'année 2009, aucune capture n'a eu lieu au cours du suivi 2010. La mise en corrélation des deux techniques de connaissance du vol et la validation du modèle ne peuvent donc être réalisées.

La pression mouche de la carotte a été très faible à nulle durant la campagne. Ce phénomène peut s'expliquer par:

- une pression déjà faible l'année précédente, de ce fait peu d'adultes ont hiverné sous forme de pupes pour constituer les générations de l'année suivante.
- les mouches de 1^{ère} génération (2010) n'ont pas trouvé de cultures de carotte pour se développer puisque lors du premier vol les parcelles n'étaient pas semées.

Les résultats d'expérience de Brunel en 1992 (Villeneuve, Legrand et Roy, 2007), montrent en effet que l'intensité du premier vol a une forte incidence sur l'intensité des risques liés aux deuxième et troisième vols.

Perspectives 2010-2011

Le choix des parcelles devra se porter **en 2011** sur des parcelles en maraîchage biologique et conventionnelle, ayant **absolument** subi des attaques de mouches de la carotte les années précédentes.

Ces parcelles seront également de préférence abritées par des haies et arbres, en prenant en compte que les conifères n'attirent pas les mouches.

Pour 2011, d'autres sites pourraient être mis en place en Ariège, Tarn-et-Garonne par exemple. Les conseillers des CDA 31 et 81 prendront en charge le suivi et les relevés en coordination avec la Fredec Midi-Pyrénées. La Fredec Midi-Pyrénées continuera à suivre les deux sites de la Haute-Garonne. Elle assurera également avec les CDA, la formation et la sensibilisation des agriculteurs à ce suivi des vols de la mouche de la carotte avec les piégeages et la modélisation.