

1- OBJECTIF ET CONTEXTE DE L'ESSAI :

La protection des cultures maraîchères sous abri est un verrou technique majeur en agriculture biologique. Les techniques de lutte biologique contre les ravageurs s'appuient essentiellement sur des lâchers d'auxiliaires à renouveler tous les ans en début de campagne. Ces lâchers, coûteux, montrent des efficacités variables contre aleurodes et acariens.

La biodiversité fonctionnelle consiste à planter autour des cultures des espèces végétales qui vont attirer, héberger, nourrir les insectes auxiliaires indigènes (notamment les punaises prédatrices), participant au maintien des populations de ravageurs sous le seuil de nuisibilité économique. L'objectif est donc de transposer cette technique pour améliorer la lutte contre les aleurodes et les acariens tétranyques qui sont les principaux ravageurs sous abri dans le Sud de la France. Mettre en place la biodiversité fonctionnelle permet de répondre au double objectif de durabilité économique des exploitations maraîchères en agriculture biologique (comme en agriculture raisonnée) et d'attente sociétale en matière de préservation de l'environnement

2- CULTURE & DISPOSITIF :

2.1 Lieu : Station expérimentale du GRAB à Avignon

2.2 Cultures : les cultures concernées sont les cultures sensibles aux aleurodes (surtout tomate) et aux acariens tétranyques (toutes Solanacées et cucurbitacées).

3- PROTOCOLE :

3.1 Modalités testées :

Après un important travail de bibliographie, des espèces végétales hôtes des principales punaises mirides et anthorcorides ont été sélectionnées selon plusieurs critères :

- adaptation aux conditions pédo-climatiques de Provence,
- préexistence de ces espèces en Provence,
- approvisionnement en graines à un coût raisonnable,
- compatibilité avec la proximité d'une culture,
- plante non hôte de virus touchant les principales cultures (TSWV, CMV...)

La plupart des espèces sélectionnées ont été semées en 2007. Certaines espèces dont les graines n'avaient pu être récoltées ou des espèces semées en 2007 dont le maintien en 2008 était improbable (annuelles n'ayant pas grainé par exemple) ont été semées en 2008.

Plante-hôte	Famille	Nom vernaculaire	Vivace/Annuelle/ Bisannuelle	Semis en 2007	Semis en 2008
<i>Achillea millefolium</i>	Astéracée	achillée millefeuille	V	X	
<i>Calendula officinalis</i>	Astéracée	souci officinal	A	X	
<i>Centaurea cyanus</i>	Astéracée	bleuet	A	X	X
<i>Dittrichia viscosa</i>	Astéracée	inule visqueuse	A ou V	X	
<i>Borago officinalis</i>	Boraginacée	bourrache officinale	A	X	X
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacée	alysson maritime	V	X	
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	Dipsacacée	scabieuse	V	X	
<i>Medicago lupulina</i>	Fabacée	luzerne lupuline	B	X	X
<i>Vicia sativa</i>	Fabacée	vesce commune cultivée	A	X	X
<i>Geranium robertianum</i>	Géranacée	herbe à Robert	A ou B	X	
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Hydrophyllacée	phacélie	A	X	X
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacée	marrube blanc	V	X	X
<i>Galium aparine</i>	Rubiacee	gaillet gratteron	A	X	X
<i>Verbascum thapsus</i>	Scrophulariacée	molène bouillon blanc	B	X	
<i>Parietaria officinalis</i>	Urticacée	pariétaire officinale	V	X	
<i>Conyza canadensis</i>	Astéracée	érigéron du Canada	A		X
<i>Scabiosa columbaria</i>	Dipsacacée	scabieuse colombarie	V		X
<i>Ononis natrix</i>	Fabacée	Bugrane gluante	V		X
<i>Erodium spp.</i>	Géraniacée	Erodium			X
<i>Stachys officinalis</i>	Lamiacée	épière officinale	V		X
<i>Nepeta cataria</i>	Lamiacée	Herbe à chats	V		X
<i>Epilobium hirsutum</i>	Onagracée	Epilobe hérissé	V		X
Témoin inclus dans la bande florale					
témoin hors de la bande florale					

3.2 Dispositif expérimental

Mise en place :

- entre les tunnels de la station du GRAB
- une parcelle élémentaire reçoit une seule espèce végétale
- taille d'une parcelle élémentaire : 1,5m x 2m

Les parcelles élémentaires ont été travaillées à la herse rotative. Les graines ont été semées (environ 500 graines/m²) à la volée, enfouies avec un râteau, puis la terre a été tassée au rouleau. Après semis, quelques aspersions ont permis de maintenir le sol humide le temps de la levée.

3.3 Observations

→ Performances "agronomiques" :

- dans les témoins : inventaire des différentes espèces spontanées
- semis de 2007 : mesure de la capacité de maintien
- semis de 2008 : capacité de germination (nb de plantules observés / nb de graines semées)
- vitesse de développement (hauteur) relevée tous les mois
- concurrence des adventices : une échelle rendant compte de la compétition entre l'espèce semée et les adventices a été élaborée.

Classe 0	Aucune plante –adventices uniquement
Classe 1	Quelques plantes très éparses
Classe 2	Assez nombreuses plantes mais étouffées par adventices
Classe 3	Nombreuses plantes mais forte présence d'adventices (50%-50%)
Classe 4	Très bonne couverture – quelques adventices
Classe 5	Couverture totale – aucun adventice

- rusticité (besoins d'arrosage, sensibilité aux maladies...)

→ Performances "sanitaires" :

- Pendant l'hiver :

Mesure de la capacité des plantes semées en 2007 à fournir des sites d'hibernation : prélèvement de végétation placée en photo-éclosoirs (*Dittrichia*, *Epilobium*, *Calendula*, *Lobularia*, *Phacelia*, *Borago*, ainsi que plusieurs plantes du témoin hors bande florale) afin de suivre les émergences de ravageurs et d'auxiliaires au printemps

- Pendant la saison :

Pour les espèces s'étant suffisamment développées et dans les témoins : observation visuelle et aspirations ; présence et identification des phytophages ravageurs des principales cultures, des auxiliaires (mirides mais aussi syrphes...).

4- RESULTATS

→ Performances "agronomiques" :

Témoins non semés :

un inventaire floristique des différentes espèces spontanées a été réalisé. Il fait apparaître une biodiversité assez importante (plus de 20 espèces).

Au sein des bandes florales :

DICOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Torilis des champs	<i>Torilis arvensis</i>	Apiaceae
Picris fausse vipérine	<i>Picris echioides</i>	Asteraceae
Picris fausse épervière	<i>Picris hieracioides</i>	Asteraceae
Pissenlit officinal	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae
Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae
Laitue sauvage	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae
Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae
Mélicot blanc	<i>Melilotus albus</i>	Fabaceae
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Mauve des bois	<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae
Epilobe hirsute	<i>Epilobium hirsutum</i>	Onagraceae
Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae
Renouée persicaire	<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae
Verveine officinale	<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae

MONOCOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Orge des rats	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae
Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>	Poaceae
Ray grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae
Pâturin des prés	<i>Poa trivialis</i>	Poaceae

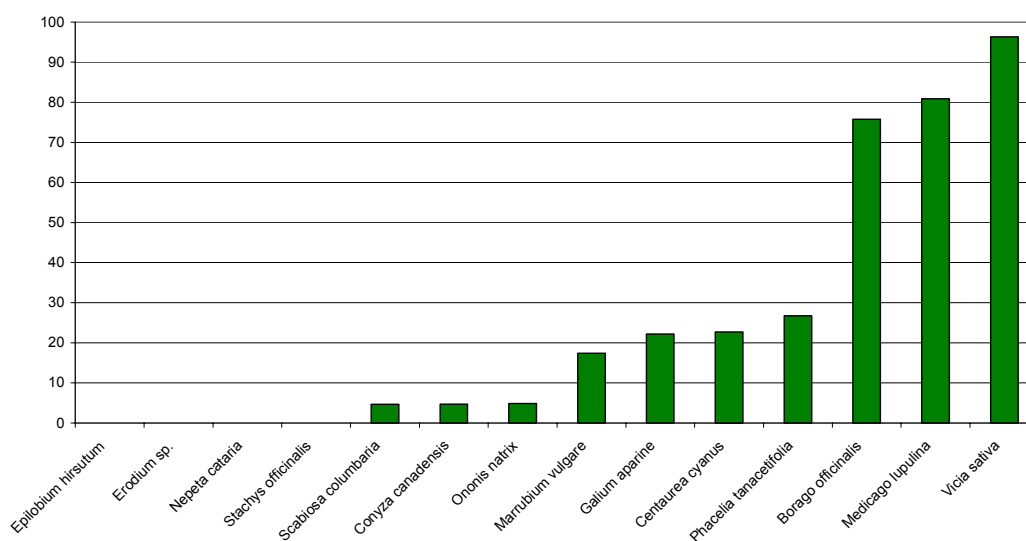
En dehors des bandes florales :

DICOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Torilis des champs	<i>Torilis arvensis</i>	Apiaceae
Erigéron du Canada	<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae
Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae
Scarole sauvage	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae
Picris fausse vipérine	<i>Picris echioides</i>	Asteraceae
Pissenlit officinal	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae
Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae
Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae
Mauve des bois	<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae
Epilobe hirsute	<i>Epilobium hirsutum</i>	Onagraceae
Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae
Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae
Plantain majeur	<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae
Renoncule rampante	<i>Ranunculus reptans</i>	Ranunculaceae
Verveine officinale	<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae

MONOCOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Brome mou	<i>Bromus ordoaceus</i>	Poaceae
Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>	Poaceae
Orge des rats	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae
Chiendent Pied de poule	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Ray grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae
Pâturin des prés	<i>Poa trivialis</i>	Poaceae
Folle avoine	<i>Avena fatua</i>	Poaceae

Capacité de germination en première année (semis de 2007 et 2008) :

Pourcentages de levée en première année
des espèces semées en 2008



Les espèces *Calendula*, *Vicia*, *Lobularia* en 2007 et *Borago*, *Medicago*, *Vicia* en 2008 ont montré des résultats très satisfaisants, avec des taux de levée supérieurs à 60%, jusqu'à plus de 90% pour *Calendula* en 2007 et pour *Vicia* en 2008.

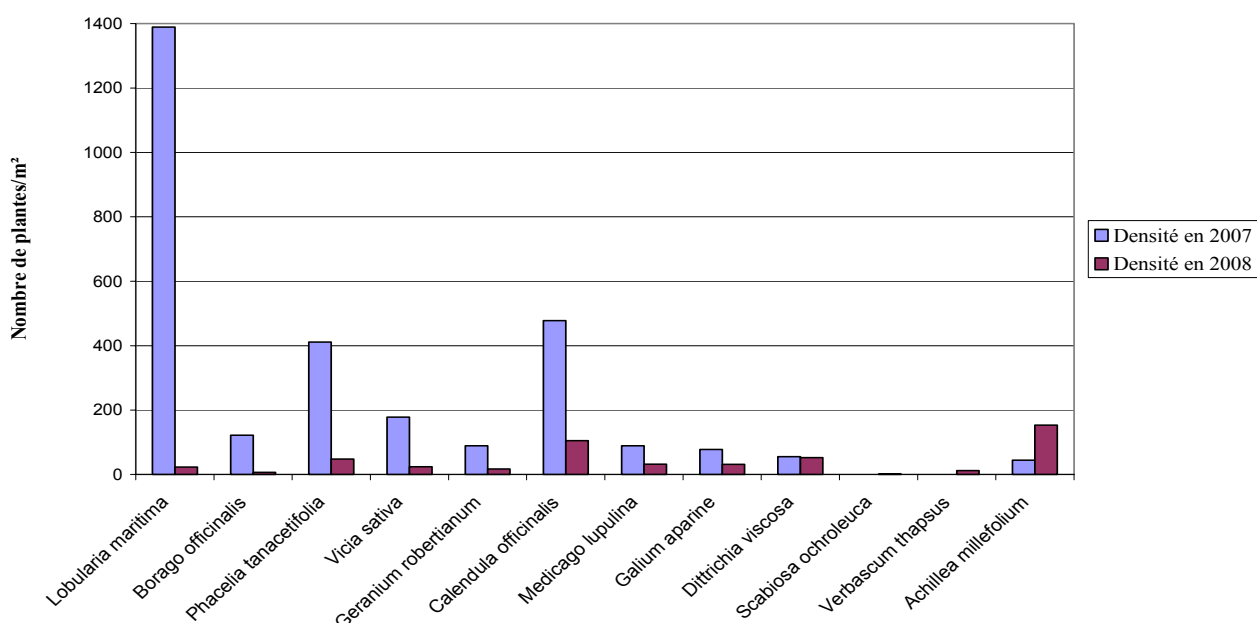
Phacelia et *Galium* ont moyennement levé les deux années, ainsi que *Borago* en 2007, *Centaurea* et *Marrubium* en 2008. De plus, pour plusieurs de ces espèces, on peut remarquer que la levée est aléatoire selon l'année, par exemple *Marrubium*, ayant levé en 2008 mais pas en 2007 ou encore *Medicago*, avec un taux de seulement 15% en 2007 contre un taux de plus de 80% en 2008. On peut raisonnablement penser que le printemps plus pluvieux en 2008 aura aidé ces deux dernières espèces, ainsi que *Centaurea*, à s'installer.

Geranium, *Dittrichia*, *Achillea* et *Conyza* ont des taux de levée très faibles, inférieurs à 10%, en première année.

On peut également constater que *Carlina*, *Stachys* et *Nepeta* ne se sont pas développées, en 2007 comme en 2008 (années relativement différentes au niveau climatique) ; ces trois espèces ne sont apparemment pas adaptées au sol du GRAB.

Capacité de maintien en deuxième année (semis de 2007) :

Densités des espèces semées en 2007 en première et en deuxième année



Les espèces semées en 2007 ont été suivies en 2008. Le graphique ci-dessus présente les densités atteintes lors de la première puis de la seconde année d'implantation.

Les espèces n'ayant pas levé en première ni en deuxième année ne sont pas représentées (*Ononis*, *Carlina*, *Marrubium*, *Centaurea*), celles ayant été repiquées non plus (*Parietaria*).

Achillea (vivace), *Verbascum* (bisannuelle) ont montré des densités plus importantes la deuxième année. *Dittrichia* s'est maintenue en deuxième année, avec une très légère diminution (4%), ce qui n'induit d'ailleurs pas forcément une couverture moindre.

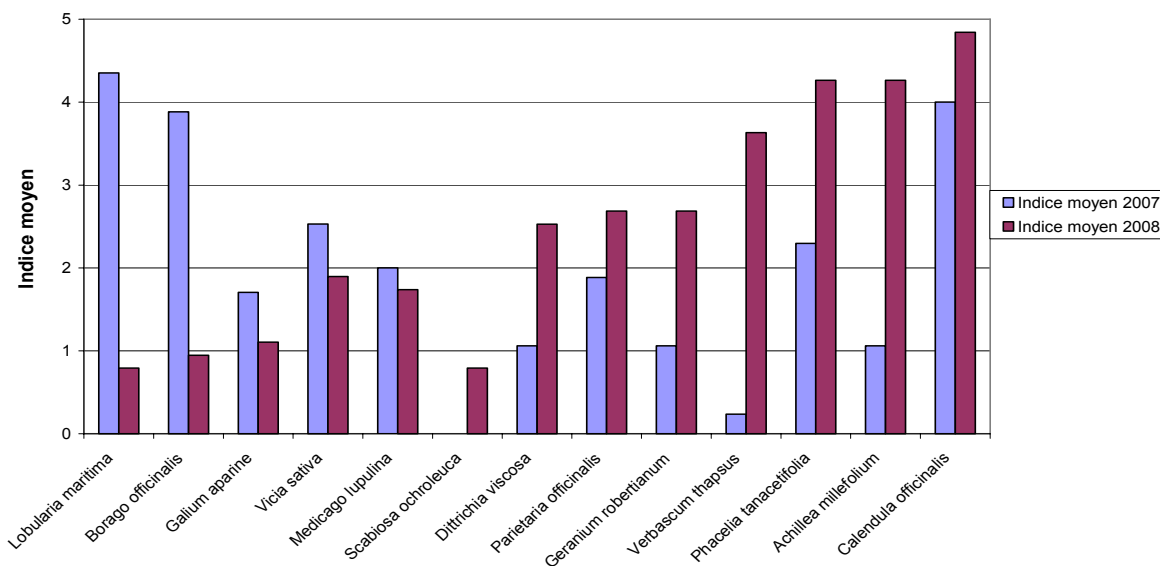
En ce qui concerne les espèces moins satisfaisantes en deuxième année, on remarque tout d'abord *Lobularia*, qui avait atteint des densités records en 2007, jusqu'à 1389 plantes/m², et qui chute à des densités très faibles en 2008, 23 plantes/m² (soit une diminution de 98%).

De même, *Borago* s'est montrée peu performante en deuxième année avec seulement 6,5 plantes/m². Cependant, on a pu observer sur le terrain que si cette espèce se ressemait assez peu dans la parcelle, elle se ressemait aisément à l'extérieur, jusqu'à plusieurs mètres.

Les autres espèces, bien qu'ayant des densités moindres en 2^{ème} année, ont montré des densités relativement satisfaisantes, mis à part *Galium* et *Scabiosa*. Toutefois, ces résultats ne seront vraiment parlants qu'en 2009, voire plus tard, notamment pour les plantes bisannuelles qui se sont bien développées cette année (*Verbascum* et *Medicago*).

Couverture du sol :

Indices moyens obtenus en première et en deuxième année des espèces semées en 2007



En terme de couverture du sol, les espèces les plus intéressantes en deuxième année sont *Calendula*, *Achillea*, *Phacelia*, *Verbascum* (indices supérieurs à 3), puis *Geranium*, *Parietaria* et *Dittrichia* (indices compris entre 2 et 3). *Vicia* et *Medicago*, avec un indice de couverture légèrement inférieur à 2, assurent une couverture correcte.

Confirmant les observations sur les densités, *Lobularia* et *Borago*, très bien installés en 2007, n'assurent plus qu'une couverture médiocre.

Récapitulatif des performances agronomiques des espèces testées en 2007 et 2008

Plante	Couverture en seconde année	Couverture en première année	Evolution de la couverture	Hauteur *
<i>Calendula officinalis</i>	Excellente	Excellente	Augmentation	TB
<i>Achillea millefolium</i>	Excellente	Faible	Augmentation	M
<i>Verbascum thapsus</i>	Excellente	Très faible	Augmentation	H
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Excellente	Correcte	Augmentation	M
<i>Dittrichia viscosa</i>	Correcte	Faible	Augmentation	M
<i>Parietaria officinalis</i>	Correcte	Faible	Augmentation	TB
<i>Geranium robertianum</i>	Correcte	Faible	Augmentation	TB
<i>Medicago lupulina</i>	Correcte	Correcte	Diminution	TB
<i>Vicia sativa</i>	Correcte	Correcte	Diminution	B
<i>Borago officinalis</i>	Médiocre	Excellente	Diminution	TB
<i>Lobularia maritima</i>	Médiocre	Excellente	Diminution	TB
<i>Galium aparine</i>	Médiocre	Faible	Diminution	TB
<i>Scabiosa sp.</i>	A voir en 2009/Médiocre	Aléatoire/Faible	Augmentation	B
<i>Conyza canadensis</i>	A voir en 2009	Très faible	?	?
<i>Nepeta cataria</i>	A voir en 2009	A voir en 2009	?	?
<i>Centaurea cyanus</i>	A voir en 2009	Aléatoire/Correcte	?	B
<i>Marrubium vulgare</i>	A voir en 2009	Aléatoire/Faible	?	TB
<i>Ononis natrix</i>	A voir en 2009	Aléatoire/Faible	?	TB
<i>Epilobium hirsutum</i>	?	Pas levée	/	?
<i>Erodium sp.</i>	?	Pas levée	/	?
<i>Carlina corymbosa</i>	/	Pas levée	/	?
<i>Stachys officinalis</i>	/	Pas levée	/	?

*TB = très basses (hauteur < 50 cm)
M = moyennes (1 m à 1,50 m)

B = basses (50cm à 1 m)
H = hautes (> 1,50 m).

Le tableau ci-dessus résume les performances agronomiques des différentes espèces, principalement quant à la couverture du sol.

Les espèces les plus intéressantes au niveau de leur installation sont donc *Calendula*, *Achillea*, *Verbascum* et *Phacelia*. Cependant, le fait que *Verbascum* soit bisannuelle laisse présumer qu'elle ne sera sûrement pas présente l'année prochaine, à moins que des graines de l'année dernière aient germé cette année. Ensuite, et selon les résultats obtenus dans le volet entomologique, on pourra s'intéresser à *Dittrichia*, *Parietaria*, *Geranium*, *Vicia* et enfin, *Borago*.

On peut remarquer que beaucoup des espèces les plus intéressantes sont des vivaces (*Calendula*, *Achillea*...), grâce à une installation progressive, ne nécessitant pas forcément une floraison réussie et semblent plus propices à un mélange à mettre en place sur plusieurs années. Toutefois, certaines annuelles ou bisannuelles ayant fleuri et grainé avec succès peuvent être intéressantes (*Medicago*, *Vicia*, *Phacelia* et *Geranium*).

Les espèces les moins satisfaisantes en première année, parmi celles qui ont levé sont *Ononis*, *Marrubium*, *Conyza* et *Scabiosa*, car elles ont montré des taux de couverture et des hauteurs très faibles. Les plus décevantes en deuxième année sont *Galium*, *Lobularia* et *Borago*, de par leur couverture et leur taux de resemis très faibles.

→ Performances "sanitaires" :

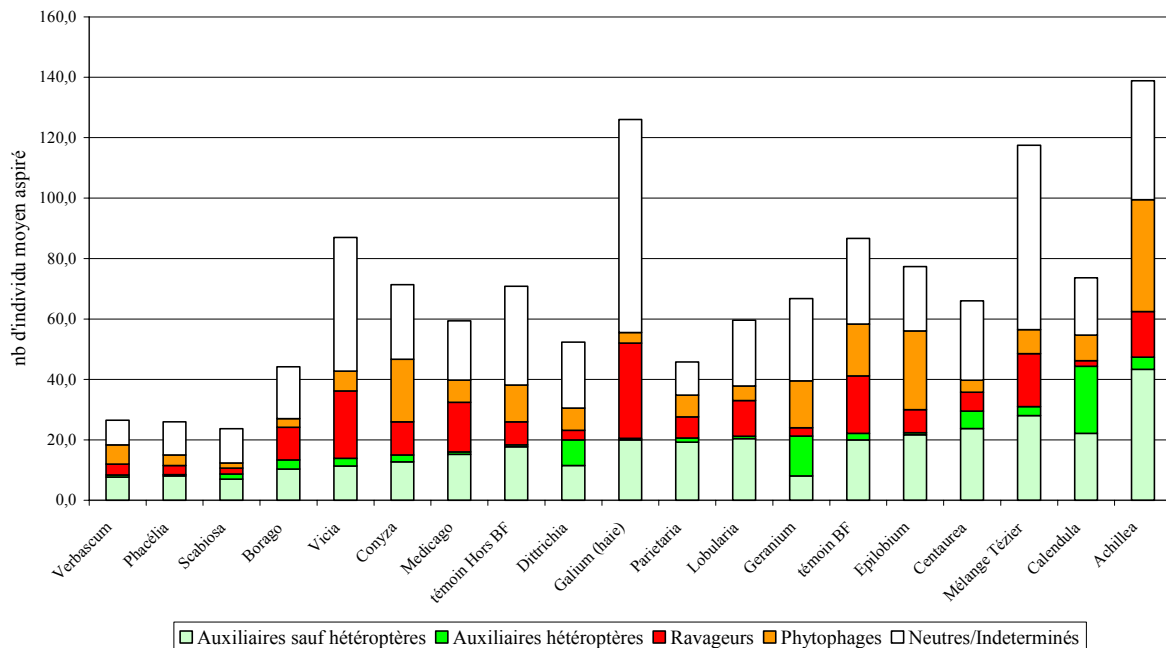
- Pendant l'hiver :

Des individus ont émergé des photo-éclosoirs au printemps, on peut donc se faire une idée de quelles espèces sont des plantes relais, ou des plantes hôtes pour l'hiver. Les résultats, non exhaustifs, montrent que *Calendula* héberge des *Macrolophus* pendant l'hiver, mais aussi quelques phytophages. *Borago*, *Epilobium* et le témoin ont hébergé des araignées, ainsi qu'un microhyménoptère pour ce dernier. Un insecte phytophage (*Lygaeidae*) a été trouvé dans *Dittrichia*, mais aucun auxiliaire. Aucun insecte n'a émergé de *Phacelia* ni de *Lobularia*.

- Pendant la saison :

Effectifs moyens par aspiration, classés par catégories trophiques

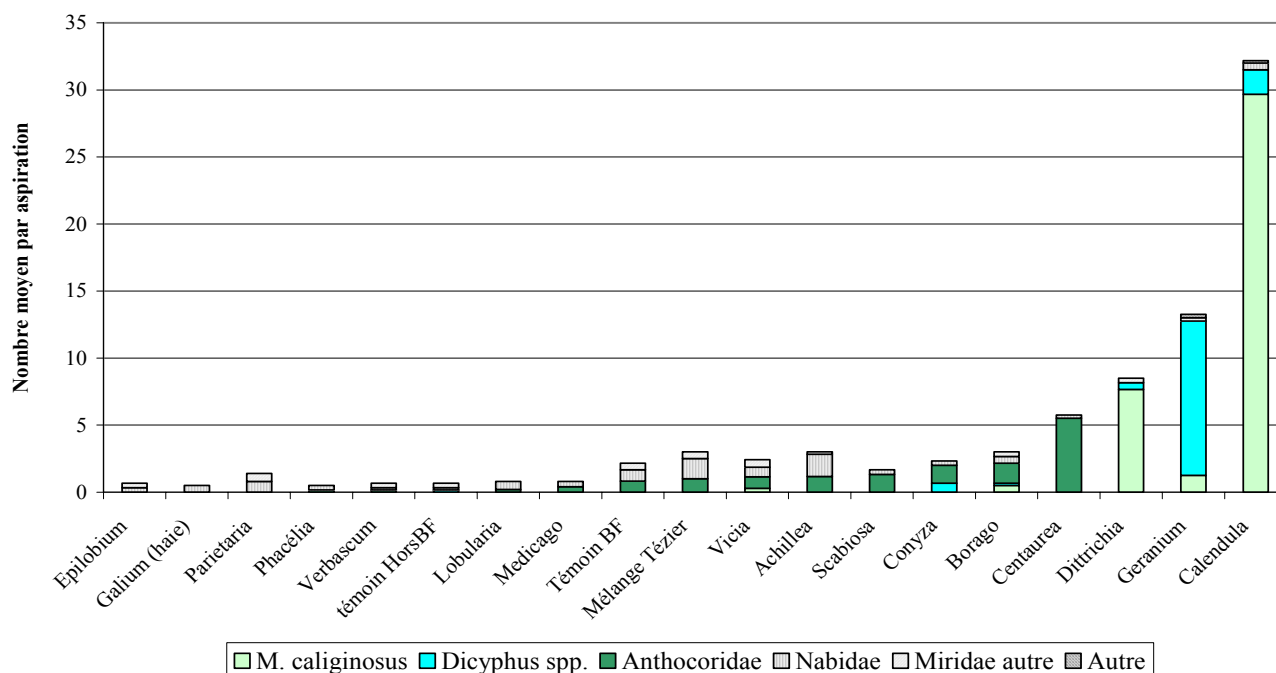
Nombre moyen d'insectes aspirés par plante et proportions des catégories



Un test du Khi-2 sur les cinq catégories trophiques montre que le témoin à l'extérieur de la bande florale n'est significativement pas différent de celui au sein de la bande florale. On peut donc dire que la bande florale n'a pas d'effet sur les populations hébergées par le témoin. 5 espèces sont significativement différentes du témoin au sein de la bande florale : *Calendula*, *Vicia*, *Centaurea*, *Dittrichia* et *Geranium*.

Effectifs moyens par aspiration, pour les hétéroptères prédateurs :

Effectifs moyens des différentes familles d'hétéroptères auxiliaires aspirés



On remarque tout d'abord que 4 plantes semblent plus favorables aux hétéroptères auxiliaires : *Calendula* (*Macrolophus*), *Geranium* (*Dicyphus*), *Dittrichia* (*Macrolophus*) et *Centaurea* (*Orius spp.*), avec toutes plus de 5 hétéroptères auxiliaires par aspiration en moyenne, jusqu'à plus de 30 pour *Calendula*.

Synthèse des performances « entomologiques »

Rang	Plante	Population hétéroptères	Rapport auxiliaire /ravageur
1	Calendula	<i>Dicyphinae</i>	4,29
2	Dittrichia	<i>Dicyphinae</i>	1,90
3	Geranium	<i>Dicyphinae</i>	1,16
4	Centaurea	<i>Anthocoridae</i>	2,88
5	Scabiosa	<i>Anthocoridae</i>	2,36
6	Borago	<i>Anthocoridae</i> + <i>Dicyphinae</i>	0,98
7	Achillea	<i>Anthocoridae</i>	0,87
8	Parietaria	Non satisfaisant	1,45
9	Phacelia	<i>Anthocoridae</i>	1,31
10	Lobularia	<i>Anthocoridae</i>	1,28
11	Verbascum	<i>Anthocoridae</i>	0,83
12	Medicago	<i>Anthocoridae</i>	0,67
13	Epilobium	Non satisfaisant	0,66
14	Galium	Non satisfaisant	0,59
15	Vicia	<i>Anthocoridae</i> + <i>Dicyphinae</i>	0,48
16	Conyza	<i>Anthocoridae</i> + <i>Dicyphinae</i>	0,47

Le tableau ci-dessus récapitule les différents aspects évoqués tout au long de la partie « performances entomologiques ». Le classement se fait selon les espèces d'auxiliaires hétéroptères, les espèces abritant des *Dicyphinae* étant mieux classées que celles abritant des *Anthocoridae*, mieux classées que celles qui hébergent pas ou peu d'hétéroptères. Puis le classement se fait selon le rapport Auxiliaires /Phytophages.

Ce classement, croisé avec le volet des performances agronomiques de chaque espèce permet de faire un choix entre les différentes espèces.

CONCLUSIONS :**Tableau synthétique global : Rangs obtenus sur chaque volets de l'étude et rang moyen obtenu :**

Plante	Rang agronomique	Rang entomologique	Rang pondéré moyen
<i>Calendula</i>	1	1	1,0
<i>Dittrichia</i>	5	2	3,0
<i>Geranium</i>	7	3	4,3
<i>Achillea</i>	2	7	5,3
<i>Phacelia</i>	4	9	7,3
<i>Parietaria</i>	6	8	7,3
<i>Borago</i>	10	6	7,3
<i>Centaurea</i>	15	4	7,7
<i>Scabiosa</i>	13	5	7,7
<i>Verbascum</i>	3	11	8,3
<i>Lobularia</i>	11	10	10,3
<i>Medicago</i>	8	12	10,7
<i>Vicia</i>	9	15	13,0
<i>Galium</i>	12	14	13,3
<i>Epilobium</i>	16	13	14
<i>Conyza</i>	14	16	15,3
<i>Marrubium</i>	A voir en 2009	-	A voir en 2009
<i>Nepeta</i>	A voir en 2009	-	A voir en 2009
<i>Ononis</i>	A voir en 2009	-	A voir en 2009
<i>Carlina</i>	Non	-	Pas levée
<i>Erodium</i>	Non	-	Pas levée
<i>Stachys</i>	Non	-	Pas levée

Les classements obtenus dans les volets « agronomiques » et les « entomologiques » sont synthétisés dans le tableau ci-dessus.

Chacun des volets définit un rang pour chaque espèce. Une moyenne est effectuée pour connaître les espèces sur lesquelles il faut focaliser les années à venir. Une pondération a été effectuée pour différencier les espèces moyennement satisfaisantes : le volet entomologique compte deux fois plus que le volet agronomique. Les rangs moyens sont obtenus à l'aide de la formule :

$$\text{Rg moyen} = ((2 \times \text{Rang entomologique}) + \text{Rang agronomique}) / 3$$

Les espèces les plus intéressantes sont par ordre décroissant :

- 1- *Calendula officinalis*,
- 2- *Dittrichia viscosa*,
- 3- *Geranium robertianum*,
- 4- *Achillea millefolium*
- 5- *Phacelia tanacetifolia*

Les performances agronomiques de certaines plantes seront à évaluer en 2009, notamment sur la capacité de re-semis.

Il est intéressant de noter que sur ces 5 espèces, 3 sont des vivaces, qui seraient plus adaptées à un dispositif sur plusieurs années, c'est-à-dire sur l'intervalle de temps où l'espace entre les tunnels n'est pas travaillé. Cet essai s'insère dans une étude de plus longue durée, et les efforts mis en œuvre sont donc à poursuivre pour les quelques années à venir, afin de confirmer ces premiers résultats. Ainsi, les années suivantes permettront de dire si *P. tanacetifolia* (annuelle) et *G. robertianum* (bisannuelle) peuvent se maintenir sur plusieurs années. L'impact sur les cultures avoisinantes, en terme de transferts d'auxiliaires et de contrôle des populations de ravageurs devra aussi être évalué.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2007 - ANNEE DE FIN D'ACTION : 2012

ACTION : nouvelle en cours en projet

Renseignements complémentaires auprès de : J. Lambion

GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9 tel 04 90 84 01 70 - fax 04 90 84 00 37- mail jerome.lambion@grab.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : biodiversité fonctionnelle, punaises prédatrices, mirides, acariens tétranyques

Date de création de cette fiche : novembre 2008