



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 implanter 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 parmi 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 Culture :

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 anthocorides 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...)

	Plante-hôte	Famille	Nom vernaculaire	Vivace/Annuelle /Bisannuelle
1	<i>Achillea millefolium</i>	Astéracée	achillée millefeuille	V
2	<i>Calendula officinalis</i>	Astéracée	souci officinal	A
3	<i>Centaurea cyanus</i>	Astéracée	bleuet	A
4	<i>Dittrichia viscosa</i>	Astéracée	inule visqueuse	A ou V
5	<i>Borago officinalis</i>	Boraginacée	bourrache officinale	A
6	<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacée	alysson maritime	V
7	<i>Scabiosa ochroleuca</i>	Dipsacacée	scabieuse	V
8	<i>Medicago lupulina</i>	Fabacée	luzerne lupuline	B
9	<i>Vicia sativa</i>	Fabacée	vesce commune cultivée	A
10	<i>Geranium robertianum</i>	Géranacée	herbe à Robert	A ou B
11	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Hydrophyllacée	phacélie	A
12	<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacée	marrube blanc	V
13	<i>Galium aparine</i>	Rubiacee	gaillet gratteron	A
14	<i>Verbascum thapsus</i>	Scrophulariacée	molène bouillon blanc	B
15	<i>Parietaria officinalis</i>	Urticacée	pariétaire officinale	V

3.2 Dispositif expérimental

- 2 blocs randomisés (1 bloc = 1 intertunnel)
- 18 modalités x 2 répétitions = 36 parcelles élémentaires
- une parcelle élémentaire reçoit une seule espèce végétale
- taille d'une parcelle élémentaire : 1,5m x 2m = 3m²
- des témoins non semés (enherbement spontané) sont localisés dans la bande et en dehors de la bande.

3.3 Observations

Performances "agronomiques" :

- dans les témoins : recensement des différentes plantes spontanées
- capacité de germination (nombre de plantules observés / nombre de graines semées)
- vitesse de développement (hauteur) relevée tous les mois
- période de floraison
- 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" :

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

4- RESULTATS :

Performances "agronomiques" :

- dans les témoins non semés : un inventaire floristique des différentes espèces spontanées a été réalisé.

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
Pissenlit officinal	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae
Laiteron rude	<i>Sonchus asper</i>	Asteraceae
Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae
Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae
Luzerne à nombreux fruits	<i>Medicago polymorpha subsp. Polycarpa</i>	Fabaceae
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae
Mouron des champs	<i>Anagallis arvensis</i>	Scrophulariaceae
Verveine officinale	<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae
MONOCOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Orge des rats	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae
Ray grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae
Pâturin annuel	<i>Poa annua</i>	Poaceae

En dehors des bandes florales :

DICOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Erigeron 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
Rumex crépu	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae
Mouron des champs	<i>Anagallis arvensis</i>	Scrophulariaceae
Verveine officinale	<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae
MONOCOTYLEDONES	Genre espèce	Famille
Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>	Poaceae
Orge des rats	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae
Ray grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae
Folle avoine	<i>Avena fatua</i>	Poaceae

- capacité de germination :

Le semis a été effectué le 27/03/2007 pour toutes les espèces sauf *Phacelia* (semée le 30/03/2007).

La parcelle de *Parietaria* et une parcelle de *Dittrichia* ont été plantées respectivement le 27/03 et le 21/05.

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

Le tableau ci-dessous indique les quantités de graines semées dans les parcelles.

	qualité semences	nb graines semées/m ²
<i>Achillea millefolium</i>	propre, pb germination	1083
<i>Borago officinalis</i>	propre	500
<i>Calendula officinalis</i>	propre	527
<i>Carlina corymbosa</i>	propre	39
<i>Centaurea cyanus</i>	propre	500
<i>Dittrichia viscosa</i>	propre, pb germination	5867
<i>Galium aparine</i>	moyen	433
<i>Geranium robertianum</i>	sale, pb germination	3000
<i>Lobularia maritima</i>	propre	2083
<i>Marrubium vulgare</i>	sale	500
<i>Medicago lupulina</i>	propre	570
<i>Ononis natrix</i>	propre	213
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	propre, pb germination	1667
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	sale, pb germination	2640
<i>Verbascum thapsus</i>	propre, pb germination	3000
<i>Vicia sativa</i>	propre	390

L'objectif était de semer 500 graines/m². Ce chiffre a été réduit quand la quantité de semences était limitée, et augmenté (dans la limite des semences disponibles) quand des problèmes de germination étaient signalés par les fournisseurs de semences ou que les semences étaient "sales" (beaucoup d'impuretés dans les lots de semences).

Le tableau ci-dessous indique les dates de germination, l'évolution de la densité dans les parcelles, et le pourcentage de levée.

	semis	levée	densité (nb plantes/m ²)			Pourcentage de levée le 25/05/07
			01/05/07	15/05/07	25/05/07	
<i>Achillea millefolium</i>	27/03/07	13/05/07	-	33	44	4
<i>Borago officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	156		122	24
<i>Calendula officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	500		478	91
<i>Carlina corymbosa</i>	27/03/07	pas de levée le 15/06				0
<i>Centaurea cyanus</i>	27/03/07	17/04/07	-	-	-	0
<i>Dittrichia viscosa semis</i>	27/03/07	25/05/07	-	-	56	1
<i>Dittrichia viscosa repiquage</i>	Plantation le 21/05/07		NA	NA	NA	NA
<i>Galium aparine</i>	27/03/07	17/04/07	100	89	78	18
<i>Geranium robertianum</i>	27/03/07	23/04/07	44	67	89	3
<i>Lobularia maritima</i>	27/03/07	10/04/07	922		1389	67
<i>Marrubium vulgare</i>	27/03/07	pas de levée le 15/06				0
<i>Medicago lupulina</i>	27/03/07	01/05/07	122		89	16
<i>Ononis natrix</i>	27/03/07	pas de levée le 15/06				0
<i>Parietaria officinalis</i>	Plantation le 27/03/07		NA	NA	NA	NA

	semis	levée	densité (nb plantes/m ²)			Pourcentage de levée le 25/05/07
			01/05/07	15/05/07	25/05/07	
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	30/03/07	10/04/07	722		411	25
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	27/03/07	pas de levée le 15/06				0
<i>Verbascum thapsus</i>	27/03/07	levée le 23/08				0,1
<i>Vicia sativa</i>	27/03/07	10/04/07	167		178	46

Taux de germination :	Vitesse de levée :
- Nulle : pas de germination cette première année	- Rapide : levée moins de 3 semaines après le semis
- Mauvaise : moins de 20% des graines ont levé	- Moyenne : levée entre 3 semaines et 2 mois après le semis
- Correcte : entre 20 et 60% des graines ont levé	- Lente : levée plus de 2 mois après le semis
- Excellente : plus de 60% des graines ont levé	

En utilisant les critères définis dans le tableau ci-dessus en terme de taux de germination et de vitesse de la levée, il est possible d'établir un classement des espèces semées :

	Nulle	Mauvaise	Correcte	Excellente
Lente	<i>Carlina, Marrubium,</i>	<i>Dittrichia, Verbascum</i>		
Moyenne	<i>Ononis, Scabiosa</i>	<i>Medicago, Achillea, Geranium</i>		
Rapide		<i>Centaurea, Galium</i>	<i>Borago, Phacelia, Vicia</i>	<i>Calendula, Lobularia</i>

Parmi les espèces qui n'ont pas levé, *Carlina, Marrubium, Ononis, Scabiosa* sont des vivaces dont les critères de levée de dormance des semences sont mal connus. *Verbascum* a levé très tard (fin août), avec un taux de germination extrêmement faible. Il est possible que ces espèces ne lèvent de façon significative que l'année prochaine.

Le cas de *Centaurea* est particulier : les graines semées ont germé rapidement mais les jeunes plants ont été immédiatement détruits par les limaces au stade cotylédons ; aucun plant n'a survécu.

Il faut signaler en outre que la germination de *Phacelia* est assez hétérogène, les densités relevées correspondent à des zones de bonne germination.

- vitesse de développement

	semis	levée	hauteur en cm					
			15/05/07	13/06/07	27/06/07	18/07/07	23/08/07	14/09/07
<i>Achillea millefolium</i>	27/03/07	13/05/07	3	5	10	15	20	20
<i>Borago officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	15	80	90	90		
<i>Calendula officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	12	20	30	35	35	35
<i>Dittrichia viscosa semis</i>	27/03/07	25/05/07	-	10	25	40	50	65
<i>Dittrichia viscosa repiquage</i>	21/05/07			40	50	60	80	100
<i>Galium aparine</i>	27/03/07	17/04/07	7	15	30	10		
<i>Geranium robertianum</i>	27/03/07	23/04/07	3	10	12	15	15	15
<i>Lobularia maritima</i>	27/03/07	10/04/07	15	35	40	40		
<i>Medicago lupulina</i>	27/03/07	01/05/07	3	8	18	22	20	
<i>Parietaria officinalis</i>	27/03/07		8	25	25	25	25	25
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	30/03/07	10/04/07	20	80	80	60		
<i>Verbascum thapsus</i>	27/03/07	23/08/07					2	15
<i>Vicia sativa</i>	27/03/07	10/04/07	15	30	60	60		

Les hauteurs rendent aussi compte de la vigueur des plantes. Certaines espèces comme *Borago*, *Dittrichia*, *Phacelia* ont un développement important (plus de 60cm). D'autres comme *Calendula*, *Lobularia*, présentent une hauteur intermédiaire (environ 40cm). *Achillea*, *Medicago* *Geranium*, *Parietaria*, *Galium* présentent une végétation basse (moins de 30 cm).

Les hauteurs relevées pour *Vicia*, de port rampant, ne sont qu'une indication.

- concurrence des adventices

	semis	levée	classe enherbement					
			15/05/07	13/06/07	27/06/07	18/07/07	23/08/07	14/09/07
<i>Achillea millefolium</i>	27/03/07	13/05/07	1	1	1	1	1	1
<i>Borago officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	3	5	5	5		
<i>Calendula officinalis</i>	27/03/07	10/04/07	3	4	4	4	4	4
<i>Dittrichia viscosa semis</i>	27/03/07	25/05/07	-	1	1	1	1	1
<i>Galium aparine</i>	27/03/07	17/04/07	2	3	2	1		
<i>Geranium robertianum</i>	27/03/07	23/04/07	1	1	1	1	1	1
<i>Lobularia maritima</i>	27/03/07	10/04/07	4	5	4	4		
<i>Medicago lupulina</i>	27/03/07	01/05/07	1	2	2	2	3	1
<i>Parietaria officinalis</i>	Repiquage le 27/03/07		1	2	2	2	2	2
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	30/03/07	10/04/07	3	4	4	3		
<i>Verbascum thapsus</i>	27/03/07	23/08/07					1	1
<i>Vicia sativa</i>	27/03/07	10/04/07	2	4	4	3		

Les espèces qui apparaissent les plus compétitives vis à vis des adventices sont *Borago*, *Calendula*, *Lobularia*, *Phacelia*. Leur pousse rapide combinée à des densités importantes ont permis dès la levée de concurrencer efficacement les adventices.

Vicia a une couverture un peu plus faible, expliquée par une végétation plus frêle et un port grimpant qui a du mal à étouffer les adventices.

Les autres espèces, à cause d'une mauvaise levée (*Achillea*, *Dittrichia*, *Verbascum*), ou d'un port frêle (*Galium*, *Geranium*, *Medicago*, *Parietaria*), sont rapidement envahies par les adventices. Ce comportement en première année ne présage cependant pas, pour des vivaces comme *Achillea* ou *Dittrichia*, de la compétitivité vis à vis des adventices les années suivantes.

- période de floraison

	levée	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
<i>Achillea millefolium</i>	13/05/07						
<i>Borago officinalis</i>	10/04/07						
<i>Calendula officinalis</i>	10/04/07						
<i>Dittrichia viscosa semis</i>	25/05/07						
<i>Dittrichia viscosa repiquage</i>							
<i>Galium aparine</i>	17/04/07						
<i>Geranium robertianum</i>	23/04/07						
<i>Lobularia maritima</i>	10/04/07						
<i>Medicago lupulina</i>	01/05/07						
<i>Parietaria officinalis</i>							
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	10/04/07						
<i>Verbascum thapsus</i>	23/08/07						
<i>Vicia sativa</i>	10/04/07						

cases avec pointillés : grenaison

Les plante-hôtes de mirides ne sont pas caractérisées par une floraison abondante mais plutôt par la présence de trichomes. La présence d'une floraison abondante, étalée, peut cependant se révéler intéressante pour d'autres auxiliaires (micro-hyménoptères, syrphidés...). Certaines espèces comme *Borago*, *Calendula*, *Lobularia*, *Phacelia* apparaissent particulièrement intéressantes à ce point de vue. Les observations visuelles ont permis de confirmer que de très nombreux insectes visitent les fleurs (dont beaucoup de syrphidés, d'hétéroptères, de

pollinisateurs). *Galium* et *Geranium* n'ont pas fleuri. *Geranium* est une bisannuelle qui devrait se maintenir en deuxième année tandis que *Galium* (annuelle) n'a pas pu se ressemer.

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

A part les premiers arrosages destinés à favoriser la levée, aucun arrosage n'a été réalisé. Les plantes ont donc poussé dans des conditions assez sèches. Seul *Geranium* a peut-être un peu manqué d'eau ; il a en effet mieux levé sous le couvert d'adventices qui maintenait le sol humide. Les observations visuelles n'ont pas permis de détecter de ravageurs ou de maladies sur les espèces semées, à part quelques pucerons (*Aphis fabae*) sur *Vicia* et des acariens tétranyques qui ont provoqué un dessèchement de *Medicago* fin août. Les feuilles de *Galium* se sont enroulées puis desséchées à partir de début juillet : la plante a peut-être été touchée par un virus.

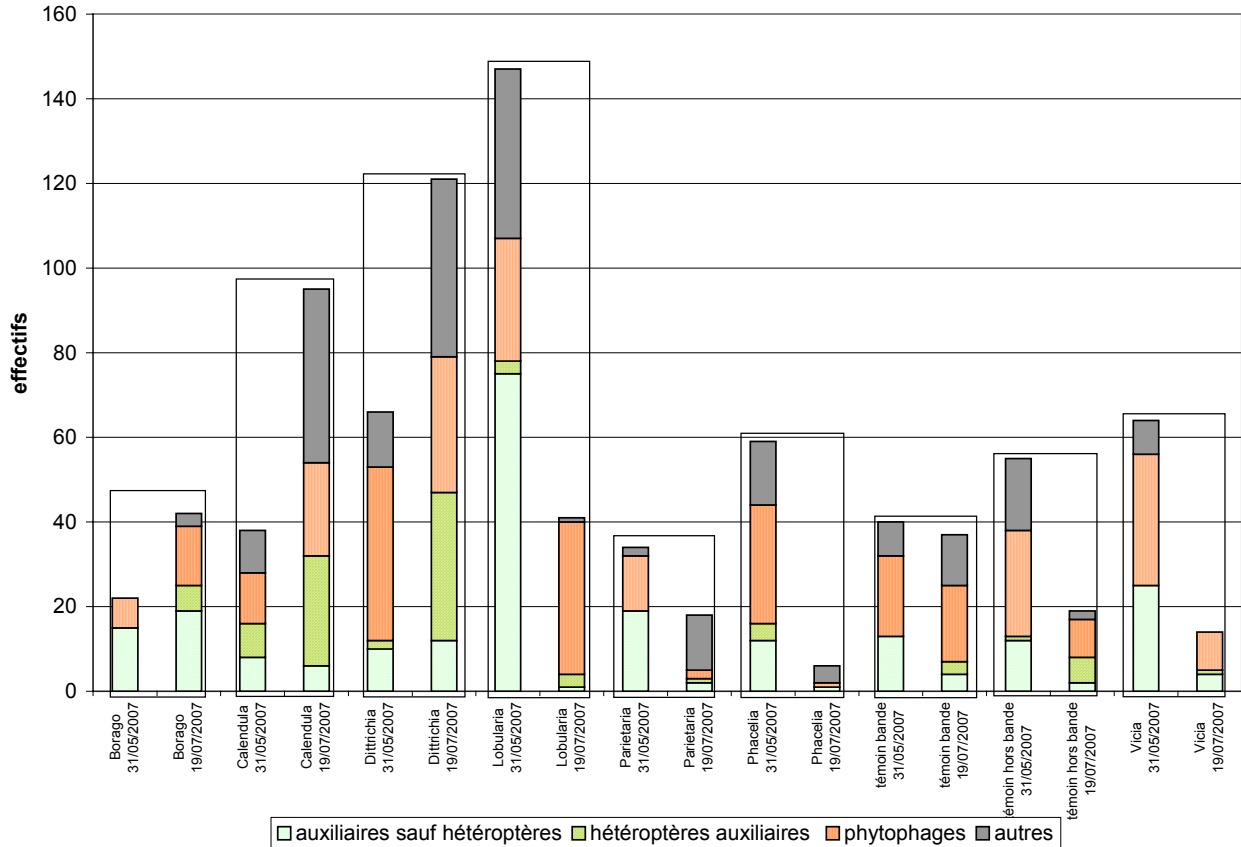
- Re-semis :

Le 10/10/07, des germinations ont pu être observées pour *Borago* et *Phacelia* qui se sont donc re-semées. Si les plantules passent l'hiver, leur présence est *a priori* assurée en 2008.

Performances "sanitaires" :

Pour les espèces s'étant suffisamment développées et dans les témoins : des aspirations de 5 secondes ont été réalisées à 2 dates, puis les individus capturés ont été identifiés. Les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous.

nombre d'individus capturés par aspiration de 5 secondes



En quantité d'insectes capturés, *Borago*, *Parietaria*, *Phacelia*, *Vicia* se situent au même niveau que les témoins enherbement naturel (entre 40 et 60 individus capturés). *Calendula*, *Dittrichia*, *Lobularia* abritent plus d'insectes, avec plus de 100 insectes capturés par aspiration.

Parmi les **auxiliaires** qui nous intéressent particulièrement, *Dicyphus* spp. n'a été capturé que sur *Calendula* (1 ind. le 31/05 puis 7 ind. le 19/07). *Macrolophus* spp. a été capturé sur *Calendula* (7 ind. puis 18 ind.), *Dittrichia* (5 ind. puis 35 ind.) et sur *Borago* (1 ind. le 19/07). Des anthocorides n'ayant pu être déterminés ont été trouvés en faible quantité (1 ind.) sur *Parietaria*, *Calendula*, *Vicia*. Sur *Borago*, témoin bande, témoin hors bande, *Lobularia*, *Phacelia*, des adultes et parfois des larves d'anthocorides ont été capturés en quantité supérieure (environ 5 ind.).

Les auxiliaires principalement rencontrés en dehors des hétéroptères sont des microhyménoptères, des araignées, des dermaptères, des thysanoptères prédateurs (*Aeolothrips* spp.)

Les **phytophages** principalement rencontrés sont des hétéroptères (nombreux *Macrotylus* spp. sur *Dittrichia*, nombreux *Adelphocoris* spp. sur *Phacelia* et *Vicia*, pentatomidés sur *Lobularia*, divers lygaeidés (*Nyzius* spp., etc.) et rhopalidés (*Stictopleurus* spp., etc.) sur les différentes espèces végétales), des thysanoptères (thrips) surtout sur *Phacelia* et *Lobularia*, des orthoptères, et quelques cicadellidés et cercopidés.

Parmi ces phytophages, quelques-uns sont considérés comme des ravageurs des cultures : *Adelphocoris lineolatus*, capsidé des légumineuses, peut provoquer des dégâts sur colza et tournesol, les thrips présents sur *Lobularia* et *Phacelia* pourraient s'attaquer aux cultures adjacentes. De même, quelques pucerons ont été aspirés. Cependant, pucerons comme thrips ont été capturés en quantité très limitée.

La catégorie **autres** comprend les collemboles, les diptères et des larves de mirides n'ayant pu être identifiées (la famille des mirides comporte des phytophages et des zoophages ; seule l'identification à l'espèce permet de trancher).

CONCLUSIONS

Cet essai a permis de mettre en évidence quelques espèces intéressantes du point de vue de leur installation facile et leur vitesse de développement et de leur rusticité. *Calendula*, *Borago*, *Phacelia*, *Lobularia*, et dans une moindre mesure *Vicia* se sont avérées compétitives vis à vis des adventices aux densités choisies. Les autres espèces, par leur germination insuffisante ou à leur port chétif, ont eu un développement trop faible cette première année. Ces résultats ne présagent cependant pas de leur comportement pour les prochaines années, car certaines sont des vivaces qui peuvent mettre du temps à s'installer.

Les premières observations entomologiques montrent l'intérêt de *Calendula*, *Dittrichia*, *Lobularia*, *Phacelia* pour héberger des hétéroptères auxiliaires avec toutefois une réserve pour les deux dernières qui accueillent aussi des thrips.

Il est intéressant de noter que peu de *Dicyphus spp.* ont été aspirés dans les bandes florales, alors qu'ils sont deux fois plus nombreux que les *Macrolophus spp.* dans les tunnels cultivés. Il doit donc exister à proximité des tunnels cultivés un "réservoir" de *Dicyphus spp.* qui n'a pas encore été identifié.