

FORMULAIRE DE PROPOSITION D'UNE ACTION DE RECHERCHE (AR)

N° de la fiche d'action de recherche 16.

Selon les termes de références

1- Identification de l'AR :

1.1 Intitulé : Développement d'itinéraires techniques en agrobio en cultures sous serres-
Mise au point de la lutte biologique contre les Aphididae .

1.2 Coordinateur de l'AR

Nom **BEN HALIMA KAMEL**

Prénom **Monia**

Etablissement **ISA Chott Mariem**.....

1.3 Equipe de chercheurs

1.3.1 Chercheurs appartenant aux établissements relevant de l'IRESA

| Nom et Prénom | Grade | Etablissement |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| BEN HALIMA KAMEL Monia | Maître des conférences | ISA CM |
| KHEMAIS Abdelaoui | Assistant | ISA CM |
| HAOUAS Dalila | Assistant | ESAK |
| TARCHOUN Neji | Maitre de conférences | ISA CM |
| KARBOUL Hatem | Doctorant | ISA CM |
| MDALLAL Lasaad | Assistant contractuel | ISA CM |
| GUESMI Jouda | Etudiant chercheur | ISA CM |

1.3.2 Autres chercheurs ne relevant pas de l'IRESA

| Nom et Prénom | Grade | Etablissement |
|----------------------|--------------|----------------------|
| | | |

1.4 Partenaires

1.4.1 Partenaires du développement

Organisme : Structure de développement / vulgarisation chargé de transmettre les acquis aux groupes cibles, ex OEP, GIL etc

Nom vis à vis et fonction : indiquer le nom et la fonction de la personne responsable du programme au sein de l'organisme

| Organisme | Réf : convention (*) | Nom vis à vis | Fonction |
|-------------------|----------------------|-----------------|---|
| CRDA de Monastir | | Mounira Sahloul | Chef d'arrondissement de la production végétale |
| CTAB Chott Mariem | | Ayed Faker | Responsable de la protection des cultures sous serres |
| CRDA de Sousse | | Habib Jebballah | Chef d'arrondissement de la production végétale |

(*) joindre une copie de la convention

1.4.2 Bénéficiaires

Organisme : Structure susceptible d'être intéressée par les résultats de la recherche mais non impliquée dans la réalisation des activités de recherche

Groupe cibles : indiquer le type d'utilisateur potentiel des résultats de recherche (éleveurs, agriculteurs, SMVDA, Office..)

| Partenaires bénéficiaires | Groupe cible(s), bénéficiaire(s) potentiels des résultats |
|---------------------------|---|
| CTAB | Techniciens |
| AVFA | Techniciens |
| DGPCQPA | Techniciens |
| DGPA | Techniciens |
| GIL | Agriculteurs |
| UTAP | Techniciens |
| AVFA | Techniciens |
| Société biolife | Agriculteurs bio |

2- Description de l'AR

2.1 Problématique

- Présenter les problèmes en mettant en relief la perception des responsables du développement
- Indiquer les références éventuelles appuyant cette problématique, notamment les stratégies et plans de développement, les séminaires nationaux, les conjonctures etc
- Terminer en précisant comment la proposition de recherche pourrait elle apporter une réponse au problème posé ?

Les cultures sous serres occupent en Tunisie 537,2 ha, se répartissant en 401,7 ha de serre froide et 135,5 ha conduits en serre géothermales (DGPA, 2007). Les gouvernorats du Sahel (Sousse, Monastir et Mahdia) occupent 379 ha et assurent 94,17 de la production nationale (DGPA, 2007). Par ailleurs, ces cultures sont attaquées par plusieurs ravageurs dont les acariens, les aleurodes, la mineuse des cultures protégées, la mineuse de la tomate et les pucerons. La lutte engagée contre ces ravageurs est chimique. Bien que des travaux d'utilisation de la lutte biologique ont démarré depuis plus qu'une quinzaine au niveau de plusieurs secteurs d'importance économique (palmier dattier, cultures protégées, agrumes). Cette technique n'a pas réussi particulièrement au niveau des cultures sous abris du fait que la reconversion nécessite des études concernant l'étude des communautés des populations aphidiennes,

le choix des variétés ou des écotypes les plus tolérantes aux attaques des pucerons et des auxiliaires performants et la mise en place d'un paquet technologique permettant de surmonter ces problèmes phytosanitaires.

Les cultures sous serres biologiques suivent le même itinéraire technique que celui employé en culture conventionnelle avec une substitution des pesticides par les produits autorisés en agriculture biologique, les extraits des plantes (dont l'ortie), les préparations artisanales ou l'introduction des ennemis fournis par les firmes européennes. D'ailleurs, l'introduction de ces agents a été conduite de la façon copiée et collée de ce qui est utilisée dans les pays de la rive nord de la méditerranée. De plus, les introductions des agents de contrôle a engendré des coûts économiques très élevées et les difficultés administratives douanières lors de leur acquisition ont des incidences certes sur leur taux d'émergence et de survie. Par conséquent, une inefficience a été observée.

Il est connu que les pucerons se caractérisent par une polyphagie et une précocité des attaques et les pullulations s'effectuent à vagues successives responsable de l'affaiblissement du végétal. En outre, l'excrétion d'un abondant miellat constitue une source d'installation de champignon saprophyte qui en déprécie la qualité marchande du produit et la transmission de virus a des conséquences directes sur la production agricole, particulièrement en culture protégée. Il est à noter que ces cultures offrent des conditions optimales pour la multiplication des pucerons considérés d'importance économique et contre lesquels le contrôle est exclusivement chimique. Cette technique est non respectueuse de l'environnement, est à l'origine des phénomènes de résistance et engendre des problèmes de résidus au niveau des produits agricoles.

En Tunisie, les pucerons seraient certes impliqués dans la chute de secteur de production biologique des cultures sous serres avec l'augmentation des périmètres irrigués suite à l'essor important au cours de la dernière décennie. Or cette chute pourrait s'expliquer par le coût élevée des auxiliaires importés, de leur inefficacité suite au taux de mortalité élevé enregistré à la réception et à l'inexistence d'unité de production d'auxiliaire autochtone retenue suite à des études rigoureuses de la relation hôte (culture, puceron) auxiliaire et de leur comportement au sein des communautés. Les travaux antécédents sur les aphides se sont intéressés au recensement, à la dynamique des populations des espèces dommageables et de leurs ennemis naturels. Ces études ont permis d'identifier les principales espèces inféodées aux différentes cultures ainsi que le cortège d'auxiliaire (Ben Halima-Kamel, (1991) et Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda, (1993, 1994, 1995, 1998, 2004, 2005). Il s'est avéré que *Myzus persicae* Sulzer et *Aphis gossypii* Glover sont les plus dommageables (Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda, 1993) et connues par leur résistance aux insecticides au niveau des cultures sous abris. Ces espèces sont contrôlées naturellement par une faune auxiliaire riche et diversifiée d'intérêt économique dont certaines espèces sont commercialisées. Par exemple, *Aphidius matricariae* Haliday, *Aphidoletes aphidimyza* Round., *Episyrphus balteatus* De Geer (Ben Halima-Kamel, 1991 et Ben Halima-Kamel et Ben

Hamouda, 1993). De plus, il a été signalé la présence de *Coccinella algerica* Kovar (Ben Halima-Kamel, 2005 et 2006) qui présente trois générations par an (Rebhi et Ben Halima Kamel, 2009). En plus, ces potentialités aphidiphages ont été prouvées (Ben Halima-Kamel, 2010) et ce prédateur est capable de multiplier deux générations à l'intérieur des abris. A *C. algerica* naturellement présente au niveau des serres s'ajoute *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera, Bacnidae). Ce parasitoïde a été observé en 1999 (Ben Halima Kamel, non publié) et élevé à l'ISA Chott Mariem depuis 2006, avec le soutien financier du Centre Technique d'Agriculture Biologique dans le cadre d'une convention (2006 à 2009). *L. testaceipes* est efficace dans le contrôle d'*A. gossypii* sur piment avec la mise au point des conditions d'applications (Ben Halima Kamel, 2011). Bien que l'efficacité des ces agents a été constatée, les résultats ne sont pas reproductible sur toutes les cultures et les systèmes de cultures (Ben Halima Kamel & Gannoun, 2013) du fait de la préférence différente du ravageur en fonction de la culture et la présence des différentes lignées spécifiques à la plante hôte. De plus, *L. testaceipes* et *C. algerica* ont été élevés et leur production a été améliorée au laboratoire d'Entomologie de l'ISA. Le manque des moyens financiers et de techniciens affectés au laboratoire ont fait que les élevages répondent seulement à nos expérimentations. Il est à remarquer qu'une demande de prise en charge de l'élevage de *L. testaceipes* (en 2010) par la profession a été adressée à la DGPQA et par la suite à la CTA mais aucune réponse n'a été reçue.

Tenant compte des études menées sur ce groupe d'insecte d'importance scientifique et économique certains aspects nécessitent d'être complétées et étoffées en axant les recherches sur les aspects indispensables à la réalisation d'une bonne gestion des populations des pucerons des cultures sous serres. Ceci suppose l'hypothèse que l'écologie des communautés pourrait être une alternative de recherche cohérente qui considère la biodiversité comme un auxiliaire de gestion, plus respectueux de l'environnement, et contribue aux notions de santé des systèmes. Pour atteindre cet objectif, il convient de déterminer les facteurs évolutifs, adaptatifs et démographiques qui interviennent dans la coexistence des espèces, et développer une ingénierie agro-écologique susceptible d'orienter les assemblages d'espèces vers des combinaisons de communautés moins agressives. La durabilité socioéconomique de telles propositions est aussi à prendre en compte.

Ainsi nous proposons l'analyse du processus de la colonisation de cultures particulièrement le piment et le concombre, l'analyse des facteurs de limitation spontanée tout en sachant que ces facteurs n'agissent pas en synergie bien qu'ils sont diversifiés et nombreux, l'évaluation de l'efficacité du contrôle biologique par des auxiliaires naturellement présent, les relations puceron-culture et puceron antagoniste, l'analyse de la préférence du ravageur et l'établissement du seuil de nuisibilité, le choix des variétés tolérantes ou "résistantes" qui peuvent répondre aux exigences socio agronomique et en dernier lieu l'analyse de la diversité génétique d'*A. gossypii* sur les hôtes cultivés peut être accomplis. Cette étape pourrait ouvrir sur l'écologie du paysage (association culturelle ou conception paysagère).

Activité 1. Itinéraires techniques, processus de colonisation des serres

L'analyse des itinéraires techniques, des populations aphidiennes et des groupes fonctionnels, à savoir le processus de colonisation, la succession spatiotemporelle d'apparition des ennemis et leur interaction sur le niveau de population du ravageur seront étudiés. Ceci est primordial du fait que pour des raisons évolutives les ennemis naturels des pucerons n'ont pas la capacité de réguler l'abondance des pucerons de manière économiquement efficace malgré leur diversité et leur abondance. Cette analyse peut aboutir à la réduction de la cinétique d'infestation des cultures en jouant sur différents aspects.

Activité 2. Analyse du comportement variétal

La conduite des expérimentations sur les différentes variétés de piment et de concombre pour l'analyse de leur comportement via les bioagresseurs dans des conditions contrôlées et par la suite sous serres permet d'identifier les variétés à mettre à la disposition des agriculteurs bio. Cette approche permet de réduire le taux d'accroissement des populations d'Aphididae par le choix variétal et de freiner la cinétique d'invasion des cultures.

Activité 3. Analyse des interactions pour la détermination des assemblages

Les interactions entre auxiliaire, hôte et culture et la maîtrise de méthodes d'interventions biologiques seront développés pour assurer une bonne gestion. En effet, la réussite de la lutte biologique résulte souvent de l'identification de composantes d'efficacité suboptimales, et de la détermination d'assemblages de ces composantes qui soient susceptibles, par synergie, de réguler les populations de ravageurs. Cet axe permet de définir le moment d'intervention opportun par les ennemis naturels les plus appropriés pour chaque culture (piment et concombre).

Activité 4. Performance des unités d'élevage

Etude des conditions optimales pour la production des auxiliaires locaux et la mise en place d'unité(s) réduite d'élevage d'auxiliaires retenus pour leur performance agro économique. Ces unités peuvent être prises par la profession.

Activité 5. Acceptation de l'hôte et structure des populations d'*A. gossypii*

Par les tests d'acceptation de l'hôte (culture) différentes combinaisons seront envisagées à partir des populations d'*A. gossypii* en provenance de différentes cultures (sous serres ou de plein champ) et de différentes régions du pays permettant de séparer les populations du ravageur par ce comportement. Une fois ceci est établi, une analyse de la structure génétique d'*A. gossypii* s'avère nécessaire. Ces données peuvent renseigner sur la biologie de cet insecte particulièrement sur la modalité de reproduction de plus peuvent renseigner sur la conception paysagère des cultures.

| | | | | |
|---------------------------|----------|--------------|--------------------|---------------------|
| <u>Mots clés :</u> | pucerons | auxiliaires, | gestion biologique | culture sous serres |
|---------------------------|----------|--------------|--------------------|---------------------|

2.2 Travaux pertinents accomplis ou en cours dans le cadre de cette problématique

2.2.1 A l'étranger

Donner un bref historique des recherches menées à l'étranger autour de la même problématique et portant sur la même thématique envisagée dans la proposition en soulignant l'apport de ces recherches (notamment sur le plan méthodologique), les possibilités d'adaptation à la Tunisie (méthodes et résultats)

Pour les propositions faites dans le cadre de recherches régionales (en réseau, UE, organismes internationaux ...) préciser en quoi les recherches antérieures faites dans le domaine ne font pas double emploi pour la Tunisie .

Préciser en quoi la proposition de recherche est en cohérence avec ce qui précède .

Plusieurs travaux ont été réalisés à l'échelle internationale portant sur les aspects relatifs à la bioécologie, sur les effets des agro écosystèmes naturels dans la diminution des pullulations des pucerons au niveau des cultures, sur la mise en place de modèle de lutte contre les populations de pucerons par l'utilisation des divers agents de contrôle par culture. Ces différents aspects seront présentés de façon successive :

- 1) Les auxiliaires les plus appropriés dans la lutte contre les pucerons des cultures ont été choisis suite à des travaux d'évaluation de leur efficacité. Parmi ces auxiliaires, *Coccinella septempunctata* et *L. testaceipes* sont produits de façon massive et utilisés dans la lutte contre les aphides. Il en résulte que ces travaux de recherche portant sur les pucerons de cultures sous serres, particulièrement le puceron de concombre ont aboutit la mise en place des modèles et des paquets technologiques permettant de gérer ces ravageurs. Ces paquets technologiques ont touché les aspects relatifs à: la prophylaxie culturale, la résistance variétale, l'assemblage des cultures et des auxiliaires les plus appropriés, ...
- 2) L'efficacité sur *A. gossypii* est largement reconnue, puisque *L. testaceipes* présente à la fois une grande mobilité liée à une bonne capacité de dispersion et de repérage du ravageur et un potentiel biotique élevé avec un taux de croissance proche de celui des pucerons (López & Fernández, 2006, Lopes, 2007).
- 3) Les auxiliaires introduits dont *Harmonia axyridis* (exotique) bien qu'elle a assuré un contrôle au niveau des cultures, ces introductions ont engendré des répercussions négatives sur les agro écosystèmes et actuellement cet auxiliaire est considéré comme invasif. D'ailleurs, différentes travaux de recherche sont explorés afin de minimiser son incidence sur les communautés des auxiliaires indigènes. Ceci fait qu'il faut éviter son introduction ou son utilisation dans le pays (Majerus et al., 2006).
- 4) L'analyse de la structure génétique du puceron de concombre montre une diversité en fonction de la plante hôte. Ainsi l'espèce présente différents haplotypes, liés à la culture ou encore à la famille

botanique auquel appartient la culture. D'ailleurs, il a été démontré par exemple que l'espèce *A. gossypii* au niveau des Solanacées diffère génétiquement de celle se rencontrant sur les Cucurbitacées ou Malvacées. En outre, des travaux récents ont montré que cette espèce a la possibilité de se multiplier par voie bisexuée bien qu'elle a été considérée partout dans le monde qu'elle se reproduit uniquement par parthénogénèse (Margaritopoulos et al., 2009).

4) La recherche de variétés naturellement résistantes aux pucerons et leur utilisation dans l'amélioration variétale et la création d'hybrides peut être une autre alternative. En fait, la résistance génétique des plantes est un moyen efficace et respectueux de l'environnement (Boissot et al., 2010). Deux gènes de résistance aux pucerons ont été clonés jusqu'à présent, chez la tomate et le melon. Ils codent pour des protéines NBS-LRR, qui sont impliquées dans la reconnaissance spécifique des pucerons (Dogimont et al., 2010). D'ailleurs, l'existence d'un locus dominant conférant une résistance au puceron du melon a été détectée dans différentes variétés de melon (*Cucumis melo*) originaire d'Extrême-Orient ou d'Inde. Ce locus appelé Ag (« *Aphis gossypii* Resistance ») ou Vat (« Virus Aphid Transmission résistance »), conférant un double phénotype de résistance: une résistance à l'infestation de la plante par *A. gossypii* et une résistance à la transmission d'infections virales par ce puceron. Le locus Vat de résistance a été introduit par croisement dans différentes variétés de melon commercialisées (Messian et al. 1991 ; Dogimont, 2009, Dogimont et al., 2010 et Boissot et al., 2010).

2.2.2 En Tunisie

*En particulier montrer en quoi la problématique posée ne trouve pas de réponses adéquates dans les résultats des recherches antérieures ?,
ou (et) en quoi la proposition de recherche rendra possible une valorisation de recherches antérieures ou en cours ? ,
ou encore préciser comment la recherche proposée sera possible en l'absence de toute recherche antérieure sur la thématique concernée (problématique nouvelle) ?
Si une recherche est en cours par ailleurs montrer leur complémentarité.*

Sur le plan national, les espèces aphidiennes colonisant les cultures sous serres ainsi que les auxiliaires associés sont connus. L'identification des agents de régulation a montré une diversité et une richesse (Ben Halima Kamel, 1991, 1994 et 1998) et une présence d'auxiliaires d'importance économique comme *Aphidus ervi*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *L. testaceipes*, *Lysiphlebus fabarum*, *C. algerica*, *A. aphidimyza*. Ces agents sont pour la majorité commercialisés par les firmes bio à travers le monde. Dans ce sens, aucun de ces auxiliaires n'est produit en Tunisie pourtant ces auxiliaires sont importées par les agriculteurs bio tunisiens.

- L'étude de leur efficacité s'est limitée à *L. testaceipes* et *C. algerica* contre *A. gossypii* en serre de piment. Il en ressort une capacité de régulation des populations sous serres (Ben Halima

Kamel, 2010 et 2011). Les associations d'antagonistes multiples n'ont pas été conduites. Et il en est de même pour la culture de concombre.

- L'effet de la culture sur l'activité de l'auxiliaire reste absent. La raison pour laquelle nous envisageons analyser l'effet de la culture sur l'activité du ravageur et de l'ennemi.
- La structure génétique d'*Aphis gossypii* a été étudiée en Tunisie et a montré que la diversité est liée à la plante (Chakrabati et al., 2008) mais cette étude reste incomplète du fait de la réduction des échantillons pris particulièrement ceux des cultures sous serres ou des cultures sous serres.
- Le comportement variétal via les agressions des pucerons reste absent particulièrement pour les variétés locales de piment et de concombre. Ceci constitue une lacune fondamentale à combler dans les meilleurs délais.

2.3 Références bibliographiques

Se contenter au maximum des cinq (5) principales références, en indiquant si possible les coordonnées des sites où elles sont disponibles, pour permettre éventuellement un accès rapide si les besoins s'en font sentir

1. Ben Halima Kamel M. 2010. Utilisation des différents stades biologiques de *Coccinella algerica* Kovar dans la lutte contre *Aphis gossypii* Glover en serre de piment. O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 2010, N° 47, 109-112.
2. Ben Halima-Kamel M. 2011. Effectiveness of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson as Biocontrol agent of *Aphis gossypii* Glover infesting pepper plants. Acta Universita Carolina. European journal of Environmental Sciences. Charles University in Prague. Karolinum press. 1(1), 28–32.
3. Ben Halima Kamel M., Rebhi R. & Ommezine A. 2011. Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 63 (1), 35-45.
4. Charaabi K, Carletto J, Chavigny P, Marrakchi M, Makni M & Vanlerberghe-Masutti F. 2008 Genotypic diversity of the cotton-melon aphid *Aphis gossypii* (Glover) in Tunisia is structured by host plants. *Bulletin of Entomological Research*. 98, 333-341.
5. Carletto J., Aurelie B. et Vanlerberghe-Masutti F. 2009b. DNA-based discrimination between the sibling species *Aphis gossypii* Glover and *Aphis frangulae* Kaltenbach. *Systematic Entomology* 34: 307–314.
6. Carletto J., Lombaert E., Chavigny P., Brévault T., Lapchin L. et Vanlerberghe-Masutti F. 2009a. Ecological specialization of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cultivated host plants. *Molecular Ecology*. 18 (10), 2198–2212
7. Dogimont C., Bendahmane A., Chovelon V. et Boissot N. 2010. La résistance des plantes cultivées aux pucerons: bases génétiques et moléculaires et interaction avec les populations de pucerons. *Comptes Rendus Biologies*, 2010. 333: 566-573.
8. López M, Fernández I M. 2006. Spatial patterns and ability of *Lysiphlebus testaceipes* as a natural control of *Aphis gossypii* in eggplant. *Rev. Protección Veg.* 21 (1): 22-26.
9. Lopes C. 2007. Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique, Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde, *Lysiphlebus*

testaceipes en serre de melons. Thèse de Doctorat en écologie des populations et communautés. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. Agro Paris Tech. Ecole doctorale, 321p. <http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/50/07/33/PDF/these-Lopes.pdf> REVIEW

10. Majerus M., Strawson V. and Roy H. 2006: The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. *Ecological Entomology* 31, 207–215.

11. Margaritopoulos J. T., Tzortzi M., Zarpas K. D., Tsitsipis J.A. 2009. Predominance of parthenogenetic reproduction in *Aphis gossypii* populations on summer crops and weeds in Greece. *Bulletin of Insectology*. 62 (1), Mercedes L., Miranda I. et Fernández M. 2006. Spatial patterns and ability of *Lysiphlebus testaceipes* as a natural control of *Aphis gossypii* in eggplant *Rev. Protección Veg.* 21 (1), 22-26.

2.3 Objectifs

2.3.1 Objectif global

*Indiquer l'objectif qui permettrait d'apporter des réponses à la problématique posée dans 2.1
Cet objectif est unique et ne peut en aucun cas être confondu avec le résultat attendu*

L'objectif principal de ce projet concerne l'analyse du fonctionnement de la composante biocénotique en culture protégée (concombre, piment /Pucerons/ennemis naturels), pour la conception et le développement de stratégies de gestion durable dans un contexte de production biologique. Ces études permettent ainsi la régulation des pullulations de façon biologique par les auxiliaires les mieux adaptés aux environnements et aux stratégies de protection des agroécosystèmes visés et le développement de bases conceptuelles pour l'élaboration de méthodes de gestion durable des risques phytosanitaires liés aux bio-agresseurs dans les conditions tunisiennes.

2.3.2 Objectifs spécifiques

Indiquer les objectifs immédiats reflétant les résultats attendus par cette action de recherche

Développement de nouvelles stratégies de lutte plus soucieuses de l'environnement contre les pucerons des cultures protégées par :

- l'analyse des capacités aphidiphages des auxiliaires locaux dans différentes conditions culturales pour assurer leur efficacité lors des lâchers.
- comportement de différentes variétés de piment et de concombre aux pullulations d'*A. gossypii* sous différentes conditions expérimentales pour en juger de leur emploi en bio.
- l'étude de l'impact de l'intragilde sur les communautés pucerons et auxiliaires au niveau des cultures sous serres de piment et de concombre. Ceci permet le choix et les assemblages des antagonistes qui agissent en synergie pour la réduction de l'accroissement des pullulations du ravageur.
- L'élaboration d'un calendrier prévisionnel de lutte par l'emploi des auxiliaires et des techniques culturales permettant de maintenir un approvisionnement continu en ennemis naturels.

- Le développement d'un modèle de lutte biologique des populations aphidiennes au niveau des leurs hôtes par des lâchers des auxiliaires les mieux adaptés.

2.4 Activités

| N° d'ordre de l'activité | Intitulé de l'activité | Chercheur (s) Disponible (s) | Techniciens Disponibles |
|--------------------------|--|--|-------------------------|
| 1 | Itinéraires techniques, processus de colonisation des serres | Ben Halima Kamel M. Karboul H. Tarchoun N | 0 |
| 2 | Analyse du comportement variétal | Haouas D. Ben Halima Kamel M. Tarchoun N Abdellaoui K. | 0 |
| 3 | Analyse des interactions pour la détermination des assemblages | Karboul H. Ben Halima Kamel M. Mdellel L. | 0 |
| 4 | Performance des unités d'élevage | Mdellel L. Haouas D. Guesmi J. | 0 |
| 5 | Acceptation de l'hôte et structure des populations d' <i>A. gossypii</i> | Karboul H. Mdellel L. Ben Halima Kamel M. | 0 |

2.5 Méthodologie

Décrire brièvement la méthodologie qui sera suivie pour toutes les activités dans le déroulement des opérations de recherche et indiquer si possible les techniques à utiliser

En effet ce projet serait accompli par:

- L'analyse des populations aphidiennes et des groupes fonctionnels, les interactions entre auxiliaire, hôte et culture en culture de piment et de concombre par le suivi hebdomadaire des cultures et par échantillonnage, dénombrement des ravageurs, détermination des auxiliaires, et la prise de la température et de l'humidité.
- Analyse de la performance des auxiliaires retrouvés au niveau des serres, des paramètres démographiques et la détermination de leur potentiel d'action dans la lutte contre les aphides des cultures sous abris sous différentes conditions expérimentales.
- La mise en place des essais dans des conditions contrôlées sur le comportement des variétés de piment disponible aux pullulations des ravageurs par l'analyse des paramètres démographiques : d'*A. gossypii* et de *M. persicae* (taux d'accroissement, de natalité, de dédoublement de

génération,...). Il en est de même pour le concombre (différents écotypes) et son comportement via l'agression d'*A. gossypii*. Ces approches permettent de mettre la liste des variétés à utiliser en bio. De plus, des essais sous serres seront conduits pour la confirmation des résultats obtenus dans les conditions contrôlées.

- Mise en place d'unité d'élevage de *L. testaceipes* en optimisant les facteurs de production répondant aux exigences économique et agronomique
- Une seconde unité de production de *C. algerica* nécessite d'être montée pour satisfaire les lâchers en culture de concombre.
- Réalisation des tests d'acceptation de l'hôte (culture) par *A. gossypii* suite à la collecte et l'élevage de différentes populations de ce puceron. Il s'ensuit une analyse de la structure génétique de cet insecte.

2.6 Plan d'opération

2.6.1 Calendrier d'exécution prévisionnel des activités

Date de démarrage: **indiquer** la date de démarrage pour chaque activité (mois/année), la première date est considérée comme date de démarrage de toute l'action de recherche

Stations d'expérimentation

Laboratoire d'expérimentation

| N° d'ordre de l'activité | Date Démarrage Mois/année | Stations | Laboratoires |
|--------------------------|-----------------------------|---|---|
| 1 | Janvier 2014-Décembre 2018 | Domaine expérimental du CTAB Domaine expérimental de l'ISA | Entomologie de l'ISA |
| 2 | Janvier 2014-Décembre 2016 | Domaine expérimental du CTAB Domaine expérimental de l'ISA | Entomologie de l'ESAK Entomologie de l'ISA |
| 3 | Janvier 2014-Décembre 2018 | Domaine expérimental du CTAB Domaine expérimental de l'ISA | Entomologie de l'ISA |
| 4 | Janvier 2014-Décembre 2018 | | Entomologie de l'ISA |
| 5 | Janvier 2014- Décembre 2016 | | Entomologie de l'ISA Entomologie de l'ESAK Institut de Cavana biodiversitat, Valencia Espagne |

2.6.2 Besoins en Techniciens et en main d'œuvre (mois/homme) :

Techniciens et ouvriers spécialisés: **mettre** leur effectif par composante suivant disponibles ou à recruter

| N° d'ordre de l'activité | Techniciens | | et ouvriers spécialisés | | Main d'oeuvre | |
|--------------------------|-------------|----------------|-------------------------|----------------|---------------|----------------|
| | D | R | D | R | D | R |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 40mois/1 | 0 | 20 mois/1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 16mois/1 | 0 | 8mois/1 |
| 3 | 0 | 28 mois/1 | 0 | | 0 | 8mois/1 |
| 4 | 0 | 48mois/1 | 0 | | 0 | 16mois/1 |
| 5 | 0 | 10 mois/1 | 0 | | 0 | |
| Total | 0 | 76 mois | 0 | 56 mois | 0 | 52 mois |

(*) D = Disponible R = à recruter

3- Résultats attendus

| N° d'ordre de l'activité | Résultat attendu | Date probable D'obtention |
|--------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Développement d'un parcours de production biologique en culture de piment et de concombre sous serres à soumettre aux agriculteurs bio | Fin 2018 |
| 2 | Reconnaissance de variétés tolérantes, sensibles ou résistantes aux attaques d' <i>A. gossypii</i> et de <i>M. persicae</i> pour le piment et il en est de même pour le concombre. | Fin 2017 |
| 3 | Mettre à la disposition des agriculteurs bio, des moyens et des combinaisons d'auxiliaires à établir pour chaque culture | 2017 à fin 2018 |
| 4 | Installation d'unité de production de <i>L. testaceipes</i> et <i>C. algericae</i> qui serait destinée pour le développement | Fin 2018 |
| 5 | Détermination des races d' <i>A. gossypii</i> sur les cultures Solanacées et Cucurbitacées | Fin 2016 |

4- Budget de fonctionnement

| N° d'ordre de l'activité | Objet | Total | Montant en DT | | | |
|--------------------------|---|-----------|---------------|----------|----------|----------|
| | | | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Année 4 |
| 1 | Personnel Occasionnel | 20061 | 5015,25 | 5015,25 | 5015,25 | 5015,25 |
| | Carburant ; réparation véhicules, | 9000 | 3000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | Missions et Stages ; Documentation | 11500 | 4000 | 4000 | 2000 | 1500 |
| | Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers | 6500 | 2000 | 2000 | 1500 | 1000 |
| 2 | Personnel Occasionnel | 6610,584 | 3305,792 | 3305,792 | 0 | 0 |
| | Carburant ; réparation véhicules, | 1000 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| | Missions et Stages ; Documentation | 6000 | 3000 | 2000 | 0 | 0 |
| | Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers | 2000 | 1000 | 1000 | 0 | 0 |
| 3 | Personnel Occasionnel | 19307,328 | 4826,832 | 4826,832 | 4826,832 | 4826,832 |
| | Carburant ; réparation véhicules, | 5000 | 1500 | 1500 | 1000 | 1000 |
| | Missions et Stages ; Documentation | 9500 | 3000 | 3000 | 2000 | 1500 |
| | Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers | 4000 | 2000 | 1000 | 1000 | 1000 |

| | | | | | | |
|--------------|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 4 | Personnel Occasionnel | 33815,36 | 8453,84 | 8453,84 | 8453,84 | 8453,84 |
| | Carburant ; réparation véhicules, | 16000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| | Missions et Stages ; Documentation | 5000 | 2000 | 2000 | 500 | 500 |
| | Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers | 6000 | 2000 | 2000 | 1000 | 1000 |
| 5 | Personnel Occasionnel | 6800 | 4200 | 2400 | 0 | 0 |
| | Carburant ; réparation véhicules, | 1000 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| | Missions et Stages ; Documentation | 4000 | 2000 | 2000 | 0 | 0 |
| | Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers | 3000 | 2000 | 1000 | 0 | 0 |
| Total | | 176094,272 | 58301,714 | 52501,714 | 33295,922 | 31795,922 |