

ARELPAL



Synthèse du programme 2014-2016



Titre : protéger les principales cultures légumières régionales de leurs bioagresseurs en agriculture biologique

Acronyme : AGREABLE (bioAGResseurs, Expérimentation, Agriculture Biologique, LEgume)

- Filière : LEGUMES

- Thématique : Recherche des moyens de luttés alternatives contre les bioagresseurs des cultures légumières.

L'objectif de ce projet est la lutte contre les bioagresseurs en maraîchage biologique. Les méthodes de lutte sont travaillées spécifiquement autour de couples plantes/bioagresseurs, selon différentes techniques : protection biologique intégrée, aménagement de parcelles, association de cultures, lutte mécanique, huile essentielle, choix variétal. 5 types de bioagresseurs ont été travaillés lors de ce projet :

Les pucerons des cucurbitacées

La mouche de la carotte ;

Les mineuses du poireau

Les altises des crucifères

Les pathogènes de conservation des courges

Remerciements

Au Conseil régional des Pays de la Loire



à France Agrimer – CASDAR,



sans leurs financements les expérimentations n'auraient pu avoir lieu.

Aux partenaires du projet pour les échanges collaboratifs et fructueux



Aux différents producteurs et à leur participation active, qui ont permis de mener à bien le projet.

Synthèse Action 1 (CAB, ARELPAL, Etudiants de l'ESA Angers)

La 1^{ère} action du projet a consisté en la recherche bibliographique sur les 4 bio-agresseurs insectes répertoriés et en la création de fiches synthétiques pour chacun d'eux. Des groupes d'étudiants de l'ESA d'Angers ont travaillé sur ces fiches et synthèse biblio dans le cadre de projets tuteurés par CAB et ARELPAL.

Synthèse Action 2 : Lutte contre les pucerons des cucurbitacées (AREXHOR PL, GDM, ctifl, Lycée Nature, CDDL, CAB)

La lutte biologique sur les cultures de Cucurbitacées par lâchers d'auxiliaires commerciaux n'est pas maîtrisée sur les exploitations conduites en Agriculture Biologique du fait d'une culture sous grands tunnels froids, L'objectif était de trouver des leviers capables de la rendre moins aléatoire et d'envisager d'autres solutions qui permettraient de compléter son efficacité.

2-1 En premier lieu, une étude des **dynamiques de population des pucerons et un inventaire de l'entomofaune naturelle** associée aux pucerons des Cucurbitaceae ont été réalisées afin de cibler les meilleurs couples agresseurs-auxillaires à travailler.

Ainsi en 2014, un premier test a permis de mieux connaître le spectre d'auxiliaires spontanés en culture de concombre. La figure ci-dessous présente le nombre total d'auxiliaires de puceron ou de momies renfermant des parasitoïdes observés pendant la durée de l'essai.

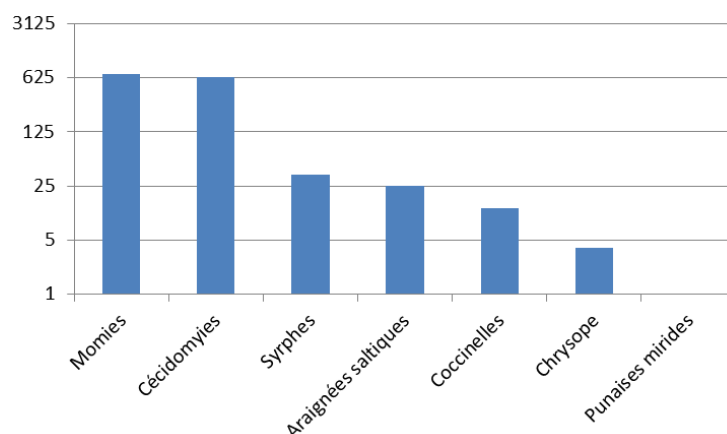


Fig : nombre cumulé d'auxiliaires du puceron observés sur concombre pendant l'essai mené en 2014. D'après ces données, nous pouvons clairement identifier les parasitoïdes (momies) et les cécidomyies prédatrices comme étant les principaux auxiliaires (en effectif).

La recherche de protection par différents moyens faisait aussi partie intégrant de ce programme ; Un premier levier est l'utilisation de plantes de service.

2-2 par utilisation de plantes de service, plantes réservoirs ou plantes relais.

Sélection des parasitoïdes

Grâce à un précédent projet, il a été identifié que le système Plante/ravageur -*Asclepias incarnata* / *Aphis nerii*- était particulièrement performant pour préserver et multiplier les parasitoïdes et les cécidomyies. En effet, l'un des principaux problèmes d'efficacité de certaines plantes réservoirs est l'anéantissement rapide du puceron hôte par les auxiliaires que l'on souhaite conserver avant que les auxiliaires colonisent la culture. Les populations de l'auxiliaire s'effondrent alors et le système n'apporte plus aucun intérêt. Or, *Aphis nerii* est une espèce particulièrement prolifique, qui, même en présence d'une forte population d'auxiliaires, arrive à se maintenir à des niveaux de population important. Si l'*Asclepias* conserve un bon état végétatif, le système peut donc s'auto-entretenir pendant de longues périodes, parfois pendant toute la saison. Il s'agit de comparer ces niveaux d'auxiliaires sur plantes-réservoirs à ceux dans la culture témoin afin de mesurer l'efficacité des parasitoïdes sélectionnés.

Les essais ont été mis en place sur les 3 années du projet. A l'Astedhor, les essais ont été réalisés en station et dans 2 tunnels de production. Des résultats issus de ce projet, il faut constater que l'efficacité des plantes-réservoirs testées est difficile à mettre en évidence.

Le système Plante-Ravageur-Auxiliaire représenté par *Asclepias incarnata* / *Aphis nerii* / *Aphidius colemani* est performant pour maintenir une population d'auxiliaires sur ces plantes. Il a permis de préserver efficacement les populations de parasitoïdes puisque le nombre de momies sur les plantes-réservoirs est très important et que le nombre de momies en culture est bien supérieur lorsqu'il y a des plantes-réservoirs dans la culture. Cependant, le transfert vers la culture a été trop faible pour avoir un réel impact sur la protection de la culture de concombre contre le puceron *Aphis gossypii*. Ce mauvais résultat semble pouvoir être attribué, au moins en partie, à la présence de fourmis. Soit ce système et même l'usage de parasitoïdes sont à éviter en présence de fourmis, soit un éloignement de ces dernières est indispensable. Une protection biologique basée sur l'usage de parasitoïde en présence de fourmis est certainement vouée à l'échec.

Les résultats sont plus ambiguës avec le système de plantes réservoirs *A. incarnata* / *A. nerii* / *Aphidoletes aphidimyza*. Le transfert semble s'être opéré mais l'effet améliorant sur l'état sanitaire des cultures n'est pas certain. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour clarifier cette situation. Par exemple, l'absence de résultats concrets sur la culture est-elle due à une densité de plantes-réservoirs trop faible ? L'intérêt de ce système de plantes réservoirs pour conserver les populations de cécidomyies de l'espèce *Aphidoletes aphidimyza* est peu probant puisque le ratio « Auxiliaire/ravageur » en culture n'est pas amélioré.

Au final, l'impact bénéfique des plantes réservoirs sur la protection du concombre contre les pucerons n'est pas démontré en raison de l'artefact que constitue la présence de fourmis dans les tunnels de l'essai.

Efficacité de plantes relais associés aux auxiliaires commerciaux en production

L'idée est de mettre en place précocement dans des tunnels de concombre des plantes (graminées, orges, éleusine, etc.) sur lesquelles seront introduits des pucerons inféodés à celles-ci. Le but est de constituer des réservoirs d'auxiliaires afin de maintenir des populations toujours présentes et d'anticiper les lâchers par rapport à l'arrivée des ravageurs dans la culture. Les essais ont été réalisés sur différents sites de production.

	GDM 85	CDDL 49	Lycée Nature 85
culture	concombre	concombre	courgette
apport d'auxiliaires commerciaux	en culture (mélange de différents Aphidius et Aphidoletes)	• sur plante relai (mélange de différents Aphidius) • en culture (Aphidoletes)	en culture (Aphidius et Aphidoletes)
plante relai	orge	orge	pois ammi majus orge/triticales

En Vendée, le suivi des populations de pucerons sur les concombres confirme l'intérêt des plantes relais (semis d'orge à 3 dates) comme technique pouvant aider à la maîtrise des foyers de pucerons en culture de concombre biologique. En effet, pour la troisième année consécutive, la pression de pucerons dans le tunnel plantes relais est inférieure durant tout l'essai à celle du tunnel témoin. Une étude attentive des populations d'auxiliaires montre que l'activité des prédateurs de pucerons est favorisée par le dispositif plantes relais : on constate une plus forte présence de ce type d'auxiliaires dans la culture, ce qui est renforcé par les inventaires réalisés dans les plantes relais. On peut penser que la présence de ce dispositif crée des conditions favorables (hygrométrie plus forte, réserve de nourriture aussi bien avec les pucerons des céréales pour les larves que le pollen pour les adultes) pour attirer les prédateurs venant de l'extérieur de la serre, qui passent ensuite sur la culture de concombre. Attention toutefois à ne pas trop modifier les conditions de culture puisqu'il a été observé que l'hygrométrie matinale favorisait les attaques d'oïdium dans ce tunnel.

Sur la culture, l'activité des parasitoïdes est très liée à la dynamique de population des pucerons, quelle que soit l'origine (issus du milieu ou apportés par lâchers) de ces parasitoïdes. La technique des lâchers de parasitoïdes commerciaux reste une valeur sûre de la lutte contre les pucerons en AB, des études complémentaires devront être menées pour savoir comment entretenir et amplifier ces populations de parasitoïdes dans les tunnels. Les résultats sont moins probants en Maine et Loire (effet climat ?)

Par ailleurs, différentes bandes fleuries ont été testées. Les essais mis en place dans le cadre de cette action n'ont pas permis d'obtenir de résultats probants.

2-3 par association de cultures

L'objectif principal de l'essai mené a été de tester l'impact de l'association de concombres et de tomates sur une même planche sur le développement d'Aphis gossypii et de le comparer à son développement sur une planche de concombre en monoculture. Cet essai avait également pour but d'analyser la faisabilité de cette association d'un point de vue technico-économique. L'essai a été mené pendant trois ans chez un producteur bio à La Chapelle Basse Mer (44).

L'efficacité de l'association tomate/concombre sur la dispersion des pucerons du concombre a été démontrée lors des 3 années d'essais : les attaques restent très groupées et le ravageur ne se disperse pas. Les foyers disparaissent plus vite grâce à la PBI que dans le témoin mono-culture. Cependant , le rendement de concombres est quant à lui plus bas que dans le témoin.

L'objectif à présent est de faire évoluer l'itinéraire technique afin d'optimiser la production des concombres associés : Plants greffés 2 têtes pour chaque plantes, 3 semaines de décalage de plantation, changer le rythme de l'alternance (4 tomates, 4 concombre).

2-4 Efficacité de différentes huiles essentielles

Les essais d'application par pulvérisation montrent des problèmes de miscibilité, des risques de phytotoxicité pour un résultat aléatoire (essai 2014 – 2015). En dernière année (2016), un essai de diffusion sous abri montre des résultats intéressants qui sont à confirmer.

Synthèse Action 3 : Lutte alternative contre Mouche de la carotte (CTIFL, CAB, lycée Nature, lycée du Fresne)

La mouche de la carotte est un ravageur très courant en production d'apiacées (carotte, céleri et plus rarement persil). Les dégâts entraînent une dépréciation commerciale, des problèmes sanitaires en conservation ainsi que des pertes de rendements. L'adulte émerge au printemps et pond à proximité des plantes-hôtes. Après éclosion, la larve pénètre dans les racines et y creusent des galeries pour s'alimenter. La période de vol s'étale de fin avril à juillet, durant laquelle 3 générations peuvent se succéder. Les dégâts sont donc visibles à la fois sur les carottes primeurs et sur celles de conservation. Les pertes économiques engendrées par les larves de *P. rosae* peuvent être très importantes : baisse de la qualité, temps de triage, pourriture en conservation etc. Pour protéger leurs cultures contre les mouches, les producteurs AB posent des filets insect-proof sur les cultures en période de risque. Cette technique peut s'avérer très efficace, mais elle présente néanmoins un coût non négligeable et est souvent très contraignante à mettre en œuvre. De plus, les filets insect-proof peuvent créer un microclimat favorable au développement des maladies et gêner très fortement l'entretien des cultures (gestion de l'enherbement, buttage, aération du sol etc.). Egalement, les périodes de vol s'étalent du printemps à l'automne, les cultures doivent donc être couvertes l'été ce qui peut entraîner des chocs physiologiques (brulures, montaison, etc.).

L'objectif des travaux mis en œuvre de 2014 à 2016 dans le cadre du projet AGREABLE était de proposer des stratégies de lutte alternatives à la pose de filets. Au total, deux stratégies ont été travaillées : l'une était basée sur l'utilisation de plantes-piège et l'autre sur la mise en place d'infrastructures agro-écologiques particulières (bandes enherbées) autour des parcelles de culture pour y favoriser les processus de régulation naturelle.

3.1 : Effet de plantes-piège et/ou de plantes-écran sur la colonisation des cultures de carotte par la mouche *P. rosae*

L'effet de plantes-piège et/ou de plantes-écran sur la colonisation des cultures de carotte par *P. rosae* a été étudié par le Ctifl en 2015 et 2016 ainsi que par la CAB en 2014 et 2015.

Plantes-pièges

L'objectif des travaux mis en œuvre par le Ctifl en 2015 et 2016 était d'évaluer l'effet d'une stratégie de protection contre la mouche *P. rosae*, reposant sur l'utilisation de plantes-piège sur la colonisation d'une culture de carotte biologique par la mouche *P. rosae*. La plante-piège utilisée était le maïs, car cette plante est attractive pour certaines espèces de mouches et son cycle biologique est synchrone avec celui de la carotte. Le maïs a déjà été utilisé comme plante-piège à la Réunion pour protéger les cultures de courgette contre les mouches de la famille des *Tephritidae* (projet GAMOUR porté par le CIRAD).

En 2015, l'utilisation d'une plante-piège a été couplée avec l'utilisation d'une plante-écran, dont le rôle était d'empêcher les populations de *P. rosae* naturellement présentes dans l'environnement de s'installer dans la culture (effet « barrière ») La plante-écran choisie dans cette étude était le chanvre car c'est une plante rustique, facile à cultiver, à croissance rapide et qui, du fait de son feuillage très dense et de sa hauteur constitue une véritable barrière végétale capable d'isoler les cultures de

carotte de leur environnement proche. Le cycle du chanvre, qui se sème en avril pour être récolté en septembre, est de plus synchronisé avec celui de la carotte.

En 2016, l'utilisation d'une plante-piège a été couplée avec l'utilisation de pièges chromatiques pour le piégeage de masse des mouches adultes.

Dispositif expérimental mis en œuvre

Les expérimentations ont été menées sur le centre Ctifl de Carquefou selon un dispositif en blocs à deux répétitions. Dans chacun des deux blocs expérimentaux, deux parcelles élémentaires de 800m² ont été définies : une parcelle « aménagée » et une parcelle « témoin ». Sur le pourtour des parcelles « aménagée », du maïs a été semé 15 jours avant le semis des carottes, sur une largeur de 2m. En 2015, une bande de chanvre de 2m de large a été accolée à la bande de maïs, tandis qu'en 2016 une guirlande de pièges jaune englués a été déroulée le long de la bande de maïs. Sur le pourtour des parcelles « témoin », aucun aménagement n'a été installé, en 2015 comme en 2016. En 2015 comme en 2016, la bande de maïs entourant les parcelles « aménagée » a été traitée dans son intégralité et à plusieurs reprises avec du Syneis Appât.

Mesures et observations

Dans les parcelles « aménagée » et « témoin, la sévérité des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans le pivot racinaire des plantes a été évaluée à plusieurs reprises en cours de culture. Le pourcentage de plantes présentant des traces de *P. rosae* sur le pivot racinaire au niveau de chaque station d'observation a été calculé et cartographié à chaque d'échantillonnage pour chaque parcelle élémentaire. Le pourcentage moyen de plantes présentant des traces de *P. rosae* sur le pivot racinaire au moment de la récolte a ensuite été calculé.

Résultats

Dans l'essai mené en 2015, l'incidence des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans la culture de carotte montrent que cette incidence est significativement plus élevée dans les parcelles élémentaires entourées par le maïs et le chanvre que dans les parcelles élémentaires témoin. Il est possible que la mouche *P. rosae* ait été favorisée par la présence de maïs, cette plante lui ayant servi de refuge comme escompté, mais que le traitement avec le Syneis Appât ait été inefficace, soit à cause d'un manque d'efficacité intrinsèque, soit à cause du fait que les traitements n'ont été effectués que sur une petite partie des plantes et non pas sur la totalité des plantes. Par ailleurs, la densité des populations de mouche mesurée dans les parcelles élémentaires entourées de maïs et de chanvre étant relativement importante par rapport aux parcelles élémentaires témoin, il est possible que le chanvre, en présence de maïs tout au moins, n'ait eu aucun effet significatif sur l'installation des mouches dans la culture, que ce soit par le biais d'une action physique (rôle de barrière) ou par le biais d'une action chimique (émission de composés organiques volatils pouvant exercer un effet répulsif vis-à-vis des mouches).

Dans l'essai mené en 2016, l'incidence des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans la culture de carotte est équivalente entre les parcelles élémentaires entourées par le maïs et les parcelles témoin. Dans cet essai, l'utilisation de maïs en tant que plante-piège n'a donc pas permis de réduire significativement l'incidence des attaques de *P. rosae* dans les cultures de carotte.

Dans les deux cas, les résultats obtenus ne montrent pas d'effet significatif des systèmes de plante-écran et/ou de plante-piège étudiés sur l'incidence des dégâts de *P. rosae* dans les cultures de

carotte. A l'avenir, des travaux supplémentaires pourraient néanmoins être envisagés. Le premier objectif de ces travaux serait de choisir une plante-piège plus appropriée que le maïs pour attirer la mouche *P. rosae* (à travers des tests biologiques au laboratoire) tandis que le second serait de tester des méthodes de destruction de *P. rosae* sur la plante-piège plus efficaces que le Syneïs Appât ou le piégeage de masse. Enfin, si l'effet de plante-pièges sur l'incidence des dégâts de *P. rosae* dans les cultures de carotte devait être réévalué dans le cadre d'une expérimentation en parcelles de plein champ, il serait alors important de répéter chaque modalité 4 fois plutôt que 2 (variabilité importante d'une répétition à l'autre).

Plantes-écran

L'objectif des travaux mis en œuvre par la CAB en 2014 et 2015 était d'évaluer l'effet d'une barrière de chanvre sur l'intensité des dégâts provoqués par la mouche *P. rosae* dans une culture de carotte adjacente.

Les expérimentations ont été menées chez un producteur AB situé à Saint Etienne du bois, en Vendée. L'itinéraire cultural pour le semis et le suivi de la culture de carotte était celui pratiqué par le maraîcher, si ce n'est que les carottes observées dans le cadre de l'essai n'ont pas été protégées avec un filet insect-proof. Le semis des carottes a été effectué début juin. Le chanvre a été semé autour de la parcelle de carotte environ 2 semaines avant le semis des carottes. Au total, 2 répétitions d'une modalité « chanvre » ainsi que 2 répétitions d'une modalité « témoin » ont été mises en place.

En 2014 comme en 2015, l'intensité des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans le pivot racinaire des plantes est plus faible dans les cultures de carottes bordées par une barrière de chanvre que dans les cultures de carotte qui ne le sont pas. De plus, les piégeages étaient également plus faibles dans ce type de parcelle. Ces résultats suggèrent que la présence chanvre autour des parcelles de carottes peut permettre de limiter les attaques de *P. rosae* dans les cultures.

Le dispositif mérite d'être affiné car en l'état actuel, la mise en place de plante écran ne permet pas de rester en dessous de 40% de dégâts, ce qui n'est pas satisfaisant pour les producteurs.

3.2 : Effet d'une bande enherbée sur la colonisation des cultures de carotte par *P. rosae* et les ennemis naturels de mouches

L'effet d'une bande enherbée sur la colonisation d'une culture de carotte par la mouche *P. rosae*, les carabidés, les staphylins et les araignées a été étudié par le Ctifl, le lycée du Fresne et le lycée Nature en 2015 et 2016.

L'objectif des travaux mis en œuvre était de vérifier l'hypothèse selon laquelle la présence d'une bande enherbée autour des parcelles de production favorise la colonisation des cultures d'apiacées (carottes et céleri) par les carabidés, les staphylins et les araignées ainsi que la régulation naturelle des populations de *P. rosae*. Pour cela, l'effet de bandes enherbées sur la densité d'activité des populations de carabidés, de staphylins et d'araignées ainsi que sur la sévérité des dégâts occasionnés par *P. rosae* a été étudié à travers un dispositif constitué de plusieurs binômes de parcelles répartis sur 3 sites expérimentaux, un binôme étant constitué d'une parcelle bordée par une bande enherbée sur deux à quatre de ses côtés (parcelle dite « aménagée ») et d'une parcelle sans infrastructure agro-écologique (IAE) particulière sur ses abords (parcelle dite « témoin »). Au total, 6

binômes de parcelles ont été étudiés dans cette étude : 2 binômes ont été mis en place sur le site expérimental du Ctifl (l'un en 2015 et l'autre en 2016), 2 binômes ont été mis en place sur le site expérimental du lycée Nature (l'un en 2015 et l'autre en 2016) et 2 binômes ont été mis en place sur le site expérimental du lycée du Fresnois (l'un en 2015 et l'autre en 2016).

Dans chacun des 3 sites expérimentaux et pour chaque année d'essai, le dispositif mis en place était constitué de deux parcelles de carotte séparées par une distance de 200 à 300m et ne se distinguant l'une de l'autre que par la nature de leurs abords. La première parcelle dite parcelle « témoin » était caractérisée par l'absence totale d'infrastructure agro-écologique (IAE) particulière sur ses abords. La seconde parcelle dite parcelle « aménagée » était bordée par une surface enherbée sur un ou plusieurs de ces côtés.

Dans chacune des parcelles « aménagée » et « témoin » étudiée, la densité d'activité des populations de carabidés, de staphylins et d'araignées la densité d'activité des populations de carabidés, de staphylins et d'araignées a été mesurée à l'aide de pièges-fosse répartis dans la culture selon un plan d'échantillonnage systématique. Ces pièges-fosses ont été mis en place sur des périodes de 7 jours, à plusieurs reprises au cours de la période d'essai. A chaque date de relevé, les carabidés, les staphylins et les araignées ont été dénombré(e)s sous loupe binoculaire.

Au moment de la récolte des carottes, l'incidence des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans le pivot racinaire des plantes a été évaluée dans les parcelles « aménagée » et « témoin ». Cette incidence a été évaluée au niveau de plusieurs stations d'observation réparties de façon systématique dans la culture. A chaque date d'échantillonnage, 30 plantes ont été prélevées au niveau de chaque station d'observation et ramenées au laboratoire. Le nombre de carottes présentant des traces de *P. rosae* sur le pivot racinaire (galeries de larves) ainsi que le nombre de carottes saines ont été déterminés pour chaque station.

La densité d'activité moyenne (nombre moyen d'individus/piège) \pm erreur-type des populations de carabidés, de staphylins et d'araignées dans la culture de carotte « aménagée » ainsi que dans la haie et la bande enherbée adjacentes a été calculée pour chaque date d'observation. La structure spécifique des populations de carabidés échantillonnées dans ces trois milieux a également été déterminée pour chaque date d'observation. A chaque d'échantillonnage, le pourcentage de plantes présentant des traces de *P. rosae* sur le pivot racinaire au niveau a été calculé pour chaque station d'observation des parcelles « aménagée » et « témoin ». Le pourcentage de plantes présentant des traces de *P. rosae* sur le pivot racinaire au moment de la récolte a aussi été calculé.

Résultats

Sur le site expérimental du Ctifl, en 2015, les résultats obtenus montrent que les populations de carabidés, de staphylins et d'araignées sont très actives entre mi-juin et mi-juillet dans la parcelle de carotte « aménagée » ainsi que dans la haie et la bande enherbée adjacentes. Cette période de forte activité correspondant théoriquement à la fin de la seconde période de ponte de la mouche *P. rosae*, il est possible que les carabidés, les staphylins et les araignées aient été attirés en masse dans la culture de carotte par les œufs et/ou les larves de *P. rosae* présents à ce moment-là. Pour ce qui concerne les staphylins, cette hypothèse est renforcée par le fait qu'il existe une corrélation positive entre la densité d'activité des populations de staphylins tout au long de la période de culture et le pourcentage de plantes présentant au moins une trace de *P. rosae* sur le pivot racinaire au moment

de la récolte. Le suivi des populations adultes de *P. rosae* à l'aide de panneaux englués « jaune bouton d'or » ainsi que le suivi des pontes auraient probablement permis de confirmer cette hypothèse mais cela n'a pas été fait. Il est aussi possible que cette période de forte activité soit due à des phénomènes climatiques, les températures relevées entre le 15/06/15 et le 15/07/15 étant particulièrement élevées et la pluviométrie mesurée sur la même période étant particulièrement faible. Pendant cette période de forte activité, les carabidés ont principalement été retrouvés dans la culture de carotte (53% de la population totale échantillonnée) et les staphylins dans la culture de carotte et la haie adjacente (respectivement 46% et 36% de la population totale échantillonnée) tandis que les araignées ont principalement été retrouvées dans la bande enherbée (44% de la population totale échantillonnée). L'activité des populations de carabidés, de staphylins et d'araignées décroît ensuite à partir de mi-juillet avant de se stabiliser. Ce ralentissement d'activité pourrait être le fruit d'un phénomène naturel lié aux températures et à la pluviométrie. La mouche *P. rosae* entrant généralement en diapause estivale à partir du mois de juillet, il pourrait aussi être le résultat d'une absence d'œufs et/ou de larves dans la culture de carotte et donc d'une perte d'attractivité de celle-ci vis-à-vis de ces arthropodes prédateurs. Il est aussi possible que l'effort d'échantillonnage des carabidés, des staphylins et des araignées ait été trop important et que cela ait eu rapidement un effet délétère sur le maintien et le renouvellement de leurs populations. Enfin, les résultats obtenus en 2015 montrent que le pourcentage de plantes présentant au moins une trace de *P. rosae* sur le pivot racinaire au moment de la récolte est plus important dans la parcelle « témoin » (29%) que dans la parcelle « aménagée » (21%). Néanmoins, le dispositif expérimental 2015 n'a pas permis de savoir si cette différence est significative ou non.

En 2016, les résultats obtenus montrent que la densité d'activité des populations de carabidés et de staphylins est significativement plus élevée dans la parcelle « aménagée » que dans la parcelle « témoin ». En revanche, la présence d'une bande enherbée en bordure de parcelle ne semble avoir que peu d'effet que la densité d'activité des araignées dans la culture de carotte. Au moment de la récolte, le pourcentage de plantes présentant au moins une trace de mouche dans le pivot racinaires est significativement plus faible dans la parcelle « aménagée » que dans la parcelle « témoin ». Il est possible que cela soit dû à l'action des ennemis naturels de mouche (carabidés mais aussi et surtout staphylins) mais cela reste à confirmer car la réalité de la prédation des œufs et/ou larves de *P. rosae* par les carabidés, les staphylins et les araignées, ainsi que les niveaux de prédation des œufs et/ou larves de *P. rosae*, n'ont pas été évalués.

Sur le site expérimental du lycée Nature, en 2015, aucune levée de carotte n'a été observée sur le dispositif mis en place par le lycée Nature. L'expérimentation a ainsi été stoppée en cours de route cette année-là.

En 2016, les résultats obtenus montrent que l'activité des populations d'araignées dans les cultures de carotte pourrait être favorisée par la présence de bandes enherbées en bord de parcelle. Aucune hypothèse ne peut en revanche être formulée pour les staphylins et les carabes. Aucune corrélation entre la présence de bandes enherbées au bord des cultures et l'intensité des dégâts occasionnés par *P. rosae* dans le pivot racinaire des plantes n'a pu être mise en évidence, la pression exercée par *P. rosae* sur la culture ayant été trop faible en 2016 (vols très faible et pas de dégâts observés). De plus, la problématique *P. rosae* a, en pratique, été reléguée au second plan derrière le problème du désherbage manuel, fastidieux mais inévitable, survenu suite au fort salissement des deux parcelles de l'expérimentation (parcelle « aménagée » et parcelle « témoin »). La pertinence de l'étude menée

en 2016 par le lycée Nature est donc en question, compte tenu des répercussions économiques dominantes de ce phénomène.

Sur le site expérimental du lycée du Fresne, en 2015, les résultats obtenus suggèrent que l'activité des carabidés et des staphylins dans les cultures de carotte n'est pas influencée par la présence d'une bande enherbée sur les abords de parcelle. En revanche, les araignées sembleraient être attirées par la bande enherbée.

En 2016, la pression exercée par *P. rosae* dans la culture de carotte était faible. Les résultats obtenus montrent que l'activité des populations de staphylins est deux fois plus élevée dans la bande enherbée bordant la parcelle expérimentale « aménagée » que sur le sol nu bordant la parcelle « témoin ». De la même façon, l'activité des populations d'araignées est plus élevée dans la bande enherbée que sur le sol nu. En revanche, l'activité des populations de carabidés mesurée dans la bande enherbée est similaire à celle mesurée sur le sol nu.

Dans la parcelle « témoin », l'activité des populations de staphylins, de carabidés et d'araignées mesurée dans les carottes est similaire à celle mesurée sur le pourtour de la parcelle (sol nu). Dans la parcelle « aménagée », l'activité des populations de staphylins et de carabidés mesurée dans les carottes est similaire à celle mesurée dans la bande enherbée qui entoure la parcelle. L'activité des populations d'araignées est en revanche plus élevée dans la bande enherbée qui entoure la parcelle que dans la culture de carottes.

Enfin, aucune notation dégâts n'a pu être effectuée en 2016 faute d'une pression mouche suffisante.

En conclusion et suite à la variabilité de ces résultats, il est difficile de conclure sur l'efficacité des bandes enherbées dans une régulation des populations de mouches de la carotte et des dégâts qu'elles peuvent provoquer.

Synthèse Action 4 : Lutte contre la mineuse du poireau (CDDL, CAB)

La mouche mineuse du poireau, *Phytomyza gymnostoma* est connue comme nuisible en Europe de l'est depuis la fin des années 80. Elle est apparue en France fin 2003, avec les premiers dégâts signalés en Alsace. Les dégâts sont souvent très importants, ils se traduisent par une présence en nombre de pupes dans les fûts. Lorsque les attaques ont lieu sur jeunes poireaux, on peut observer des éclatements de fûts.

A l'heure actuelle, il existe peu de moyens efficaces en bio de lutter contre ce ravageur. Seule la couverture des poireaux permet de limiter les pontes, avec les répercussions négatives que cela engendre : développement des maladies, gestion des binages, coûts d'achat, temps de pose, etc. Un traitement au Spinosad est également possible mais avec une fenêtre d'action restreinte et une action négative sur les auxiliaires, eux aussi sensibles à ce produit.

Objectif du projet est donc de trouver des solutions pour lutter contre les attaques de mineuses sur les poireaux. Pour ce faire, la CAB et le CDDL mis en place des essais sur les trois ans du programme.

Les techniques testées proviennent de la bibliographie et des propositions des producteurs. Tous les essais ont été menés chez les producteurs des deux réseaux.

4.1 et 4.2-Techniques de lutte

Pour des raisons de praticité dans les essais et de lecture des résultats les actions 1 et 2 ont été regroupées.

Les attaques en production peuvent être évitées ou limitées par différentes techniques. Les partenaires ont étudié certaines d'entre elles.

Les protocoles ont été évolutifs sur les trois années d'expérimentation : les résultats de la première année ont conditionné les protocoles des années suivantes : l'étude de certaines techniques a été abandonnée car les résultats s'avéraient peu concluants.

Les essais ont été faits chez plusieurs producteurs des deux structures selon un schéma de protocole similaire : on fait varier le paramètre étudié dans les modalités et le suivi consistait à mesurer le nombre de futs atteints, la quantité de pupes d'insectes et de mines et le nombre de futs commercialisables.

Le tableau ci-dessous récapitule la synthèse des protocoles des différents essais réalisés :

Technique de lutte	Essai mené par partenaire	Années des essais	Protocole
Piégeage massif	CAB	2015	Mise en place d'une zone comportant des poireaux d'une variété très attractive pour les mouches (Jaune du Poitou) et qui sera broyée à la fin du vol.
Stratégie de traitement	CAB	2015	Pulvérisation de Spinosad additionné de mouillant ou non à différentes dates autour du vol.
Taille du haut des feuilles	CAB	2016	La mouche pond sur le haut de la feuille du poireau. Différentes modalités : coupe du haut des feuilles à différentes dates pendant et après le vol.
	CDDL	2015, 2016	
	CDDL	2016	Coupe à différentes hauteurs pour limiter les pertes de rendement
Protection mécanique	CDDL	2015, 2016	Pulvérisation d'argile (kaolinite calcinée) et de talc pour perturber la reconnaissance de la plante hôte par la mineuse
Application de produit alternatif	CDDL	2015	Test d'une stratégie de traitement associant un répulsif et un produit insecticide naturel

Beaucoup de techniques ont été étudiées lors de ces 3 années de programme (cf résultats dans les comptes rendus annuels).

Des résultats, il ressort la synthèse ci-dessous qui peut servir de préconisations aux producteurs.

Technique	Résultats
Piégeage massif	Aucun effet n'a pu être démontré.
Stratégie de traitement	Effet limité. Une meilleure efficacité a été observée avec un produit additionné de mouillant. Différentes stratégies de date de traitement devraient être testées. Les essais faits en Auvergne Rhône Alpes, Centre Val de Loire et nouvelle Aquitaine montrent eux un effet du produit positionné 15 jours après le pic de vol.
Taille du haut des feuilles	Effet intéressant observé sur les deux années d'essai. La date de coupe en lien avec les observations de vol des mouches doit être approfondie ainsi qu'une technique permettant d'utiliser cette pratique par les producteurs (barre de coupe). La hauteur de coupe pour limiter les pertes de rendement doit également être affinée en lien avec les possibilités des machines existantes.
Protection mécanique	Essai répliqué à la station de Poitou Charentes (ACPEL). Un effet a été observé en 2015, dans le 49, qui n'a été confirmé sur aucun essai fait en 2016. Technique de plus trop contraignante pour les producteurs (application chaque semaine)
Efficacité de produit alternatif	Aucune efficacité observée pour la stratégie testée. Produit contraignant à appliquer (chaque semaine).

Les résultats obtenus au bout d'un cycle d'essais de trois ans montrent l'efficacité de certaines techniques comme la coupe des feuilles dans la période du vol, une technique qui mérite d'être approfondie et affinée.

A l'inverse, les essais nous ont permis d'écarter certaines techniques peu efficaces pour la lutte contre la mouche du poireau comme par exemple le piégeage massif avec une variété considérée comme très sensible aux attaques de mouche ou les traitements au spinosad sans adjuvant mouillant.

Synthèse Action 5 : Altise des crucifères (CAB , CDDL)

Les altises posent des problèmes importants dans les cultures de la famille des Brassicaceae. Il n'existe pas de produits efficaces contre ce ravageur. Un moyen de lutte est la protection mécanique à l'aide de voile d'hivernage.

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont été la mesure de l'efficacité de barrière physique par application d'argile ainsi qu'une recherche de lutte mécanique par passage d'outil équipés de plaques engluées pour piéger les altises.

De ces 2 techniques, seul le piégeage mécanique semble pouvoir présenter un intérêt en limitant la population d'altises. Toutefois une faible pression en 2016 n'a pas permis de confirmer les résultats de 2015.

Synthèse Action 6 : Conservation des courges (CAB, BLO)

Introduction : Optimiser la conservation des courges potimarron et butternut

Le potimarron et le butternut font partie des courges les plus commercialisées en hiver. La courge a un potentiel de conservation élevé mais ce dernier reste à optimiser. En effet, si les premières semaines après récolte se déroulent sans problème, les producteurs observent à partir de décembre le développement de champignons sur l'épiderme ramollissant le fruit et rendant sa commercialisation impossible. Ce phénomène s'accroît au fil des semaines et peut entraîner des pertes importantes alors que la demande des circuits longs et demi-longs progresse. Plusieurs producteurs au sein de BLO et de la CAB ont souhaité mieux connaître les paramètres influençant la durée de conservation des courges afin de limiter les pertes au stockage et d'allonger la période de commercialisation.

La culture qui a été principalement étudiée est le potimarron car il représente la majeure partie du marché. Le butternut a été étudié en marge sur certains essais.

Paramètres influençant la conservation

La conservation est influencée par différents paramètres. Les partenaires ont étudié certains d'entre eux. Voici une synthèse dans le tableau ci-dessous :

Paramètre de conservation		Essai mené par partenaire	Années des essais
Conditions de récolte	Climat à la récolte	Non étudié	
	Soin des opérateurs	BLO	2015
Conditions de stockage	Température et Hygrométrie	BLO	2014-2015-2016
	Conditionnement (caisses, pallox, bois, plastique)	BLO	2014
	Traitement après récolte	BLO	2015-2016
Variétés	Variétés	BLO et CAB	2014-2015-2016
	Semences fermières ou certifiées	BLO	2014-2015-2016
Contexte pédo-climatique	Terroir	Non étudié	
	Météo de l'année	Non étudié	
Itinéraires techniques	Fertilisation	CAB	2015-2016
	Date de semis/plantation	BLO et CAB	2015-2016
	Irrigation	Non étudié	
	Protection phyto-sanitaire	BLO et CAB	2014-2015-2016

Les protocoles des essais ont été évolutifs sur les trois années d'expérimentation : les résultats de la première année ont conditionné les protocoles des années suivantes : l'étude de certains paramètres a été abandonnée car les résultats s'avéraient peu concluants.

Les essais ont été faits chez plusieurs producteurs des deux structures selon un schéma de protocole similaire : on fait varier le paramètre étudié dans les modalités et le suivi consistait à mesurer le poids ou le nombre de produits commercialisables au fil de la conservation.

Le tableau ci- dessous est une synthèse des protocoles des différents essais réalisés :

Paramètre	Partenaire	Protocole
Conditions de récolte		
Soin des opérateurs	BLO	Comparaison de conservation entre fruits choqués et sains.
Conditions de stockage		
Température et Hygrométrie	BLO	Comparaison chez plusieurs producteurs de conditions de stockage différentes (chambre chaude, hangar ventilé ou fermé) avec enregistrement de la température et de l'humidité relative au long du stockage.
Traitement après récolte	BLO	Application de cuivre et soufre, thermothérapie et comparaison avec un témoin.
Conditionnement (caisses, pallox, bois, plastique)	BLO	Comparaison entre conditionnement caisses plastiques et bois
Variétés		
	BLO	Screening des variétés hybrides et population orange et verte
	CAB	Screening des variétés hybrides et population orange
Semences fermières ou commerciales	BLO	Comparaison semences fermières/commerciales sur trois variétés. Essai réalisé chez trois producteurs testant chacun une variété.
Itinéraires techniques		
Fertilisation	CAB	Variation de la dose d'engrais organique concentré à la plantation
Date de semis/plantation	BLO et CAB	Variation de la date de semis et plantation : un essai avec des écarts d'une semaine et un essai avec des écarts de deux semaines.
Protection phyto-sanitaire	BLO	Applications de Soufre
	CAB	Application de Silice (Talk)

Beaucoup de paramètres ont été étudiés (les résultats détaillés dans les comptes rendus annuels). Nous présentons ci-dessous une synthèse des facteurs les plus influents dans la conservation qui peuvent servir pour des préconisations aux producteurs :

Paramètre	Résultats
Conditions de récolte	
Soin des opérateurs	Les chocs et blessures n'ont pas eu d'influence significative sur la conservation. Hypothèse à confirmer.
Conditions de stockage	
Température et Hygrométrie	<u>Température</u> : conservation convenable entre 5 et 15°C (la plage habituellement préconisée est de 10 à 15 °C). Meilleure conservation si peu d'amplitudes thermiques. <u>Humidité</u> : Une humidité inférieure à 70% est difficile à obtenir en conservations de stockage. Une HR au-delà de 95% pendant plusieurs jours provoque une accélération du pourrissement. Une hygrométrie de 80% permet une bonne conservation.
Traitement post récolte	Résultats peu significatifs sur l'utilisation d'antifongiques. La thérapie réalisée en 2015 donne des indications mais semble compliquée à mettre en œuvre.
Conditionnement (caisses, pallox, bois, plastique)	Résultats peu significatifs.
Variétés	Variations selon les années et les producteurs. Conclusion globale : <u>Bonne conservation</u> : Solor (De Bolster)-Factor (De Bolster) <u>Conservation moyenne</u> : Uchiki Kuri (domaine public)- Orange Summer F1 (Vitalis)-Red Kuri (domaine public)-Tractor (De Bolster)
Semences fermières ou commerciales	Peu de résultats significatifs car résultats variables selon les années.
Itinéraires techniques	
Fertilisation	Peu de résultats significatifs.
Date de semis/plantation	Les produits issus des plantations précoces ont de mauvais résultats à la conservation. Selon les départements, une plantation entre fin mai et fin juin est la plus appropriée.
Protection phyto-sanitaire	Les apports de silice en cours de culture n'apportent pas de différences notables à la conservation. Les apports de soufre n'ont pas été concluants car peu de pression d'oïdium l'année de l'essai.

Les résultats obtenus au bout d'un cycle d'essais de trois ans éclairent l'influence de certains paramètres et permettent de dégager des préconisations pour les producteurs, notamment en matière d'itinéraires techniques, de variétés et de conditions de stockage. On constate les mêmes tendances dans les essais réalisés sur le butternut. Celui-ci a par ailleurs une conservation plus longue que le potimarron orange et semble équivalente à celle du potimarron vert.

A l'inverse, les essais nous ont permis d'écartier certains paramètres comme peu influents sur le stockage comme par exemple la fertilisation, les traitements en culture et post-récolte, la nature des caisses de conditionnement.

Au niveau variétal, la mise en marché de nouvelles variétés et l'amélioration des existantes rendra nécessaire une nouvelle évaluation dans les prochaines années.

Diffusion, communication et valorisation des résultats

La valorisation des travaux de ce programme a été réalisée lors des évènements suivants :

Visites des essais : 1 ou 2 par an

Diffusion aux producteurs des comptes rendus annuels détaillés à travers les sites internet et/ou les revues des différents partenaires.

1 ou 2 comités de pilotage par an

Articles dans les revues spécialisées :

(Cultures Légumières N° 158 de mars /avril 2017

Biofil N° 109 de janvier/ février 2017

Présentation dans des salons spécialisés

Entretiens techniques Ctifl/ SIVAL le mercredi 13 janvier 2016

Conférence Bio au SIVAL le mercredi 18 janvier 2017 avec réalisations de 2 posters

6e conférences sur les moyens alternatifs de protection pour une production intégrée à Lille les 21, 22 et 23 mars 2017

De plus, parallèlement aux expérimentations menées par le lycée Nature en 2015 et 2016 et dans le cadre du projet « Enseigner à produire autrement » du plan « Agroécologie pour la France » une réflexion sur les moyens de sensibiliser les enseignants et les apprenants à l'expérimentation et à la recherche de méthodes de lutte alternative a été initiée. Une intervention en lien avec des enseignants a été effectuée pour permettre à une classe de BTSA GPN1 de découvrir les expérimentations et les protocoles mis en place et de réfléchir à leurs limites. Les différentes approches expérimentales, les facteurs à prendre en compte et la difficulté de travailler avec le vivant ont été évoqués lors de l'animation avec les étudiants. Cela leur a permis d'aborder de nouvelles notions avec une pédagogie différente. A l'avenir, l'intervention sera enrichie avec les résultats du projet AGREABLE afin de répondre davantage aux attentes et aux besoins des étudiants et de leurs formateurs. Le transfert vers la pédagogie sur le lycée a permis d'impliquer davantage certains acteurs de la vie pédagogique du Lycée Nature dans la vie de l'exploitation. Cet aspect est à poursuivre pour que la démarche expérimentale et la réflexion active soient au cœur de l'enseignement de demain, de « l'enseignement à produire autrement ».