



## RÉSUMÉ

Parmi les légumes de plein champ les productions de salades et de choux sont les plus concernées par la problématique limaces en France. Les dégâts peuvent être d'ordre quantitatif (baisse de rendement) et qualitatif (déclassement de lots commerciaux). L'augmentation du nombre de cultures multiplicatrices dans la rotation (notamment les intercultures), la succession d'hivers relativement doux et humides, la réduction des travaux de sols, le retrait de certaines solutions chimiques (spectre d'action plus spécifique) semblent expliquer cette pression montante. Actuellement, la gestion de ce ravageur est assurée par des interventions chimiques, par la rotation et le travail du sol. De nouvelles techniques de biocontrôle sont en cours d'étude et de déploiement. Elles sont complexes et nécessitent de fort investissement pour définir les méthodes de gestion de demain.

**SLUGS IN FIELD VEGETABLE  
PRODUCTION : A COMPLEX  
PROBLEM REQUIRING  
INTEGRATED MANAGEMENT**

In France, salads and cabbage are among the field vegetables that are most affected by slug damage. Damage can be quantitative (drop in yield) and qualitative (non-marketable batches). The increase in the number of crops in rotations that favour these pests (particularly with intercropping), several relatively wet and mild winters, the increased adoption of no-till methods and the withdrawal of certain narrow spectrum pesticides seem to explain the increased pest pressure. Currently, pest management is achieved with chemical treatments, crop rotation and tilling. New biological methods are being studied and developed. They are complex and require heavy investment so that future control methods can be defined.

## LES LIMACES EN PRODUCTION LÉGUMIÈRE DE PLEIN CHAMP

# UN PROBLÈME COMPLEXE NÉCESSITANT UNE GESTION INTÉGRÉE

*Généralisation des intercultures, changement climatique, retrait de certaines solutions chimiques, diminution des travaux de sol..., plusieurs causes à cette apparente recrudescence de ce ravageur en production légumière sont évoquées. Infos-Ctifl propose de faire le point sur les limaces ; de leur biologie aux techniques de protection de demain.*



> UNE LIMACE GRISE (DEROCERAS RETICULATUM) SUR UNE FEUILLE DE SALADE



## LES LÉGUMES, UNE CIBLE DE CHOIX POUR LES LIMACES

Toutes filières de productions végétales confondues, les dommages engendrés par les limaces peuvent se classer en quatre catégories : perte de productivité brute, déclasserement de la qualité commerciale, contamination des récoltes et risques pour la santé humaine. Si la plupart des filières sont confrontées qu'à un ou deux de ces types de dégâts ; par exemple en cultures de céréales ou de colza seules des pertes de productivité brutes sont à redouter, les productions légumières, elles, doivent bien souvent faire face à l'ensemble de ces risques comme l'a présenté François Villeneuve (Ctifl) lors du colloque à ce sujet organisé le 18 mars 2016 par l'Acta et Arvalis. La production de salade destinée à la 4<sup>e</sup> gamme précoce (sous voile thermique) telle que pratiquée dans le grand ouest en est l'exemple parfait. Les limaces peuvent induire des baisses de densité en consommant les jeunes plantules, entraîner des refus commerciaux de par leur présence dans le produit et/ou la dénaturer de la plante et indirectement entraîner des risques de contamination en cas de présence de granulés anti limace dans le produit récolté. La production de choux est la seconde filière la plus fortement impactée par cette problématique, mais d'autres filières sont également touchées comme l'artichaut, l'asperge ou les fraises...



> PHOTOGRAPHIE PRISE SOUS UN VOILE THERMIQUE D'UNE CULTURE DE SALADE. LES CONDITIONS DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ FAVORISENT LE DÉVELOPPEMENT DES LIMACES

cines. Elle présente une voracité importante : elle peut consommer la moitié de son poids en une nuit. La limace grise, espèce hermaphrodite, pond 300 à 400 œufs qu'elle dépose sous des abris à moins de 10 centimètres de profondeur. La ponte peut avoir lieu toute l'année, une à deux générations se succèdent par an. Un individu de cette espèce peut vivre de 8 à 13 mois.

Cette limace est surtout nuisible en période de sécheresse. Elle est très polyphage et s'attaque à diverses cultures : pois protéagineux, légumineuses, carotte, endive, fraisier, tomate, laitue... La limace noire (*Arion hortensis*) adulte mesure 30 à 40 mm. Leur corps est assez allongé bleu noir à olivâtre. Les flancs présentent des bandes rougeâtres et le dos est parsemé de points jaunes. La sole (face inférieure du pied) est orangée. Le jeune, gris bleuâtre, mesure de 4 à 5 mm. Le mucus est jaune ou incolore. L'orifice respiratoire se situe à l'avant du bouclier palléal. Cette espèce vit dans le sol. Elle est capable de se déplacer de trois à cinq mètres par nuit. Elle est omnivore et peut consommer 40 % de sa masse corporelle en deux heures. Les individus sont hermaphrodites. Chacun pond de 150 à 300 œufs qu'il dépose au fond de galeries souterraines. La période de ponte s'étend de mai à novembre. Une et plus rarement deux générations peuvent être observées par an. La durée de vie des limaces noires est de 12 à 18 mois. Cette espèce est néfaste surtout aux cultures d'automne par temps pluvieux et persistant. Elle provoque des dégâts importants au mo-

ment de l'implantation des cultures car elle mange les racines sous terre, mais également les parties aériennes. D'autres espèces peuvent également faire des dégâts dans les cultures légumières telles que *Arion rufus*, *Arion distinctus*, *Deroceras laeve*, *Milax gagates*...

## L'EFFET DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES DYNAMIQUES DE POPULATION

D'après les résultats du projet Casdar RESOLIM et la bibliographie, l'activité des limaces serait maximale pour une température de sol entre 12 et 13 °C et pour l'air entre 12 et 14,5 °C. Un comportement d'estivation peut être observé mais est rapidement levé en cas d'apport d'eau ou de pluviométrie estivale. De même, l'hivernation peut être levée en cas de températures douces. Généralement, deux pics de développement sont observés, un au printemps et l'autre à l'automne correspondant à deux générations de limaces. Les limaces d'automne sont bien souvent plus grosses et plus voraces. Le froid, bien que favorisant indirectement la mortalité des limaces en limitant les sources de nourritures, est létal pour les limaces adultes à partir de -4,6 °C et entre -11 et -12 °C pour les œufs et nouveau-nés. Sous nos latitudes, ces températures dans le sol sont rares, ce qui explique les fortes populations observées en sortie d'hiver dans les zones tempérées océaniques notamment. La chaleur et l'hygrométrie influencent également la survie des

## LES ESPÈCES RENCONTRÉES ET LA BIOLOGIE

Au champ, deux familles de limaces sont considérées comme à risque pour les cultures, les Arionidés (limaces noires) et les Agriolimacidés (limaces grises).

La limace grise (*Deroceras reticulatum*) présente un corps long de 40 à 60 mm, mou et de coloration jaunâtre à gris brunâtre avec des taches allongées contrairement au corps du jeune qui est rouge violacé. Le mucus est blanchâtre. L'orifice respiratoire se situe à l'arrière du bouclier palléal. Cette espèce vit en surface et peut se déplacer de six à sept mètres par nuit. Elle consomme par temps humide tout végétal vert. En conditions sèches, elle s'attaque aux ra-



individus. Il faut une dizaine d'heures d'exposition des individus à une température de 32 °C, quelle que soit l'hygrométrie pour éliminer l'ensemble d'une population. À 24 °C, il faut 48 h pour abaisser la population de 50 % avec une hygrométrie inférieure ou égale à 40 % et 60 heures à 24 °C pour une hygrométrie de 70 %. Là encore, ces conditions létales sont rarement rencontrées sous dans les zones de production françaises. La présence d'une culture sensible ou appétente (salades, choux, jeunes pousses, couverts végétaux, céréales, CIPAN, repousses) dans la succession culturale augmente le risque limace à l'échelle de la rotation. De même, la proximité d'éléments agroécologiques favorables (bandes enherbées, talus...), bien qu'également favorables à l'activité des auxiliaires de culture, sont une source d'infestation significative.

Sur la base de 25 essais analytiques réalisés dans trois pays sur l'impact du travail du sol sur les populations de limace en grandes cultures, il apparaît que les populations de limace sont cinq fois plus importantes en semis direct qu'en labour, et trois fois plus importantes en semis direct qu'en travail superficiel. L'état hydrique du sol au moment du travail et le type de sol semblent fortement interagir sur l'impact de ces interventions vis-à-vis des populations de limaces.

Les changements de pratiques telles que la généralisation des couverts d'intercultures (CIPAN) et la réduction du travail du sol ainsi que l'évolution du

climat (augmentation de la fréquence des hivers doux et humides) semblent être à l'origine de l'augmentation de la pression de ce ravageur ressentie par les producteurs de légumes de plein champ ces dernières années.

### LES MOYENS DE CONTRÔLE ACTUELS

La protection chimique, le travail du sol et la rotation sont les trois leviers de gestion des limaces déjà mobilisés en production. Depuis la découverte fortuite de l'efficacité du métaldéhyde en 1934, substance initialement utilisée comme combustible solide pour des réchauds d'appoint, à aujourd'hui, les connaissances sur les moyens chimiques de gestion des limaces en production ont grandement évolué. Alors que dans les années 60, période où les problématiques liées à ces bioagresseurs ont réellement commencé à être prise en compte, la gestion des limaces était assurée par des applications massives de métaldéhyde (10 à 15 kg par application), les années 80 sont marquées par une augmentation du nombre de SA autorisées, atteignant son maximum entre les années 1990 et 2000 à savoir quatre substances actives : le métaldéhyde, le méthiocarbe, le thiodiocarbe et bensulap. En parallèle, les pratiques agricoles ont évolué, des techniques défavorables au développement de limace tels que le travail du sol systématique ou le brulis ont diminué tandis que des tech-

niques propices à leur développement se sont généralisées (augmentation des surfaces de cultures sensibles [colza], couverts végétaux, semis précoce...). En 2017 deux substances actives sont autorisées, toujours le métaldéhyde et le phosphate ferrique (ce dernier est utilisable en agriculture biologique). Les produits à base de métaldéhyde utilisés aujourd'hui sont bien différents de ceux utilisés dans les années 60. Afin d'améliorer son efficacité et limiter les risques pour l'environnement et le consommateur, la formulation de ces produits a évolué, ils contiennent désormais des appâts à base de farine, des répulsifs à animaux, des antimoisissures et d'autres ingrédients innovants. D'un point de vue réglementaire, toutes les solutions à base de métaldéhyde sont limitées à 700 g de métaldéhyde par culture et par hectare (840 g pour le phosphate ferrique). Des stades culturaux encadrent désormais les périodes d'application du métaldéhyde. Selon les spécialités, il reste possible de réaliser des applications en l'absence de culture, il faut alors se référer à l'étiquette pour connaître ces conditions spécifiques. Le phosphate ferrique ne fait pas l'objet de restriction réglementaire particulière concernant les stades culturaux ou la période de culture. Après ingestion d'un granulé composé de métaldéhyde ou de phosphate ferrique, la limace peut mettre une à cinq journées à mourir.

### LES OUTILS D'APPLICATION ET DE MONITORING

Outre le travail sur la formulation et l'attractivité, les marges de progrès quant à l'utilisation de ces substances actives se situent désormais dans l'optimisation de l'application des granulés tant dans l'espace (qualité de l'épandage) que dans le temps (période et conditions d'épandage). Ainsi, un nouvel épandeur (Spando®) permettant d'améliorer grandement l'homogénéité de l'application dans la parcelle mais aussi à proximité des bordures a été développé par l'IRSTEA et la société DeSangosse. En évitant les sur/sous dosages et les contaminations des bordures, cet outil permet d'améliorer l'efficacité et de diminuer les risques environnementaux. Pour être efficace, un granulé anti-



> PIÈGE « COUVERTURE » POUR SURVEILLER LES DYNAMIQUES DES POPULATIONS DE LIMACES



limace doit être appliqué en période d'activité du ravageur, être accessible, attractif, ne pas se dégrader trop vite et être efficace. Pour vérifier si ces conditions sont réunies différentes observations et mesures s'imposent. Le stade cultural, ou le couvert en place doit être faiblement développé afin d'améliorer l'appétence relative du granulé. Les conditions de température et d'humidité doivent être optimales pour l'activité des limaces (voir précédemment). Il est possible de vérifier l'activité de ce ravageur à l'aide de pièges constitués d'une feuille aluminium, d'un textile absorbant et d'un film microperforé de 0,25 m<sup>2</sup>. Imbibé d'eau puis déposé le soir sur le sol, il offre ainsi un refuge aux limaces pendant la nuit. Au matin, il suffit de relever le piège et de compter le nombre d'individus pour avoir une idée de la population active de la parcelle. Cet indicateur ne peut pas servir de façon absolue pour raisonner une intervention. Plusieurs tentatives ont été réalisées pour définir des seuils de traitements sans résultats très probants. L'intérêt de cet indicateur réside dans le suivi de population dans le temps et ne doit donc pas être utilisé de façon ponctuelle. Lors de l'interprétation de ces résultats il est important de prendre en compte les conditions climatiques et de sol au moment du relevé afin d'éviter de sous ou sur évaluer le risque. Il est indispensable d'observer en parallèle l'évolution des signes de leur activité (dégâts, traces

de bave sur le sol). Ces observations ainsi que le piégeage sont toutefois impossibles ou trop délicats dans certains cas, comme en culture de salade précoce (sous voile thermique). Enfin, le piégeage ne doit pas se limiter à la période de culture, vérifier la présence de limace dans les résidus de la culture précédente peut se révéler important dans le choix de la culture suivante.

Les chercheurs et expérimentateurs du projet RESOLIM ont cherché à développer une approche multicritère du risque limace à l'aide du logiciel DEXI. En se basant sur la succession culturale, les interventions agronomiques, l'environnement de la parcelle, le climat et la population initiale ils cherchent à pouvoir prédire la pression limace et donc aider les producteurs dans leurs décisions d'intervention. À l'heure actuelle, cet outil ne prend pas en compte la population initiale ni le climat. Ce modèle incomplet permet tout de même d'apprécier des tendances globales mais nécessite d'être adapté et interpréter au regard des conditions locales.

Le travail du sol, même superficiel, peut potentiellement induire une forte mortalité d'autant plus que les jeunes stades de développement sont plus sensibles. En plus de l'action mécanique directe, la destruction de l'habitat des limaces perturbe leur alimentation et leur déplacement et permet de réduire le nombre d'œufs en les exposant aux aléas climatiques dans les premiers centimètres du

sol (assèchement superficiel). Cette efficacité dépend du type de sol, de son état hydrique, de l'activité du ravageur, des conditions climatiques suivant l'intervention et du type de travail de sol.

La gestion de ce ravageur à l'échelle du système de culture consiste à éviter de faire suivre une culture multiplicatrice puis une culture sensible. Par exemple, dans les systèmes de culture légumiers du département de la Manche, du point de vue de la gestion des limaces, on va préférer un précédent poireau plutôt qu'un précédent blé à une culture de salade précoce. Néanmoins, d'autres paramètres tels que le maintien de la fertilité des sols ou son état hydrique au printemps sont plus décisifs dans la construction de la rotation. La prise en compte du risque limace pèse peu dans la construction de la rotation ce qui explique qu'on rencontre encore fréquemment des salades précoces derrière une céréale, dans la Manche

## LES MOYENS DE CONTRÔLE À VENIR

Il existe quatre familles d'agents de biocontrôle : les macro-organismes (nématodes, carabidés, arachnides), les micro-organismes (bactérie, virus, champignons), les médiateurs chimiques (phéromones, allomones, kairomones) et les substances naturelles (d'origines végétales, animales et minérales). Entre 1992 et 2016, 228 publications scientifiques à ce sujet ont été réalisées dans le monde. Près des trois quarts d'entre elles portent sur les macro-organismes (nématodes et carabes). Le principal nématode étudié est *Phasmarhabditis hermaphrodita*. L'efficacité de ce nématode est liée à la relation de type mutualiste qu'entretient cet organisme avec une bactérie (*Moraxella osloensis*) présente dans son système digestif. Le nématode entre par les orifices respiratoires de la limace déplace jusqu'à la cavité palléale. Là, les bactéries sont relâchées et commencent à se multiplier. Les nématodes se nourrissent des bactéries et reprennent leur croissance. Les bactéries provoquent chez la limace une septicémie qui se traduit par un gonflement caractéristique de la zone de manteau et entraîne une réduction marquée de son activité



> DÉCHAUMEUR (COVERCROP), LE TRAVAIL SUPERFICIEL DU SOL ACCENTUE LA MORTALITÉ DES POPULATIONS DE LIMACE



> ÉTAT DU SOL AVANT ET APRÈS DÉCHAUMAGE

d'alimentation. Après un délai de 4 à 21 jours, selon le nombre de parasites et la température, la limace meurt. Les nématodes se nourrissent ensuite du cadavre et produisent une nouvelle génération de juvéniles infectieux qui se déplacent dans le sol à la recherche de nouvelles limaces hôtes. La stratégie de lutte biologique envisagée avec les nématodes est dite « par inondation ». Elle vise à augmenter artificiellement les populations de parasites par des apports extérieurs. Des solutions commerciales à base de ce nématode existent (Nemaslug, Phasmarhadditis-System). Cette solution est très peu mobilisée en production légumière à cause d'une efficacité jugée insuffisante due peut-être à des conditions d'applications non optimales et à un coût élevé.

L'utilisation des carabes en tant qu'agent de lutte biologique est plutôt envisagée dans le cadre d'une lutte biologique par conservation, c'est-à-dire qu'on vise à favoriser les auxiliaires autochtones en facilitant leur multiplication spontanée par un aménagement judicieux de leur environnement. Il a été démontré que la présence d'éléments agroécologiques tels que les haies, talus et bandes enherbées favorisaient l'activité des carabes au sein d'une parcelle et qu'il y avait une relation trophique entre l'abondance de carabes et la régulation des limaces. Cependant, ces éléments sont également favorables au maintien et développement des populations de limace. La gestion des abords parcellaires et plus

globalement celle du paysage est un facteur à prendre en compte pour la gestion des limaces mais ne permet pas à elle seule de réguler de façon acceptable les populations du ravageur.

D'après la bibliographie, des substances naturelles d'origine végétale telles que l'huile de bouleau, des extraits d'ail, de persil, d'estragon, d'origan de Syrie, de lichen, de coriandre, de tabac ainsi que la caféine peuvent être toxiques, répulsives ou inhibitrices de l'alimentation et de la gamétogénèse. Ces solutions ne sont quasiment pas utilisées sur le terrain, faute d'efficacité, de référencement suffisant, d'absence de production, d'autorisations réglementaires et de coût trop élevé. Parmi les substances d'origine minérale, on retrouve le sel (NaCl) et le phosphate de fer. Le premier n'est pas utilisé en raison des doses efficaces très élevées (1 à 2 t/ha) induisant d'autres problèmes en production. Le second est couramment utilisé comme évoqué précédemment.

Autre voie, l'écologie chimique, ou l'étude des signaux et médiateurs chimiques émis par les organismes vivants influençant le comportement d'autres organismes de l'écosystème est un domaine de recherche qui pourrait générer de nouvelles techniques de gestion de ce ravageur. Les mucus déposés par les limaces lors de leur déplacement ou de leur prise alimentaire sont composés de nombreuses substances (protéoglycane, sucres, ions métalliques, enzymes, anticorps). Certaines de ces

substances sont reconnues par la plante (kairomones, action bénéfique pour l'espèce qui reçoit le signal) et induisent une activation des systèmes de défense. D'autres substances présentes dans le mucus vont inhiber les défenses, on parle alors d'allomone (action bénéfique pour l'espèce qui émet le signal). Une connaissance approfondie de ces mécanismes permettrait d'envisager la mise en place de méthode de gestion innovante, par exemple en appliquant des kairomones au champ pour stimuler préventivement les défenses des plantes ou bien en sélectionnant des cultures non sensibles aux allomones.

### L'EXPÉRIMENTATION AU CHAMP, DES DISPOSITIFS LOURDS ET COMPLEXES

Techniquement, il est aisé de vérifier la toxicité de différentes substances actives et leurs effets sur la biologie du ravageur (déplacement, voracité, reproduction...) en conditions contrôlées (laboratoire) ou semi contrôlées (en cage). Ces dispositifs sont cependant lourds et coûteux.

Il est bien plus difficile de mener des expérimentations au champ afin de construire des stratégies mobilisant un ensemble de leviers de gestion. L'hétérogénéité de l'infestation, le fait que les générations soient asynchrones (présence de plusieurs stades à un même moment au sein d'une même parcelle), les multiples facteurs pouvant influencer l'efficacité des interventions, la capacité de déplacement du ravageur, la diversité des techniques propres aux productions légumières..., sont autant de facteurs limitant l'interprétation de résultats d'expérimentations menées dans le cadre d'un dispositif avec microparcelles. Suite au colloque et sous l'impulsion de la société DeSangosse, les expérimentateurs nationaux en production légumière se sont réunis afin d'homogénéiser les méthodes d'expérimentations à ce sujet et de définir une méthode d'évaluation des stratégies de gestion de ces ravageurs idéale. Privilégier une étude sur un réseau de parcelles important sur plusieurs années pour définir les pratiques optimales de gestion du ravageur paraît être la meilleure solution. ■