

**AFPP – 6^e CONFERENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTEGREE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

**GESTION DES ADVENTICES PAR LA COUVERTURE VEGETALE DU SOL
EN AGRICULTURE ET ESPACES VERTS : PANORAMA DE TECHNIQUES UTILISEES**

S. QUENNESSON⁽¹⁾ et S. OSTE⁽¹⁾

(1) FREDON Nord Pas-de-Calais – 265, rue Becquerel - BP 74 - 62750 Loos-en-Gohelle – France

sophie.quennesson@fredon-npdc.com

RESUME

La couverture végétale du sol est exploitée en agriculture et en espaces verts pour la gestion des adventices, grâce à l'allélopathie entre plantes et aux relations de concurrence pour les ressources. Le mode d'action de l'allélopathie est démontré en laboratoire mais son effet dépend de nombreux facteurs. Sur l'exemple de plantes associées à la culture ou semées en interculture, il apparaît que les couverts sont capables de limiter la densité et/ou la biomasse des adventices. En vigne et verger, les couverts sur les interlignes et sur les rangs font aussi l'objet de recherches. En espaces verts, les plantes couvre-sol sont utilisées en pieds d'arbres ou d'arbustes ou bien pour remplacer des gazons ou des massifs saisonniers. Les critères de choix des espèces sont discutés. La couverture végétale est aussi valorisée grâce aux plantations de ligneux contre les espèces invasives héliophiles, à l'engazonnement des surfaces stabilisées et à la gestion des prairies urbaines par la fauche exportatrice. La complémentarité des couverts avec d'autres moyens de gestion des adventices est abordée.

Mots-clés : couvert, allélopathie, adventice, plante couvre-sol, espaces verts.

ABSTRACT

The vegetation cover is exploited in agriculture and green spaces for the weed management, thanks to the allelopathy between plants and to the relations of competition for the resources. The mode of action of the allopathy is demonstrated in the laboratory but its effect depends on many factors. On the example of plants associated with the crops or sown as intermediate crops, it appears that the cover in place is able to limit the density and / or the biomass of the weeds. In the vineyard and orchard, the cover on the interlines and on the rows is also being researched. In green areas, ground cover plants are used at the foot of trees or shrubs or to replace turfgrasses or beds of annuals. The criteria for selecting species are discussed. Vegetation cover is also enhanced thanks to the planting of woody plants against invasive heliophilic species, the sodding of stabilized surfaces and the management of urban meadows by mowing and removing the grass. The complementarity of the cover with other means of weed management is discussed.

Keywords: cover crop, allelopathy, weed, ground cover plant, green spaces.

INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

En agriculture, la nuisibilité des adventices est principalement due à la concurrence exercée sur la culture et aux possibles pertes de rendement. En espaces verts, l'acceptabilité de la végétation spontanée est liée à des contraintes techniques proches de celles de l'agriculture, mais surtout à des considérations liées à l'esthétique, la propreté, la santé. Ces adventices et herbes indésirables peuvent être maîtrisées par des solutions alternatives aux désherbants, dans le contexte de la loi Labbé et du plan Ecophyto 2 du Ministère de l'Agriculture qui visent la réduction ou la suppression de l'emploi de ces produits. Les parcelles agricoles et les espaces verts relèvent de contextes culturels très diversifiés mais utilisent des solutions techniques convergentes. La couverture végétale du sol, par exemple, est aujourd'hui exploitée, en particulier pour la gestion des adventices. En parcelles agricoles, la couverture végétale est assurée par les cultures mais aussi par des couverts, annuels ou

pluriannuels, qui peuvent être implantés pendant l'interculture ou bien en association avec les cultures annuelles ou pérennes. En espaces verts, la couverture végétale est principalement assurée par les gazons, les massifs, les prairies urbaines et autres zones enherbées, rencontrées sur différents types d'espaces : parcs, ronds-points, terre-pleins centraux, cimetières, talus, bords de voies de circulation etc. Les surfaces stabilisées comme les allées gravillonnées peuvent aussi être enherbées ou engazonnées, valorisant ainsi la couverture végétale du sol. En milieu urbain, les plantes semées ou plantées mais aussi la végétation spontanée ont leur place.

Il existe de nombreuses études sur la couverture végétale du sol et ses effets sur les adventices. La FREDON Nord Pas-de-Calais étudie l'intérêt des couverts d'interculture, dans le cadre du programme ScarAB (Solutions de cultures alternatives et recherche en Agriculture Biologique), financé par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et la Région des Hauts-de-France. Elle étudie aussi l'intérêt des plantes couvre-sol en espaces verts, dans le cadre du programme sur les méthodes alternatives, financé par la Région des Hauts-de-France. Pour établir un panorama des solutions aujourd'hui développées, la FREDON a synthétisé des résultats de recherches. Pour illustrer le propos, les premiers résultats d'une étude sur les couverts mis en place en grandes cultures dans le Nord et d'une synthèse d'expériences d'un panel de seize villes du Nord et du Pas-de-Calais sont aussi présentés.

LES RELATIONS ENTRE PLANTES

CONCURRENCE ET ALLELOPATHIE

Les relations entre les plantes sont basées sur des mécanismes de complémentarité mais aussi de compétition. Une espèce peut être concurrentielle vis-à-vis de ses voisines pour l'eau, les éléments minéraux, la lumière ou l'espace, grâce à son potentiel de croissance aérienne ou racinaire. Un mode de multiplication efficace, végétative ou par graines, peut aussi favoriser une espèce, de même qu'une adaptation aux conditions pédoclimatiques spécifiques d'un lieu. Enfin, une plante peut être localement dominante par son effet allélopathique. L'allélopathie est un mécanisme naturel par lequel des plantes émettent des composés biochimiques qui limitent le développement d'espèces voisines. Ce mécanisme permet d'expliquer dans certains peuplements végétaux la prédominance de certaines espèces. Par exemple, de nombreuses espèces de sous-bois comme la callune ou la myrtille émettent des substances capables de perturber l'installation de semis ligneux et sont étudiées pour expliquer les difficultés de régénération en forêt (Gallet et Pellissier, 2002). Le solidago du Canada *Solidago canadensis* est une espèce exotique capable d'induire des effets allélopathiques sur les espèces indigènes, qui peuvent expliquer en partie le caractère invasif de cette plante (Abhilasha *et al.*, 2008).

PRINCIPES ET APPLICATIONS DE L'ALLELOPATHIE EN AGRICULTURE

L'allélopathie est étudiée pour ses applications possibles en agriculture, en cultures annuelles mais aussi en vergers et vignes, à travers l'emploi de plantes dites assainissantes vis-à-vis des adventices. Les composés allélopathiques sont émis par les racines, par l'appareil aérien des plantes ou bien par dégradation de tissus végétaux, en particulier après enfouissement. Ce dernier mécanisme est la base de la biofumigation. L'allélopathie a la capacité de réduire la survie de graines d'adventices dormantes et non dormantes, comme l'ont montré des tests en laboratoire sur des graines mises en boîtes de pétri en présence de broyats de moutarde brune (Lefebvre *et al.*, 2014). Il existe aussi des effets réducteurs ou retardateurs sur la germination, la levée des plantules et la croissance des plantes, avec une corrélation négative entre la dose de composés allélopathiques testée et la germination (Lefebvre *et al.*, 2014).

Les effets allélopathiques des couverts végétaux vis-à-vis des adventices sont démontrés en laboratoire mais leur manifestation au champ est aléatoire car elle dépend de différents paramètres. Les effets sont variables selon la sensibilité des espèces d'adventices ciblées, la biomasse des couverts produite et les conditions de leur enfouissement. De plus, la diversité et les quantités de composés allélopathiques libérés par les plantes dépendent de l'espèce mais aussi de la variété, de

l'organe, de l'âge de la plante, de sa vitesse de croissance. La libération des composés à partir de la dégradation des tissus végétaux enfouis dépend de la température et de l'humidité du sol. Dans le cas par exemple de la moutarde brune utilisée en biofumigation contre des champignons pathogènes, la transformation des glucosinolates en isothiocyanates (ITC), substances toxiques responsables de l'effet allélopathique, ralentit à températures inférieures à 15°C jusqu'à perdre son efficacité sous 10°C. Par ailleurs, pour maximiser l'effet biofumigant, l'incorporation est conseillée en pleine floraison de la crucifère, le plus rapidement possible après un broyage fin (Michel *et al.*, 2008). Agroscope Changins Wädenswil ACW a montré, dans le cadre de ses programmes de recherche, que de nombreuses espèces végétales manifestent une forte pression sur les adventices, en agriculture. Il est possible de distinguer (i) des espèces exerçant une action par l'effet concurrentiel de leur végétation mais où l'allélopathie demeure facultative, comme le pois fourrager, (ii) des espèces dont la croissance est insuffisante pour concurrencer les adventices mais qui agissent par allélopathie, comme la cameline, enfin (iii) des espèces non efficaces (Charles *et al.*, 2013). Parmi les espèces allélopathiques, certaines sont dites « extrêmes » comme la navette ou la cameline ; d'autres sont « moyennes » comme la moutarde brune (Charles *et al.*, 2013). Les effets allélopathiques de la navette fourragère et de la moutarde brune ont été étudiés notamment par Petersen *et al.* (2001) et Perniola *et al.* (2016), qui ont mis en évidence une réduction possible de la germination de différentes espèces d'adventices. Delabays *et al.* (2009) étudient les plantes utilisables en cultures spéciales, comme la vigne, et référencées pour leur effet allélopathique.

LES COUVERTS VEGETAUX EN AGRICULTURE

EFFET DES COUVERTS SUR LES ADVENTICES PENDANT L'INTERCULTURE

Différents essais abordent l'effet des couverts en place sur les adventices. Quelques résultats sont présentés ici. L'effet de la couverture du sol par rapport à un sol nu sur **la densité des adventices pendant l'interculture** est variable selon les essais. Dans certains suivis, réalisés notamment par Arvalis (Métais, 2015) ou par la FREDON Nord Pas-de-Calais, soit aucune différence n'apparaît, soit la densité des adventices est réduite par les couverts, de manière significative (figure 1) ou non significative, selon les années et les sites. Par ailleurs, il n'est pas toujours possible de mettre en évidence l'efficacité supérieure d'un couvert par rapport aux autres (Métais, 2015). Finalement, c'est d'avantage le développement du couvert, variable selon les années et le contexte de l'essai, qui explique les différences. Ainsi, les densités d'adventices diminuent avec l'augmentation de la biomasse (Métais, 2015) et de la couverture du sol par les couverts (figures 2 et 3).

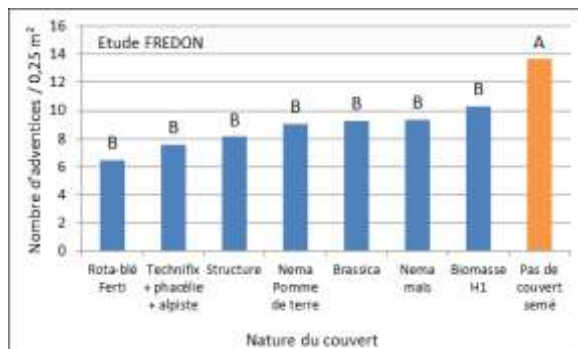


Figure 1 : densité moyenne d'adventices selon la couverture de la parcelle, 20/10/16
Average weed density, 20/10/16

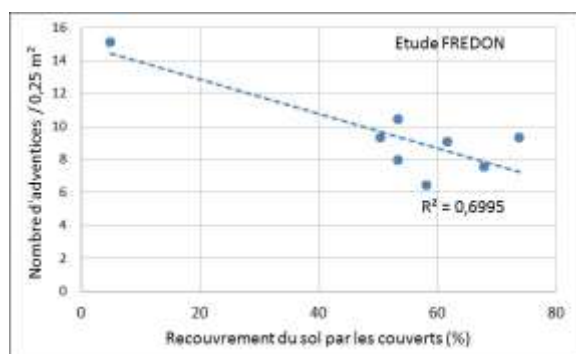


Figure 2 : densité moyenne d'adventices selon

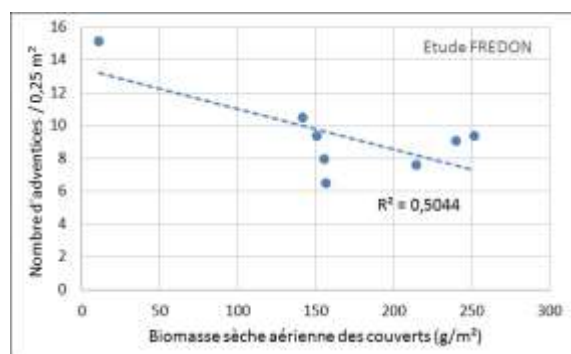


Figure 3 : densité moyenne d'adventices selon

le taux de couverture du sol, 20/10/16
Average weed density according to the rate of soil cover, 20/10/16

la biomasse sèche aérienne des couverts, 20/10/16
Average weed density according to the aerial dry biomass of the cover plants, 20/10/16

La **croissance des adventices** peut aussi être impactée par la présence des couverts. Dans l'essai 2016 de la FREDON, la masse moyenne par adventice a tendance à être réduite sur les parcelles semées de couverts par rapport à la parcelle témoin (figure 4). En outre, plus la biomasse et la couverture du sol par les couverts sont importantes, plus la biomasse par pied d'adventice est faible, c'est-à-dire que plus le couvert est dense et couvrant, plus les adventices sont petites (figure 5).

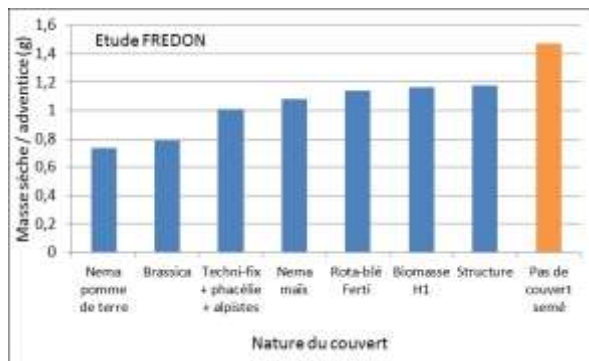


Figure 4 : masse sèche moyenne par adventice selon la couverture de la parcelle, 20/10/16 – test de Newman Keuls non significatif
Average dry mass per weed, 20/10/16 – Newman Keuls test not significant

D'autre part, la **capacité de production de fleurs et graines** d'adventices pendant l'interculture peut aussi être réduite par la présence des couverts. En effet, dans le cas du chénopode blanc, espèce majoritaire sur l'essai 2016 de la FREDON, la masse moyenne des fleurs et graines produites par pied d'adventice diminue avec l'augmentation de la biomasse et de la couverture du sol par les couverts (figure 6). Pour compléter cette donnée, il serait intéressant de connaître la part de graines matures produites par les chénopodes avant la destruction des couverts.

Dans plusieurs essais de plein champ, les effets sur les adventices sont probablement dus en grande partie à **l'effet d'ombrage** et à la concurrence pour la lumière. L'importance de ce facteur a été mise en évidence par Agroscope (Tschuy *et al.*, 2014). L'effet compétitif du couvert sur les adventices dépend de la rapidité d'implantation du couvert, de la durée de la végétation, de la persistance de la biomasse sous forme vivante ou morte après destruction (Charles *et al.*, 2012).

Les effets biofumigants de couverts enfouis sont aussi **étudiés en maraîchage**. L'intérêt de la moutarde brune a été testé avec un enfouissement une semaine avant la plantation de laitue. Les résultats montrent qu'il y a significativement moins d'adventices ayant repris dans les parcelles de laitue ayant été couvertes que dans les parcelles témoins (Provost, 2013). La moutarde a ainsi limité la réimplantation des adventices, surtout en début de culture. Par contre, son effet sur la germination des graines n'a pas été démontré.

Les effets biofumigants de couverts enfouis sont aussi étudiés en maraîchage. L'intérêt de la moutarde brune a été testé avec un enfouissement une semaine avant la plantation de laitue. Les résultats montrent qu'il y a significativement moins d'adventices ayant repris dans les parcelles de laitue ayant été couvertes que dans les parcelles témoins (Provost, 2013). La moutarde a ainsi limité la réimplantation des adventices, surtout en début de culture. Par contre, son effet sur la germination des graines n'a pas été démontré.

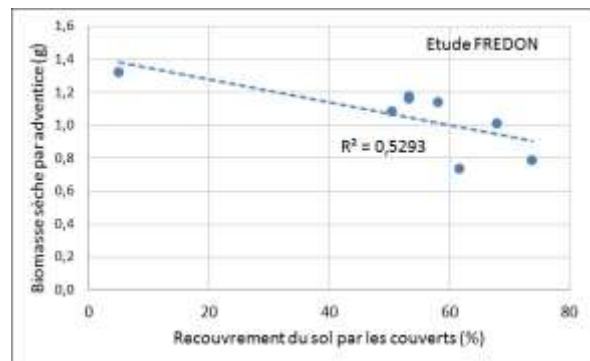


Figure 5 : masse sèche moyenne par adventice selon le taux de couverture du sol, 20/10/16
Average dry mass per weed according to the rate of soil cover, 20/10/16

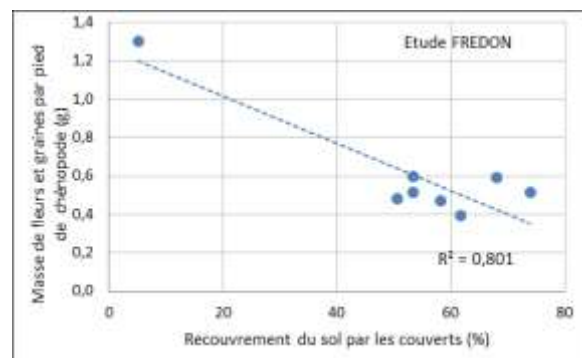


Figure 6 : masse sèche moyenne des fleurs et graines produites par pied de chénopode selon le taux de couverture du sol, 20/10/16
Average dry mass of flowers and seeds per plant (*Chenopodium album*) according to the rate of soil cover, 20/10/16

COUVERTS ET TRAVAIL DU SOL

L'introduction d'une culture intermédiaire dans la rotation réduit parfois les possibilités d'intervention mécanique, alors que les déchaumages et les faux semis sont des leviers de contrôle des adventices, en particulier pour les espèces capables de lever en été et automne. Dans certaines successions cependant, la pratique du faux-semis et la mise en place de couverts sont compatibles : les adventices qui auront levé en même temps que la culture intermédiaire seront détruites en même temps qu'elle (Charles *et al.*, 2012). Par ailleurs, après destruction des couverts, le travail du sol influence la gestion des résidus qui doit être adaptée pour prolonger l'effet de contrôle des adventices en fin d'interculture ou en début de la culture suivante (Charles *et al.*, 2012). Un essai d'Arvalis montre qu'après un couvert, le salissement de la culture suivante est plus important en l'absence de labour que sur les parcelles labourées. Cependant, avec les pratiques de désherbage chimique classique, les différences sont annulées en culture, quelle que soit la stratégie de travail du sol (Métais, 2015).

ASSOCIATIONS DE CULTURE AVEC LES COUVERTS

Les associations correspondent à plusieurs itinéraires techniques possibles : le semis simultané avec une culture, le semis en cours de culture dans le cadre d'une association en relais (le bénéfice attendu étant principalement pour la culture suivante), enfin les associations où la culture est semée directement dans un couvert semi-permanent non récolté car peu développé en hauteur ou régulé chimiquement (Valentin-Morison *et al.*, 2014). L'efficacité de la technique dépend en grande partie de la réussite de l'implantation et du maintien d'un équilibre entre le développement de la culture et celui des plantes d'accompagnement. Le maïs par exemple apprécie peu la concurrence surtout en début de végétation. Pendant l'été en revanche, lorsque la culture est développée, elle est très compétitive et peut rendre difficile l'installation voire la survie des couverts (Thomas, 2011).

Le semis en association avec la culture précédente, permet, dans certaines conditions, d'améliorer la possibilité de croissance du couvert par rapport à un semis pendant l'interculture. Dans le cas du maïs par exemple, l'interculture est située au mieux entre novembre et mars, époque peu propice à l'installation d'un couvert (Thomas, 2011). La technique présente aussi l'avantage de limiter les conflits de temps de travail pendant et après la récolte, qui repoussent la date d'implantation et réduisent la qualité des couverts.

Dans le cas d'une culture de blé, la comparaison de l'association en relais ou en simultané met en évidence une différence dans la compétition pour les ressources : dans le cas d'espèces à fort développement comme le trèfle violet ou la luzerne, l'association en relais limite la compétition imposée sur le blé. Inversement l'association en simultané est possible pour les espèces à moindre développement sous ombrage, comme le trèfle blanc. Dans un essai utilisant des légumineuses, les résultats ont montré que la densité d'adventices peut être réduite par les couverts en fin de culture, la compétition pour la lumière limitant probablement les nouvelles levées. Ensuite, durant l'interculture, la biomasse des adventices est également impactée négativement (Valentin-Morison *et al.*, 2014). Les couverts de légumineuses peuvent aussi être associés au colza et avoir un effet significatif sur la réduction des taux de couverture et de la biomasse d'adventices en fin d'automne, en raison de la biomasse supplémentaire produite par l'association (Valentin-Morison *et al.*, 2014). La cameline et la navette ont aussi été testées mais ont manifesté des risques de concurrence sur le colza, sans apporter de bénéfice vis-à-vis des adventices.

COUVERTS EN CULTURES PERENNES ET GESTION DES ADVENTICES

La couverture végétale, sur les interlignes en vigne et verger, contribue à la gestion des adventices. Elle est obtenue par semis ou par enherbement spontané. Dans différents essais, Agroscope a mis en évidence plusieurs plantes peu vigoureuses et donc peu concurrentielles vis-à-vis de la vigne mais capables de maîtriser le développement de la flore. L'implication d'un effet allélopathique a été avancé et des propriétés phytotoxiques ont d'ailleurs été mises en évidence chez certaines espèces, notamment le brome des toits *Bromus tectorum* ou l'orge des rats *Hordeum murinum* (Delabays *et*

al., 2009). La couverture du rang de plantation est aussi étudiée en vigne, notamment avec l'épervière piloselle *Hieracium pilosella* (Delabays et al., 2009) et en verger avec la petite pimprenelle *Sanguisorba minor*, l'achillée millefeuille *Achillea millefolium*, le brome des toits *Bromus tectorum* ou l'agrostide stolonifère *Agrostis stolonifera* (Blanc et Arregui, 2013).

LA COUVERTURE VEGETALE DU SOL EN ESPACES VERTS

ACCEPTABILITE DE LA FLORE SPONTANEE ET EVOLUTION DE LA VEGETALISATION EN ESPACES VERTS

En espaces verts, certaines espèces végétales sont considérées comme indésirables car (i) elles sont inesthétiques ou sont l'image d'un mauvais entretien pour les habitants comme le liseron dans les massifs, l'ortie dioïque dans les prairies, la renoncule rampante dans les gazons, le séneçon commun dans les allées ; car (ii) elles se disséminent facilement par les graines, les bulbilles ou les racines, comme le chardon des champs, les oxalis ou le pissenlit ; car (iii) elles sont capables de pousser à travers les paillis et les surfaces stabilisées de schistes ou de graviers comme la prêle ; car, (iv) une fois installées, elles sont difficiles à maîtriser en raison de leur important stock semencier ou racinaire, comme pour les rumex ou le chiendent rampant ; car (v) ce sont des espèces exotiques potentiellement envahissantes sur le territoire, comme les renouées asiatiques ou l'ailante glanduleux ; car (vi) ce sont des espèces urticantes ou allergisantes comme la berce du Caucase, la grande chélidoine, le panais urticant ; car (vii) enfin, ce sont des plantes nitrophiles, comme l'ortie dioïque, espèce dominante sur les prairies et les talus riches en azote et pauvres en biodiversité. Par ailleurs, l'acceptabilité des plantes spontanées dépend aussi de la fonction du site et de l'ambiance recherchée. Un cimetière, un terrain de sport, un aménagement paysager autour de la mairie, autour d'un monument aux morts ou d'une cathédrale sont identifiés par les gestionnaires comme des sites sensibles en raison de leur fréquentation, de leur fonction ou de leur symbolique. Il est souvent difficile d'y changer les usages et les pratiques de gestion, notamment de faire accepter à la population la présence d'une végétation spontanée.

Cependant, de nombreuses collectivités œuvrent pour améliorer l'acceptation des habitants vis-à-vis de la végétation spontanée et des zones d'herbes hautes. Dans certaines villes, les dicotylédones comme les pissenlits ou les pâquerettes sont aujourd'hui mieux tolérés dans les gazons. Les espaces champêtres gérés de manière extensive sont de plus en plus souvent intégrés en ville, y compris dans certains cimetières. Sur ces espaces, le retour d'espèces naturelles intéressantes pour la biodiversité, comme des orchidées, permet de valoriser ces évolutions. Le changement est motivé par des décisions politiques locales prises en faveur du développement durable et renforcé par le contexte réglementaire de la loi Labbé qui interdit, à partir du 1^{er} janvier 2017, l'utilisation de désherbants par les collectivités, excepté sur les cimetières et les terrains de sport.

Le développement de la gestion différenciée a permis de constater que le mode d'entretien de certains espaces est particulièrement chronophage, peu ergonomique voire dangereux pour les agents ou encore que certains modes de gestion constituent un frein pour la biodiversité. Pour améliorer ces facteurs, tout en introduisant en milieu urbain des ambiances champêtres ou naturelles, certains de ces espaces sont reconvertis, si leur fonction le permet. Des gazons sont transformés en prairies de fauche ou remplacés par plantes couvre-sol, des massifs saisonniers sont convertis en massifs vivaces et des allées gravillonnées sont engazonnées.

LES PLANTES VIVACES ET ARBUSTES COUVRE-SOL EN ESPACES VERTS

Les plantes vivaces et arbustes couvre-sol sont des espèces ligneuses ou herbacées pérennes, de taille basse ou moyenne et de formes diversifiées. En effet, si les plantes à port rampant sont majoritairement utilisées, il est aussi possible d'exploiter les plantes grimpantes, comme les lierres ou les chèvrefeuilles, en les faisant croître au sol, ou même certaines espèces à port dressé ou retombant. C'est le cas des végétaux ligneux buissonnants, comme certains cultivars du chèvrefeuille arbustif *Lonicera nitida*, ou des plantes herbacées cespiteuses, c'est-à-dire à port en touffes caractéristique de certaines graminées d'ornement. De nombreuses espèces herbacées couvre-sol se multiplient très efficacement car ce sont des plantes drageonnantes, rhizomateuses ou stolonifères.

Les plantes couvre-sol sont fréquemment utilisées en **remplacement de gazons**. Elles permettent de supprimer les tontes régulières, en particulier aux endroits où les interventions sont dangereuses ou malaisées, par exemple sur un terre-plein central séparant deux voiries, en bordure d'un boulevard passant, au sein d'un parking, sur un rond-point ou sur un talus le long d'un cours d'eau. Elles sont aussi utilisées sur de petits espaces, sur lesquels l'accès avec la tondeuse est difficile voire impossible, comme entre les sépultures dans les cimetières. Grâce aux plantes couvre-sol, les gestionnaires constatent un gain de temps pour l'entretien des sites et une amélioration de la sécurité des agents. En remplacement de gazons, les plantes gazonnantes ou rhizomateuses à installation rapide, de préférence à feuillage persistant ou semi-persistant et, pour certains sites, résistantes aux sels de déneigement sont prioritairement sélectionnées. Les espèces basses sont aussi privilégiées par certains gestionnaires car elles facilitent le ramassage des déchets voire la mécanisation de l'entretien par une tonte. Certaines espèces adaptées aux situations ombragées, par exemple la bugle rampante, la petite pervenche ou le lamier blanc, sont utilisées en situations de sous-bois, sur des squares ou parcs ombragés ou bien sur les talus à l'ombre de bâtiments. D'autres espèces comme la verveine nodulaire résistent aux conditions difficiles des sols secs, piétinés et soumis au sel de déneigement, rencontrés sur certains terre-pleins. Enfin, les sédums ou la campanule des murailles, espèces de faible hauteur, persistantes et tolérant les sols secs sont adaptés pour les plantations entre les tombes en cimetières.

Les plantes couvre sol sont aussi utilisées, **en pieds d'arbres ou de massifs arbustifs**, pour limiter le temps de désherbage manuel. Grâce à cette technique, certains gestionnaires constatent un gain de temps d'au moins 50% pour le désherbage des pieds d'arbres. Par ailleurs, la couverture végétale est préférée au paillage, sur certains sites très passants où les jets de mégots sont fréquents et les risques d'incendie importants. Les plantes couvre-sol sont enfin préférées lorsque l'utilisation répétée de mulch a entraîné un important enrichissement du sol, créant un milieu favorable au développement du chardon, de la ronce ou de feuillus issus de graines, comme l'érable ou le frêne. Sur les sites soumis au piétinement, les espèces persistantes sont privilégiées. En massifs, les plantes vivaces et arbustives couvre-sol peuvent **remplacer les plantes annuelles ou bisannuelles**, dont la part a fortement diminué dans les villes. Ce changement permet de limiter les coûts liés aux achats de plants, de limiter les temps d'entretien, l'irrigation et le renouvellement du paillage au pied des plantations.

En pied d'arbres ou arbustes et en massifs, sont utilisés par exemple le bambou sacré *Nandina domestica*, la bugle rampante *Ajuga reptans*, les céanothes rampants et arbustifs *Ceanothus spp*, les chèvrefeuilles arbustifs et grimpants *Lonicera spp*, les cotoneasters skogholm et dammeri, les fougères, les géraniums vivaces par exemple *Geranium 'Jolly bee'* et *Geranium 'Johnson's blue'*, les graminées notamment la fétuque bleue *Festuca glauca*, les hellébore *Helleborus spp*, les hostas *Hosta spp*, les lamiers blanc, jaune et tacheté *Lamium album*, *L. galeobdolon*, *L. maculatum*, les lierres notamment le lierre arborescent *Hedera helix 'arborescens'*, le lin de Nouvelle Zélande *Phormium tenax*, les lysimaques *Lysimachia spp*, les pachysandres *Pachysandra spp*, la petite pervenche *Vinca minor*, les renouées notamment la renouée amplexicaule *Persicaria amplexicaulis* et la renouée de l'Himalaya *Persicaria affinis*, les rosiers couvre-sol, les rudbeckias *Rudbeckia spp*, les sédums *Sedum spp*, la symphorine rampante *Symphoricarpos chenaulti* etc.

Les **espèces plantées sont choisies** selon l'effet souhaité sur le site et selon le type de sol. Sur les sites où le choix des vivaces est conditionné en priorité par l'effet esthétique et que les espèces couvrantes sont peu employées, le paillage permet de compléter la couverture du sol. Mais dans de nombreux cas, le choix peut être basé sur des **espèces végétales de formes complémentaires**, permettant d'obtenir un effet couvrant optimal. Par exemple, les graminées d'ornement cespiteuses sont complétées par des plantes à port rampant comme la bugle ou les lamiers. Pour maintenir l'aspect esthétique, même en hiver, les espèces caduques sont complétées par des **espèces persistantes**. Les graminées taillées en fin d'hiver restent visibles, de même que l'euphorbe des bois, la petite pervenche ou le lierre grim pant. Parmi les géraniums, il existe des espèces intéressantes caduques comme *Geranium 'Rozanne'* et d'autres persistantes comme *Geranium macrorrhizum*.

Dans certaines villes, les compositions végétales intègrent des **espèces favorables à l'entomofaune**. L'intérêt pour les insectes est mis en avant notamment à Lille. L'achillée millefeuille *Achillea millefolium*, l'ail des ours *Allium ursinum*, l'herbe aux goutteux panaché *Aegopodium podagraria* 'Variegatum', le lamier florentin *Lamium galeobdolon* 'Florentinum', le lamier tacheté *Lamium maculatum* 'Shell pink' sont intéressants sur ce point (Tison, 2016 – communication personnelle). Enfin, certaines collectivités souhaitent aussi intégrer des espèces indigènes d'origine locale. Le Conservatoire Botanique National de Bailleul (CBNBI) **déconseille la plantation des espèces protégées, rares ou menacées** pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère, en raison des risques de pollution génétique et de perte de spécificité des souches locales (Henry *et al.*, 2011). Dans le nord de la France, plusieurs espèces indigènes présentent un intérêt potentiel pour la couverture végétale du sol : l'achillée millefeuille *Achillea millefolium* L., la bugle rampante *Ajuga reptans* L., l'origan commun *Origanum vulgare* L., le lamier pourpre *Lamium purpureum* L., le lamier jaune *Lamium galeobdolon* (L.) L., la petite pervenche *Vinca minor* L., le lierre terrestre *Glechoma hederacea* L., le lierre grimpant *Hedera helix* L., le lysimaque nummulaire *Lysimachia nummularia* L. etc Pour la plantation des espèces indigènes, les écotypes locaux sont préférés. En France, les filières de production locale de plantes couvre-sol existent mais sont encore insuffisantes, pour répondre aux besoins des aménageurs.

Au final, les gestionnaires constatent une **amélioration de la situation vis-à-vis des adventices** annuelles, grâce à l'utilisation de plantes couvre-sol vivaces ou arbustives. Certaines espèces vivaces indésirables comme le chardon des champs, les rumex, les liserons, les pissenlits ou le chiendent rampant peuvent cependant nécessiter un désherbage manuel complémentaire. La présence de chiendent peut même s'avérer incompatible avec la mise en place de plantes vivaces couvre-sol car, une fois installé dans un massif, il est très difficile à gérer, même manuellement. En revanche, certaines espèces spontanées sont parfois acceptées dans les aménagements, comme le géranium Herbe à Robert ou la consoude. A Lille, une arrivée spontanée de ficaire dans un massif vivace a aussi été valorisée car elle participe à l'association végétale et peut être gérée par le jardinier.

Par ailleurs, d'**autres moyens de gestion des adventices** complètent la technique de la couverture végétale du sol. Avant implantation d'un massif, le sol doit être nettoyé, par exemple par un faux-semis. Cette méthode consiste à travailler le sol plusieurs fois pour faire lever les graines et détruire les levées. Plusieurs mois sont nécessaires et la technique n'est applicable que si la population accepte la présence de terre nue pendant ce délai. La mise en place d'un panneau d'information annonçant la prochaine plantation peut y aider, comme à Roubaix. Pour assurer l'installation des plantes en limitant la concurrence des adventices au démarrage, les plantations couvre-sol sont paillées et/ou désherbées manuellement. La formation est importante pour permettre aux jardiniers de différencier certaines adventices et plants cultivés. La densité de plantation est aussi un levier pour optimiser la couverture végétale.

LES PLANTATIONS DE LIGNEUX POUR CONTRER CERTAINES ESPECES INVASIVES

La renouée du Japon *Reynoutria japonica* et l'ailante glanduleux *Ailanthus altissima* sont des espèces rhizomateuse et drageonnante, capables de coloniser rapidement de grandes surfaces, manifestant ainsi un comportement invasif. Ces deux plantes étant héliophiles, certaines collectivités réalisent des plantations de couverts ligneux concurrentiels, après suppression des pieds d'ailante ou des tiges de renouée. L'objectif est de créer de l'ombrage pour limiter les repousses. Selon les sites, le saule marsault, le saule blanc, le noisetier, le chêne pédonculé, l'érable champêtre, le cornouiller sanguin, le frêne, le merisier, le peuplier tremble, le peuplier à grappe sont employés. Ces plantations peuvent être associées à des géotextiles pour une combinaison de moyens.

LE VERDISSEMENT DES ALLEES, TROTTOIRS ET AUTRES SURFACES STABILISEES

Sur les surfaces gravillonnées, sablées ou schistées, les adventices sont couramment gérées par des moyens mécaniques, thermiques ou manuels. Aujourd'hui, les expériences de gestion des adventices par la couverture végétale du sol se multiplient. La couverture est obtenue par semis ou par

enherbement spontané, géré par des tontes. Cette technique permet de réduire la difficulté d'entretien liée à l'utilisation de la binette et d'améliorer le bien-être du personnel. Sur certains sites, la technique permet aussi de réduire le temps d'entretien et offre une solution alternative là où le désherbage mécanique est techniquement difficile en raison de la structure de la surface à désherber. L'enherbement permet aussi de rendre plus acceptable la présence d'herbes spontanées. Cette technique permet ainsi de pérenniser le désherbage non chimique de ces surfaces. La technique est appliquée en ville ou dans les cimetières, où les expériences de gestion écologique sont nombreuses en France. Certaines allées secondaires et espaces gravillonnés ou sablés situés entre les tombes sont concernés. Dans les cimetières strasbourgeois par exemple, plus de 6 ha d'allées ont été enherbées depuis 2011 avec un mélange de ray grass, fétuque et trèfle (Flandin, 2015).

LA GESTION DES PRAIRIES PAR LA FAUCHE EXPORTATRICE

Les prairies eutrophisées sont riches en éléments azote et phosphore. Ces éléments sont issus des pratiques de fertilisation, des déjections ou de la pollution automobile qui entraîne des retombées azotées au sol. L'eutrophisation favorise des espèces nitrophiles dominantes, comme l'ortie dioïque, le dactyle aggloméré, l'avoine élevée, le gaillet gratteron, le chardon des champs. Pour limiter ces plantes et favoriser d'autres espèces plus intéressantes sur le plan écologique et esthétique, certaines collectivités cherchent à appauvrir les sols prairiaux, grâce à la fauche exportatrice, réalisée 1 à 2 fois par an. A Lille, selon les sites, un premier passage peut avoir lieu fin juin ou début juillet, avec une hauteur de coupe suffisante pour préserver la faune des petits vertébrés. Cette coupe vise à supprimer les plantes avant que les graines ne soient mûres. Le second passage a lieu en octobre. Grâce à ce mode d'entretien, les gestionnaires constatent une évolution floristique favorable à la biodiversité. Sur certaines prairies initialement dominées par les espèces nitrophiles, on observe aujourd'hui l'avoine élevée à des densités plus faibles, mais aussi l'épilobe hirsute, la reine des prés, la valériane officinale et l'ophrys abeille *Ophrys apifera*, espèce d'orchidée protégée. A Arras, la fauche exportatrice sur les prairies a permis le retour du populage des marais *Caltha palustris* et de l'orchidée *Epipactis helleborine*.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En agriculture et en espaces verts, les résultats de recherche et les observations liées aux pratiques de terrain montrent tout l'intérêt des couverts végétaux pour la gestion des herbes indésirables, par réduction de la multiplication et de la croissance de ces dernières. L'efficacité de la méthode dépend du choix réfléchi des espèces utilisées, seules ou en mélange, de la réussite de leur implantation, d'une absence de concurrence vis-à-vis de la culture en cas d'associations, d'une gestion adaptée des résidus de couverts pour un effet prolongé après leur destruction. Les interactions entre culture, couvert et adventices dépendent notamment de la concurrence pour la lumière mais aussi des effets sur la fertilité du sol. Les légumineuses, avec leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, représentent donc un cas à part. En agriculture comme en espaces verts, les mélanges d'espèces permettent une optimisation de la couverture du sol par la complémentarité possible du système foliaire et du port des plantes. Par ailleurs, l'implantation sur un sol initialement propre est importante. En effet, en parcelles agricoles, l'effet bénéfique des couverts n'est plus visible en situation de fort salissement initial et, en espaces verts, certaines espèces vivaces indésirables sont particulièrement difficiles à supprimer une fois la couverture du sol installée. L'allélopathie est un mécanisme intéressant qui peut être exploité pour la gestion des adventices. Cependant, sur le terrain, l'effet allélopathique est difficilement distingué de l'effet de compétition des couverts. De plus, l'allélopathie ne peut avoir de réels effets réducteurs sur les adventices que sous certaines conditions, en particulier des modalités adaptées de destruction et d'enfouissement, dans le cas de la biofumigation. Dans le cas des brassicacées, la température étant un facteur important pour la production rapide de composés allélopathiques, il est possible que la biofumigation soit plus adaptée à certaines saisons et donc à certaines rotations qu'à d'autres. En agriculture comme en espaces

verts, il est nécessaire de tenir compte des autres fonctions, objectifs et contraintes liés à l'utilisation des couverts. Enfin, il convient de mettre en place une gestion globale des adventices, intégrant les couverts mais aussi d'autres techniques basées sur le travail du sol, le désherbage manuel, le paillage etc. Dans certaines situations, ces méthodes sont peu compatibles car l'une peut limiter la mise en œuvre de l'autre. Mais, dans de nombreux cas, elles sont applicables de manière complémentaire, parfois grâce à des compromis.

REMERCIEMENTS à C. Colonna, A. Quennesson, A. Schwartz, L. Tournant pour leur participation aux études de la FREDON Nord Pas-de-Calais sur les couverts végétaux ; aux personnes et structures ayant apporté leurs témoignages et informations : Conservatoire Botanique National de Bailleul (CBNBI), Espaces Naturels Régionaux (ENRx), Ecowal, les villes d'Arques, Arras, Brebière, Bruay-la-Buissière, Cuincy, Erquinghem-Lys, Gravelines, Hazebrouck, Le Touquet, Lille, Loos-en-Gohelle, Mazinghien, Norrent-Fontes, Roubaix, Saint-Omer, Wormhout ; la Coopérative Unéal, les semenciers RAGT semences, Jouffray Drillaud, Sem Partners ; le groupe pilote des agriculteurs pour le programme ScarAB ; les agriculteurs partenaires des études de la FREDON sur les couverts, D. Carrette, F. Desruelles, A. Smets, B. Thève ; les partenaires du programme ScarAB : le Gabnor, l'Adaal, la FRCuma des Hauts de France.

BIBLIOGRAPHIE

- Abhilasha D., Quintana N., Vivanco J., Joshi J., 2008. Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology*, 96, 993–1001.
- Blanc P., Arregui M., 2013. Pêcher. Enherbement du rang de plantation. *Serfel*, 80-82.
- Charles R., Montfort F., Sarthou J.P., 2012. Effets biotiques des cultures intermédiaires sur les adventices, la microflore et la faune. In : Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebize J., Savini I., Réchaudère O., 2012. *Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autre services écosystémiques*. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France). 60p.
- Charles R., Wirth J., Büchi L., Sarthou J.P., Justes E., 2013. Couverts végétaux et allélopathie : où en est la recherche ? *Techniques culturales simplifiées*, 71, 24-25.
- Delabays N., Adnet A., Emery S., Tschabold J.L., 2009. Nouvelles espèces potentiellement peu concurrentielles pour l'engazonnement des vignes. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*, 41, 1, 65-69.
- Flandin J., 2015 - *Guide de conception et de gestion écologique des cimetières*. Natureparif. 76 p.
- Gallet C., Pellissier F., 2002. Interactions allélopathiques en milieu forestier. *Revue Forestière Française*, 6, 567-576.
- Henry E., Cornier T., Toussaint B., Duhamel F. et Blondel C., 2011. *Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en région Nord Pas-de-Calais*. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul 56 p.
- Lefebvre M., Leblanc M., Watson A.K., 2014. *Germination et survie de semences de mauvaises herbes à la biofumigation*. IRDA, McGill, 5 p.
- Métais P., 2015. Cultures intermédiaires : mieux maîtriser l'enherbement. *Perspectives agricoles*, 42, 32-35.
- Michel V., 2008. Biofumigation: principe et application. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 40, 2, 95-99.
- Perniola O.S., Chorzempa S.E., Staltari S., Molina M., 2016. Biofumigación in vitro con *Brassica juncea* y *Sinapis alba*. Inhibición de la germinación y del crecimiento de plántulas de malezas - *Revista de la Facultad de Agronomía*, La Plata, 115, 1, 91-98.
- Petersen J., Bletz R., Walker F. and Hurlé K., 2001. Weed Suppression by Release of Isothiocyanates from Turnip-Rape Mulch, *Agronomy Journal*, 93, 37–43.

- Provost C., 2013. *Effet de la biofumigation sur les mauvaises herbes en culture de laitue*. Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture. 4p.
- Thomas F., 2011. Semis de couvert sous maïs : sortir du maïs avec un couvert en place. *Techniques culturales simplifiées*, 62, 8-16.
- Tschuy F., Gfeller A., Azevedo R., Khamissé C., Henriët L. et Wirth J., 2014. Suppression des adventices par les couverts végétaux : différents facteurs analysés. *Recherche Agronomique Suisse*, 5, 7- 8, 292–299.
- Valentin-Morison M., David C., Cadoux S., Lorin M., Celette F., Amossé C., Basset A., 2014. Association d'une culture de rente et espèces compagnes permettant la fourniture de services écosystémiques. *Innovations Agronomiques*, 40, 93-112.