

Influence d'une couverture hivernale sur le rendement et la qualité de la menthe

Claude-Alain CARRON¹, Massimo PLASCHY², José VOUILLAMOZ¹ et Catherine BAROFFIO¹

¹Agroscope IPV, 1964 Conthey

²Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW, 8820 Wädenswil

Renseignements: Claude-Alain Carron, e-mail: claude-alain.carron@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 39, www.agroscope.ch



Figure 1 | Parcelle d'essai de *Mentha x rotundifolia* à Attiswil en juin 2013.

Introduction

En Suisse, la menthe poivrée (*Mentha x piperita* L.) et la menthe orangée (*Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq.) sont des espèces de haute importance économique (Aeschlimann *et al.* 2015; Rey 1997). Les menthes sont principalement écoulées dans l'industrie agroalimentaire sous forme de parties aériennes séchées. Pour les producteurs de plantes médicinales et aromatiques (PMA), gérer les adventices est un facteur clé de productivité et de rentabilité. Les cultivateurs de menthe soucieux de diminuer le temps nécessaire à ce travail cherchent des solutions innovantes. Depuis une dizaine d'années, quelques producteurs suisses couvrent en hiver leurs cultures de menthe d'un paillage hors-sol tissé en polypropylène (PP), pour limiter la pression des adventices au départ de la végétation et protéger les

cultures des rigeurs hivernales. De nombreux auteurs ont mis en évidence les effets positifs des paillages organiques ou inorganiques durant la période de végétation: réduction de la pression et du coût de la lutte contre les adventices, meilleure croissance des plantes, meilleure structure du sol et augmentation de l'activité microbologique, limitation de l'érosion éolienne et hydrique, meilleure disponibilité en eau et éléments nutritifs, température du sol en moyenne plus élevée et plus constante, protection accrue contre les polluants (Grundy et Bond 2007; Feldmann *et al.* 2000; Seitz 1985; Weller *et al.* 2000). Cependant, il existe peu de données sur l'action des couvertures PP durant le repos végétatif, en particulier pour des espèces hémicryptophytes comme les menthes. En 2013, quatre parcelles de différents clones de *Mentha*, couvertes de novembre 2012 à mars 2013 d'un paillage PP, ont été suivies pour évaluer

son influence sur le rendement et la qualité des plantes. Des mesures ont été aussi effectuées sur la flore adventice, sur le temps de travail et sur les propriétés physiques, biologiques et chimiques du sol.

En complément, la température du sol avec et sans paillage PP a été relevée à Conthey durant l'hiver 2014–2015. Ces essais ont été conduits en collaboration avec la Haute Ecole de Wädenswil (ZHAW) dans le cadre d'un travail de bachelor. Les principaux résultats pratiques de cette étude sont discutés ici.

Matériel et méthodes

Sites expérimentaux

Les quatre parcelles de menthe où ont été réalisées les mesures agronomiques et pédologiques se situaient à Attiswil (BE), dans l'exploitation biologique de M. Lukas Studer (fig. 1), au pied du Jura, à 600–650 m sur un coteau exposé au sud. Cette région se caractérise par des hivers rigoureux et des étés relativement pluvieux. La température moyenne de la période 2008–2012 avoisine 10 °C et les précipitations moyennes 1150 mm/an. Le sol est un loam sableux faiblement humifère (3,5 %), à pH légèrement acide à neutre (6 à 7,5), modérément à suffisamment pourvu en éléments nutritifs et riche en potassium. Les paramètres agronomiques et pédologiques ont été mesurés en 2013 de mars à juin.

Les données complémentaires de température et les observations sur la phénologie des arbres fruitiers ont été notées à Conthey (VS) dans la plaine du Rhône, à une altitude de 460 m, durant l'hiver 2014–2015 de novembre à mai.

Dispositif expérimental et matériel végétal

Quatre cultures de différents clones du genre *Mentha* (tabl. 1) couvertes durant l'hiver d'un paillage PP du début de novembre 2012 au 19 mars 2013 ont été suivies de la découverte jusqu'à la première récolte de juin. La toile utilisée était un polypropylène (PP) noir tissé de 100 g/m², stabilisé aux rayons UV et perméable à l'eau.

L'essai principal, portant sur la biomasse et la qualité de la première récolte, sur la flore adventice et sur la pédologie, s'est déroulé sur une parcelle plantée de *Mentha piperita* var. *citrata*, en seconde année de

Résumé En agriculture biologique, gérer les adventices est crucial pour la productivité et la rentabilité. Depuis une dizaine d'années, des producteurs suisses de menthe couvrent à cette fin leurs cultures d'un paillage tissé en polypropylène (PP) durant l'hiver. Afin d'évaluer l'impact de cette technique, quatre champs de menthe couverts et non couverts ont été suivis durant l'hiver 2012–2013. Dans ces essais, le paillage PP a significativement favorisé la production en matière sèche de la première récolte annuelle des quatre clones de menthe (+5 à 12 kg/a selon les clones), en inhibant efficacement la flore adventice. Dans les parcelles couvertes, le temps de sarclage manuel a été réduit de 4,4 h/a. Le paillage PP a en outre amélioré la porosité du sol, la biomasse microbienne et la minéralisation de l'azote. A Conthey, durant l'hiver 2014–2015, l'action de la couverture PP a aussi été étudiée sur la température au niveau du sol et des racines. Celle-ci a fortement limité l'amplitude des variations et le nombre de jours de froid. En revanche, la température moyenne n'a été que légèrement plus élevée (+0,3 °C). Le moment opportun pour découvrir les cultures au printemps reste discuté. L'expérience alliée à une approche basée sur la phénologie des arbres fruitiers permettront d'affiner les recommandations pratiques.

culture. Le dispositif expérimental était constitué de deux plates-bandes divisées en vingt blocs élémentaires d'une dimension de 1,20 x 6,60 m chacun, soit cinq répétitions, où étaient alternés quatre procédés:

- paillage PP durant l'hiver, avec désherbage manuel (CD);
- paillage PP durant l'hiver, sans désherbage manuel (CS);
- non couvert durant l'hiver, avec désherbage manuel (ND);
- non couvert durant l'hiver, sans désherbage manuel (NS).

Tableau 1 | Espèce, cultivar, surface cultivée et âge des parcelles de menthes suivies à Attiswil en 2013

Nom vernaculaire	Nom latin	Cultivar / origine	Surface (ares)	Année de culture
Menthe orangée	<i>Mentha x piperita</i> var. <i>citrata</i> (Ehrh.) Briq.	'Camich' sélection Agroscope/Valplantes	50	2 ^e (2012)
Menthe pomme	<i>Mentha x rotundifolia</i> (L.) Hudson	'Apfelminze' origine inconnue	43	4 ^e (2010)
Menthe marocaine	<i>Mentha spicata</i> L.	'Marroko' origine inconnue	6	4 ^e (2010)
Menthe poivrée	<i>Mentha x piperita</i> L.	'Italo-Mitcham' (<i>f. rubescens</i>) origine Cuneo (IT)	66	3 ^e (2011)

Pour les trois autres espèces de menthe, le dispositif expérimental était réduit à deux plates-bandes de 20 m de longueur, couvertes et non couvertes, divisées en deux sections avec et sans désherbage. Les mesures simplifiées, sur quatre répétitions, étaient ciblées sur les aspects rendement, qualité, flore adventice et temps de travail (tabl. 2).

Les stolons ayant été multipliés à partir de matériel végétal prélevé dans l'entreprise, il n'a pas été possible d'établir l'origine exacte de tous les clones. La surface cultivée, l'âge et l'origine des clones figurent dans le tableau 1.

Paramètres contrôlés

Les analyses sur la végétation ont été effectuées de la découverte des cultures à la première récolte annuelle. Au départ de la végétation, les pousses ont été dénombrées, puis la hauteur des plantes a été mesurée chaque semaine en photographiant régulièrement les parcelles. La récolte a été réalisée au Supercut NT 2000 sur une surface de 1,80 m². Les échantillons ont été placés dans le séchoir expérimental d'Agroscope à Conthey à une température de 35 °C durant 48 heures. A la fin du séchage, les lots ont été pesés (précision 1 g; balance Mettler Toledo Viper sw6), puis effeuillés manuellement afin d'établir le pourcentage de feuilles et la proportion de mauvaises herbes. L'huile essentielle a été analysée par hydrodistillation à la vapeur sur 20 g de feuilles séchées selon la méthode de la Pharmacopée européenne.

La composition, le taux de couverture du sol et l'évolution de la flore adventice ont été notés et les interventions de désherbage manuel chronométrées.

Les analyses pédologiques (tabl. 2) ont été réalisées à la ZHAW de Wädenswil par Massimo Plaschy dans le cadre de son travail de bachelor.

La terre pour les analyses de granulométrie, de pH, de densité apparente du sol (fig. 2) et les échantillons pour les analyses des minéraux (C/N, P et K) ont été prélevés directement au champ le 22 mars. L'humidité du sol a été suivie avec des tensiomètres durant toute la période expérimentale.

La biomasse microbienne a été mesurée par la respiration induite par le substrat (SIR) (selon Isermeyer, méthode B-BM-IS). La respiration basale du sol a été déterminée selon la méthode de référence B-BA-IS (Agroscope 2015). Les teneurs en NO₃ et NH₄ dans le sol ont été établies avec un réflectomètre (Merck RQflex 10) et la quantité de phosphore (P) et de potassium (K) contenue dans les échantillons de terre à l'aide de kits de colorimétrie (VISOCOLOR®, Macherey-Nagel AG). Le carbone organique a été déterminé avec l'analyseur élémentaire TruSpec CHN.

La température a été relevée par seize dataloggers UTL-3, soit quatre répétitions. Les enregistrements avaient lieu toutes les vingt minutes, au niveau du sol et à 10 cm de profondeur.

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel open source R (version 2.14.1) sur cinq répétitions pour la parcelle principale de menthe orangée et quatre pour les parcelles de menthes pomme, marocaine et poivrée (blocs complètement randomisés). Le test de Tukey HSD (ANOVA) a été utilisé pour les analyses agronomiques de rendement, de qualité et des adventices, lorsque la distribution était normale, et ceux de Kruskal-Wallis et Wilcoxon pour les variantes non paramétriques. Les échantillons de sols ont été soumis à un test T à deux échantillons (échantillons dépendants).



Figure 2 | Mesure de la densité apparente du sol dans l'essai de *Mentha x piperita* var. *citrata*. Attiswil, le 22 mars 2013.

Tableau 2 | Analyses effectuées sur les parcelles de menthe à Attiswil en 2013

Espèce cultivée	Analyses		
	sur la végétation	sur les adventices	pédologiques
Menthe orangée	Biomasse, taux de feuilles (%), teneur en huile essentielle, hauteur de la végétation, densité des pousses, documentation photographique	couverture du sol, liste des espèces, nombre, temps de travail	type de sol, granulométrie et porosité, pH, MO, teneur en humus, rapport C/N, teneur en eau et pouvoir de rétention, température minéraux: NH ₄ ⁺ et NO ₃ ⁻ , P, K biomasse microbienne, respiration
Menthe pomme Menthe marocaine Menthe poivrée	Biomasse, taux de feuilles (%), teneur en huile essentielle, hauteur de la végétation, documentation photographique	nombre, temps de travail	

Résultats et discussion

Rendement et qualité

La couverture hivernale des cultures a significativement amélioré la précocité du débourrement des stolons, la croissance et le rendement en biomasse. Le gain en matière sèche (MS) à la première récolte des différentes parcelles a varié selon la pression des adventices et la vigueur de la culture. Il était de 9,3 kg/a pour la menthe orangée (tabl. 3) et de 12,0, 4,3 et 7,0 kg/a respectivement pour les menthes marocaine, pomme et poivrée (tabl. 4). La biomasse n'a pas été mesurée aux récoltes suivantes mais, visuellement, la différence de végétation entre les procédés a diminué, voire disparu dans les champs où la vigueur la menthe était satisfaisante, mais s'est maintenue dans les parcelles où la menthe était lacunaire.

Dans un formulaire d'enquête, quatre producteurs de l'Emmental et du Valais ayant couvert leur culture de menthe durant les hivers 2013–2014 et 2014–2015 se sont exprimés de façon plus nuancée sur le gain de rendement. Sans avoir effectué de mesures précises, l'aug-

mentation de la biomasse leur semblait nulle ou peu marquée. En revanche, ils ont tous confirmé un net allègement du temps voué au désherbage. Ces témoignages illustrent que le paillage PP n'est pas seul à déterminer le rendement: l'historique de la parcelle, la fertilité du sol, les aléas climatiques, la pression et la composition de la flore adventice jouent également un rôle important.

Concernant le pourcentage de feuilles, des différences ont été observées entre les parcelles sans que l'on puisse les attribuer aux procédés, ni établir de corrélations avec le rendement. Avec la menthe orangée, le procédé ND moins vigoureux a eu le meilleur taux de feuilles, significativement supérieur aux trois autres variantes (tabl. 3). Avec la menthe marocaine, les procédés n'ont induit aucune différence, tandis que le procédé CD s'est distingué pour la menthe pomme et le ND pour la menthe poivrée (tabl. 4). Une tendance favorable apparaît toutefois dans les procédés 'avec désherbage' (ND et CD) car, en présence d'adventices, la compétition pour la lumière allonge probablement les entre-nœuds et péjore le taux de feuilles.

Tableau 3 | Rendements en matière sèche, pourcentage de feuilles, taux d'adventices à la récolte, nombre de tiges et teneur en huile essentielle de la menthe orangée à Attiswil à la première récolte 2013. Moyenne de cinq répétitions

Variantes	Matière sèche (kg/a)	Feuilles sèches (kg/a)	Taux de feuilles (%)	Huile essentielle (%)	Nombre de tiges (n/m ²)	Adventices dans la MS (%)
Couverture hivernale avec désherbage (CD)	19,14 ^a	11,34 ^a	59,62 ^a	1,84 ^{ab}	907 ^a	0,77 ^a
Couverture hivernale sans désherbage (CS)	19,91 ^a	11,15 ^a	56,10 ^a	1,91 ^{ab}	978 ^a	4,65 ^a
Sans couverture avec désherbage (ND)	9,80 ^b	6,80 ^b	69,76 ^b	1,97 ^a	496 ^a	2,08 ^a
Sans couverture sans désherbage (NS)	9,48 ^b	5,49 ^b	58,12 ^a	1,80 ^b	662 ^a	20,00 ^b

Les petites lettres indiquent les différences significatives ($P < 0,05$).

Tableau 4 | Rendements en matière sèche, pourcentage de feuilles, taux d'adventices à la récolte et teneur en huile essentielle de trois clones de *Mentha* à Attiswil à la première récolte 2013

Clones de menthe	Paramètres		CD	CS	ND	NS
Menthe marocaine	Matière sèche (kg/a)		17,63 ^a	10,71 ^b	5,62 ^c	6,89 ^c
	Feuilles (%)		69,48 ^a	68,45 ^a	72,54 ^a	68,99 ^a
	Adventices (%)		2,12 ^a	5,05 ^{ab}	2,38 ^a	8,50 ^b
	Huile essentielle (%)		0,95 ^b	1,26 ^a	0,97 ^b	0,98 ^b
Menthe pomme	Matière sèche (kg/a)		15,17 ^a	17,84 ^a	10,89 ^b	14,25 ^{ab}
	Feuilles (%)		65,35 ^b	73,18 ^a	62,02 ^b	64,01 ^b
	Adventices (%)		2,57 ^a	5,23 ^a	3,03 ^a	9,31 ^b
	Huile essentielle (%)		2,08 ^b	2,43 ^a	1,76 ^{bc}	1,51 ^c
Menthe poivrée	Matière sèche (kg/a)		9,90 ^a	10,66 ^a	2,89 ^b	1,07 ^b
	Feuilles (%)		65,65 ^{ab}	68,78 ^{ab}	69,68 ^a	60,33 ^b
	Adventices (%)		1,80 ^a	4,98 ^{ab}	15,57 ^b	2,13 ^{ab}
	Huile essentielle (%)		1,49 ^{ab}	1,62 ^a	1,26 ^{bc}	1,07 ^b

Les petites lettres indiquent les différences significatives ($P < 0,05$).

CD: couvert avec désherbage manuel. CS: couvert sans désherbage manuel. ND: non couvert avec désherbage manuel. NS: non couvert sans désherbage manuel.

La teneur en huile essentielle de la menthe orangée a été assez similaire dans tous les procédés, à l'exception de la différence significative mesurée entre ND et NS (tabl. 3). En revanche, elle est significativement plus haute dans les variantes CS des trois autres espèces. Cet effet positif est probablement dû au stade phénologique plus précoce dans les procédés couverts (tabl. 4).

Adventices

La couverture hivernale PP a eu un impact spectaculaire sur la flore adventice, en contenant fortement le développement des principales mauvaises herbes (fig. 3). L'évolution de la végétation notée et photographiée toutes les deux semaines a montré que, même sans aucune intervention avant récolte, la pression malherbologique restait faible jusqu'à la première récolte (fig. 4). Au contraire, dans les variantes sans paillage PP, la situation était critique dès le début d'avril. Les principales adventices étaient *Arabis hirsuta*, *Capsella bursa-pastoris*, *Echium vulgare*, *Geranium columbinum*, *Lamium purpureum*, *Leucanthemum vulgare*, *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas*, *Plantago lanceolata*, *Poa sp.*, *Sonchus sp.*, *Silene pratensis*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinalis*, *Trifolium pratense*, *Verbascum thapsus*, *Veronica arvensis* et *Vicia sepium*. Du fait de la distribution hétérogène des espèces dans les parcelles,

Tableau 5 | Pourcentage de recouvrement du sol à la récolte par les adventices, par la menthe et sans végétation des quatre procédés. Moyenne de cinq répétitions

Variantes	Couverture du sol à la récolte		
	Adventices (%)	Menthe (%)	Sans plante (%)
Couverture hivernale avec désherbage (CD)	0,8 ^a	99,2 ^b	0,0 ^a
Couverture hivernale sans désherbage (CS)	4,6 ^a	95,4 ^b	0,0 ^a
Sans couverture avec désherbage (ND)	1,7 ^a	92,5 ^b	5,8 ^b
Sans couverture sans désherbage (NS)	30,5 ^b	40,0 ^a	29,5 ^c

Les petites lettres indiquent les différences significatives ($P < 0,05$).

Tableau 6 | Temps de travail et coûts à l'are de la lutte contre les adventices et de la pose d'un paillage hors-sol tissé en polypropylène

Variantes	Lutte contre les adventices (h/a)	Montage et démontage (h/a)	Total	
			(h/a)	(CHF.-/a)
Couverture hivernale avec désherbage (CD)	0,67	1,04	1,71	54,90
Couverture hivernale sans désherbage (CS)	0	1,04	1,04	38,05
Sans couverture avec désherbage (ND)	5,11	0	5,11	127,70
Sans couverture sans désherbage (NS)	0	0	0	0

Base de calcul: coûts horaires du travail: 25 CHF.-/h; coûts du paillage PP + matériel (amortissement en 5 ans): 12 CHF.-/a.

les pertes de rendements et économiques liées aux adventices ont été exprimées par le taux d'occupation du sol par ces dernières (tabl. 5) et par la quantité d'herbes indésirables trouvées dans la matière sèche à la récolte (tabl. 3 et 4): en effet, les adventices concurrencent au champ la formation de la biomasse de la menthe et leur présence dans la matière sèche dévalorise le produit ou occasionne des frais de tri.

Dans les parcelles désherbées (CD et ND), le temps nécessaire à la pose de la couverture hivernale comparé à celui des sarclages montre que la variante ND a nécessité au moins 3,4 h/a de plus que la variante CD (tabl. 6). Calculé en francs, ce surplus de main-d'œuvre correspond à 72,80 CHF.-/a. La rentabilité du procédé CD se renforce encore en cumulant ce gain de main-d'œuvre avec celui de la biomasse produite, de 4,3 à 12,1 kg/a selon les espèces de menthe (tabl. 3 et 4).

Pédologie

L'influence du paillage hivernal PP a été évaluée sur différents paramètres pédologiques. La couverture exerce un effet protecteur sur la structure du sol, no-



Figure 3 | Parcelle de *Mentha x piperita var. citrata*, couverte d'un paillage hors-sol tissé en polypropylène durant l'hiver et non désherbée (CS), à Attiswil, le 17 juin 2013. La situation malherbologique est sous contrôle, malgré quelques adventices isolées faciles à trier à la récolte, comme la vipérine (*Echium vulgare*).

tamment contre les fortes précipitations hivernales et l'érosion éolienne. Le sol, découvert le 22 mars après un épisode peu pluvieux depuis le 9 février 2013, était visiblement un peu moins humide, plus meuble et mieux aéré (tabl.7). Cette bonne structure a limité le stress hydrique au printemps durant les périodes de faibles précipitations par rapport aux variantes non couvertes (fig. 5).

Le paillage a aussi amélioré sensiblement l'activité des micro-organismes telluriques, comme décrit par Grundy *et al.* (2007) et Seitz (1985). La teneur en humus, fortement corrélée à la biomasse microbienne (Schinner *et al.* 1996), y était significativement plus éle-

vée, ainsi que le quotient métabolique (tabl. 7). La respiration du sol, bien que non significative, était aussi plus élevée dans les parcelles couvertes. Ces indicateurs de la fertilité du sol ont probablement contribué aux gains de biomasse observés à la première récolte.

Le meilleur climat sous paillage PP joint à l'activité des micro-organismes du sol a aussi favorisé la minéralisation de l'azote, à l'instar d'une couverture neigeuse (Gamache 2014). Au printemps, la teneur en NO_3^- était significativement plus élevée dans les parcelles couvertes. Le paillage semble avoir aussi limité le lessivage du phosphore et de la potasse. Le rapport C/N était moins favorable dans le sol nu en hiver, mais non signi-



Figure 4 | Relevé de la flore adventice dans la menthe orangée à Attiswil, 8 mai 2013. A droite, deux plates-bandes non couvertes durant l'hiver et, à gauche, la partie couverte, avec une pression malherbologique faible.

Figure 5 | Evolution hebdomadaire de l'humidité du sol, avec et sans couverture, en relation avec les précipitations. Moyenne de trois tensiomètres.
CD: couvert avec désherbage manuel.
CS: couvert sans désherbage manuel.
ND: non couvert avec désherbage manuel.
NS: non couvert sans désherbage manuel.

■ CD ■ CS ■ ND ■ NS
□ Précipitations

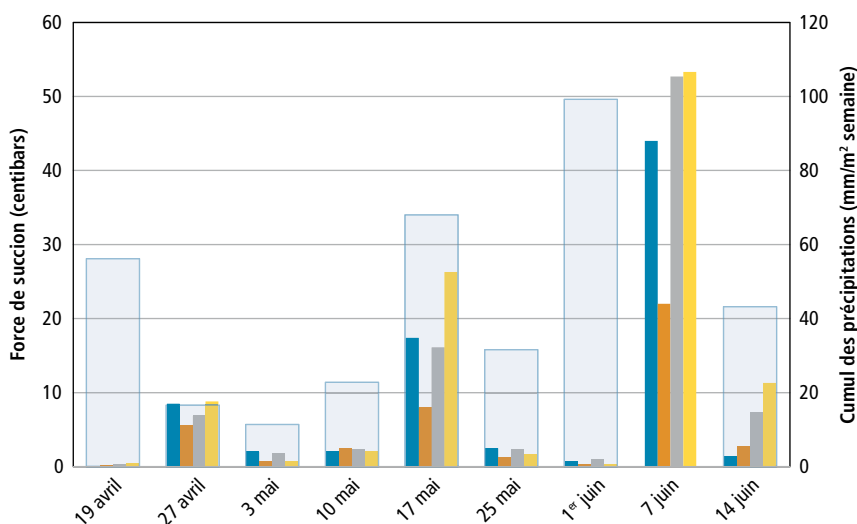


Tableau 7 | Influence d'un paillage hors-sol tissé en polypropylène en hiver sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Moyenne de cinq répétitions

Paramètres	Avec couverture hivernale	Sans couverture hivernale
Type de sol	Loam sableux	
Granulométrie	18 % argile, 32 % limon et 50 % sable	
Teneur en humus (%)	3,71 ^a	3,24 ^b
pH	5,8	5,7
Masse volumique sèche (g/cm ³)	1,26 ^a	1,30 ^b
Squelette (%)	6,27	7,58
Porosité (%)	52,51 ^a	51,03 ^b
Teneur en eau (%)	37,97 ^a	40,38 ^b
Respiration (mg CO ₂ -C/kg)	0,416	0,351
Biomasse microbienne SIR (mg C _{mic} /kg)	0,209 ^a	0,147 ^b
Quotient métabolique (qCO ₂)	521 ^a	461 ^b
Rapport C _{mic} /C _{org}	0,81	0,77
NO ₃ ⁻ (kg/a)	0,209 ^a	0,147 ^b
NO ₄ ⁺ (kg/a)	0,015	0,016
P (kg/a)	1,35	1,19
K (kg/a)	2,98	2,34
C/N	17	26

Les petites lettres indiquent les différences significatives (P < 0,05).

ficativement, du fait de la grande disparité entre les mesures (tabl.7). Ces résultats suggèrent que la matière organique se décompose mieux lorsque le sol est protégé en hiver.

Un inconvénient des paillages synthétiques ou organiques souvent cité dans la littérature est d'offrir un abri aux petits rongeurs (Wirth et Gölles 2010). Des galeries témoignant de leur présence ont en effet été observées, mais aucun dégât n'a pu leur être attribué dans les cultures de menthe.

Température du sol

Les mesures prises à Conthey durant l'hiver 2014–2015 par les sondes UTL-3 ont montré que, sous paillage, la température moyenne a été légèrement plus élevée en surface (+0,4 °C) et en profondeur (+0,5 °C) (tabl.8), mais surtout plus stable (fig.6). Le nombre de jours avec une température moyenne inférieure à 0 °C a été de 8 contre 25 sans protection. A 10 cm de profondeur, la température n'a jamais été inférieure à 0 °C, avec ou sans couverture (tabl.8). Comparée aux données d'Agrometeo enregistrées à 2 m de hauteur, la température minimale au sol a été de 9,9 °C plus élevée (–6,2 °C contre –16,1 °C). Cette différence s'explique par l'effet protecteur d'un manteau de neige sur les cultures les jours de grand froid. Sous couverture PP, la température maximale enregistrée a été inférieure de

1,9 °C à celle d'Agrometeo et surtout inférieure de 12,1 °C à celle au niveau du sol (tabl.7). Ce résultat exclut un effet de solarisation de la couverture sur les adventices. Son action contre ces plantes, plus vraisemblablement, limite la photosynthèse. L'absence de lumière et le microclimat humide sous couverture favorisent probablement l'apparition de maladies fongiques. Les toiles PP forment aussi temporairement une protection mécanique contre l'implantation de nouvelles semences.



Figure 7 | Conthey, le 11 mai 2015. A droite, bon état sanitaire de la menthe orangée découverte le 14 avril et, à gauche, tiges dépourvues de chlorophylle des plantes découvertes le 11 mai.

— sans couverture PP, au niveau du sol
 sans couverture PP, 10 cm de profondeur
 — avec couverture PP, au niveau du sol
 avec couverture PP, 10 cm de profondeur

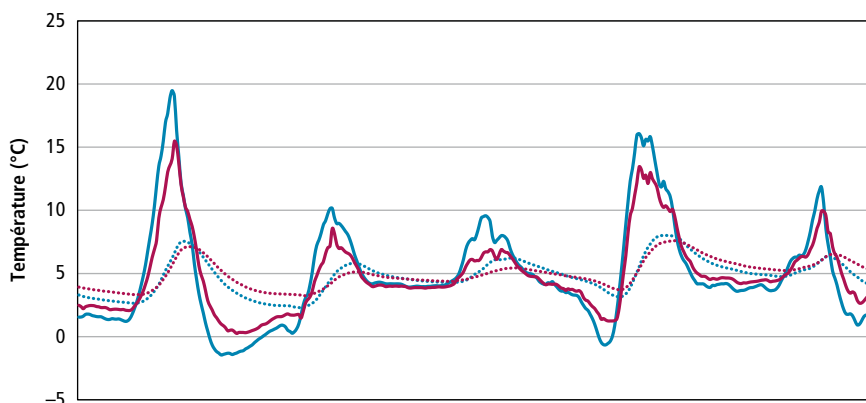


Figure 6 | Fluctuation des températures, avec et sans couverture, au niveau du sol et à 10 cm de profondeur, du 28 février au 4 mars 2015.

Moyenne de quatre répétitions.

Tableau 8 | Influence d'un paillage hors-sol tissé en hiver sur la température moyenne du sol, les températures maximales, minimales et le nombre de jours à température moyenne inférieure à 0 °C, à Conthey, en hiver 2014–2015, par rapport aux données d'Agrometeo. Enregistrements toutes les vingt minutes par des dataloggers UTL-3 du 28 novembre au 10 mai; Moyenne de quatre répétitions

Position des sondes	Température (°C)			Nombre de jours < 0°C	Nombre de jours de précipitations
	Moyenne	Maximum	Minimum		
Témoin Agrométéo à 2 m de hauteur	5,4	24,0	–16,1	27	65
Couverture hivernale au niveau du sol	5,7	22,1	–3,9	8	65
Couverture hivernale à 10 cm de profondeur	6,1	17,4	0,4	0	65
Sans couverture au niveau du sol	5,3	34,2	–6,2	25	65
Sans couverture à 10 cm de profondeur	5,6	18,1	–0,4	0	65

Dates de pose et de découverte

Les agriculteurs posent en général les toiles PP en novembre avant les gros gels, une pratique logique qui n'est guère discutée. Le moment opportun pour la découverte est moins évident: un enlèvement trop précoce favorise les adventices et une découverte tardive nuit à la menthe. Ces dernières années, dans les conditions climatiques du nord du canton de Berne, les toiles ont été ôtées avec succès durant la seconde quinzaine de mars. Compte tenu de la diversité des millésimes et des situations agricoles en Suisse, cette période ne saurait faire foi partout. Par sécurité, il est préconisé d'enlever les toiles PP à l'apparition des premières pousses de menthe, en procédant à des contrôles hebdomadaires dès le début de mars.

A Conthey au printemps 2015, trois dates de découverte de la menthe, le 23 mars, le 14 avril et le 11 mai, ont été testées, en observant en parallèle les stades phénologiques BBCH des arbres fruitiers disponibles sur Agrometeo (Bloesch et Viret 2013; Meier *et al.* 1994). La date du 23 mars a été jugée trop précoce. Celle du 14 avril, la plus pertinente dans les conditions du Valais, correspondait au stade BBCH 69 (fin de floraison, chute des pétales) de l'abricotier 'Jumbo Cot', au stade 65 (50 % des fleurs ouvertes) du cerisier 'Hedelfinger', ou au BBCH 57-60 (boutons prêts à éclore) des poiriers 'Williams', 'Conférence', 'Kaiser F.' et des pommiers 'Idared', 'Gala' ou 'Golden Delicious'. La date du 11 mai, trop tardive, a détruit les plantes de menthe (fig. 7). Ce résultat préliminaire doit encore être confirmé par da-

vantage de données, mais l'approche phénologique pourrait s'avérer judicieuse, car elle intègre les particularités microclimatiques.

Conclusions

- Dans les conditions pédoclimatiques d'Attiswil (BE), la couverture hivernale en polypropylène (PP) des cultures a augmenté substantiellement le rendement en biomasse de la première récolte de quatre clones de *Mentha*. La teneur moyenne en huile essentielle a été également améliorée dans les procédés couverts.
- Le paillage PP hivernal des cultures de menthe réduit fortement la pression des adventices, et ainsi le temps de désherbage.
- Au printemps, le sol sous paillage était plus meuble, aéré, et sa teneur en matière organique plus élevée. Un effet bénéfique a aussi été observé sur la minéralisation de l'azote ainsi que sur les teneurs en phosphore et en potasse.
- La couverture maintient une température légèrement plus élevée en moyenne à la surface du sol et au niveau des racines, mais surtout beaucoup plus stable, avec peu de jours de gel.
- La date de découverte des cultures de menthe actuellement préconisée est à l'apparition des premières pousses, en réalisant des contrôles hebdomadaires dès le début de mars. A terme, les stades phénologiques des arbres fruitiers pourraient servir de guide. ■

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement M. Lukas Studer et sa famille pour la mise à disposition des parcelles et leur participation au bon déroulement des essais.

Bibliographie

- Aeschlimann T., Baroffio C., Carron C.-A., Gammeter M. & Vonnez J.-F., 2015. Plantes aromatiques et médicinales. Classeur de fiches techniques. Editions Agridea, 270 p.
- Agrometeo, 2016. Météorologie. Accès: <http://www.agrometeo.ch/> [2.2.2016]
- Agroscope, 2015. Méthodes de référence des stations de recherche Agroscope. Accès: www.agroscope.admin.ch/analytische-chemie/00664/index.html?lang=fr [20.9.2016]
- Bloesch B. & Viret O., 2013. Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 45 (2), 128–131.
- Feldman R. S., Holmes C. E. & Blomgren T. A., 2000. Use of fabric and compost mulches for vegetable production in a low tillage, permanent bed system: Effects on crop yield and labor. *American Journal of Alternative Agriculture* 15 (4), 146–153.
- Gamache M.-M., 2014. Fonctionnement biologique des sols agricoles en période hivernale et gestion de l'azote en climat nordique. Maîtrise en environnement. Université de Sherbrooke. Accès: https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Gamache_MM__2014-06-07_..pdf [20.9.2016]

- Grundy A. C. & Bond B., 2007. Use of non-living mulches for weed control. In: Non-Chemical Weed Management. Principles, Concepts and Technology. M. K. Upadhyaya & R. E. Blackshaw (eds). *CAB International* 9,135–154.
- Meier, U., Graf H., Hack H., Hess M., Kennel W., Klose R., Mappes D., Seipp D., Stauss R., Streif J. & Van den Boom T., 1994. Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 46 (7),141–153.
- Schmatz R., Schäkel C. & Dick C., 2010. Versuche mit Herbiziden in Pfefferminze *Mentha x piperita* L. in Thüringen. *Gesunde Pflanzen* 61, 1–10.
- Schinner, F. & Sonnleitner R., 1996. Bodenökologie: Mikrobiologie und Bodenenzymatik. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 384 p.
- Seitz P., 1985. Folien und Vliese für den Gartenbau. Verlag Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 244 p.
- Rey C., 1997. La culture de la menthe en Suisse. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 29 (3), 177–178.
- Weller S., Green R., Janssen C. & Whitford F., 2000. Mint production and pest management in Indiana. Accès: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/PPP/PPP-103.pdf> [8.3.2016]
- Wichtl M. & Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques. Editions Tec & Doc, 692 p.
- Wirth J. & Gölles M., 2010. Le Guide Arbo d'ACW. Entretien du sol. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 42 (1), 44–45.

Summary

Influence of a winter cover on the yield and quality of mint
In organic farming, weed management is a key factor of productivity and profitability. Since ten years, some Swiss mint producers shelter their crops with polypropylene (PP) groundcover during the winter. To assess the impact of this innovative technique, four covered and uncovered mint fields were monitored during winter 2012–2013. In these tests, PP mulching significantly promoted dry matter production of the first annual harvest of four mint clones (+5–12 kg/a depending on the clones). The inhibitory effect on the weed flora was convincing. In covered plots, time for manual weeding was reduced by 4.4 h/a. The protective and positive action of PP mulching for the soil was highlighted. Soil porosity, microbial biomass and nitrogen mineralization were notably improved. In Conthey, during winter 2014–2015, the action of the PP cover on the temperature at the soil and roots level was also studied. The amplitude of the temperature fluctuations has been severely limited, as well as the number of days of cold. In contrast, the average temperature was only slightly higher (+0.3 °C). The appropriate date to uncover the fields in spring remains controversial. The experience combined to an approach based on fruit trees phenology could help to refine the practical recommendations.

Key word: *Mentha*, PP woven ground cover, weed management, yield, profitability.

Zusammenfassung

Einfluss einer Kulturabdeckung während des Winters auf den Ertrag und die Qualität der Minze
Im biologischen Landbau ist die Bekämpfung von Unkräutern ein entscheidende Faktor für die Produktivität und die Rentabilität von Medizinal- und Aromapflanzen. Seit knapp zehn Jahren decken Schweizer Minzeproduzenten ihre Kulturen zu diesem Zweck während des Winters mit Bändchengewebe aus Polypropylen (PP) ab. Um diese Technik zu bewerten, wurde die Entwicklung von abgedeckten und nicht abgedeckten Minzefeldern während des Winters 2012–2013 analysiert worden. Bei diesen Versuchen wurde mit der PP-Abdeckung während des Winters der Ertrag der vier untersuchten Minzklonen im Frühjahr beim ersten Schnitt signifikant erhöht (um 5–12 kg/Are je nach Klon). Gleichzeitig wurde das Wachstum der Unkrautflora gehemmt. In den abgedeckten Parzellen konnte der Aufwand fürs manuelle Jäten um 4,4 Std./Are reduziert werden. Ausserdem verbesserte die PP-Abdeckung die Bodenporosität, die mikrobielle Biomasse und die Stickstoffmineralisierung. In Conthey ist im Winter 2014–2015 auch die Wirkung der PP-Abdeckung auf die Bodentemperatur untersucht worden. Die Amplitude der Temperaturschwankungen sowie die Anzahl Kältetage konnten stark reduziert werden. Die Durchschnittstemperatur lag leicht höher mit +3 °C. Die geeignete Periode für die Entfernung der Abdeckung im Frühling bleibt ein kritischer Aspekt und weitere Informationen sind diesbezüglich nötig.

Riassunto

Influenza di una copertura invernale sulla resa e la qualità della menta
In agricoltura biologica, la gestione delle piante infestanti è un fattore chiave di produttività e di redditività. Da dieci anni, alcuni produttori svizzeri di menta coprono loro colture con un tessuto di polipropilene (PP) durante l'inverno per controllare le erbe infestanti. Per valutare l'impatto di questa tecnica, quattro campi di menta coperti e scoperti sono stati monitorati durante l'inverno 2012–2013. Nelle queste prove, la pacciamatura PP ha notevolmente promosso la produzione di sostanza secca del primo raccolto annuale di quattro cloni di menta (5–12 kg/a secondo i cloni) con un'effetto inibitorio convincente sulla flora infestante. Nelle particelle coperte, il tempo di diserbo manuale è stato ridotto di 4,4 h/a. La pacciamatura PP ha anche avuto un'azione protettiva e positiva notevole sulla porosità del suolo, la biomassa microbica e la mineralizzazione dell'azoto. A Conthey, durante l'inverno 2014–2015, l'azione della copertura PP sulla temperatura al livello del suolo e delle radici è stata anche studiata. L'ampiezza delle fluttuazioni di temperatura è stata fortemente limitata, nonché il numero di giorni di freddo. Al contrario, la temperatura media era solo leggermente superiore (+0,3 °C). La data opportuna per scoprire le colture nella primavera rimane controversa. L'esperienza unita a un approccio basato sulla fenologia degli alberi da frutto dovrebbero permettere d'affinare le raccomandazioni pratiche.