

## Plantes médicinales et aromatiques 2013 Medizinal und Aromapflanzen 2013

### Auteurs

Claude-Alain Carron  
José Vouillamoz  
Catherine Baroffio



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
**Agroscope**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
**Agroscope**

## Impressum

---

Éditeur: Agroscope  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

---

Copyright: avril 2014, Agroscope

---

# Table des matières / Inhaltsverzeichnis

<b>Synthèse générale</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Introduction / Einleitung</b>	
1.1 Introduction / Einleitung .....	3
1.2 Equipe / Team.....	4
1.3 Liste des publications et colloques / Liste der Publikationen und Vorträge .....	5
1.4 Parcelles d'essai / Versuchsparzellen .....	7
1.5 Données météorologiques / Meteorologie.....	8
<b>2. Variétés/- Sorten</b>	
2.1 Thym ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	10
2.2 Pimpinelle ( <i>Pimpinella peregrina</i> ) .....	19
2.3 Crocus ( <i>Crocus sativus</i> ).....	24
<b>3. Technique / Technik</b>	
3.1 Pimpinelle: densité de plantation / Pimpinella : Saatedichte .....	29
3.2 Menthe: effet de la couverture hivernale / Mentha ssp. : Einfluss einer Abdeckung während des Winter .....	32
<b>4. Qualité / Qualität</b>	
4.1 Mélisse Lorelei : Essai de stockage / Melissa officinalis Lorelei : Qualitätsentwicklung bei Lagerung .....	40
<b>Annexes / Beilagen</b> .....	<b>44</b>

# Synthèse générale

## Variétés

### *Thymus vulgaris*

Productivité de 'Varico 3' en comparaison avec 'Varico 2' et 'Deutsche Winter' en zone marginale. Malgré un taux de feuilles significativement plus faible, 'Varico 3' reste supérieur à 'Varico 2' et 'Deutsche Winter' en termes de productivité en huile essentielle et nous le recommandons pour la production suisse.

### *Pimpinella peregrina*

Recherche d'un génotype à grosses racines. Apparemment, toutes les origines testées nommées *P. saxifraga* étaient en fait *P. peregrina*. Le potentiel d'augmentation de rendement par sélection semble réel, mais nécessite du temps (5-10 ans). A court terme, la variété 'Licora' répond au besoin des producteurs. La maîtrise du semis et des adventices demeure le facteur clé pour la réussite et la rentabilité de cette espèce.

### *Crocus sativus*

Afin de déceler d'éventuelles fraudes dans les lots de safran, nous avons comparé par marqueurs moléculaires RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) et SNP (Single Nucleotide Polymorphism) la diversité génétique de *Crocus sativus* L. et de quatre espèces proches. Nous avons pu distinguer les espèces. Par contre, la variabilité est quasi inexistante dans les populations cultivées en Occident, y-compris avec la population originelle de Mund considérée comme une relique du Moyen Age.

## Techniques

### *Pimpinella peregrina*

Définir la densité optimale de semis. Comparaison entre le semis au champ et la plantation. La densité optimale de semis et de racines/m<sup>2</sup> n'a pas pu être déterminée dans cette expérience. La densité recommandée actuellement de 8-12g/m<sup>2</sup> (faculté germinative > 80%) paraît toujours judicieuse.

### *Mentha ssp.*

Evaluer l'effet sur les adventices et le rendement en herbe sèche de la couverture hivernale de la menthe par un paillage hors sol tissé. La couverture hivernale des cultures de menthe avec une toile filtrante tissée en polypropylène a montré un effet bénéfique sur quatre espèces de menthe.

## Sorten

### *Thymus vulgaris*

Produktivität der Sorte 'Varico 3' in Vergleich mit 'Varico 2' und 'Deutsche Winter' in Randzonen. Trotz einen signifikant geringeren Blattanteil, die Sorte 'Varico 3' bleibt betreffend Produktivität an ätherischem Öl besser als die Sorten 'Varico 2' und 'Deutsche Winter', und wir empfehlen sie für den Anbau in der Schweiz

### *Pimpinella peregrina*

Suche nach einem Genotyp mit grossen Wurzeln. Scheinbar handelte es sich bei allen getesteten *P. saxifraga* Provenienzen um die Art *P. peregrina*. Das Potential zur Erhöhung des Ernteertrags durch Züchtung scheint vorhanden zu sein, dies braucht aber Zeit (5-10 Jahre). Kurzfristig erfüllt die Sorte 'Licora' die Ansprüche der Produzenten am besten. Die Beherrschung der Aussaat und des Unkrauts bleiben Schlüsselaufgaben für die Sicherung der Rentabilität dieser Spezies.

### *Crocus sativus*

Um allfällige Betrugsfälle betreffend Safran aufzudecken, haben wir durch molekulare Marker RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) und durch SNP (Single Nucleotide Polymorphism) die genetische Vielfalt von *Crocus sativus* L. und vier ähnlichen Spezies untersucht. Wir haben die Spezies erfolgreich unterscheiden. Im Gegensatz, bei den im Westen angebauten Populationen wurde fast keine genetische Unterschiede gefunden, inbegriffen die Population von Mund, die als Relik aus dem Mittelalter betrachtet wird

## Techniken

### *Pimpinella peregrina*

Bestimmung der optimalen Saatedichte. Vergleich zwischen Aussaat und Anpflanzung. Die optimale Saat- und Wurzeldichte pro m<sup>2</sup> konnte anhand dieses Versuchs nicht ermittelt werden. Die zurzeit empfohlene Dichte von 8-12g/m<sup>2</sup> (Keimfähigkeit > 80%) scheint immer noch sinnvoll zu sein.

### *Mentha ssp.*

Den Einfluss einer Abdeckung der Minzekultur mit schwarzem Bändchengewebe während des Winters auf den Unkrautdruck und auf den Ertrag abklären. Die Winterabdeckung von Minzekulturen mit Bändchengewebe aus Polypropylen beeinflusst die vier Minzesorten positiv.

Elle favorise le démarrage de la végétation au printemps, atténue la pression des adventices et augmente la vigueur des cultures et le rendement en biomasse. En l'état des connaissances, la recommandation est une pose de la toile fin octobre-début novembre, en fonction de la météorologie et de l'altitude, et une découverte en mars.

## Qualité

### ***Melissa officinalis* 'Lorelei'**

Etudier l'évolution de la qualité phytochimique et microbiologique du matériel séché durant une année de stockage. La conservation de la mélisse officinale dans un local de stockage conforme aux prescriptions actuelles a été satisfaisante. La charge en germes aérobies mésophiles a fortement diminué durant le stockage. Aucune présence de microorganismes problématiques pour la santé humaine n'a été identifiée. La perte en huile essentielle est limitée ( $\approx 10\%$ ) et reste acceptable.

Sie fördert den Wachstumsbeginn im Frühling, lindert den Unkrautdruck und erhöht die Vitalität der Kulturen sowie Ertrag an Biomasse. Nach heutigem Wissenstand wird eine Abdeckung, je nach Meteorologie und Höhenlage, von Ende Oktober/Anfang November bis März empfohlen.

## Qualität

### ***Melissa officinalis* 'Lorelei'**

Studie über die phytochemische und mikrobiologische Entwicklung des Trockenguts während eines Lagerjahres. Die Lagerung von Zitronenmelisse in einem nach den aktuellen Richtlinien geführten Lagerraum verlief zufriedenstellend. Die Belastung durch aerophobe mesophile Keime ist während der Lagerung stark zurückgegangen. Es ist keinerlei für die menschliche Gesundheit schädliches Vorkommen von Mikroorganismen gefunden worden. Der Verlust an ätherischem Öl ist begrenzt ( $\approx 10\%$ ) und bleibt akzeptierbar.

## 1. Introduction

Le présent rapport relate l'activité du groupe plantes aromatiques et médicinales d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW durant l'année 2013. Axés sur les interrogations et les soucis des praticiens, nos travaux tentent d'apporter des indications et des renseignements précis sur les espèces qui présentent des difficultés variétales ou culturales.

Des recherches sur la qualité des plantes, les techniques culturales et la comparaison variétale ont été réalisées en parallèle avec la domestication de nouvelles espèces et la sélection. La priorité de ces travaux est discutée dans un réseau de compétence (Forum Plantamont) constitué par la production suisse, l'industrie de transformation et la recherche. Que tous les acteurs de la filière des PMA trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour l'excellent esprit de collaboration dont ils nous gratifient.

Bonne lecture !



Lukas Studer lors de la journée d'information, le 23 août chez lui à Attiswil

## 1. Einleitung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Aktivität der Medizinal- und Aromapflanzengruppe von Agroscope Changins-Wädenswil ACW des Jahres 2013. Unsere Arbeit ist auf Fragen und Probleme der Praxis ausgerichtet und strebt danach, Informationen und Lösungen zu verschiedenen Aspekten des Anbaus und der Qualität von Kräutern zu finden.

Nebst Untersuchungen über die Qualität der Pflanzen, den Anbau und Sortenvergleiche, wurde auch die Domestikation neuer Arten durchgeführt. Die Schwerpunkte dieser Arbeit werden in einem Kompetenz-Netzwerk (Forum Plantamont), welches aus Schweizer Produzenten, der Verarbeitungsindustrie und der Forschung besteht diskutiert. Wir danken hiermit allen Akteuren des Medizinal- und Aromapflanzensektors und freuen uns weiterhin auf eine gute Zusammenarbeit.

Wir wünschen viel Spaß beim Lesen!

## Equipe / Team

Agroscope, Institut des sciences en Production Végétale IPV

**Groupe PMA - Plantes Médicinales et Aromatiques**

Centre de recherche Conthey

Route des Vergers 18, CH-1964 Conthey (VS)

Tél.: +41 (0)27 345 35 11 – Fax.: +41 (0)27 346 30 17

Site internet: [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## Responsables / Verantwortliche



Catherine Baroffio

Biologiste, cheffe de groupe Baies et PMA  
[catherine.baroffio@agroscope.admin.ch](mailto:catherine.baroffio@agroscope.admin.ch)



Dr José Vouillamoz,

Biologiste, domestication, sélection  
[jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch](mailto:jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch)

## Collaborateurs / Mitarbeiter



Claude-Alain Carron  
Technicien

Sélection, technique de culture

[claude-alain.carron@agroscope.admin.ch](mailto:claude-alain.carron@agroscope.admin.ch)



Dr Vincent Michel  
Agronome

Protection des végétaux  
maladies

[vincent.michel@agroscope.admin.ch](mailto:vincent.michel@agroscope.admin.ch)



Charly Mittaz  
Technicien

Protection des végétaux  
ravageurs

[charly.mittaz@agroscope.admin.ch](mailto:charly.mittaz@agroscope.admin.ch)



Bénédicte Bruttin  
Auxiliaire technique

Laboratoire

[benedicte.bruttin@agroscope.admin.ch](mailto:benedicte.bruttin@agroscope.admin.ch)



David Farquet

Apprenti horticulteur « plantes vivaces »

[david.farquet@agroscope.admin.ch](mailto:david.farquet@agroscope.admin.ch)

Merci également aux auxiliaires et stagiaires 2013 pour leur collaboration:

- Gabriel Mottier, auxiliaire technique
- Massimo Plaschy, travail de bachelor, ZHAW, Zürich
- Alexandra Veress, Univ. Budapest, H
- Eloïse Whitey (GB), étudiante en horticulture, Capel Manor College, Acton (UK)

# Liste des publications et colloques / *Liste der Publikationen und Vorträge*

## Publications / *Publikationen*

- Baroffio C., Vouillamoz J., Carron C.-A., Carlen C. (2013). Breeding and cultivation of medicinal plants in Switzerland. In :Korea Forest Research Institute Breeding and Utilization of Forest Special Purpose Trees Suwon 9-12 September 2013 : 3-9.
- Camps C., Gérard M., Quennoz M., Brabant C., Oberson C., Simonnet X. (2013). Prediction of essential oil content of oregano by handheld- and fourier transform- NIR Spectroscopy. In : Journal of the Science of Food and Agriculture, 10-6427: 1-20 (publication internet).
- Carron C.-A. (2013). Qualité des PAM, un principe essentiel. In : Biofil, la revue agricole de la filière bio, 87: 30-31.
- Carron C.-A., Vouillamoz J., Baroffio C. (2013). Evaluation de la résistance au gel de cinq géotypes de romarin. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-3: 176-183.
- Carron C.-A., Vouillamoz J., Baroffio C. (2013). Plantes médicinales et aromatiques 2012. In : Agroscope Conthey, août.
- Carron C.-A. (2013). Melisse officinale : couverture agrotexile et rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-5: 276-282.
- Michel V., Hollenstein R., Stensvand A., Strømeng G. M. (2013). *Colletotrichum acutatum*, Agent of Anthracnose on the New Host Black Elderberry (*Sambucus nigra*) in Switzerland. In : Plant Disease, 97-9: 1246-1246.
- Vouillamoz J., D'Anna E., Carron C.-A., Baroffio C. (2013). *Mentha x piperita* '541' : certification ADN de la menthe poivrée en Suisse par RAPD. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-5: 284-288.

## Fiches techniques

- Baroffio C., Richo P., Fischer S. (2013). Ravageurs des plantes médicinales et aromatiques-Menthee, Altise de la menthe *Longitarsus ferrugineus* (Foudras, 1860). In : Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Conthey.
- Baroffio C., Richo P., Fischer S. (2013). Schädlinge auf Medizinal- und Aromapflanzen, Minze, *Longitarsus ferrugineus* (Foudras, 1860). In : Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Conthey.

## Exposés, colloques et voyages d'études / *Seminare, Vorträge und Studienreisen*

- Baroffio C. (2013). Breeding and cultivation of medicinal plants in Switzerland. In : Forest Research Institute Breeding and Utilization of Forest Special Purpose Trees Sowon, Korea, 9-12 September 2013 : 3-9.
- Baroffio C. (2013). Fumure et protection phytosanitaire dans les cultures biologiques de PAM. Régulation des insectes ravageurs dans les cultures de petits fruits. In : Séminaire Hauert d'agriculture biologique, Suberg, juin.
- Baroffio C. (2013). Engrais azotés organiques de Hauert en test. In : Séminaire Hauert d'agriculture biologique, Suberg, juin.
- Baroffio C., Lenne F. C. A. (2013). Stratégie 'Push and Pull' contre les cicadelles. In : Congrès de la Société Suisse de Phytologie, Nyon, 26.sept.
- Camps C., Simonnet X. (2013). Determination of artemisinin content by hand-held NIR and FT-NIR spectroscopy: a promising tool for breeding of high artemisinin content plants and quality control of harvest. In : IRSTEA, CIRAD, UM2, HELIOSPIR ICNIR2013, Montpellier, 03.06.



- Carlen C., Vouillamoz J., Carron C.-A., Baroffio C., Quennoz M., Simonnet X. (2013). Forschung und Entwicklung in der Schweiz für den grossflächigen Anbau von Kräutern in Höhenlagen. In : FA Laimburg Arge Alp Kräuterfachtagung, Laimburg, 16.nov.
- Carlen C., Vouillamoz J., Baroffio C. (2013). Neues aus der Forschung. In : Agroscope InfoTag MAP 2013, Attiswil, août.
- Carlen C., Vouillamoz J. (2013). Breeding and cultivation of medicinal plants. In : Université d'Innsbruck Trends in natural products research Obergurgl, Austria, 21.juil.
- Carlen C., Carron C.-A., Vouillamoz J., Baroffio C., C. Rey (2013). Domestikation von alpinen Pflanzen für den grossflächigen Anbau: Edelweiss, Edelraute, Rosenwurz. In : FA Laimburg Arge Alp Kräuterfachtagung, Laimburg 16 nov.
- Carlen C., Carron C.-A. (2013). Verbesserung der Überwinterung von mediterranen Kräutern in Höhenlagen. In : FA Laimburg Arge Alp Kräuterfachtagung, Laimburg 16 nov.
- Carlen C. (2013). Phytochemical variability of common tansy, an interesting species for veterinary medicine. In : GA 2003, Münster, Deutschland, 02.sept.
- Carron C.-A. (2013). Infos aux producteurs PAM - Valplantes. Soirée d'information Valplantes, Sembrancher, 14.03.
- Carron C.-A. (2013). Présentation de la recherche en PMA. In : Uni Genève TP botanique, visite des étudiants en pharmacie, Bruson, 11.05.
- Carron C.-A. (2013). Raisonement de la fumure dans les PAM en Suisse. In : Tech & Bio, le salon des techniques bio et alternatives, Valence, 18.sept.
- Carron C.-A., Baroffio C., Vouillamoz J., Carlen C. (2013). *Achillea collina* cv. 'Spak' : optimal harvesting period. In : Université d'Innsbruck Trends in natural product research, Obergurgl, Austria, 21.juil.
- Plaschy M., Carron C.-A. (2013). Einfluss einer Kulturabdeckung während des Winters auf den Ertrag und die Qualität der Minze. In :Agroscope InfoTag MAP 2013, Attiswil, août.
- Simonnet X., Quennoz M., Carlen C. (2013). Sainfoin production and contents of condensed tannins for veterinary medicine. In :GA GA 2013 Münster, Deutschland 02.sept.
- Simonnet X., Quennoz M., Carlen C. (2013). The oregano cultivar Carva offers a reliable supply of natural carvacrol for veterinary medicine. In :GA 2013 Münster, Deutschland, 02.sept.
- Vouillamoz J., Carron C.-A., Baroffio C., Carlen C., Bertschinger L. (2013). *Rhodiola rosea* L. 'Mattmark', the first synthetic variety is launched in Switzerland. In :European Plant Science Organisation 7th EPSO Conference 'Plants for a Greening Economy', Porto Heli, Greece, 03.sept.
- Vouillamoz J. (2013). Comparison of *Crocus sativus* L. cultivated in Switzerland originating from nine countries with four other *Crocus* species using RAPD and SNP molecular markers. In :COST Conference on Omics technologies for crop improvement and traceability in saffron and allied species, Tulln, 15.nov.

## Domaine des Fougères

Situation: altitude 480 m  
Latitude: 46.12 N, longitude 7.18 E  
Sol: alluvions d'origine glaciaire, teneurs en calcaire moyennes (2 à 20 % de CaCO<sub>3</sub> tot., pH 7-8) granulométrie: légère à moyenne, teneur en cailloux faible à moyenne, matière organique: 1,5 à 2%.

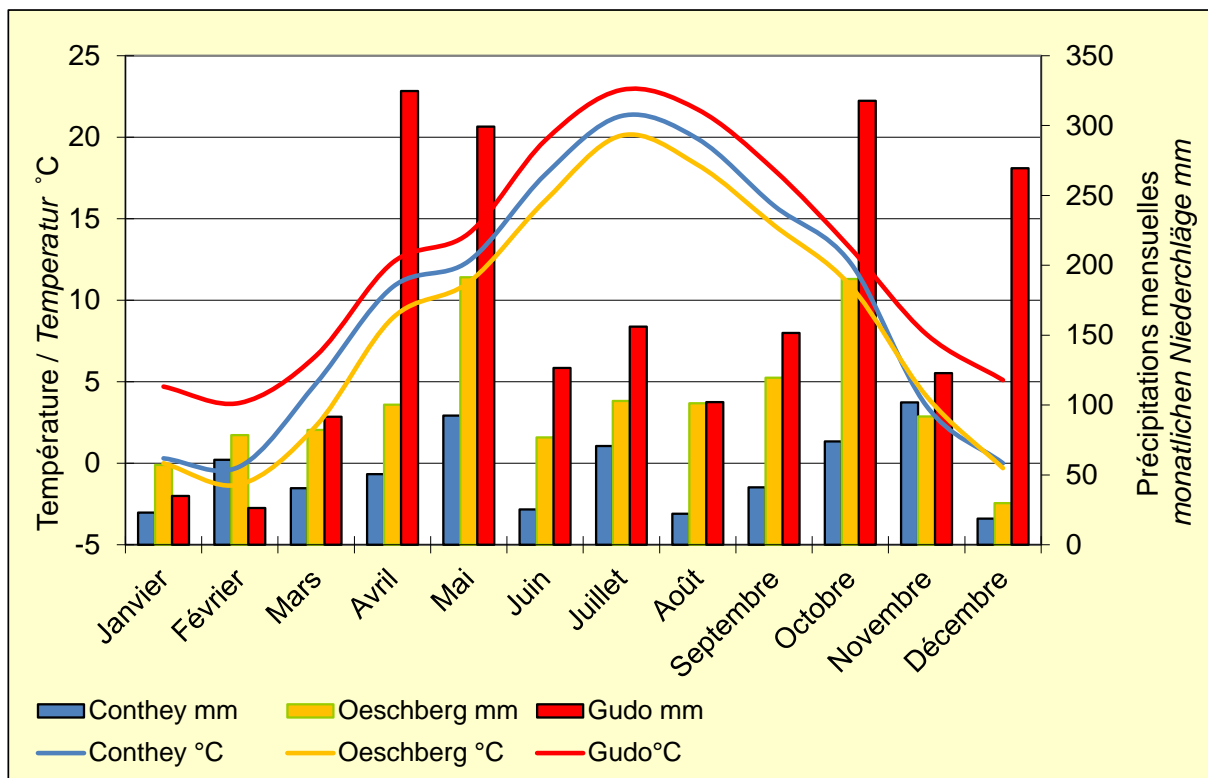
Les nuances suivantes sont à relever selon les domaines:

Fougères: sol léger à moyen, caillouteux, calcaire  
Epines: sol très léger, limoneux, absence de cailloux  
Irrigation: par aspersion (Fougères et Epines)

## Domaine de Bruson

Situation: altitude 1060 m  
Latitude: 46.04 N, longitude 7.14 E  
Sol: plateau morainique, au sol moyennement léger et caillouteux, riche en matière organique (> 3,5 %) et légèrement acide (pH 6,5).  
Exposition: nord-est  
Pente: ± 10%  
Irrigation: par aspersion

## La météorologie / Meteorologie



*Courbes de températures et sommes mensuelles des précipitations à Conthey (VS), Oeschberg (BE) et Gudo (TI) en 2012 (données Agrométéo).*

*Kurve der monatlichen Temperaturen und Niederschläge in Conthey (VS), Oeschberg (BE) und Gudo (TI) im 2012.*

### Rétrospective annuelle 2013 (source: MeteoSuisse)

Au niveau national, les températures moyennes de l'année météorologique 2013 ont été conformes à la norme 1981-2010. Les précipitations annuelles ont été légèrement supérieures à la norme. L'année 2013 a été caractérisée par des conditions hivernales qui ont persisté jusqu'à la fin du mois d'avril et par un record négatif d'ensoleillement entre janvier et mai. Un été extrêmement ensoleillé a permis de rattraper l'important déficit d'ensoleillement accumulé depuis le début de l'année. L'hiver est revenu dès la mi-octobre déjà avec des quantités importantes de neige fraîche pour la saison dans les Alpes orientales. Malgré ces grosses chutes de neige, l'épaisseur du manteau neigeux en montagne a été fréquemment inférieure à la norme au début de l'hiver. En raison de la rareté des brouillards, le nord du Plateau a connu des records mensuels d'ensoleillement pour un mois de décembre. Peu avant la fin de l'année, des quantités de neige fraîche records sont tombées au Sud des Alpes.

[bulletin annee 2013.pdf, 1.3 MB](#)

### Klimabulletin Jahr 2013 (Von: Meteo Schweiz)

Die Schweizer Jahresmitteltemperatur 2013 entsprach genau dem Normwert 1981-2010. Die Jahresniederschläge lagen leicht über der Norm. Charakteristisch für das Jahr 2013 waren die bis Ende April anhaltenden winterlichen Verhältnisse und die Rekord-Sonnenarmut von Januar bis Mai. Ein extrem sonniger Sommer brachte den Ausgleich zum trüben Jahresbeginn. Bereits Mitte Oktober meldete sich der Winter zurück mit für die Jahreszeit ungewöhnlich grossen Neuschneemengen in den Ostalpen. Da anschliessend grosse Neuschneefälle ausblieben, lag zum Winterbeginn in den Bergen verbreitet eine unterdurchschnittliche Schneedecke. Dank ungewöhnlicher Nebelarmut brachte der Dezember im nördlichen Flachland eine Rekord-Sonnenscheindauer und kurz vor Jahresende fielen auf der Alpensüdseite Neuschneemengen in Rekordhöhe.

[Klimabulletin Jahr 2013.pdf, 2.1 MB](#)

## 2. Variétés – Sorten



- 2.1 Thym
- 2.2 Pimprenelle
- 2.3 Crocus

# Thymus vulgaris

## But de l'essai

Comparaison variétale de *Thymus vulgaris*. Ré-évaluation du potentiel de productivité de la variété 'Varico 3' en zone marginale.

## Ziel des Versuchs

Sortenvergleich von *Thymus vulgaris*. Erneute Bewertung des Produktivitätspotentials der Sorte 'Varico 3' in Randzonen.

## Plan de la Parcelle

## Plan der Parzelle

ALLGEMEINE ANGABEN FÜR DEN VERSUCH		PARZELLEN DATEN	
SITE	BRUSON (ACW) POSCHIAVO VALPLANTES	ORT	BRUSON (ACW) POSCHIAVO VALPLANTES
VARIETE / SORTE ORIGINE/HERKUNFT	'VARICO 2' 'VARICO 3'/2010 'VARICO 3'/2011 'DEUTSCHE WINTER' 'DEUTSCHE WINTER' 'WINTER THYME' 'THYM D'HIVER' 'THYM DE PROVENCE' 'SLONEZCKO'	MEDISEEDS (CH) MEDISEEDS (CH) MEDISEEDS (CH) PHARMASAAT (D) PHARM. VALPLANTES 2013 (D) HEMZADEN (NL) VOLTZ (FR) VOLTZ (FR) KATARZYNA SEIDLER-LOZYKOWSKA, Res Inst of Med Plants, Poznan	
IRRIGATION		BEWÄSSERUNG	
FUMURE	NORMES AGRIDEA	DÜNGUNG	AGRIDEA NORMEN
DONNEES CULTURALES POUR L'ESSAI 2013		VERSUCHSDATEN	
REPETITIONS	4 DE 5M <sup>2</sup> BRUSON 3000M <sup>2</sup> POSCHIAVO 3000M <sup>2</sup> VALPLANTES = ENV.1000M <sup>2</sup> / VARIETE	WIEDERHOLUNGEN	4 ZU 5M <sup>2</sup> BRUSON 3000M <sup>2</sup> POSCHIAVO 3000M <sup>2</sup> VALPLANTES = CA.1000M <sup>2</sup> / SORTE
PARAMETRES	MORPHOLOGIE, HOMOGENÉITÉ RENDEMENT MF ET MS % DE FEUILLES TENEUR ET COMPOSITION EN H.E. SENSIBILITÉ AU FROID, GEL	PARAMETER	MORPHOLOGIE, HOMOGENITÄT ERTRAG AN FM UND TM BLATTANTEIL GEHALT UND ZUSAMMENSETZUNG AETH. ÖL KÄLTE- UND FROSTEMPFINDLICHKEIT
DENSITE	BRUSON : 9.4 PLANTES /M <sup>2</sup> . PLATE-BANDE 3 LIGNES (40 CM X 20 CM) X 80 CM (CHEMIN BLOCS DE 48 PLANTES (3 X 16 PLANTES) ; 5.12 M <sup>2</sup> POSCHIAVO, SELON RASELLI VALPLANTES, SELON FF	DENSITÄT	BRUSON : 9.4 PFLANZEN /M <sup>2</sup> . BEETE MIT 3 LINIEN (40 CM X 20 CM) X 80 CM (WEG) BLÖCKE MIT 48 PFLANZEN (3 X 16 PFLANZEN) ; 5.12 M <sup>2</sup> POSCHIAVO, GEMÄSS RASELLI VALPLANTES, GEMÄSS FF
NBRE DE PLANTES	BRUSON : 200 PLANTES /VARIÉTÉ. POSCHIAVO ET VALPLANTES : SELON SUR- FACE ET DENSITÉ (ENVIRON 20'000/VARIETE)	ANZ. PFLANZEN	BRUSON : 200 PFLANZEN /SORTE POSCHIAVO UND VALPLANTES : GEMÄSS FLÄCHE UND DICHT (CA. 20'000/SORTE)

Date/Datum	Calendrier	Kalender
Février 2013	commande des semences	Bestellung der Samen
Avril 2013	semis (0,5 gr de graine par variété), organisation de production de plants (FF)	Aussaat (0,5g Samen pro Sorte) Planung der Produktion von Setzlingen (FF)
Mai 2013	plantation	Anpflanzung
Septembre 2013	Récolte 9 septembre Bruson au Supercut 16 septembre Ayent au Supercut 9 octobre Poschiavo au taille haie	Ernte 9. September in Bruson mit Supercut 16. September in Ayent mit Supercut 9. Oktober in Poschiavo mit Heckenschere
2014	contrôle gel + 2 récoltes	Frostkontrolle + 2 Ernten
2015	contrôle gel + 2 récoltes	Frostkontrolle + 2 Ernten

## Résultats intermédiaires 2013

### Remarques

- Il n'y a qu'à Bruson où toutes les variétés ont eu un itinéraire cultural identique (date de semis, de plantation, de récolte...)
- A Ayent, la production de plants et la plantation ont été échelonnées : d'abord DW, puis 'Varico 3' et une semaine plus tard 'Varico 2', ce qui rend difficile l'appréciation du développement végétatif et l'analyse des résultats à la récolte.
- Au Poschiavo, la parcelle a été fortement attaquées par les hannetons et sera labourée. C'est pourquoi, la récolte a été effectuée un mois plus tardivement que dans les deux autres sites et plus proche du sol (pas de risque de gel). En raison des nombreux trous, le prélèvement des échantillons n'a pas été effectué de manière aléatoires comme sur les autres sites, mais uniquement en choisissant les places les plus propices.

## Zwischenresultate 2013

### Bemerkungen

- Lediglich in Bruson konnte ein für alle Sorten identisches Anbaumanagement durchgeführt werden (Datum der Saat, der Anpflanzung, der Ernte....)
- In Ayent ist die Produktion von Setzlingen und die Anpflanzung gestaffelt durchgeführt worden: zuerst DW, dann 'Varico3' und eine Woche später 'Varico 2', dies erschwert die Auswertung von vegetativer Entwicklung und Auswertung der Ernteegebnisse.
- In Poschiavo ist die Parzelle stark von Maikäfern befallen worden und wird umgepflügt werden. Aus diesem Grund fand die Ernte einen Monat später und näher am Boden (kein Frostrisiko) als an den beiden anderen Standorten statt. Wegen der vielen Löcher wurde die Probenahme nicht, wie an den anderen Standorten, nach dem Zufallsprinzip durchgeführt, sondern ausschliesslich an den günstigsten Stellen.

**Bruson récolte 9.9.2013**

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour variétés (Tukey (HSD))

Variété/Sorte	PS g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen	
'Deutsche Winter' ph.	86.667	A	
'Varico 2'	84.792	A	
'Varico 3'/2010	83.333	A	
'Thym de Provence'	67.083	A	
'Winter Thyme'	65.625	A	
'Thym d'hiver'	64.317	A	
'Deutsche Winter'	60.313	A	B
'Slonezcko'	30.729		B

Variété/Sorte	PS feuilles g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen	
'Deutsche Winter' ph.	58.699	A	
'Varico 2'	54.037	A	
'Varico 3'/2010	51.696	A	
'Thym de Provence'	46.699	A	
'Winter Thyme'	44.409	A	
'Thym d'hiver'	43.850	A	
'Deutsche Winter'	40.640	A	B
'Slonezcko'	21.762		B

Variété/Sorte	% feuilles/ Blattanteil	Groupes/Gruppen		
'Slonezcko'	71.315	A		
'Thym de Provence'	69.824	A	B	
'Thym d'hiver'	68.042	A	B	
'Winter Thyme'	67.765	A	B	
'Deutsche Winter' ph.	67.642	A	B	
'Deutsche Winter'	67.335	A	B	C
'Varico 2'	63.715		B	C
'Varico 3'/2010	61.951			C

*Xlstat: les lettres indiquent les différences significatives/die Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede*

**Commentaires**

A Bruson, les variétés 'Deutsche Winter' (ph.), 'Varico 2' et 'Varico 3' ont été les plus régulières et les plus productives (différences statistiquement non significatives, sauf pour 'Slonecko'). 'Varico 3' montre un taux de feuilles plus faible en raisons de tiges plus ligneuses et d'entre-noeuds plus longs. Les analyses d'huile essentielle sont en cours, mais les premiers résultats confirment la haute teneur de 'Varico 3' (≥ 5%).

**Kommentar:**

In Bruson waren die Sorten 'Deutsche Winter' (ph.), 'Varico 2' und 'Varico 3' regelmässiger und ertragsreicher (statistische Differenz nicht signifikant, ausser für 'Slonecko'). 'Varico 3' wies, wegen holzigeren Stängeln und längeren Abständen zwischen den Knoten, einen geringeren Blattanteil auf. Derzeit werden Analysen des ätherischen Öls durchgeführt, die ersten Resultate bestätigen den hohen Gehalt in der Sorte 'Varico 3' (≥ 5%).



A gauche : la bonne vigueur et l'homogénéité de la variété 'Varico 3' à Bruson (9.9.2013)  
A droite : la bonne vigueur de la variété 'Deutsche Winter' (Pharmasaat)

Links : die grosse Wuchskraft und Homogenität der Sorte 'Varico 3' in Bruson (09.09.2013)  
Rechts: die grosse Wuchskraft der Sorte 'Deutsche Winter' (Pharmasaat)



**Ayent, récolte 16.9.2013**

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour variétés (Tukey (HSD))

Variété/Sorte	PS g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	88.346	A
'Varico 2'	80.794	A
'Varico 3	74.740	A

Variété/Sorte	PS feuilles g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	54.761	A
'Varico 2'	46.157	A
'Varico 3	39.693	A

Variété/Sorte	% feuilles/Blattanteil	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	62.196	A
'Varico 2'	57.473	A B
'Varico 3	53.334	B

Variété/Sorte	HE % / Blattanteil in %	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	2.270	C
'Varico 2'	3.780	B
'Varico 3	4.460	A

*Xlstat : les lettres indiquent les différences significatives/die Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede*

Surface récoltée : 2.40 X 1.6 = 3.84m<sup>2</sup> (2 largeurs de supercut)

Prise d'échantillon: à 20 m, 40 m, 60 m et 80 m à partir de l'est (hangar) sur la 3e (DW), 8e (V3) et 13e (V2) plate-bande (à partir de l'amont- nord)

Geerntete Fläche : 2.40 X 1.6 = 3.84m<sup>2</sup> (2 Supercut-Breiten)

Entnahme der Probe: bei 20m, 40m und 80m von Osten her (Hangar) auf dem 3. (DW), 8. (V3) und 13.(V2) Beet (von der Hangseite her – Norden)

**Commentaires**

En termes de hauteur, diamètre, vigueur et régularité, les trois variétés sont très semblables à Ayent. Par contre la phénologie est différente, 'Deutsche Winter' et Varico 3 étant en fin de floraison.

En raison d'un taux de feuilles moins élevée et d'une végétation moins dense, le rendement en feuilles par m<sup>2</sup> est un peu plus faible 'Varico 3' (non significatif). Visuellement plus dense 'Deutsche Winter' a été le plus productif.

Conformément à ce qui avait été observé les autres années (Vouillamoz et al. 2011, 'Varico 3', nouvel hybride de thym (*Thymus vulgaris* L.) pour la production en Suisse, RSVAH 43 (6): 370–376), la teneur en huile essentielle est plus importante chez 'Varico 3' que chez 'Varico 2' et encore plus nettement importante que chez 'Deutsche Winter'

**Ayent, Ernte vom 16.09.2013**

Synthese von mehreren paarweisen Sortenvergleichen (Tukey (HSD))

Variété/Sorte	PS g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	88.346	A
'Varico 2'	80.794	A
'Varico 3	74.740	A

Variété/Sorte	PS feuilles g/m <sup>2</sup>	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	54.761	A
'Varico 2'	46.157	A
'Varico 3	39.693	A

Variété/Sorte	% feuilles/Blattanteil	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	62.196	A
'Varico 2'	57.473	A B
'Varico 3	53.334	B

Variété/Sorte	HE % / Blattanteil in %	Groupes/Gruppen
'Deutsche Winter'	2.270	C
'Varico 2'	3.780	B
'Varico 3	4.460	A

**Kommentar**

In Bezug auf Höhe, Durchmesser, Wuchskraft und Regelmässigkeit sind sich die drei Sorten in Ayent sehr ähnlich. Die Phänologie jedoch ist unterschiedlich, 'Deutsche Winter' und Varico 3 sind schon am Abblühen.

Wegen eines geringeren Blattanteils und einer weniger dichten Vegetation, ist der Blattertrag für 'Varico 3' pro m<sup>2</sup> etwas geringer (nicht signifikant). 'Deutsche Winter' war sichtbar dichter und lieferte mehr Ertrag.

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen anderer Jahre (Vouillamoz et al. 2011, 'Varico 3', nouvel hybride de thym (*Thymus vulgaris* L.) für den Anbau in der Schweiz, RSVAH 43 (6): 370–376), liegt der Gehalt an ätherischem Öl bei 'Varico 3' höher als bei 'Varico 2' und deutlich höher als bei 'Deutsche Winter'.

**Les trois variétés en images lors de la récolte à Ayent 16.9.2013**  
**Bilder der drei Sorten bei der Ernte in Ayent am 16.09.2013**



'Deutsche Winter', plus fleuri et plus précoce  
'Deutsche Winter', blütenreicher und frühzeitiger



'Varico 3'



'Varico 2'

**Poschiavo, récolte 9.10.2013**

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour variétés (Tukey (HSD))

Modalité	PS/m2	Groupes
'Varico 2'	238.625	A
'Deutsche Winter'	235.625	A
'Varico 3	219.500	A

**Poschiavo, Ernte vom 09.10.2013**

Synthese von mehreren paarweisen Sortenvergleichen (Tukey (HSD))

Modalité	PS/ feuillesm2	Groupes
'Deutsche Winter'	116.990	A
'Varico 2'	112.240	A
'Varico 3	99.492	A

Modalité	%fill	Groupes
'Deutsche Winter'	50.083	A
'Varico 2'	46.949	A B
'Varico 3	45.311	B

Modalité	HE %	Groupes
'Deutsche Winter'	2.290	A
'Varico 2'	3.090	B
'Varico 3	4.680	C

Surface récoltée : 2 m2 au taille haie

Prise d'échantillon: aléatoire mais sur plantes saines car de nombreuses plantes ont dépéri suite à une invasion de larves de hannetons :

Geerntete Fläche : 2 m<sup>2</sup> mit der Heckenschere

Entnahme der Probe: nach Zufallsprinzip aber nur auf gesunden Pflanzen, da zahlreiche Pflanzen infolge einer Invasion durch Maikäfer-Larven verkümmerten.



Dégâts dans un champ de thym par des larves de hannetons (*Melolontha* sp.) aux Grisons

### **Commentaires**

Le rendement en MS ne permet pas de distinguer les variétés car les récoltes ont eu lieu de manière non aléatoire, en choisissant les zones les moins détruites par les hannetons.

Tout comme à Ayent, la teneur en huile essentielle est plus importante chez 'Varico 3', puis 'Varico 2' et finalement 'Deutsche Winter'. 'Varico 3' présentent également un moins bon taux de feuilles.

### **Discussions et conclusions**

- Les données de rendement ne sont comparables qu'à Bruson
- 'Deutsche Winter' montre une bonne productivité en 1<sup>e</sup> année (différence statistiquement non significative)
- 'Varico 3' est la plus homogène, la plus riche en huile essentielle, mais avec un taux de feuilles significativement plus faible

### **Conclusions**

Il ressort de nos observations que 'Varico 3' reste supérieur à 'Varico 2' et 'Deutsche Winter' en termes de productivité en huile essentielle et nous le recommandons pour la production suisse.

### **Kommentar**

Die Sorten können nicht anhand des Ertrags an Trockenmasse auseinandergelassen werden, denn die Ernten konnten nicht nach dem Zufallsprinzip durchgeführt werden, sondern nur in den Bereichen, wo die Schäden durch die Maikäfer am geringsten waren.

Gleich wie in Ayent liegt der Gehalt an ätherischem Öl bei der Sorte 'Varico 3' am höchsten, gefolgt von 'Varico 2' und schliesslich von 'Deutsche Winter'. 'Varico 3' weist auch einen geringeren Blattanteil auf.

### **Erläuterungen und Schlussfolgerungen**

- Die Ertrags-Daten sind nur in Bruson vergleichbar.
- 'Deutsche Winter' zeigt eine gute Produktivität im ersten Jahr (statistische Differenz nicht signifikant).
- 'Varico 3' zeigt die höchste Homogenität, den höchsten Gehalt an ätherischem Öl, aber einen signifikant geringeren Blattanteil.

### **Schlussfolgerungen**

Aus unseren Beobachtungen geht hervor, dass die Sorte 'Varico 3' betreffend Produktivität an ätherischem Öl besser bleibt als die Sorten 'Varico 2' und 'Deutsche Winter' und wir empfehlen sie für den Anbau in der Schweiz.

# Pimpinella peregrina

## comparaison de provenances / Vergleich der Provenienzen

### But de l'essai

Comparaison de différents lots de la variété *Pimpinella peregrina* 'Licora' (boucage voyageur, aussi appelé communément pimprenelle) actuellement cultivée en Suisse avec d'autres variétés ainsi que d'autres espèces proches afin d'optimiser la qualité et le rendement. Recherche d'un génotype à grosses racines satisfaisant aux exigences de qualité de l'industrie, avec au moins 0.2 % d'huile essentielle.

### Ziel des Versuchs

Vergleich von verschiedenen zurzeit in der Schweiz angebauten Sorten von *Pimpinella peregrina* 'Licora' (gemeinhin auch Bibernelle genannt) mit anderen Provenienzen, sowie mit anderen, eng verwandten Sorten, um Qualität und Ertrag zu optimieren. Suche nach einem Genotyp mit grossen Wurzeln welche die Qualitätsansprüche der Industrie, mit einem Gehalt von mind. 0.2% an ätherischem Öl erfüllen.

### Matériel et méthode

### Material und Methoden

Données culturales pour l'essai 2013		Versuchsdaten 2013	
<b>Site</b>	Bruson (Agroscope)	<b>Ort</b>	Bruson (Agroscope)
<b>Irrigation</b>	Aspersion (env. 30mm/semaine)	<b>Bewässerung</b>	Beregnung (ca. 30mm/Woche)
<b>Fumure</b>	Normes Agridea N 110.P 60.K 210	<b>Düngung</b>	Agridea Normen N 110.P 60.K 210
<b>Répétitions</b>	4 lignes de 10 m X 0.5 m	<b>Wiederholungen</b>	4 Linien 10 m x 0.5 m
<b>Paramètres</b>	Germination Nombre de racines/m <sup>2</sup> Morphologie des racines Poids moyens des racines Rendements secs/m <sup>2</sup> Diamètre des racines	<b>Parameter</b>	Keimung Anzahl Wurzeln/m <sup>2</sup> Morphologie der Wurzeln Durchschnittsgewicht der Wurzeln Ertrag an TM/ m <sup>2</sup> Durchmesser der Wurzeln
<b>Origines des semences</b>	Voir tableau 1	<b>Herkunft der Samen</b>	Siehe Tabelle 1
<b>Densité</b>	Semis : 12g/m <sup>2</sup>	<b>Dichte</b>	Saat : 12g/m <sup>2</sup>
<b>Semoir</b>	Earthway Precision Garden Seeder	<b>Drillmaschine</b>	Earthway Precision Garden Seeder
<b>Semis</b>	10 mai	<b>Aussaat</b>	10. Mai
<b>Récolte</b>	10 octobre	<b>Ernte</b>	10. Oktober
<b>Séchage</b>	Conthey PAC, 35° C - 4 jours	<b>Trocknung</b>	Conthey PAC, 35° C – 4Tage
<b>Huile essentielle</b>	Laboratoire ILIS, Bienne	<b>Ätherisches Öl</b>	Labor ILIS, Biel

## Résultats

Des 10 variétés et espèces collectées en 2012 pour cette approche variétale, seules 7 ont été retenues dans l'essai au champ (tabl. 1). Les lots de *Pimpinella major* (Jelitto), de *P. saxifraga* subsp. *saxifraga* (CNPPMAI), ainsi que de *P. saxifraga* (Chrestensen) ont été écartés en raison de leur faculté germinative très faible.

Parmi les 7 origines semées à Bruson, trois étaient classées sous *Pimpinella saxifraga*. Cependant, toutes présentaient les caractéristiques botaniques de *Pimpinella peregrina* : feuilles glabres et luisantes sur la face inférieure, les basales cordées; les caulinaires pennatiséquées. Ce qui laisse supposer une erreur de taxonomie pour trois origines estampillées *Pimpinella saxifraga*.

La germination en boîte de Pétri était supérieure à 70 % pour toutes les variétés, à l'exception du lot de vieilles semences 'Licora 2003'. Cependant, au champ, la germination des deux lots 'Licora' (Valplantes, 2013) et 'Sél. ACW' a été irrégulière et plus faible en raison d'une quantité de semences insuffisante dans le réservoir d'alimentation du semoir. Pour les quatre autres origines, le ratio entre le nombre de racines récoltées par rapport au nombre de semences viables semées a été de 15.8 % à 20.3 %. Ce ratio relativement faible est attribué à la compétition naturelle entre les plantes, aux conditions pédoclimatiques rudes de la montagne, ainsi qu'à la perte de plantes occasionnées par la lutte contre les adventices (tabl. 1).

## Resultate

Von den zehn im Jahr 2012 gesammelten Arten und Spezies für diese Sortenauswahl, sind lediglich sieben in den Feldversuch miteinbezogen worden (Tabelle 1). Die Proben von *Pimpinella major* (Jelitto), von *P. saxifraga* ssp. *saxifraga* (CNPPMAI), sowie von *P. saxifraga* (Chrestensen) sind wegen ihrer sehr geringen Keimfähigkeit vom Versuch ausgeschlossen worden.

Von den sieben in Bruson ausgesäten Provenienzen, waren drei als *Pimpinella saxifraga* eingeordnet. Es zeigten allerdings alle die botanischen Eigenschaften von *Pimpinella peregrina*: unbehaarte und glänzende Blätter auf der Unterseite, herzförmige Basis. Dies lässt auf einen Fehler bei der Taxonomie von drei als *Pimpinella saxifraga* eingestuften Provenienzen schliessen.

Die Keimrate in Petrischalen lag bei über 70 % für alle Sorten, mit Ausnahme eine Probes von alten 'Licora 2003'-Samen. Im Feld jedoch war die Keimfähigkeit von 'Licora' (Valplantes, 2013) und 'Sél. ACW' unregelmässig und geringer aufgrund einer ungenügenden Menge an Samen im Reservoir der Drillmaschine. Bei den anderen vier Provenienzen, lag das Verhältnis zwischen der Anzahl an geernteten Wurzeln im Vergleich zur Anzahl der lebensfähigen ausgesäten Samen bei 15.8% bis 20.3%. Dieses relativ schwache Verhältnis wird dem natürlichen Wettkampf zwischen den Pflanzen bei rauen Boden- und Klimabedingungen im Berggebiet, sowie dem Pflanzenverlust durch den Kampf gegen Unkräuter (Tabelle) zugeschrieben.

**Tabelle 1. Faculté germinative et ratio en % entre la germination en boîte de Pétri et le nombre de racines récoltées en automne. Moyenne de quatre répétitions.**

**Tabelle 1. Keimfähigkeit und Verhältnis in % zwischen der Keimung in Petrischale und der Anzahl im Herbst geernteten Wurzeln. Durchschnitt von 4 Wiederholungen.**

Variétés Sorten	Origines des semences Herkunft der Samen	Germination Keimung		
		Boîte de Pétri Petrischale	au champ Feld	Champ vs Petri <sup>1)</sup> [%]
<i>P. saxifraga</i> (kulturform)	Wyss (T. Aeschl. 2012)	92	régulière	15.8
<i>P. saxifraga</i> (Wildform)	Wyss (T. Aeschl. 2012)	84	régulière	17.0
<i>P. peregrina</i> 'Licora' G1	Delarzes (T. Aeschl. 2012)	78	régulière	19.8
<i>P. saxifraga</i>	Rühlemann's (2013)	80	régulière	20.3
<i>P. peregrina</i> 'Licora'	Valplantes (FF 2013)	74	irrégulière	9.4
<i>P. peregrina</i> 'Sél. ACW' <sup>2)</sup>	Agroscope (2011)	72	faible	4.3
<i>P. peregrina</i> 'Licora' 2003	UFA (2003)	34	très faible	9.0

<sup>1)</sup> racines récoltées/faculté germinative en boîte de Petri - Wurzeln geerntet/keimung in Petrischalen [%]  
<sup>2)</sup> trop peu de semences dans le semoir / Mangel Saatgut in Drillmaschine

A germination comparable, aucune des origines ne se distingue significativement des autres. Le rendement en matière sèche ( $\approx 300\text{g}/\text{m}^2$ ) des quatre origines les plus productives (*saxifraga* kulturform, *saxifraga* wilform, 'Licora' G1, *saxifraga* Rühlemann's) est satisfaisant mais ne permet pas de discriminer les origines. La différence de rendement est principalement influencée par le nombre de racines récoltées par répétition. Le poids moyen par racine est logiquement fortement corrélé au nombre de racines récoltées par procédés ( $r^2 = 0.81$ ). Les variétés ('Licora' Valplantes, Sél. ACW' et 'Licora' 2003) qui ont peu germés ont formés des racines en moyenne plus grosses (11.5-13.6g), mais cela n'a pas compensé le déficit de rendement à l'unité de surface. Compte tenu du diamètre des collets (1 à 3 cm), l'écart moyen entre les racines (3.6 cm pour la variété la plus dense) laisse supposer qu'une augmentation de rendement serait possible avec une meilleure distribution spatiale des racines.

Mit vergleichbaren Keimung, keine der Provenienzen unterscheidet sich signifikant von den anderen. Der Ertrag an Trockenmasse ( $\approx 300\text{g}/\text{m}^2$ ) der vier ertragsreichsten (*saxifraga* kulturform, *saxifraga* wilform, 'Licora' G1, *saxifraga* Rühlemann's) ist zufriedenstellend, erlaubt es aber nicht Provenienzen zu diskriminieren. Der unterschiedliche Ertrag wurde hauptsächlich beeinflusst durch die Anzahl der geernteten Wurzeln pro Wiederholung. Das Durchschnittsgewicht pro Wurzel steht logischerweise in starkem Zusammenhang mit der Anzahl geernteter Wurzeln pro Verfahren. Die Sorten mit schlechter Keimung ('Licora' Valplantes, Sél. ACW' et 'Licora' 2003) haben im Durchschnitt grössere Wurzeln geliefert (11.5-13.6g), aber dies konnte das Ertragsdefizit pro Flächeneinheit nicht kompensieren.

Wird der Durchmesser der Wurzelhälfte (zw. 1-3 cm) berücksichtigt, lässt der durchschnittliche Unterschied zwischen den Wurzeln, welcher für die dichteste Sorte 3.6cm betrug, vermuten, dass eine Erhöhung des Ertrags durch eine bessere räumliche Verteilung der Wurzeln möglich wäre.



**Tableau 2. Nombre de racines, poids par racines et rendements en matière sèche de 7 variétés de *Pimpinella*. Moyenne de quatre répétitions.**

**Tabelle 2. Anzahl Wurzeln, Gewicht pro Wurzel und Ertrag an Trockensubstanz der 7 Pimpinella-Sorten. Durchschnitt von vier Wiederholungen.**

Variétés Sorten	Origines des semences Herkunft der Samen	Nombre de racines Anzahl Wurzeln			Poids par racine Wurzel- gewicht [g]	Matière sèche TS-Ertrag [g/m <sup>2</sup> ]
		m <sup>2</sup>	m/linéair. laufmeter	Ecart moyen Abstand in cm		
<i>P. saxifraga</i> (kulturform)	Wyss (T. Aeschl. 2012)	45.8 <sup>a</sup>	22.9 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>	<b>338<sup>a</sup></b>
<i>P. saxifraga</i> (Wildform)	Wyss (T. Aeschl. 2012)	49.0 <sup>a</sup>	24.5 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	<b>320<sup>ab</sup></b>
<i>P. peregrina</i> 'Licora' G1	Delarzes (T. Aeschl.)	45.3 <sup>a</sup>	22.6 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>b</sup>	<b>308<sup>ab</sup></b>
<i>P. saxifraga</i>	Rühlemann's (2013)	55.7 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	<b>279<sup>ab</sup></b>
<i>P. peregrina</i> 'Licora'	Valplantes (FF 2013)	25.3 <sup>b</sup>	12.7 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>	11.5 <sup>a</sup>	<b>285<sup>ab</sup></b>
<i>P. peregrina</i> 'Sél. ACW' <sup>1)</sup>	Agroscope (2011)	16.0 <sup>bc</sup>	8.0 <sup>bc</sup>	12.5 <sup>bc</sup>	12.2 <sup>a</sup>	<b>195<sup>bc</sup></b>
<i>P. peregrina</i> 'Licora' 2003	UFA (2003)	9.4 <sup>c</sup>	4.7 <sup>c</sup>	21.3 <sup>c</sup>	13.6 <sup>a</sup>	<b>123<sup>c</sup></b>

<sup>1)</sup> trop peu de semences dans le semoir / Mangel Saatgut in Drillmaschine

Tukey test: les lettres différentes indiquent les différences significatives / Unterschiedliche Buchstaben = sign. Unterschied

**Fig.1. La différence visuelle de rendement (sur 2m<sup>2</sup>) et du diamètre des collets des racines en fonction de l'origine ayant le mieux germés avec la moins dense.**

**Abb.1. optischer Vergleich des Ertrags (auf 2m<sup>2</sup>) und der Durchmesser der Wurzelhäuse nach Provenienz, von der mit der besten Keimung zu jener mit der geringsten Dichte.**

A gauche / links: *P. saxifraga* Rühlemann's; à droite / rechts: *P. peregrina* 'Licora 2003'



### Ravageurs

Des campagnols terrestres (*Arvicola terrestris*) ont été observés dans cet essai. En zone de montagne, ce rongeur peut occasionner des dégâts considérables sur racines et les rhizomes. La lutte est indispensable pour éviter l'explosion des populations.

### Schädlinge

In diesem Versuch sind Ostschermäuse (*Arvicola terrestris*) beobachtet worden. Im Berggebiet kann dieser Nager erhebliche Schäden an Wurzeln und Rhizomen verursachen. Um eine Populations-Explosion zu verhindern ist eine Bekämpfung unerlässlich.

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?aid=32888&lang=fr&pid=33180>



**Figure 2. Dégâts de campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) sur racines de pimprenelle boucage.**  
**Abb. 2. Schäden der Ostschermaus (*Arvicola terrestris*) auf der Bibernelle.**

### Conclusions

Apparemment, toutes les origines testées étaient de l'espèce '*peregrina*'. Aucune n'a montré une supériorité agronomique par rapport aux autres. Les différences de rendements en racines sèches et du poids moyen des racines s'expliquent par la différente faculté germinative et la charge de semences dans le semoir.

Pour cette apiacée allogame, le potentiel d'augmentation de rendement par sélection semble réel, mais nécessite du temps (5-10 ans). A court terme, la variété 'Licora' répond au besoin des producteurs. La maîtrise du semis et des adventices demeure le facteur clé pour la réussite et la rentabilité de cette espèce.

### Schlussfolgerungen

Scheinbar handelte es sich bei allen getesteten Provenienzen um die Art '*peregrina*'. Keine zeigte eine agronomische Ueberlegenheit. Die Unterschiede beim Ertrag und beim Durchschnittsgewicht der Wurzeln lassen sich durch die unterschiedliche Keimrate und die Samenlast in der Drillmaschine erklären. Für diesen fremdbestäubten Doldenblütler scheint tatsächlich ein Potential zur Erhöhung des Ernteertrags durch Züchtung vorhanden zu sein, dies braucht aber Zeit (5-10 Jahre). Kurzfristig erfüllt die Sorte 'Licora' die Ansprüche der Produzenten am besten. Die Beherrschung der Aussaat und des Unkrauts bleiben Schlüsselaufgaben für die Sicherung der Rentabilität dieser Spezies.

# Crocus sativus

## But de l'essai

Les problèmes de falsification dans les plantes aromatiques et médicinales sont un thème important pour la répression des fraudes. Compte tenu de son prix élevé, le safran est une cible privilégiée pour les fraudeurs et peut servir de plante modèle. Afin de déceler les confusions possibles dans les lots de cormes et de diagnostiquer d'éventuelles fraudes dans les lots de safran, nous avons analysé par marqueurs moléculaires RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) et SNP (Single Nucleotide Polymorphism) 1) la diversité génétique de 10 provenances de safran (*Crocus sativus* L.), y-compris la population qui aurait perduré depuis le Moyen Âge à Mund (Haut-Valais), et 2) la distance génétique avec quatre espèces proches.

## Matériel et méthode

NB : les détails techniques seront publiés dans une revue spécialisée.

### Plantes

L'étude a été effectuée sur 100 échantillons de *Crocus sativus* (Tableau 1) et un échantillon de chacune des espèces proches *C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreocreticus* et *C. pallasii*.

## Ziel des Versuchs

Die Problematik von Fälschungen von Aroma- und Medizinalpflanzen sind ein wichtiges Thema betreffend Unterdrückung von Betrugerei. In Anbetracht seines hohen Preises, stellt der Safran eine bevorzugte Materie für Betrüger dar und kann als Modellpflanze dienen. Um mögliche Verwechslungen bei Knollen zu erkennen und allfällige Betrugsfälle betreffend Safran aufzudecken, haben wir durch molekulare Marker RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) und durch SNP (Single Nucleotide Polymorphism) 1) die genetische Vielfalt von 10 verschiedenen Safran Provenienzen (*Crocus sativus* L.) inklusive der scheinbar seit dem Mittelalter in Mund (Oberwallis) angesiedelten Population analysiert und 2) der genetische Abstand von vier ähnlichen Spezies untersucht.

## Material und Methoden

NB : die technischen Details werden in einer Fachzeitschrift veröffentlicht werden.

### Pflanzen

Die Studie wurde mit 100 *Crocus sativus* Exemplaren (Tabelle 1) und mit je einem Exemplar der ähnlichen Spezies *C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreocreticus* et *C. pallasii* durchgeführt.

**Tabelle 1.** Provenienz und Anzahl Exemplare von *C. sativus* und ähnlichen Spezies

**Tableau 1.** Provenance et nombre d'échantillons de *C. sativus* et espèces proches

Sp.	N plantes Anz. Pflanzen	Herkunft
<i>C. sativus</i>	10	Spain <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Gâtinais/France <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Vaucluse/France <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Kashmir <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Holland <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Italy <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Portugal <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Turkey <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Morocco <sup>a</sup>
<i>C. sativus</i>	10	Mund 'original'
<i>C. cartwrightianus</i>	1	Crocus Bank
<i>C. hadriaticus</i>	1	Crocus Bank
<i>C. oreocreticus</i>	1	Crocus Bank
<i>C. pallasii</i>	1	Crocus Bank

**104**

<sup>a</sup>Collection de Mund, Haut-Valais

<sup>a</sup>Kollektion von Mund, Oberwallis

## Résultats 2013

*Crocus sativus* est une espèce triploïde stérile multipliée végétativement depuis plusieurs millénaires. D'un point de vue morphologique (eg forme des feuilles) et phénologique (eg période de floraison), les provenances de *C. sativus* sont souvent hétérogènes, et des variétés ou sélections ont déjà été décrites. On pourrait donc logiquement s'attendre à une certaine variabilité génétique. Parmi les quelques études génétiques récentes, on a observé une quasi-totale homogénéité génétique avec des accessions de *C. sativus* cultivées en occident, tandis qu'une hétérogénéité importante a été observée avec des provenances d'Iran et du Cachemire (Tableau 2). Cette différence pourrait s'expliquer par la théorie de Vavilov (1926) qui postule que la plus grande diversité génétique se trouve généralement dans le lieu d'origine de la plante, qui pourrait en effet bien être l'Iran ou le Cachemire.

### Distinction génétique de *C. sativus* et espèces proches

Dans le présent travail, l'analyse de 100 échantillons de *C. sativus* et d'un individu de chacune des quatre espèces proches *C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreocreticus* et *C. pallasii* (Tableau 1) avec des marqueurs RAPD et SNP a montré que toutes les accessions de *C. sativus* présentent le même profil ADN, confirmant ainsi l'homogénéité génétique du safran cultivé en occident (Tableau 2 ; Figure 1). Parmi ces accessions homogènes se trouvaient celles de la population historique de Mund, considérée comme importée d'Espagne au 14e siècle, qui d'après nos analyses ne se distingue pas de toutes les autres populations étudiées.

Nos résultats indiquent par contre qu'il est possible de distinguer génétiquement *C. sativus* des quatre espèces proches, leurs distances génétiques étant illustrées par un dendrogramme (Figure 1) montrant que *C. pallasii* est très étroitement proche de *C. sativus*, viennent ensuite *C. hadriaticus* puis *C. oreocreticus* et *C. cartwrightianus*.

### Conclusion

Nos résultats montrent que:

- l'analyse RAPD est adaptée pour détecter d'autres espèces de *Crocus* qui pourraient être mélangés dans des lots de cormes de *C. sativus*.
- contrairement à la grande variabilité observée

## Resultate 2013

*Crocus sativus* ist eine sterile triploide Art aus, seit mehreren Jahrtausenden, ausschliesslich vegetativer Vermehrung. Aus morphologischer (z.B. Form der Blätter) und phänologischer (z.B. Blütezeitpunkt) Sicht gesehen, sind die Provenienzen von *C. sativus* oft heterogen und die Sorten oder Züchtungen sind bereits beschrieben worden. Logischerweise könnte man also eine gewisse genetische Vielfalt erwarten. Einige neuere genetische Studien haben eine fast vollständige genetische Homogenität mit den im Westen angebauten Akzessionen von *C. sativus* gezeigt, während dahingegen eine grosse Heterogenität bei den Provenienzen aus Iran und aus dem Kaschmir festgestellt worden ist. (Tabelle 2). Diese Differenz könnte durch die Theorie von Vavilov (1926) erklärt werden. Diese geht nämlich davon aus, dass die grösste genetische Diversität meistens am Ursprungsort der Pflanze gefunden wird, und dies könnte tatsächlich Iran oder Kaschmir sein.

### Genetische Unterschiede von *C. sativus* und ähnlichen Spezies

In der vorliegenden Arbeit hat die Analyse von 100 *C. sativus* Exemplaren und von je einem Individuum der nahen Spezies *C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreocreticus* et *C. pallasii* (Tabelle 1) durch molekulare Marker RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) und durch SNP (Single Nucleotide Polymorphism) gezeigt, dass alle Akzessionen von *C. sativus* über das gleiche ADN-Profil verfügen und bestätigte somit die genetische Homogenität des im Westen angebauten Safrans. (Tabelle 1/Abb.2). Unter diesen homogenen Akzessionen befand sich auch die der historischen Population in Mund, welche im 14. Jahrhundert aus Spanien importiert worden sein sollte und sich gemäss unseren Analysen nicht von den anderen untersuchten Populationen unterscheidet.

Unsere Resultate zeigen jedoch nicht, dass es möglich ist, *C. sativus* genetisch von den ähnlichen Spezies zu unterscheiden, ihre genetischen Abstände werden in einem Dendrogramm (Abb. 1) dargestellt und es wird ersichtlich, dass *C. pallasii* sehr nahe bei *C. sativus* ist, gefolgt von *C. hadriaticus*, *C. oreocreticus* und *C. cartwrightianus*.

### Schlussfolgerung

en Iran et au Cachemire, nos résultats confirment la variabilité quasi inexistante observée dans les populations cultivées en Occident

- c) la population originelle de Mund considérée comme une relique du Moyen Age n'a pas pu être différenciée par les analyses génétiques
- d) l'analyse RAPD semble prometteuse pour identifier des marqueurs potentiellement diagnostiques, ce qui pourrait à l'avenir se révéler très utile dans la détection de matériel de frauduleux.

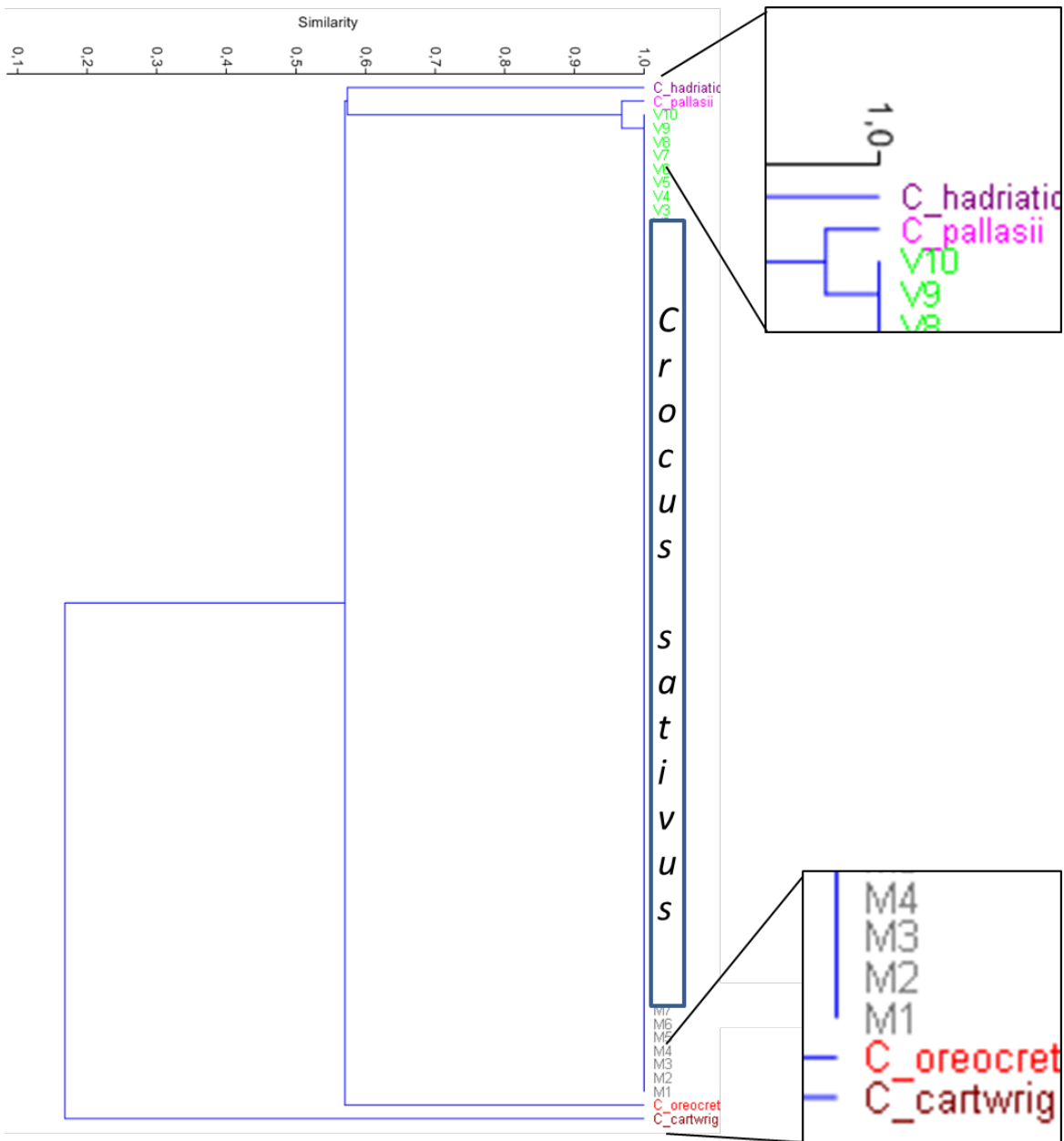
Unsere Resultate zeigen, dass:

- a) die RAPD Analyse geeignet ist, um andere Krokus-Arten, welche unter die *C. sativus* Knollen gemischt werden könnten, ausfindig gemacht werden können.
- b) es bei den im Westen angebauten Populationen fast keine genetische Unterschiede gibt; ganz im Gegensatz zur grossen genetischen Vielfalt, die im Iran und Kaschmir beobachtet worden ist.
- c) die Population von Mund, die als Relik aus dem Mittelalter betrachtet wird, nicht durch genetische Analysen unterschieden werden kann.
- d) Die RAPD Analyse für die Identifikation von potentiellen Diagnose Markern erfolgversprechend zu sein scheint, was sich in Zukunft für die Aufdeckung von Betrugsfällen als sehr nützlich herausstellen könnte.

**Tableau 2.** Comparaison de la variabilité génétique avec les autres études récentes.

**Tabelle 2.** Vergleich der genetischen Vielfalt mit anderen neueren Studien

RAPD	Accession	Pays/Land	%Polymorphisme	Référence/Referenz
38	ND	4	Faible	(Pardo et al. 2004)
15	25	5	0	(Grilli Caiola et al. 2004)
30	44	11	0	(Rubio-Moraga et al. 2009)
21	10	Kashmir	66%	(Imran et al. 2010)
26	6	Iran	56%	(Keify and Beiki 2012)
25	20	Kashmir	Haut	(Qadri et al. 2012)
68	104	9	0	Présent travail



**Figure 1.** Dendrogramme (UPGMA) de *C. sativus* et quatre espèces proches (*C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreoreticus* et *C. pallasii*) basé sur l'analyse de 64 marqueurs RAPD.

**Abb. 1.** Dendrogramm (UPGMA) von *C. sativus* und vier ähnlichen Arten. (*C. cartwrightianus*, *C. hadriaticus*, *C. oreoreticus* et *C. pallasii*) basiert auf der Analyse von 64 RAPD Markern.

### 3. Techniques - Technik



**3.1 Pimprenelle: densité de plantation**

**3.2 Menthe: effet de la couverture hivernale**

# Pimpinella peregrina

## But de l'essai

Définir la densité optimale de semis. Comparaison entre le semis au champ et la plantation

## Ziel des Versuchs

Bestimmung der optimalen Saatkichte. Vergleich zwischen Aussaat und Anpflanzung.

## Plan de la Parcelle

## Plan der Parzelle

ALLGEMEINE ANGABEN FÜR DEN VERSUCH		PARZELLEN DATEN	
SITE	Conthey (Agroscope)	Ort	Conthey (Agroscope)
VARIÉTÉ / SORTE ORIGINE/HERKUNFT	'Licora'		
IRRIGATION	Aspersion (env. 30mm/semaine)	Bewässerung	Beregnung (ca. 30mm/Woche)
FUMURE	normes Agridea	Düngung	Agridea Normen
Données culturales pour l'essai 2013		Versuchsdaten 2013	
REPÉTITIONS	4 de 4.8m <sup>2</sup> Plate-bande de 4 lignes: (4 x 27cm – passage 79cm) x 3m	Wiederholungen	4 bis 4.8m <sup>2</sup> Beet mit 4 Reihen (4 x 27cm – Zwischengang 79cm) x 3m
PARAMÈTRES	Germination Nombre de racines/m <sup>2</sup> Morphologie des racines Poids moyens des racines Rendements secs/m <sup>2</sup> Diamètre des racines	Parameter	Keimung Anzahl Wurzeln/ m <sup>2</sup> Morphologie der Wurzeln Durchschnittsgewicht der Wurzeln Ertrag an TM Durchmesser der Wurzeln
DENSITÉ	Plantons : 10,20,30,40 plantes/m <sup>2</sup> Semis : 6g, 12g, 18g, 24g/m <sup>2</sup>	Densität	Setzlinge : 10,20,30,40 Pflanzen/m <sup>2</sup> Saat : 6g, 12g, 18g, 24g/m <sup>2</sup>

Date/Datum	Calendrier	Kalender
Février 2013	Test de germination	Keimungstest
Avril 2013	Semis des plantons en speedy: 4 avril	Semis des plantons en speedy: 4. April
Mai 2013	Semis : 6 mai Plantation: 10 mai	Aussat: 6. Mai Auspflanzung: 10. Mai
Septembre 2013	Récolte: 18 octobre	Ernte: 18. Oktober



## Résultats Discussions

### Germination et perte de plantes en cours de culture

Lors du test de germination, la faculté germinative des semences était de 30 % seulement. En raison de ce taux faible, la densité de semis a été adaptée et multipliée par 3.3. Malgré cette correction, le ratio entre le nombre de racines récoltées et les 'semences viables' a été faible. Ce ratio a été en moyenne pour les quatre procédés de 13,5 %, ce qui n'a pas permis d'atteindre les objectifs de cette étude. Même dans le procédé avec la densité de semis la plus élevée (25g/m<sup>2</sup> de semences viables), le nombre de racines récoltées est resté inférieur à l'objectif fixé pour le procédé S6 (tabl.1). La cause de cet échec est peut-être due aux mauvaises conditions climatiques du printemps ou à un effet allélopathique (inhibiteur de germination) de l'*Artemisia annua* cultivé l'année précédente sur cette parcelle.

En revanche, le développement végétatif en procédé 'Plantons' a été satisfaisants. La perte de plante durant la culture a été négligeable.

## Resultate Erläuterungen

### Keimung und Verlust an Pflanzen während des Anbaus

Anlässlich eines Keimungstests stellte sich heraus, dass die Keimrate der Samen lediglich 30% betrug. Aufgrund dieser niedrigen Rate ist die Saatkichte angepasst und mit 3.3 multipliziert worden. Trotz dieser Korrektur, ergab sich ein schwaches Verhältnis zwischen Anzahl geernteter Wurzeln und 'lebensfähigen' Samen? Dieses Verhältnis lag für die vier Verfahren bei durchschnittlich 13,5%, somit konnten die Ziele dieser Studie nicht erreicht werden. Selbst beim Verfahren mit der höchsten Saatkichte (25g/m<sup>2</sup> lebensfähiger Samen), blieb die Anzahl geernteter Wurzeln unter dem für Verfahren S6 gesetzten Ziel (Tab.1). Der Grund für diesen Misserfolg ist wahrscheinlich den schlechten klimatischen Bedingungen des Frühlings zuzuschreiben, oder liegt an einer allelopathischen Wirkung (Keimhemmungsmittel) der im Vorjahr auf derselben Parzelle angebauten *Artemisia annua*.

Im Gegensatz dazu, war der vegetative Entwicklungsprozess beim Verfahren 'Setzlinge' zufriedenstellend. Der Verlust an Pflanzen während des Anbaus war unbedeutend.

**Tableau 1. Modalités de semis et de plantation et nombre de racines récoltées. Moyenne des quatre répétitions.**

**Tabelle 1. Vorgaben für Aussaat und Anpflanzung sowie Anzahl der geernteten Wurzeln. Durchschnitt von vier Wiederholungen.**

Procédés	Densité de semis		Nb de semences*		Nb de plantes		Distance entre les racines cm	Nb de racines récoltées/m <sup>2</sup>
	réel g/are	calculé (viable)	m/linéaire	m <sup>2</sup>	m/linéaire	m <sup>2</sup>		
S6	20.8	6.3	50	125	--	--	2.00	<b>21.9<sup>de</sup></b>
S12	41.7	12.5	100	250	--	--	1.00	<b>23.4<sup>de</sup></b>
S18	62.5	18.8	150	375	--	--	0.67	<b>49.2<sup>b</sup></b>
S24	83.3	25.0	200	500	--	--	0.50	<b>74.8<sup>a</sup></b>
P10	--	--	--	--	4	10	25.00	<b>9.2<sup>f</sup></b>
P20	--	--	--	--	8	20	12.50	<b>18.7<sup>ef</sup></b>
P30	--	--	--	--	12	30	8.33	<b>29.4<sup>d</sup></b>
P40	--	--	--	--	16	40	6.25	<b>39.1<sup>c</sup></b>

\*calcul: faculté germinative des semences 30 % (2000 semences/g)

Berechnung: Keimfähigkeit der Samen 30%(2000 Samen/g)

### Rendements en racines sèches

Les meilleurs rendements ont été obtenus dans les procédés P30 et P40 avec respectivement 365 g/m<sup>2</sup> et 421 g/m<sup>2</sup> (tabl.2). Toutefois, la densité optimum de plantation n'est pas encore atteinte avec 40 plantes/m<sup>2</sup>, car l'augmentation de rendement est encore linéaire (fig.1). Il est difficilement imaginable tant techniquement et qu'économiquement de planter à une densité supérieure, car dans ce procédé, la distance entre les plantes n'est que de 6.2 cm et les coûts

### Ertrag an Wurzel-TM

Die Verfahren P30 und P40 lieferten mit 365 g/m<sup>2</sup> resp. 421 g/m<sup>2</sup> (Tab.2) die besten Erträge. Allerdings konnte die optimale Pflanzendichte von 40 Pflanzen/m<sup>2</sup> noch nicht erreicht werden, da die Erhöhung des Ertrags noch linear verläuft (Bild 1). Es ist sowohl aus technischer wie auch aus wirtschaftlicher Sicht schwierig vorstellbar, mit höherer Dichte anzupflanzen, denn bei diesem Verfahren beträgt die Distanz zwischen den Pflanzen lediglich 6.2cm und die Kosten für

d'achats des plantons supérieurs à 6 Fr.-/m<sup>2</sup>.

Pour les variantes 'semis', le rendement de 298g/m<sup>2</sup> obtenu avec 75 racines récoltées/m<sup>2</sup> (tabl.2) démontre que même dans des conditions défavorables (faible taux de germination), le potentiel de rendement de cette espèce demeure intéressant. En effet, compte tenu du plus faible investissement de mise en culture du semis par rapport aux plantons, ce procédé s'avère la variante la plus économique.

den Kauf der Setzlinge liegt bei über CHF 6.--/m<sup>2</sup>.

Bei den Varianten 'Saat', zeigt der erreichte Ertrag von 298g/m<sup>2</sup> mit 75 geernteten Wurzeln/m<sup>2</sup> (Tab.2), dass das Ertragspotential dieser Art selbst unter ungünstigen Bedingungen (schlechte Keimrate) interessant bleibt. Werden die niedrigeren Investitionskosten für die Aussaat im Vergleich zur Anpflanzung berücksichtigt, stellt sich diese Variante tatsächlich als die wirtschaftlichste heraus.

**Tableau 2. Nombre de racines, rendements en racines sèches et taille des collets à Conthey. Moyenne de quatre répétitions.**

**Tabelle 2. Anzahl Wurzeln, Ertrag an Wurzel-TM und Schnitt der Hülsen in Conthey. Durchschnitt von vier Wiederholungen.**

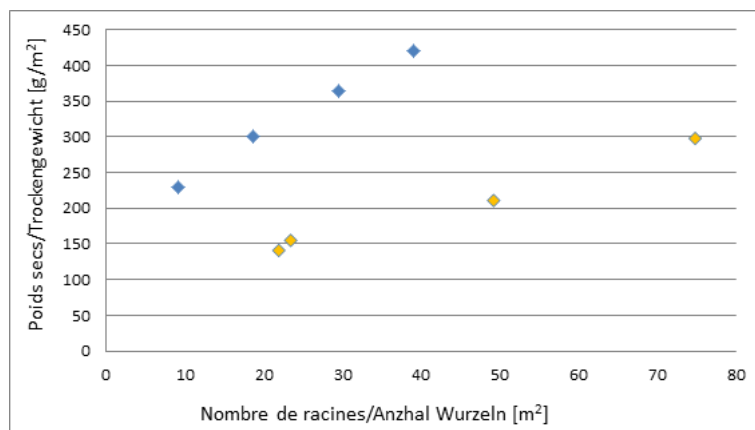
Procédés	Nombre de racines récoltées/m <sup>2</sup>	Poids secs/m <sup>2</sup> [g]	Poids moyen racine [g]	Ø moyen du collet [cm]
P10	9.2 <sup>f</sup>	230 <sup>d</sup>	24.9 <sup>a</sup>	2-5
P20	18.7 <sup>ef</sup>	300 <sup>c</sup>	16.1 <sup>b</sup>	1-5
P30	29.5 <sup>d</sup>	365 <sup>b</sup>	14.4 <sup>c</sup>	1-5
P40	39.1 <sup>c</sup>	421 <sup>a</sup>	10.8 <sup>c</sup>	0.5-4
S6	21.9 <sup>de</sup>	141 <sup>e</sup>	6.5 <sup>de</sup>	1-3
S12	23.4 <sup>de</sup>	155 <sup>e</sup>	6.7 <sup>d</sup>	1-3
S18	49.2 <sup>b</sup>	211 <sup>d</sup>	4.3 <sup>de</sup>	0.5-3
S24	74.8 <sup>a</sup>	298 <sup>c</sup>	3.8 <sup>e</sup>	0.5-3

\*(13.5% des semences viables récoltées)

\*(13.5% lebensfähige Samen geerntet)

Les petites lettres indiquent les différences significatives: Test de Tukey

Die kleinen Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin : Tukey-Test



**Fig.1. Relation entre le nombre de racines et le rendement en racines sèches.**

**Bild 1: Verhältnis zwischen Anzahl Wurzeln und Ertrag an Wurzel-TM**

En bleu/Blau : Plantons/Setzlinge; en jaune/gelb: semis/Aussaats.

## Conclusion

La densité optimale de semis et de racines/m<sup>2</sup> n'a pas pu être déterminée dans cette expérience. La densité recommandée actuellement de 8-12g/m<sup>2</sup> (faculté germinative > 80%) paraît toujours judicieuse.

L'analyse de l'HE est en cours.

Un nouvel essai est prévu en 2014.

## Schlussfolgerungen

Die optimale Saat- und Wurzeldichte pro m<sup>2</sup> konnte anhand dieses Versuchs nicht ermittelt werden. Die zurzeit empfohlene Dichte von 8-12g/m<sup>2</sup> (Keimfähigkeit > 80%) scheint immer noch sinnvoll zu sein.

Die Analyse des ätherischen Öls ist im Gange.

Für 2014 ist ein neuer Versuch geplant.

# Mentha ssp.

## But de l'essai

Evaluer l'effet sur les adventices et le rendement en herbe sèche de la couverture hivernale de la menthe par un paillage hors sol tissé.

## Ziel des Versuchs

Den Einfluss einer Abdeckung der Minzekultur mit schwarzem Bändchengewebe während des Winters auf den Unkrautdruck und auf den Ertrag abklären.

## Matériel et méthode

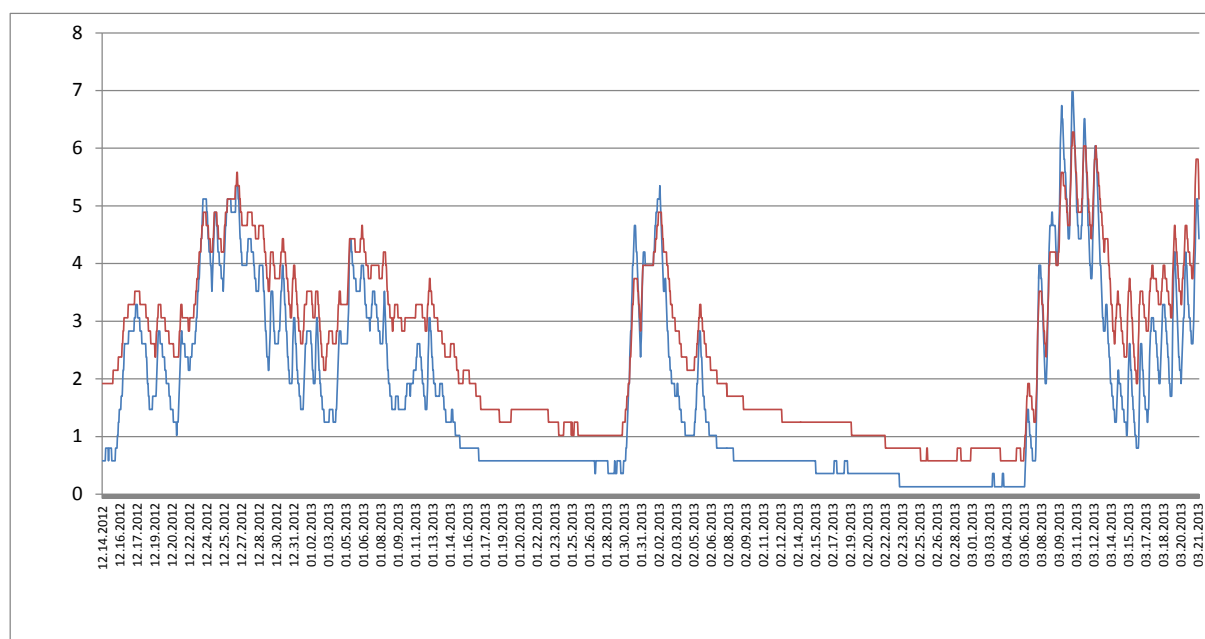
## Material und Methoden

Données culturales pour l'essai 2012-2013		Versuchsdaten 2012-2013	
<b>Site</b>	Attiswil (BE), Ferme Lukas Studer Altitude 600m, température moyenne 10°C, précipitations annuelles 1000 mm	<b>Ort</b>	Attiswil (BE), Betrieb von Lukas Studer 600müM Durchschnittstemp. 10°C, Jährl. Niederschlagsmenge 1000 mm
<b>Espèces</b>	<i>Mentha x piperita var. citrata</i> <i>Mentha x piperita</i> <i>Mentha x suaveolens</i> <i>Mentha spicata var. crispa</i>		menthe bergamote / Orangenminze menthe poivrée / Pfefferminze menthe pomme / Apfelminze menthe marocaine / Marokkanische Minze
<b>Répétitions</b>	4 (5 pour la menthe bergamote)	<b>Wiederholungen</b>	4 (5 für Orangenminze)
<b>Matériau</b>	paillage hors sol tissé (toile filtrante en polypropylène 100g/m <sup>2</sup> , noire)	<b>Matériau</b>	Bändchengewebe (Filter-Folie aus Polypropylen 100g/m <sup>2</sup> , schwarz)
<b>Variantes</b>	4 -avec couverture (M) -couverture + désherbage (MD) -sans couverture (T) -sans couv. + désherbage (TD)		4 -mit Abdeckung (M) -mit Abdeckung + Unkrautbekämpfung (MD) -ohne Abdeckung (T) -ohne Abdeckung + Unkrautbekämpfung (TD)
<b>Paramètres</b>	Température du sol Adventices Temps de travail Rendement matière sèche de la 1 <sup>e</sup> récolte Taux de feuilles Teneur en huile essentielle *Mesures pédologiques : respiration, Nmin, compactage, capacité de rétention, microorganismes (résultats dans le travail de bachelor de Massimo Plaschy)	<b>Parameter</b>	Bodentemperatur Unkräuter Arbeitsaufwand Ertrag an Trockenmasse bei der 1. Ernte Blattanteil Gehalt an ätherischem Öl *Bodenmessungen : Respiration, Nmin, Verdichtung, Saugspannung, Mikroorganismen (Resultate der Bachelor-Arbeit von Massimo Plaschy)
<b>Fumure</b>	normes Agridea	<b>Düngung</b>	Agridea Normen

Date/Datum	Calendrier	Kalender
Novembre 2012	Couverture des cultures et pose des datalogger	Abdeckung der Kulturen und Installation des Dataloggers.
22 mars 2013	Découverte des cultures ; début des observations et des mesures	Entfernung der Abdeckung der Kulturen ; Beginn der Beobachtung und der Messungen.
mi-mai	Désherbage	Unkrautbekämpfung
17 juin 2013	récolte	Ernte

## Résultats 2013

### Températures



Enregistrement de la température du sol à 20 cm de profondeur sous un paillage hors sol tissé (courbe rouge) et sans protection (courbe bleu) durant l'hiver 2012-2013 à Attiswil. Aufzeichnung der Bodentemperatur in 20cm Tiefe unter dem Bändchengewebe (rote Kurve) und ohne Abdeckung (blaue Kurve) während des Winters 2012-2013 in Attiswil.

Température °C	moyenne	maxi	mini	ecartype	amplitude
Mypex	2.50	6.28	0.58	1.41	5.70
Non couvert	1.76	6.98	0.13	1.54	6.85

### Commentaires

L'hiver 2012-2013, notamment en janvier et février a été l'un des plus froids de ces dernières années. Dans ces conditions, la couverture hivernale des cultures par un paillage hors sol tissé a induit une augmentation de 0.7°C de la température moyenne du sol à 20 cm de profondeur. En plus de l'effet sur la moyenne, la toile a eu un effet **protecteur** en lissant les variations de températures. Sous couverture, l'écart-type et l'amplitude des mesures a été plus faible. En mars, l'avance phénologique des parcelles couvertes a été observée.

## Zwischenresultate 2013

### Temperatur

### Erläuterungen

Der Winter 2012-2013, hauptsächlich die Monate Januar und Februar, war einer der Kältesten der letzten Jahre. Unter diesen Bedingungen bewirkte die Winterabdeckung der Kulturen durch ein Bändchengewebe eine durchschnittliche Erhöhung der Bodentemperatur von 0.7°C in 20cm Tiefe. Zusätzlich zur Beeinflussung der Durchschnittstemperatur hatte die Abdeckung eine schützende Wirkung da sie die Temperaturschwankungen ausgleichen konnte. Unter der Abdeckung war die Standardabweichung der Amplitude der Messungen geringer. Im März konnte aus phänologischer Sicht ein

Vorsprung der abgedeckten Parzellen beobachtet werden.

### Documentation photographique

Dans l'essai principal, sur la menthe orangée, les quatre variantes ont été photographiées tous les quinze jours (résultats mensuels ci-dessous) afin d'évaluer l'évolution phénologique et la croissance des adventices. Sous couverture (photos de gauche), la meilleure vigueur et production en biomasse est bien illustrée. La pression des adventices au départ de la végétation était aussi nettement plus faible.

### Fotografische Dokumentation

Im Hauptversuch mit der Orangenminze sind die vier Verfahren alle 14 Tage fotografiert worden (Monatsresultate siehe unten), um die phänologische Entwicklung und das Wachstum der Unkräuter zu beurteilen. Unter der Abdeckung (Fotos rechts) sind die bessere optische Vitalität und Biomasse klar zu sehen. Der Unkrautdruck zu Beginn der Vegetation war ebenfalls deutlich geringer.

Couverture et lutte contre les adventices (MD)



Sans couverture et lutte contre les adventices (TD)



29. mars  
2013

Couverture sans lutte contre les adventices (M)



Sans couverture sans lutte contre les adventices (T)



29. März  
2013

Couverture et lutte contre les adventices (MD)



Sans couverture et lutte contre les adventices (TD)



27. avril  
2013

Couverture sans lutte contre les adventices (M)



Sans couverture sans lutte contre les adventices (T)



27  
April  
2013



**Rendements en matière sèche, en feuilles, teneur en huile essentielle et pourcentage de recouvrement des adventices lors de la 1<sup>e</sup> récolte de juin. Moyennes des répétitions. Ertrag an Trockenmasse, an Blättern, Gehalt an ätherischem Öl, Unkrautdruck bei der 1. Ernte im Juni. Durchschnitt von 4 Wiederholungen.**

Menthe orangée / Orangenminze					
Variantes Verfahren	Matière sèche TS-Ertrag [g]	Feuilles Blätter		Huile ess. Äth. Öle [%]	Adventices Unkraut [%]
		[g]	[%]		
MD	199 <sup>a</sup>	113	56.1	1.85	0.8
M	191 <sup>a</sup>	111	59.6	1.84	2.1
TD	98 <sup>b</sup>	66	69.8	1.92	4.7
T	95 <sup>b</sup>	55	58.1	1.75	20.0

Menthe poivrée (feuille rouge) / Pfefferminze (DunkleTyp)					
Variantes Verfahren	Matière sèche TS-Ertrag [g]	Feuilles Blätter		Huile ess. Äth. Öle [%]	Adventices Unkraut [%]
		[g]	[%]		
MD	107 <sup>a</sup>	69	65.7	1.49	1.8
M	99 <sup>a</sup>	68	68.8	1.62	5
TD	11 <sup>c</sup>	20	69.7	1.26	15.6
T	29 <sup>b</sup>	6	60.3	1.07	> 30

Menthe pomme / Apfelminze					
Variantes Verfahren	Matière sèche TS-Ertrag [g]	Feuilles Blätter		Huile ess. Äth. Öle [%]	Adventices Unkraut [%]
		[g]	[%]		
MD	178 <sup>a</sup>	117	65.4	2.08	2.6
M	152 <sup>a</sup>	111	73.2	2.43	5.2
TD	142 <sup>ab</sup>	88	62.0	1.76	3.0
T	109 <sup>b</sup>	70	64.0	1.51	9.3

Menthe verte Maroc / Marokkanische Minze					
Variantes Verfahren	Matière sèche TS-Ertrag [g]	Feuilles Blätter		Huile ess. Äth. Öle [%]	Adventices Unkraut [%]
		[g]	[%]		
MD	107 <sup>b</sup>	41	69.5	0.95	2.1
M	176 <sup>a</sup>	67	68.4	1.26	5.0
TD	69 <sup>c</sup>	28	72.5	0.97	2.4
T	56 <sup>c</sup>	22	69.0	0.98	8.5

### Commentaires

Lors de la première récolte de juin, la couverture hivernale des cultures a eu un effet bénéfique significatif sur les quatre espèces de menthe. Son action est nette, tant sur l'augmentation de rendement en biomasse que sur une diminution de la pression des adventices.

Concernant la production en matière sèche (MS), l'importance de ce gain varie fonction de la vigueur de la culture. Il est d'environ 100 g de matière sèche/m<sup>2</sup> (10 kg/are), à l'exception de la menthe pomme où il a été un peu plus faible.

Les différences observées sur le pourcentage de feuilles dépendent de la compétition pour la lumière. Cette concurrence est due soit à la vigueur de la culture, soit aux adventices, et elle induit un allongement des entre-nœuds. Dans le cas de la menthe orangée, par exemple, on observe que la variante TD moins vigoureuse avait un taux de feuilles significativement plus élevé que les trois autres variantes.

La teneur en huile essentielle est relativement comparable sur les parcelles de menthe orangée et de menthe verte. Par contre, elle est plus élevée dans les variantes couvertes sur les deux autres espèces. Cet effet positif est probablement due à une différence de stade phénologique. Les variantes couvertes plus avancées ont produit plus d'huile essentielle.

L'influence du facteur désherbage (variantes MD et TD) sur la production en MS est plus contrastée. Elle dépend à la fois de la pression et du type biologique des adventices. Les espèces vivaces à fort ancrage racinaire perturbent davantage les

### Erläuterungen

Bei der ersten Ernte im Juni, war ein signifikant positiver Einfluss der Winterabdeckung der Kulturen auf die vier Minzearten zu erkennen. Es zeigte sich eine deutliche Wirkung, sowohl auf die Erhöhung des Ertrags an Biomasse, als auch auf die Verringerung des Unkrautdrucks.

Die Erhöhung der Produktion von Trockenmasse variiert je nach Vitalität der Kultur. Sie liegt bei ungefähr 100g Trockenmasse/m<sup>2</sup> (10 kg/Are), ausser bei der Apfelminze wo sie etwas geringer war.

Die betreffend Blattanteil beobachteten Unterschiede sind abhängig vom Wettkampf ums Licht. Diese Konkurrenz ist durch die Vitalität der Kultur oder des Unkrauts beeinflusst und sie bewirkt eine Verlängerung des Abstandes zwischen den Knoten. Bei der Orangenminze zum Beispiel, konnte beobachtet werden, dass mit der weniger wuchskräftigen Variante TD ein signifikant höherer Blattanteil erreicht werden konnte als mit den drei anderen Varianten.

Der Gehalt an ätherischem Öl ist bei der Orangenminze und der grünen Minze relativ vergleichbar. Bei den abgedeckten Varianten der anderen zwei Arten liegt er jedoch höher. Der Grund für diese positive Auswirkung liegt wahrscheinlich beim unterschiedlichen des phänologischen Stadium. Die abgedeckten, am weitesten fortgeschrittenen Varianten haben mehr ätherisches Öl produziert.

Der Einfluss des Faktors Unkrautbekämpfung (Varianten MD und TD) auf die Produktion von TS ist von Kontrasten gekennzeichnet. Er ist gleichzeitig vom Druck und vom biologischen Typ der Unkräuter

cultures de menthe que les annuelles. Dans les cas de faible pression, comme sur la menthe orangée, le désherbage n'a pratiquement eu aucun effet sur le rendement en MS. Sur la menthe pomme le sarclage a eu un effet positif en éliminant la concurrence. Alors que sur la menthe marocaine le sarclage a préterité le rendement par le dérangement occasionné aux stolons.

ter abhängig. Die mehrjährigen Arten mit starker Verwurzelung stören die Minzekulturen stärker als einjährige Arten. Bei geringem Druck, wie bei der Orangenminze, zeigte die Unkrautbekämpfung fast keine Auswirkung auf den TS-Ertrag. Bei der Apfelminze zeigte das Jäten eine positive Wirkung, da die Konkurrenz entfernt wurde. Bei der Marokkanischen Minze wiederum ist der Ertrag durch das Jäten beeinträchtigt worden, da die Ausläufer gestört wurden.

## Aspects économiques

## Wirtschaftliche Aspekte

**Temps de travail pour la pose et le démontage de la couverture et pour la lutte contre les adventices sur la parcelle de menthe orangée.**

**Arbeitskraftstunden für Montage und Demontage der Abdeckung und für die Unkrautbekämpfung auf der Parzelle der Orangenminze.**

Variantes Verfahren	Adventices Unkraut [%]	Lutte contre adventices Kampf gegen Unkraut [h/a]	Montage / Démontage [h/a]	Total [h/a]
MD	0.8	0.67	1.04	<b>1.71</b>
M	2.1	0	1.04	<b>1.04</b>
TD	4.7	5.11	0	5.11
T	<b>20</b>	0	0	0

## Commentaires

Sur la parcelle de menthe orangée, des relevés horaires précis ont été réalisés par le producteur. L'économie de main d'œuvre horaire/are a été supérieur à 3.4 heures et le gain en productivité lors de la première récolte de 10 kg de MS. Ces avantages compensent largement l'amortissement du coût d'achat de la couverture polypropylène (12-15 Fr.- /an, calculé sur 5 ans).

## Erläuterungen

Auf der Parzelle der Orangenminze hat der Produzent den Stundenaufwand präzise nachgeführt. Die Einsparung an Arbeitskraftstunden/Are lag bei über 3.4 Stunden und die Erhöhung des TS-Ertrags betrug bei der ersten Ernte 10 kg. Diese Vorteile kompensieren die Amortisation für die Anschaffung der Polypropylen-Abdeckung bei weitem (12-15 Fr.- /Jahr, auf 5 Jahre berechnet).

## Conclusions et perspectives

La couverture hivernale des cultures de menthe avec une toile filtrante tissée en polypropylène a un effet bénéfique sur quatre espèces de menthe. Elle favorise le démarrage de la végétation au printemps, atténue la pression des adventices et augmente la vigueur des cultures et le rendement en biomasse. En culture biologique, elle se profile comme une piste prometteuse en vue d'économiser de la main d'œuvre, en particulier au printemps. Des questions subsistent néanmoins sur la période optimale pour la pose et surtout l'enlèvement de la toile. Plusieurs producteurs ont eu des expériences négatives en enlevant les toiles trop tardivement en avril. En l'état des connaissances, la recommandation est une pose de la toile fin octobre-début novembre, en fonction de la

## Schlussfolgerungen und Perspektiven

Die Winterabdeckung von Minzekulturen mit Bändchengewebe aus Polypropylen beeinflusst die vier Minzesorten positiv. Sie fördert den Wachstumsbeginn im Frühling, lindert den Unkrautdruck und erhöht die Vitalität der Kulturen sowie Ertrag an Biomasse. Im biologischen Anbau zeichnet sich diese Methode als vielversprechende Möglichkeit ab, da insbesondere im Frühling Arbeitskraftstunden eingespart werden können. Es bleiben jedoch noch Fragen offen betreffend optimalem Zeitpunkt für die Montage und vor allem für die Demontage der Abdeckung. Mehrere Produzenten haben negative Erfahrungen gemacht, da die Abdeckung zu spät im April erfolgte. Nach heutigem Wissenstand wird eine Abdeckung, je nach Meteorologie und Höhenlage, von Ende Oktober/Anfang November



météorologie et de l'altitude, et une découverte en mars. L'expérience et les futurs essais permettront d'affiner les recommandations.

Deux nouveaux essais ont été installés en Valais en novembre avec comme objectif de valider ces résultats et de suivre également l'influence de cette technique sur toutes les récoltes annuelles.

Le travail de bachelor de Massimo Plaschy est disponible chez à la Haute école de Wädenswil chez le professeur L. Jean-Petit-Matile

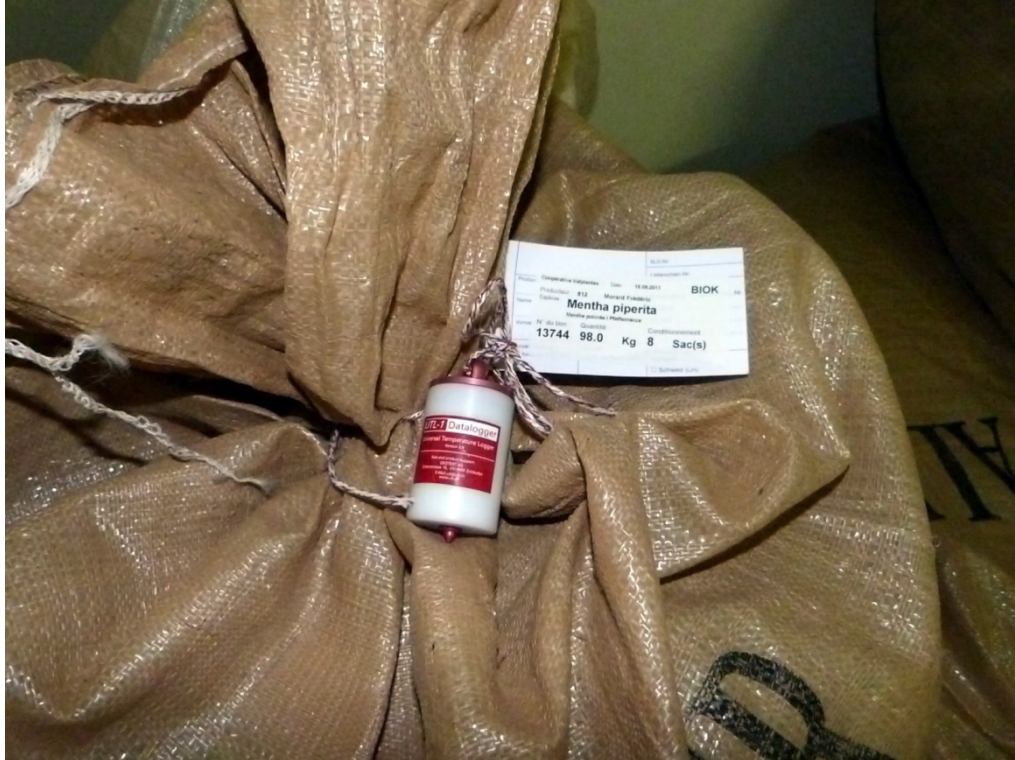
bis März empfohlen. Die Erfahrungen der Versuche in der Zukunft werden es ermöglichen, diese Empfehlungen zu verfeinern.

Im November sind im Wallis zwei neue Versuche installiert worden, deren Ziel es ist, die Resultate zu bestätigen und zusätzlich den Einfluss dieser Technik auf alle Ernten abzuklären.

Die Bachelor-Arbeit von Massimo Plaschy steht an der Hochschule Wädenswil bei Prof. L. Matile zur Verfügung.

Danksagungen: Massimo Plaschy und seinem Professoren, Lukas Studer und seinen Angestellten

## 4. Qualité - Qualität



### 4.1 Stockage de la mélisse

**Melissa officinalis 'Lorelei'**  
**(Mélisse officinale):**  
**Essai qualité-stockage**

**But**

Etudier l'évolution de la qualité phytochimique et microbiologique du matériel séché durant une année de stockage.

**Melissa officinalis 'Lorelei'**  
**(Zitronenmelisse): Versuch über**  
**Qualitätsentwicklung bei Lagerung**

**Ziel**

Studie über die phytochemische und mikrobiologische Entwicklung des Trockenguts während eines Lagerjahres.

**Matériel et méthode**

**Material und Methoden**

Site	Conthey	Standort	Conthey
Nombre de lots	2	Anzahl Partien	2
Répétitions	4 répétitions (4 sacs de 10 kg sec)	Wiederholungen	4 Wiederholungen (4 Säcke zu 10 kg Trockengut)
Durée	Sept. 2012 à sept. 2013	Dauer	Sept. 2012 bis Sept. 2013
Conditions de stockage (détail dans le tableau ci-dessous)	Hangar non climatisé (conforme aux directives AGRIDEA : sec, propre, à l'abri de la lumière, température < 28 °C ; humidité relative < 65%)	Lagerbedingungen (Details gemäss folgender Tabelle)	Nicht klimatisierter Hangar (den AGRIDEA-Vorschriften entsprechend: trocken, lichtgeschützt, Temperatur < 28°C ; relative Luftfeuchtigkeit < 65%)
Contrôles	Tous les 3 mois; 5 dates (0, 3, 6, 9 et 12 mois)	Kontrollen	Alle drei Monate; an 5 Daten (0,3.,6.,9. und 12. Monat)
Paramètres contrôlés	germes aérobies mésophiles totaux levures et moisissures <i>Escherichia coli</i> Teneur et composition de l'HE température et humidité avec des data logger	Kontroll-Parameter	Anzahl aerobe mesophile Keime Hefen und Fäulnis Escherichia coli Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls Temperatur und Feuchtigkeit mittels Datalogger

**Résultats**

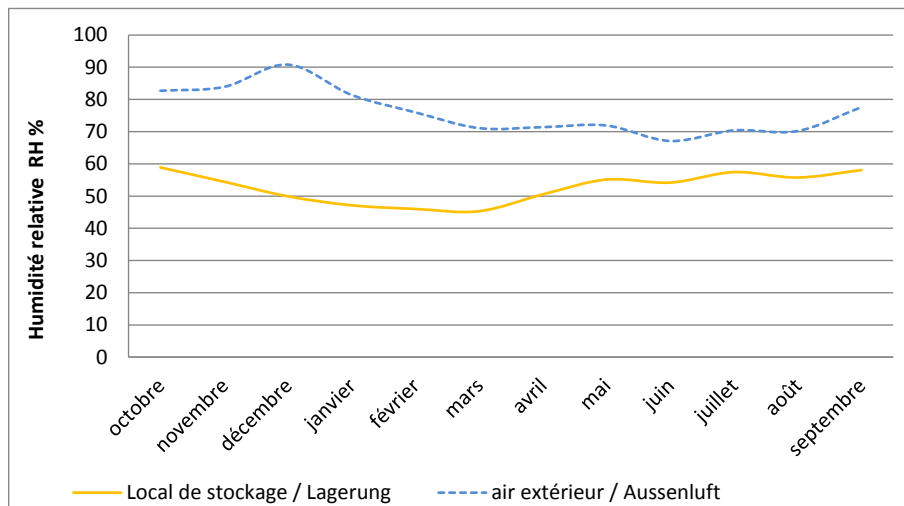
Conditions climatiques du local de stockage ; températures annuelles moyennes, mini, maxi (octobre 2012-septembre 2013).

**Ergebnisse**

Klimatische Bedingungen im Lagerraum; jährliche Durchschnittstemperaturen, Minima , Maxima. (Oktober 2012 – September 2013).

Evolution de la température dans le local de stockage et à l'extérieur d'octobre 2012 à septembre 2013.  
 Entwicklung der Temperatur im Lagerraum und der Aussentemperatur von Oktober 2012 bis Sept. 2013.

Température Temperatur [°C ]		Humidité relative Relative Luftfeuchtigkeit [%]	
Moyenne/Durchschnitt	maxi- mini	Moyenne/Durchschnitt	maxi- mini
15.5	8.3- 25.1	52.2	37.9- 64.8



**Evolution de l'humidité relative [%] dans le local de stockage et à l'extérieur d'octobre 2012 à septembre 2013.**

**Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit [%] im Lagerraum und im Freien von Oktober 2012 bis September 2013**

### Commentaire

Les sacs étaient stockés dans un local standard non climatisé, conforme aux directives (classeur Agridea). Ils ont été placés sur des palettes, sans contact direct avec le sol et les parois. Dans le hangar de stockage, la température (courbe orange) a été fortement corrélée avec les conditions atmosphériques extérieures (courbe bleue).

En revanche, l'humidité relative a été moins influencée par l'air extérieur et est demeurée sous la limite des 60 % durant toute l'année.

### Erläuterungen

Die Säcke sind in einem nicht klimatisierten Raum (Standard) gemäss Richtlinien (Agridea-Ordner) gelagert worden. Sie sind auf Paletten gestellt worden, ohne direkten Kontakt mit Boden oder Wänden. Im Lagerraum zeigte der Temperaturverlauf (orange Kurve) eine grosse Abhängigkeit von den atmosphärischen Bedingungen im Freien (blaue Kurve).

Die relative Luftfeuchtigkeit hingegen, ist viel weniger stark durch die Luft im Freien beeinflusst worden und lag über das ganze Jahr unter der Limite von 60%.

**Evolution des germes aérobies mésophiles totaux au cours du stockage. Moyennes de 4 répétitions.**

**Entwicklung der Gesamtanzahl an aeroben mesophilen Keimen während der Lagerung, Durchschnittswerte von 4 Wiederholungen.**

Durée de stockage Lagerzeit	Germes totaux <i>Gesamtkeimzahl</i> (UFC/g)	
	lot 1	lot 2
0 mois	3'775'000	5'625'000
3 mois	3'822'500	3'025'000
6 mois	4'487'500	7'012'500
9 mois	942'500	1'587'500
12 mois	230'000	235'000
diff. en %	93.9	95.8

En rouge: les valeurs dépassant les valeurs limites de la Ph. Eur.:  $>10^7$  /g  
In Rot: Werte die den Grenzwert gemäss europ. Ph. übersteigen:  $>10^7$  /g

Evolution des levures et moisissures au cours du stockage dans le local standard. Moyennes de 4 répétitions.

Entwicklung von Hefen und Fäulnis während der Lagerung im Standardraum. Durchschnittswerte von 4 Wiederholungen.

Durée de stockage Lagerdauer	Levures et moisissures <i>Hefe und Schimmelpilze</i> (UFC/g)	
	lot 1	lot 2
0 mois	1'272'500	527'500
3 mois	590'000	326'250
6 mois	622'045	352'500
9 mois	182'500	80'750
12 mois	35'000	36'750
diff. en %	97.2	93.0

En rouge: les valeurs atteignant le seuil d'alerte: >10<sup>6</sup>/g\* / in rot : Werte welche die Warnwerte erreichen

En orange les valeurs atteignant les valeurs indicatives: >10<sup>5</sup>/g\* / in orange : Werte welche die Richtwerte erreichen

\*selon la Société Allemande pour l'Hygiène et la Microbiologie (DGHM)

\*gemäss der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM)

Evolution de la teneur en huile essentielle au cours du stockage. Moyennes de 4 répétitions.

Entwicklung des Gehalts an ätherischem Öl während der Lagerung. Durchschnitte von 4 Wiederholungen.

Durée de stockage Lagerzeit	Teneur en huile essentielle Ätherische Öl [%]	
	lot 1	lot 2
3 mois	0.073	0.030
6 mois	0.070	0.030
9 mois	0.070	0.022
12 mois	0.067	0.022
Perte en %	8.2	26.7

## Commentaires

Un stockage conforme aux directives, dans un local sec (humidité relative < 60%) et frais (température < 28°C), à l'abri de la lumière a été bénéfique. **Dans les conditions de cet essai, la qualité microbiologique de la mélisse s'est améliorée au cours du temps.** Les germes aérobies mésophiles totaux et les levures/moisissures ont fortement diminué. **Aucune présence d'Escherichia coli n'a été détectée.**

Cependant la propreté microbiologique des plantes juste après le séchage n'était pas optimale. Pour les levures et moisissures, les valeurs indicatives (DGHM) étaient trop élevées dans les deux lots et le seuil d'alerte était dépassé sur le lot 1. Bien qu'aucun germe dangereux pour la santé humaine n'ait été détecté et que ces valeurs directives n'ont pas de caractères juridiques (Teuscher *et al.*, 2005), elles devraient alerter les producteurs et inciter à rechercher des pratiques agronomiques diminuant les risques liés à la qualité microbiologique des herbes sèches.

## Erläuterungen

Die Lagerung gemäss Richtlinien, in einem trockenen (relative Luftfeuchtigkeit < 60%) und kühlen (Temperatur < 28°) und lichtgeschützten Raum war vorteilhaft. **Unter diesen Versuchsbedingungen hat sich die mikrobiologische Qualität der Zitronenmelisse im Laufe der Zeit verbessert.** Die Gesamtzahl an aeroben mesophilen Keimen und an Hefen/Fäulnis ist stark zurückgegangen. **Es wurde gar keine Escherichia coli nachgewiesen.**

Die Sauberkeit der Partien unmittelbar nach der Trocknung war jedoch nicht optimal. Die Hefe- und Fäulniswerte überstiegen in beiden Partien die Richtwerte (DGHM) und in einer Partie ist der Warnwert überstiegen worden. Obwohl kein für die menschliche Gesundheit gefährlicher Keim nachgewiesen worden ist und diese Richtlinien keinen rechtlichen Charakter haben (Teuscher *et al.*, 2005), müssten sie die Produzenten alarmieren und sie dazu bewegen, nach agronomischen Verfahren zu forschen,

La qualité phytochimique, notamment la teneur en huile essentielle évolue également durant le stockage. Une diminution en huile essentielle a été constatée sur les deux lots. Cette perte exprimée en % a été plus élevée sur le lot 2 qui avait déjà une teneur faible (0.03%) après 3 mois de stockage.

## Conclusions

La conservation de la mélisse officinale dans un local de stockage conforme aux prescriptions actuelles a été satisfaisante. La charge en germes aérobies mésophiles a fortement diminué durant le stockage.

Aucune présence de microorganismes problématiques pour la santé humaine n'a été identifiée.

La perte en huile essentielle est limitée ( $\approx 10\%$ ) et reste acceptable. *Le profil aromatique varie peu au cours du stockage.* (pas encore les résultats).

welche die Risiken hinsichtlich mikrobiologischer Qualität der getrockneten Kräuter reduzieren. In beiden Partien konnte ein Rückgang des ätherischen Öls festgestellt werden. Dieser in % ausgedrückte Verlust lag höher bei der Partie 2, welche bereits nach 3 Lagermonaten einen schwächeren Gehalt hatte (0.03%).

## Schlussfolgerungen

Die Lagerung von Zitronenmelisse in einem nach den aktuellen Richtlinien geführten Lagerraum verlief zufriedenstellend. Die Belastung durch aerophile Keime ist während der Lagerung stark zurückgegangen.

Es ist keinerlei für die menschliche Gesundheit schädliches Vorkommen von Mikroorganismen gefunden worden.

Der Verlust an ätherischem Öl ist begrenzt ( $\approx 10\%$ ) und bleibt akzeptierbar. Das Geschmacksprofil schwankt leicht während der Lagerung (noch keine Resultate vorhanden).

## Annexes / Beilagen

### Publications/Publikationen

- Carron C.-A. (2013). Qualité des PAM, un principe essentiel. In : Biofil, la revue agricole de la filière bio, 87: 30-31.
- Carron C.-A., Vouillamoz J., Baroffio C. (2013). Evaluation de la résistance au gel de cinq géotypes de romarin. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-3: 176-183.
- Carron C.-A. (2013). Melisse officinale : couverture agrotextile et rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-5: 276-282.
- Vouillamoz F. J., D'Anna E., Carron C.-A., Baroffio C. (2013). *Mentha × piperita* '541': certification ADN de la menthe poivrée en Suisse par RAPD. In : Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 45-5 : 284-288.

### Posters

- Domestikation von alpinen Pflanzen für den grossflächigen Anbau: Edelweiss, Edelraute, Rosenwurz
- *Rhodiola rosea* L. "Mattmark", the first synthetic variety is launched in Switzerland
- Engrais azotés de Hauert en test sur plantes médicinales et aromatiques
- Verbesserung der Überwinterung von mediterranen Kräutern in Hohenlagen
- Einfluss einer Kulturabdeckung während des Winters auf den Ertrag und die Qualität der Monze
- Stratégie "Push and Pull" contre les cicadelles

## Qualité des PPAM

# Un principe essentiel

**Au cœur de la filière PPAM se pose la question de la qualité, peut-être encore plus que pour les autres filières. Mais de quoi parle-t-on quand on parle de qualité ? Comment la maîtriser ? Éléments de réponses avec Claude-Alain Carron, de la station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en Suisse (1).**

### Qu'est-ce que la qualité en PPAM ?

La notion la plus importante est celle de principes actifs : cela pourrait correspondre à la notion de goût dans les autres filières agricoles. C'est vraiment la particularité de cette filière. Sans oublier que la qualité se construit tout au long de la chaîne de production, de la semence à la commercialisation ! Il y a là de nombreux critères de qualité : la propreté et l'absence de corps étrangers, le mode de production, la zone de production (montagne ou plaine),



la traçabilité, ou encore la variété, le stade de récolte, les conditions de séchage et la teneur en eau, le type de conditionnement. C'est l'acheteur qui définit sur quel point de qualité l'accent doit être mis. Par exemple, un thym très riche en huile essentielle n'intéressera pas forcément un acheteur de plantes à tisane. En Suisse,



Un champ d'hysope au pied des montagnes suisses.

les achats se font souvent en plantes entières, et donc le taux de feuilles est un indicateur important. Dans tous les cas, produire la qualité demandée par le marché au moindre coût est le facteur clé pour la pérennisation d'une activité.

### Des évolutions réglementaires qui inquiètent

Intimement liée à la question de la qualité, la réglementation qui s'applique à la filière PPAM impose de plus en plus de contraintes. Petits producteurs, gros producteurs, tous sont ici logés à la même enseigne. *"Actuellement, la grosse tendance du marché est là, note Pierre-Yves Mathonnet, conseiller spécialisé PPAM bio à la chambre d'agriculture de Rhône-Alpes. De plus en plus, les producteurs doivent montrer patte blanche."* Contrôles sur les résidus de pesticides et métaux lourds, microbiologie, chromatographie : toutes ces analyses deviennent indispensables, mais coûtent énormément. *"C'est en train de faire exploser les coûts !, poursuit le technicien. Donc la vraie question, c'est de savoir si les clients vont suivre au niveau prix..."*

A l'échelle européenne, dans le secteur de la cosmétique, il existe une "directive cosmétique", qui ne donne pas de restriction particulière sur l'utilisation des plantes médicinales, mais qui liste des

allergènes, dont 18 sont d'origine végétale, qui doivent être étiquetés, et pour lesquels une concentration maximale autorisée est fixée. Une proposition de règlement du Comité scientifique pour la sécurité des consommateurs européens propose d'allonger la liste à 128 substances, dont de nombreuses huiles essentielles (HE) et leurs constituants. *"Alors qu'actuellement l'étiquetage des allergènes devient obligatoire au-delà d'un certain pourcentage, avec cette proposition, les HE concernées et leurs constituants seraient carrément interdits au-delà de 0,01 %, explique-t-on au Cpparm. Il est évident qu'une telle mesure aurait des effets catastrophiques sur la production et l'utilisation des PPAM."* L'inquiétude est donc au rendez-vous, même si rien n'est acté pour le moment.

En parallèle, à partir de 2013, un nouveau règlement va remplacer la directive cosmétique : il obligera les industriels à être plus vigilants quant à la

traçabilité de leurs matières premières. Les transformateurs vont vouloir obtenir de plus en plus d'informations sur la qualité, la sécurité et les propriétés physiologiques des plantes qu'ils utilisent dans leurs produits... *"D'un côté, on peut considérer que c'est une chance pour les productions locales, indique Jean-François Gravier, des laboratoires éponymes, car il est plus facile de les contrôler, on est sur place. Nous avons posé la question à l'ANSM (1) : vaut-il mieux des plantes produites par un petit producteur local non contrôlé, ou des plantes venues de loin et hyper contrôlées ? Réponse : oui pour le petit producteur, mais avec une fiche technique."* Des fiches de données de sécurité complexes à établir pour un seul petit producteur...

[www.cpparm.org](http://www.cpparm.org)

(1) Agence nationale de sûreté du médicament et des produits de santé (ex Afssaps).



### Quels sont vos axes de recherche ?

La sélection variétale est un axe important de nos recherches qualité, notamment pour les zones de montagne : au début de notre activité, au milieu des années 1980, il n'existait pas beaucoup de variétés adaptées au climat alpin, et surtout nous observions une forte variabilité de qualité génotypique d'une année à l'autre. Nous avons donc cherché à homogénéiser la qualité dans le temps et à sécuriser l'approvisionnement en semences. Nous avons sélectionné des variétés résistantes au gel hivernal, riches en principes actifs, par exemple pour la sauge, le thym, la mélisse, la menthe, l'hysope, l'alchémille... D'autres essais qualité se tournent vers la définition du stade optimal de récolte, comme pour l'achillée, ou encore vers l'effet d'une couverture géotextile sur la qualité d'une culture de mélisse citronnelle. Nous avons aussi travaillé sur la qualité des semences et étudié l'effet d'une désinfection vapeur pour réduire la pression des pathogènes sur guimauve et mauve, ou encore contrôlé pendant toute une année l'évolution de la qualité phytochimique et microbiologique de la menthe poivrée séchée, stockée dans différentes conditions.

### De quels outils de mesure de la qualité dispose-t-on ?

La base de la qualité, c'est bien sûr la propreté du produit, l'absence d'herbes, d'insectes, de terre : c'est visuel. La traçabilité elle aussi est un outil que maîtrise le producteur. Viennent ensuite les méthodes analytiques, pour connaître la teneur en principes actifs, les composants : les producteurs dépendent ici des laboratoires. En Suisse, le marché agroalimentaire est le plus gros acheteur de PPAM ; ce marché demande des analyses résidus de pesticides, et se préoccupe de la qualité microbiologique. C'est aux producteurs de fournir ces analyses, ce qui pose un problème financier pour les petits lots, en particulier chez les producteurs qui ne seraient pas regroupés en coopérative. Et bien sûr, ça renchérit tous les produits, mais les acheteurs sont de moins en moins enclins à prendre des risques.

### Le terroir est-il un facteur de qualité important ?

Le terroir a son importance, mais le génotype est l'aspect le plus déterminant. Par exemple, on sait qu'en altitude, il y a plus de rayonnement, donc potentiellement une production de principes actifs plus élevée. Mais tout cela reste très difficile à mesurer... Un essai a été mené par nos collègues de Mediplant sur les edelweiss : l'équipe n'a pas mis en évidence de différences significatives entre les plantes d'altitude et celles de plaine. Après, on connaît les limites de ce type d'essais, car on ne sait pas si on mesure les bons paramètres ! À mon avis, le terroir est surtout un élément subjectif très fort de qualité : c'est quelque chose qu'il faut mettre en avant.

### Une grande diversité d'espèces sur des petites surfaces, un travail manuel : est-ce pour vous gage d'une qualité supérieure ?

L'avantage des petites surfaces où un producteur cultive beaucoup d'espèces, c'est que, s'il est très performant, il peut récolter juste au bon moment, il fait un meilleur tri, etc. Une structure mécanisée, sur des surfaces plus importantes, peut obtenir une très bonne qualité moyenne de ses plantes, mais sera difficilement 'au top'. D'un autre côté, si un petit producteur connaît mal ses produits, réalise un mauvais séchage, ou est dépassé par des pics de travail

### La qualité pour le syndicat Simples

Une plante de qualité, d'après le cahier des charges du syndicat Simples, est cueillie dans le respect des sites naturels, loin de toute source de pollution, ou bien cultivée dans le respect du lien entre l'homme et la plante. Elle est cueillie dans l'année, doit conserver ses couleurs et son parfum, être séchée et stockée dans des conditions qui permettent de préserver ses principes actifs.

Le cahier des charges définit tous ces paramètres, liste les techniques et matériaux pouvant être employés, au-delà du cahier des charges bio, et insiste sur la pratique d'une agriculture à échelle humaine. Le contrôle annuel est effectué en interne. "Des choix qui traduisent notre passion de la plante et notre conscience de jardiniers de la terre."

[www.syndicat-simples.org](http://www.syndicat-simples.org)

importants, la qualité ne sera pas au rendez-vous. Un petit producteur doit agir avec beaucoup de rigueur, dans tous les domaines. S'il y arrive, il aura la meilleure des qualités.

Propos recueillis par Myriam Goulette

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

[www.mediplant.ch](http://www.mediplant.ch)

(1) Agroscope Changins-Wädenswil ACW est un organisme de recherche agronomique national. En Suisse, où la filière PPAM regroupe environ 200 producteurs sur 250 hectares, quasiment tous sont en bio, si bien que les essais menés à Agroscope sont eux aussi naturellement tournés vers ce mode de production. Claude-Alain Carron est intervenu en novembre 2012 lors d'une journée technique organisée par Corabio à Chainaz-les-Frasses en Haute-Savoie.



La variété de thym Varico 3, en Suisse.

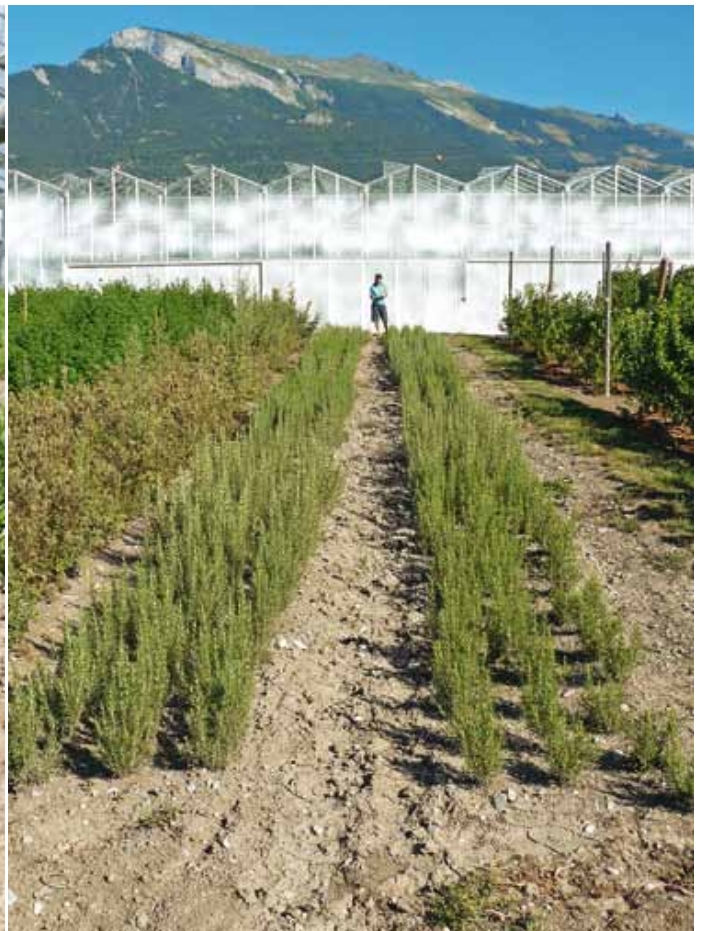
## Evaluation de la résistance au gel de cinq génotypes de romarin

Claude-Alain CARRON, José VOUILLAMOZ et Catherine BAROFFIO, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: Catherine Baroffio, e-mail: catherine.baroffio@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



**Figure 1** | Culture de romarin en serre froide à Sant'Antonino (TI) pour la production précoce d'herbes condimentaires fraîches (Mäder Kräuter).



**Figure 2** | Parcelle d'essai de Conthey en août 2012.

### Introduction

Espèce pérenne typique des zones sèches de garrigue du pourtour méditerranéen, le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) appartient à la famille des Lamiacées. De toutes les espèces sempervirentes typiques du maquis, le romarin sauvage se révèle l'une des plus sensibles au froid, notamment parce que son activité photosynthétique ralentit fortement dès que les températures nocturnes avoisinent 0 °C (Varone et Gratani 2007).

En Suisse, le romarin est une plante condimentaire et médicinale de première importance, mais sa culture commerciale pour la production d'herbe fraîche, d'épices ou d'huile essentielle reste marginale, surtout à cause des risques très élevés de pertes hivernales dues au gel. Situé au sud du pays où quelques stations spontanées de romarins sont répertoriées (Lauber *et al.* 2012), le canton du Tessin est la région qui offre les meilleures chances de réussite pour sa culture (Sassella *et al.* 2008). Ailleurs, la culture du romarin n'est envisa-

geable que dans les situations les plus abritées correspondant aux zones viticoles. En outre, une protection hivernale avec un géotextile épais (30–110 g/m<sup>2</sup>) ou sous tunnel plastique froid est fortement recommandée (Rey *et al.* 2002). La culture sous abri permet également de gagner en précocité et de rallonger la période de croissance du romarin (fig. 1).

Le romarin présentant une grande variabilité morphologique, chémotypique et génétique (Wichtl et Anton 2003), la recherche de géotypes résistants aux rigueurs climatiques est une bonne approche pour favoriser le développement de cette culture dans les régions plus septentrionales que son aire naturelle de distribution. À défaut de rechercher dans les populations naturelles de romarin sur les montagnes méditerranéennes, l'option adoptée dans cet essai a été de comparer des variétés existantes.

Actuellement, c'est le clone 'Reynard', connu pour sa tolérance au froid, qui est recommandé aux producteurs en Suisse. Ce géotype rustique a été sélectionné par Charly Rey (Agroscope) à la fin des années huitante à partir d'une plante adossée à une maison villageoise de Saint-Germain/Savièse (VS, alt. 820 m). Le pied-mère avait survécu sans protection à l'hiver exceptionnellement rigoureux de 1956 (CPC-SKEK 2013). À l'étranger, d'autres cultivars sont reconnus comme résistants au froid, notamment en Hongrie (Domokos *et al.* 1997), en Allemagne (travaux du Dr Wolfram Junghanns en Sachsen-Anhalt) et aux États-Unis, où les clones 'Arp' et 'Hill Hardy' sont considérés comme capables de supporter des températures hivernales inférieures à -10 °C (Herrick et Perry 1995; USNA 2013; Begun *et al.* 2013).

Dans le but d'améliorer la pérennité et la rentabilité économique des cultures de romarin en Suisse, cinq clones réputés résistants ont été évalués en Valais et au Tessin durant deux hivers successifs.

**Tableau 1 | Géotypes, origines et description des cinq clones de romarins testés**

Géotypes	Origine	Port, couleur et dimension moyenne des feuilles (mesure sur la 5 <sup>e</sup> feuille à partir de l'apex)
'Arp'	Madeline Hill, USA	Erigé; gris-vert, longueur 25–30 mm, largeur 3 mm
'Hill Hardy'	Madeline Hill, USA	Erigé; vert grisâtre, longueur 30–35 mm, largeur 2–3 mm
'Isola Verde'	Mäder Kräuter, CH	Erigé; vert, longueur 30 mm, largeur 3–4 mm
'Magadino'	Mäder Kräuter, CH	Erigé; vert, longueur 30–35 mm, largeur 3–4 mm
'Reynard'	Agroscope, CH	Erigé; gris-vert, longueur 20–25 mm, largeur 2–3 mm

**Résumé** ■ En Suisse, la culture commerciale du romarin pour la production d'herbes fraîches, d'épices ou d'huile essentielle est marginale, principalement en raison des risques très élevés de pertes hivernales dues au gel. Situé au sud des Alpes, seul le canton du Tessin offre des perspectives de réussite. Durant les deux hivers de 2011–2013, cinq géotypes connus pour leur rusticité ont été testés au Tessin et en Valais. Tous les clones évalués ont subi des dégâts de gel. Cependant, le géotype nord-américain 'Arp' s'est nettement distingué des quatre autres par sa meilleure résistance au gel et par sa capacité à survivre en plein champ à des températures de -10 °C. Il se caractérise par un port érigé, un potentiel de production élevé en huile essentielle et un profil aromatique à 1,8-cinéol-camphre. En Suisse, la protection des romarins par un voile géotextile ou un tunnel plastique reste fortement recommandée, même dans les zones les plus méridionales.

## Matériel et méthodes

Les essais ont été menés entre 2011 et 2013 en Valais au Centre de recherche Conthey d'Agroscope ACW (alt. 480 m) et au Tessin à Sant'Antonino (alt. 210 m) dans une entreprise de production d'herbes fraîches (Mäder Kräuter) durant l'hiver 2011–2012 (fig. 1 et 2). Quatre géotypes ont été comparés à la variété 'Reynard': les deux clones américains 'Arp' et 'Hill Hardy' et deux clones sélectionnés par l'entreprise Mäder Kräuter, 'Magadino' et 'Isola Verde' (tabl. 1). Les plantations ont eu lieu le 6 juin 2011 à Sant'Antonino, les 30 juin 2011 et 19 mai 2012 à Conthey. Le dispositif expérimental comprenait des blocs randomisés de 24 plantes au minimum disposées en plates-bandes de trois lignes (30 x 30 cm), correspondant à une densité de 7,2 plantes/m<sup>2</sup>. Les mesures ont été prises sur les huit plantes de la ligne centrale afin d'éliminer les effets de bordure. Les parcelles de 2011–2012 n'ont pas été récoltées et seule la résistance au gel a été considérée. Sur la parcelle 2012–2013, les huit plantes centrales ont été prélevées le 27 août 2012 afin d'évaluer la production en biomasse ainsi que la teneur et la composition de l'huile essentielle. La récolte a été réalisée au sécateur à une hauteur de 20 cm. Le séchage a été effectué dans un séchoir PAC (pompe à chaleur) en inox à 35 °C durant 72 heures.

Les paramètres mesurés étaient le rendement (matière fraîche et sèche), le pourcentage de feuilles, la teneur en huile essentielle et sa composition, les dégâts de gel et la mortalité. Les dégâts de gel ont été répartis en quatre classes (< 25 %, 25–50 %, 50–75 %, > 75 % de dégâts) et les plantes atteintes à plus de 75 % considérées comme non viables (= mortalité).

Les données météorologiques étaient fournies par deux stations Campbell CR 10x du réseau Agrometeo, celle des Fougères à Conthey (VS) et celle de Cugnasco (TI) à proximité de la parcelle de Sant'Antonino. Les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales, le nombre de jours de gel et de grand froid (température < -10 °C) et les précipitations d'octobre à mars sont reportés dans le tableau 2.

La teneur en huile essentielle des feuilles sèches a été mesurée par volumétrie, après entraînement à la vapeur d'eau, selon la méthode de la Pharmacopée

européenne. La composition a été déterminée par GC/FID et GC/MS au laboratoire Ilis à Bienne. Les données statistiques ont été traitées avec le logiciel ExcelStat (ANOVA, test de Tukey).

## Résultats et discussion

### Données climatiques

#### Essai 2011–2012

En Suisse, l'hiver 2011–2012 a été très contrasté, en dépit de températures légèrement supérieures aux normes saisonnières (+0,5 à 1 °C), de décembre à février. Doux jusqu'à la fin du mois de janvier, il s'est poursuivi par une période de froid intense la première quinzaine de février sur toute l'Europe centrale (tabl. 2), la vague de froid la plus importante des vingt-sept dernières années et l'un des dix épisodes les plus marquants depuis le début des mesures systématiques (1864). La fin

**Tableau 2 | Températures moyennes mensuelles, maximum, minimum, nombre de jours de gel et de grands froids (< -10 °C) et cumul des précipitations d'octobre à mars à Cugnasco (Sant'Antonino) en 2011–2012 et à Conthey en 2011–2012 et en 2012–2013**

Site Année	Mois	Températures					Précipitations (mm)
		Ø	minimales	maximales	Nombre de jours < 0 °C	Nombre de jours < -10 °C	
Cugnasco 2011–2012	Octobre	12,3	2,1	28,1	0	0	74,6
	Novembre	6,8	-1,4	16,7	14	0	220,6
	Décembre	4,0	-2,5	15,5	18	0	18,8
	Janvier	2,9	-5,2	13,2	21	0	57,6
	Février	2,1	-12,1	22,4	21	3	12,0
	Mars	11,6	0,0	26,4	0	0	106,0
	Ø décembre–février	3,9	-12,1	22,4	60	3	88,4
	Ø octobre–mars	6,7	-12,1	28,1	74	3	489,6
Conthey 2011–2012	Octobre	10,2	-1,6	24,9	3	0	33,6
	Novembre	8,9	-5,9	19,4	21	0	0,4
	Décembre	1,7	-6,8	15,2	21	0	187,2
	Janvier	1,4	-8,5	11,1	18	0	50,4
	Février	-2,1	-13,5	15,4	29	10	0,6
	Mars	8,9	-3,3	23,6	10	0	9,8
	Ø décembre–février	1,5	-13,5	15,4	68	10	238,0
	Ø octobre–mars	4,2	-13,5	24,9	116	10	282,0
Conthey 2012–2013	Octobre	10,9	-3,7	23,4	5	0	38,6
	Novembre	5,7	-4,0	19,9	10	0	54,8
	Décembre	-0,1	-13,9	8,8	22	4	117,6
	Janvier	0,3	-7,0	11,7	30	0	22,4
	Février	-0,2	-10,4	9,7	25	1	60,8
	Mars	4,9	-5,3	17,1	9	0	55,0
	Ø décembre–février	0,0	-13,9	11,7	77	5	200,8
	Ø octobre–mars	3,6	-13,9	23,4	101	5	349,2

du mois de février 2012 a bénéficié d'une douceur inhabituelle (+23 °C) pour la saison au Tessin (Meteosuisse 2013). A Cugnasco, la température moyenne a dépassé de près de 2,5 °C celle de Conthey et seuls trois jours de gels inférieurs à -10 °C ont été enregistrés (tabl. 2). L'hiver 2011–2012 a présenté une évolution des températures similaire au sud des Alpes et en Valais, comme en atteste l'excellente corrélation ( $r = 0,91$ ) obtenue en comparant les données des stations d'Agrometeo proches des parcelles d'essais (fig. 3). En revanche, les précipitations ne se sont pas produites au même moment. En Valais central, elles ont été abondantes durant l'hiver, en particulier en décembre avec 138 % de la normale saisonnière, et largement déficitaires (60 % de la norme) durant la même période au Tessin. Toutefois, les pluies importantes de novembre 2011 (>220 mm) ont suffi à maintenir une bonne humidité du sol durant l'hiver à Sant'Antonino.

#### Essai 2012–2013

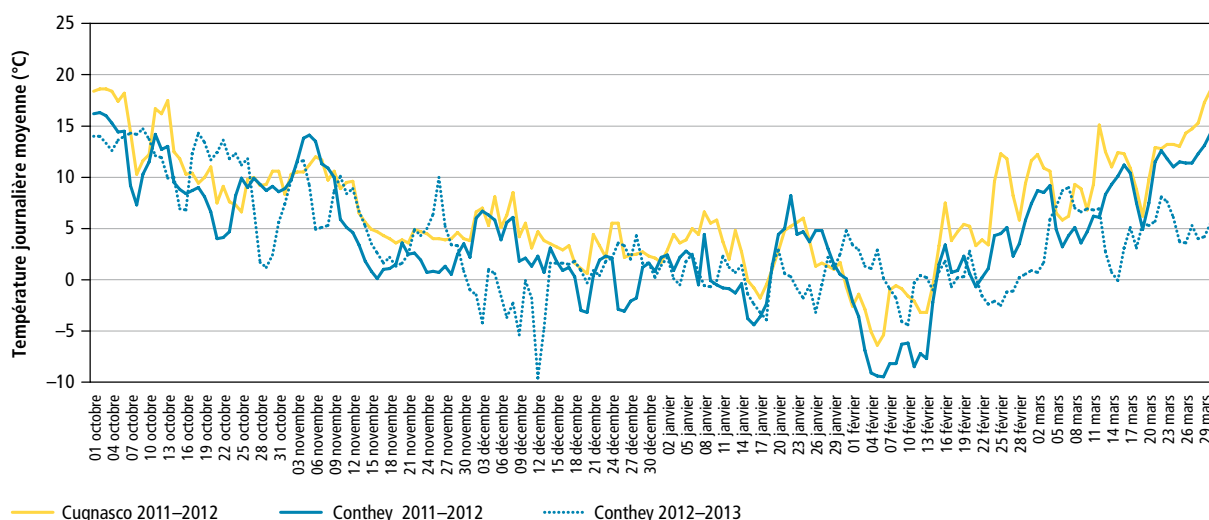
A Conthey, l'hiver 2012–2013 a été froid et persistant, se prolongeant jusqu'à fin mars. Pour la période de décembre-février, la température moyenne a été inférieure d'environ -0,1 °C à la moyenne des trente dernières années et plus fraîche que l'hiver précédent (-0,4 °C). La température minimale a également été légèrement inférieure (-13,9 °C le 12 décembre), mais il n'y a eu que cinq jours de grands gels (<-10 °C), quatre en décembre et un en février. Par rapport à

l'hiver 2011–2012, les gels sévères sont intervenus plus tôt, entre le 9 et 13 décembre (tabl. 2; fig. 3). A Sion, les précipitations hivernales ont à nouveau excédé (143 %) la moyenne des trente dernières années (Meteosuisse 2013).

De manière générale, ces deux hivers rigoureux avec une bonne humidité du sol ont été propices à l'évaluation de la sensibilité au gel des clones de romarin.

#### Résistance au gel

L'hiver 2011–2012 s'est traduit par des pertes de plantes très importantes dans les deux sites. Même si les moyennes de dégâts de gel et de mortalité des géotypes étaient sensiblement différentes, en particulier au Tessin, peu de ces différences étaient significatives, probablement en raison de la répartition spatiale des pertes constatées (tabl. 3). Les dommages sévères sont principalement dus à l'épisode polaire de la première quinzaine de février car, avant cette période, à Conthey le feuillage des romarins ne manifestait quasiment pas de symptômes. Le clone 'Arp' s'est nettement distingué des quatre autres par sa meilleure tolérance au froid dans les deux sites (tabl. 3). Sa mortalité a été particulièrement faible (2,1 %) sous le climat plus clément du Tessin, confirmant ainsi les résultats de Herrick et Perry (1995) au Vermont: dans une expérience en container, 100 % des plantes du géotype 'Arp' ont survécu à une exposition à -8 °C, 75 % à -11 °C et seulement 25 % à -14 °C. Le comportement des quatre autres clones a



**Figure 3 |** Courbes de températures moyennes journalières d'octobre à mars à Cugnasco en 2011–2012 (jaune) et Conthey en 2011–2012 (bleu continu) et en 2012–2013 (noir pointillé). Celles de 2011–2012 illustrent la clémence du climat tessinois par rapport au climat plus continental du Valais central, la bonne corrélation entre les deux sites ( $r = 0,91$ ), ainsi que l'épisode glacial du début février 2012. La courbe 2012–2013 en pointillé bleu atteste de l'arrivée plus précoce d'une première vague de froid, dès fin novembre, et de la persistance du climat rigoureux jusqu'à fin mars.

légèrement différé entre les deux sites. 'Reynard' et 'Magadino' ont mieux résisté en Valais et subi davantage de dégâts au Tessin que les deux autres. En revanche, 'Hill Hardy' et 'Isola Verde' se sont montrés les plus sensibles à l'épisode polaire de février et ont péri à 100 % dans l'essai de Conthey (tabl. 3; fig. 4).

A Conthey en 2012–2013, malgré des températures moyennes et minimales plus basses qu'en 2011–2012 (tabl. 2), la mortalité a été sensiblement plus faible pour tous les clones (tabl. 3; fig. 4). Le géotype 'Arp' a subi à nouveau moins de pertes hivernales. Lors de ce second hiver, le clone 'Magadino' s'est révélé le plus fragile (tabl. 3).

Le meilleur hivernage global des romarins en 2012–2013 ne cadre pas avec la température moyenne et avec la valeur négative absolue, toutes deux plus froides qu'en 2011–2012 (tabl. 2). L'explication de la

moins bonne performance enregistrée en 2011–2012 est plutôt à rechercher dans l'alternance marquée d'une période de relative douceur à mi-janvier 2012 et dans la persistance de l'épisode polaire de la première quinzaine de février (fig. 3). D'autres causes physiologiques ou phénologiques peuvent être invoquées si on suit l'hypothèse que les conditions estivales de croissance favorisent la résistance au gel des plantes ligneuses (Poirier 2012). En effet, la plantation a eu lieu plus tôt en 2012 qu'en 2011; en novembre, les plantes étaient ainsi plus vigoureuses et l'aoûtement meilleur à l'entrée de l'hiver.

Les dégâts de gel ont été plus élevés sur les romarins récoltés (72,6 % en moyenne) que sur les plantes non fauchées (45 %) (fig. 5). Cet écart confirme la relation maintes fois décrite entre la sensibilité au gel et la date de la dernière récolte pour diverses Lamiacées à feuillage persistant (Rey 1991; Carlen *et al.* 2006). Afin de favoriser la résistance au froid du romarin, la dernière récolte doit intervenir avant la fin du mois d'août, en veillant à laisser suffisamment de feuillage à au moins 20–25 cm de haut. Outre cette précaution, il

**Tableau 3 | Dégâts de gel et mortalité (plantes avec des dégâts supérieurs à 75%) exprimés en % de cinq clones de romarin à Sant'Antonino durant l'hiver 2011–2012, et à Conthey durant les hivers 2011–2012 et 2012–2013; moyennes de quatre répétitions avec l'indication entre parenthèses de l'écart-type**

Sant-Antonino 2011–2012				
Géotypes	Dégâts [%] (écart-type)		Mortalité [%] (écart-type)	
Arp	16,1 <sup>b</sup>	(2,5)	2,1 <sup>b</sup>	(3,1)
Hill Hardy	51,4 <sup>a</sup>	(16,4)	29,4 <sup>ab</sup>	(19,6)
Isola Verde	55,7 <sup>a</sup>	(16,5)	51,6 <sup>a</sup>	(42,3)
Magadino	47,5 <sup>a</sup>	(6,3)	23,6 <sup>ab</sup>	(19,7)
Reynard	62,2 <sup>a</sup>	(5,7)	45,8 <sup>a</sup>	(33,6)

Conthey 2011–2012				
Géotypes	Dégâts [%] (écart-type)		Mortalité [%] (écart-type)	
Arp	71,4 <sup>b</sup>	(10,4)	72,9 <sup>b</sup>	(7,2)
Hill Hardy	100 <sup>a</sup>	(0)	100 <sup>a</sup>	(0)
Isola Verde	100 <sup>a</sup>	(0)	100 <sup>a</sup>	(0)
Magadino	84,4 <sup>ab</sup>	(4,4)	89,9 <sup>ab</sup>	(2,9)
Reynard	77,1 <sup>b</sup>	(7,5)	83,3 <sup>ab</sup>	(13,6)

Conthey 2012–2013				
Géotypes	Dégâts [%] (écart-type)		Mortalité [%] (écart-type)	
Arp	39,8 <sup>b</sup>	(5,2)	17,7 <sup>b</sup>	(12,4)
Hill Hardy	62,0 <sup>ab</sup>	(26,4)	47,9 <sup>ab</sup>	(34,1)
Isola Verde	53,4 <sup>ab</sup>	(25,7)	39,6 <sup>ab</sup>	(34,1)
Magadino	72,1 <sup>a</sup>	(14,6)	66,7 <sup>a</sup>	(22,6)
Reynard	66,9 <sup>ab</sup>	(18,7)	54,2 <sup>ab</sup>	(25,7)

Les petites lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P < 0,05$  selon le test de Tukey).



**Figure 4 | Importants dégâts de gel à Conthey en mai 2012. Au premier plan, le clone 'Arp', qui a partiellement survécu sans protection à quatorze jours consécutifs de fort gel ( $< -10$  °C) en février.**

reste recommandé de protéger les cultures de romarin en hiver par un voile géotextile ou un tunnel plastique en Suisse, même dans les zones les plus méridionales (Rey *et al.* 2002).

### Potentiel agronomique

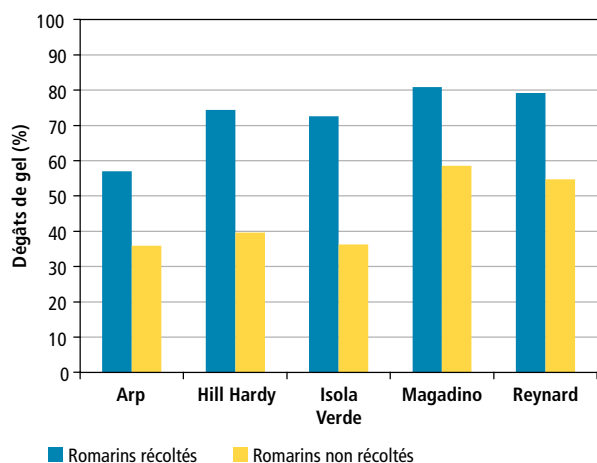
Dans l'essai de Conthey 2012–2013, huit plantes ont été observées, mesurées et récoltées le 27 août afin d'évaluer le potentiel agronomique de chaque clone (tabl. 1). Les cinq géotypes choisis ont un port érigé facilitant la récolte, adapté à une production commerciale. En première année de culture, les clones 'Arp' et 'Hill Hardy' se sont révélés les plus vigoureux et les plus productifs en matière et en feuilles sèches (tabl. 4), tandis que le standard 'Reynard' se montrait le plus chétif. Le potentiel de production de près de 40 kg MS/are est comparable, voire légèrement supérieur aux meilleurs clones décrits au Tessin par Sassella *et al.* (2008). En revanche, le clone 'Arp' a fourni un taux de feuilles signi-

ficativement inférieur (< 60 %) à celui des quatre autres géotypes (67,6 à 71,7 %).

La teneur en huile essentielle des cinq clones a été satisfaisante, supérieure aux exigences de la Pharmacopée européenne (12 ml/kg sur les feuilles séchées) avec une grande variation entre les géotypes (tabl. 4). Avec sa teneur supérieure à 3 %, 'Arp' offre un potentiel élevé de production en huile essentielle, proche du double de celui des clones 'Hill Hardy', 'Isola Verde' et 'Magadino' et cinq fois supérieur à celui de 'Reynard'.

### Profil aromatique

La composition de l'huile essentielle du romarin est influencée à la fois par le géotype et par le stade phénologique de la plante (Teuscher *et al.* 2005). Des effets de la fertilisation et de la date de récolte sur le profil aromatique ont aussi été mis en évidence, notamment au Portugal (Miguel *et al.* 2007). Dans notre essai, les analyses ont été réalisées sur la moyenne de quatre



**Figure 5 |** Influence de la récolte sur la résistance au gel de cinq géotypes de romarin à Conthey en 2012–2013. Moyenne de quatre répétitions.

**Tableau 4 |** Rendements en matière sèche, en feuilles et en huile essentielle de cinq clones de romarin en première année de culture à Conthey en 2012; moyennes de quatre répétitions

Géotypes	Matière sèche (g/m <sup>2</sup> )	Feuilles sèches		Huile essentielle des feuilles sèches	
		(%)	(g/m <sup>2</sup> )	% (ml/g)	(ml/m <sup>2</sup> )
Arp	399 <sup>a</sup>	59,3 <sup>b</sup>	237 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>	7,20 <sup>a</sup>
Hill Hardy	382 <sup>a</sup>	68,2 <sup>a</sup>	259 <sup>a</sup>	1,47 <sup>c</sup>	3,87 <sup>b</sup>
Isola Verde	297 <sup>ab</sup>	69,9 <sup>a</sup>	207 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>bc</sup>	3,96 <sup>b</sup>
Magadino	220 <sup>bc</sup>	71,7 <sup>a</sup>	157 <sup>b</sup>	2,05 <sup>b</sup>	3,19 <sup>b</sup>
Reynard	133 <sup>c</sup>	67,6 <sup>a</sup>	90 <sup>c</sup>	1,49 <sup>c</sup>	1,32 <sup>c</sup>

Les petites lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P < 0,05$  selon le test de Tukey).

**Tableau 5 |** Composition de l'huile essentielle de cinq clones de romarin en première année de culture à Conthey en 2012 en comparaison avec les profils chromatographiques des types «Espagne» et «Maroc-Tunisie» (Pharmacopée européenne); mélange de quatre répétitions

Géotypes	Composition de l'huile essentielle [%]								
	$\alpha$ -pinène	Camphène	$\beta$ -myrcène	Limonène	1,8-cinéol	Camphre	Acétate de bornyle	Bornéol	Verbénone
Arp	7,26	4,33	1,41	3,05	30,6	21,5	5,2	4,04	1,28
Hill Hardy	22,8	4,1	3,71	3,43	26,8	3,57	2,74	1,79	7,77
Isola Verde	29,9	5,56	4,11	4,00	7,67	8,23	6,24	2,42	8,43
Magadino	30,2	5,6	3,96	3,99	7,39	8,08	6,26	2,3	8,63
Reynard	12,9	5,34	5,24	4,19	17,3	23,6	3,41	2,72	4,16
<i>Profils chromatographiques définis par la Pharmacopée eur., 6<sup>e</sup> éd., [01/2008:1848]</i>									
Espagne	18–26	8–12	1,5–5	2,5–5	16–25	13–21	0,5–2,5	2–4,5	0,7–2,5
Maroc-Tunisie	9–14	2,5–6	1–2	1,5–4	38–55	5–15	0,1–1,5	1,5–5	< 0,4

répétitions à une seule date en fin d'été sur des plantes en première année de culture. Elles permettent de caractériser les clones, mais leur interprétation nécessite davantage de recul.

La Pharmacopée européenne différencie deux profils chromatographiques d'huile essentielle de romarin: le «type Espagne» et le «type Maroc et Tunisie» (Begum *et al.* 2013; Bruneton 2009). Aucun des cinq géotypes testés ne correspond parfaitement à l'un de ces types; le clone 'Reynard' présente toutefois un profil chromatographique 1,8-cinéol-camphre assez proche du «type Espagne» (tabl. 5). Ce type de romarin est également cultivé et décrit en Inde dans les Uttaranchal Hills (Rahman *et al.* 2006).

En Suisse, dans une étude portant sur 43 clones de romarin collectés au Tessin, Sassella *et al.* (2008) ont défini quatre groupes chimiques en fonction des profils aromatiques observés: groupe 1 (teneur élevée en camphène et en camphre); groupe 2 (teneur élevée en 1,8-cinéol et  $\beta$ -pinène); groupe 3 (teneur élevée en acétate de bornyle et en limonène); groupe 4 (teneur élevée en  $\alpha$ -pinène et en verbénone). Quatre des géotypes évalués dans ces essais présentent des similitudes avec ces groupes: 'Arp' et 'Reynard' avec un profil à dominante 1,8-cinéol-camphre se rapprochent du groupe 2, tandis que 'Isola Verde' et 'Magadino' présentent un profil à dominante  $\alpha$ -pinène avec une bonne teneur en verbénone, rappelant le groupe 4 (tabl. 5). Seul 'Hill Hardy', caractérisé par sa richesse en  $\alpha$ -pinène avec une teneur intéressante en verbénone, diffère significativement des groupes définis par Sassella *et al.* (2008).

La teneur en camphre fournie par le clone 'Reynard' à Conthey (23,6 %), nettement inférieure à celles obtenues dans les essais au Tessin en 2004 (> 40 %), confirme l'incidence des facteurs environnementaux, phénologiques et culturaux sur ce composé (Miguel *et al.* 2007). Conformément à ce qu'indiquent Sassella *et al.* (2008), une bonne corrélation négative peut être établie entre  $\alpha$ -pinène et camphre ( $r^2 = 0,70$ ) et entre limonène et 1,8-cinéol ( $r^2 = 0,71$ ).

## Conclusions

- En raison de sa bonne résistance au gel, le clone 'Arp' est le mieux adapté au climat suisse. Ce géotype peut supporter en plein champ des températures de  $-10^\circ\text{C}$ . Il se caractérise par un port érigé, un potentiel de production élevé en huile essentielle et un profil aromatique 1,8-cinéol-camphre.
- Les clones 'Hill Hardy', 'Reynard', 'Magadino' et 'Isola Verde' ont subi de graves dégâts lors des deux hivers d'essai. Ils ne sont pas conseillés pour la culture en zone alpine non abritée.
- Dans les conditions climatiques des hivers 2011–2012 et 2012–2013, tous les clones ont subi des dégâts de gel. Afin de favoriser l'hivernage du romarin en Suisse, les recommandations demeurent d'effectuer la dernière récolte avant la fin du mois d'août à une hauteur de 20 à 25 cm et de protéger la culture en hiver avec un voile géotextile ou un tunnel froid, même dans les zones les plus méridionales. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient M. Ueli Mäder (directeur de Mäder Kräuter) et M. Thomas Görlitz (chef de culture à Sant'Antonino, TI) pour leur collaboration. M. Josy Cheseaux, horticulteur à Saillon (VS), pour la mise à disposition des pieds-mères des clones 'Arp' et 'Hill Hardy', ainsi que M. Ivan Slacanin à Bienne pour la caractérisation des huiles essentielles.

### Bibliographie

- Begum A., Sandhya S., Syed Shaffath A., Vinod K. R., Swapna R. & Banji D., 2013. An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* **12** (1), 61–73.
- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4<sup>e</sup> édition. Editions Tec & Doc - EM Inter, 1269 p.
- Carlen C., Carron C. A., Previdoli S. & Baroffio C. A., 2006. Sauge officinale: effets de la fréquence des récoltes, de la hauteur et de la date de la dernière coupe avant l'hiver sur la productivité et la qualité. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (5), 315–320.
- CPC-SKEK, Conservation des ressources génétiques, 2013. *Rosmarin-Romarin*. Adresse: [http://www.bdn.ch/media/files/pdf/Variety\\_37047\\_0.pdf](http://www.bdn.ch/media/files/pdf/Variety_37047_0.pdf) [01.03.2013]
- Domokos J., Héthelyi E., Pálkás J., Szirmai S. & Tulok M. H., 1997. Essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *J. essent. Oil Res.* **9** (1), 41–45.
- Herrick T. H. & Perry L. P., 1995. Controlled Freezing of Twenty-three Container-grown Herbaceous Perennials. *J. environ. Hortic.* **13** (4), 190–193.
- Lauber K., Wagner G. & Gyax A. 2012. Flora Helvetica. Haupt.
- Meteosuisse 2013. Bulletin climatologique saisonnier. Adresse: [http://www.meteosuisse.admin.ch/web/fr/climat/climat\\_aujourd'hui/retrospective\\_saisonniere/bulletin\\_climatologique1.html](http://www.meteosuisse.admin.ch/web/fr/climat/climat_aujourd'hui/retrospective_saisonniere/bulletin_climatologique1.html) [20.03.2013]
- Miguel M. G., Guerrero C., Rodrigues H. & Brito J., 2007. Essential oils of *Rosmarinus officinalis* L., effect of harvesting dates, growing media and fertilizers. Proc. of the 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, Greece, July 24–26 2007, 65–70.
- Poirier M., 2008. Etude écophysio-logique de l'endurcissement au gel des arbres. Thèse. Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand II Université d'Auvergne, 316 p.
- Rahman L. U., Kuckerja A. K. Singh S. K., Singh A., Yadav A. & Khanuja S. P. S., 2007. Qualitative analysis of essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. cultivated in Uttaranchal Hills, India. *J. Spices arom. Crops.* **16** (1), 55–57.



**Summary****Evaluation of frost resistance of five rosemary genotypes**

In Switzerland, the commercial cultivation of rosemary for the production of fresh herbs, spices or essential oil is marginal, mainly because of the very high risk of losses due to winter frost. Located in the south of the country, only the canton of Ticino can provide prospects of success. During the two winters from 2011 to 2013, five genotypes known for their hardiness were tested in Ticino and in Valais. All the evaluated clones suffered frost damage. However, the North American genotype 'Arp' clearly distinguished from the others by its better frost resistance and its ability to survive in the field at temperatures reaching  $-10^{\circ}\text{C}$ . It is characterized by an erect growth, a high essential oil production potential and a 1,8-cineole-camphor aromatic profile. In Switzerland, the protection of rosemary fields with a geotextile veil or under a plastic tunnel remains highly recommended, even in southern areas.

**Key words:** rosemary, genotype, frost damage, essential oil, yield, Switzerland.

**Zusammenfassung****Beurteilung der Frostresistenz von fünf Rosmarin-Genotypen**

In der Schweiz ist der gewerbsmässige Anbau von Rosmarin für die Produktion von frischen Kräutern, Gewürzen oder ätherischem Öl von geringer Bedeutung. Dies ist vor allem auf das sehr hohe Risiko von Verlusten durch Winterfrost zurückzuführen. Einzig der Kanton Tessin, im Süden des Landes, bietet günstige Bedingungen. Während den zwei Wintern 2011 bis 2013 wurden fünf für ihre Widerstandsfähigkeit bekannte Rosmarin-Genotypen im Tessin und im Wallis getestet. Alle getesteten Genotypen haben Frostschäden erlitten. Nur der Nordamerikanische Genotyp 'Arp' konnte sich dank seiner besseren Toleranz gegen Winterfrost und seiner Fähigkeit im Freiland bei Temperaturen bis  $-10^{\circ}\text{C}$  zu überleben, von den vier anderen Genotypen absetzen. Seine Merkmale sind: aufrechte Wuchsform, hohes Produktionspotential von ätherischem Öl und ein aromatisches Profil von 1,8-Cineol-Campher. In der Schweiz wird auch für wärmere Gebieten wie im Tessin empfohlen, Rosmarinpflanzungen über den Winter mit Geotextil oder Plastiktunnel zu schützen.

**Riassunto****Valutazione della resistenza al gelo di cinque genotipi di rosmarino**

In Svizzera, la coltivazione commerciale di rosmarino per la produzione di erbe aromatiche, spezie e oli essenziali è marginale, soprattutto a causa del rischio molto elevato di perdite dovute al gelo invernale. Situato nel sud del paese, solo il Canton Ticino offre prospettive di successo. Durante i due inverni del 2011–2013, cinque genotipi noti per la loro robustezza sono stati testati in Ticino e Vallese. Tutti i cloni valutati hanno subito danni da gelo. Tuttavia, il clone nordamericano 'Arp' si è chiaramente distinto dagli altri quattro con la sua migliore resistenza al gelo e la sua capacità di sopravvivere in campo a temperature fino a  $-10^{\circ}\text{C}$ . È caratterizzato da una crescita eretta, un potenziale di produzione elevato in olio essenziale e da un profilo aromatico 1,8-cineolo-canfora. In Svizzera, la protezione dei campi di rosmarino con un velo geotessile o sotto un tunnel di plastica rimane altamente raccomandata, anche nelle zone meridionali.

- Rey C., 1991. Incidence de la date et de la hauteur de coupe en première année de culture sur la productivité de la sauge officinale et du thym vulgaire. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 23 (2), 137–143.
- Rey C., Carlen C., Carron C. A., Cottagnoud A., Bruttin B. Schweizer N. & Sassella A., 2002. Protection hivernale des plantes aromatiques cultivées en montagne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 34 (6), 365–372.
- Rey C., Carron C. A., Sassella A. & Carlen C., 2002. Rapport d'activité du groupe PLAM-RAC, 63 p.
- Sassella A., Caccia M., Tettamanti C., Conti A. & Jermini M., 2008. *Rosmarinus officinalis* L.: comparaison de clones tessinois. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 40 (2), 117–123.
- Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques*. Editions Tec & Doc - EM Inter, 522 p.
- The United States of Arboretum, 2013. The right Rosemary. Adresse: <http://www.usna.usda.gov/Gardens/faqs/RightRosemary.html> [01.03.2013]
- USDA, 2012. USDA Plant Hardiness Zone Map. Adresse: <http://planthardiness.ars.usda.gov/PHZMWEB/> [29.03.2013]
- Varone L. & Gratani L., 2007. Physiological response of eight Mediterranean maquis species to low air temperatures during winter. *Photosynthetica* 45 (3), 385–391.
- Wichtl M. & Anton R., 2003. *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Editions Tec & Doc - EM Inter, 2<sup>e</sup> édition, 788 p.

# Mélisse officinale: couverture agrotextile et rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique

Claude-Alain CARRON, José VOUILLAMOZ et Catherine BAROFFIO, Agroscope, 1964 Contthey

Renseignements: Claude-Alain Carron, e-mail: [claude-alain.carron@agroscope.admin.ch](mailto:claude-alain.carron@agroscope.admin.ch), tél. +41 27 345 35 11, [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)



**Figure 1** | Parcelle de *Melissa officinalis* à Bruson (VS), à 1050 m d'altitude. La variété 'Lorelei' (mediSeeds) est bien adaptée aux conditions pédoclimatiques de l'étage de végétation collinéen-montagnard suisse. Elle se caractérise par une bonne homogénéité, un port érigé en première année de culture, une bonne tolérance aux maladies et un potentiel de rendement élevé en feuilles et en acide rosmarinique.

## Introduction

La mélisse officinale (*Melissa officinalis* L.) est de première importance pour les producteurs de plantes médicinales et aromatiques en Suisse. En termes de surface ou de tonnage, c'est l'une des quatre espèces les plus cultivées avec la sauge officinale, la menthe poivrée et le thym vulgaire. Sa production en herbe sèche est destinée à l'industrie agro-alimentaire pour la confection de tisanes ou de bonbons. Elle est utilisée en usage interne et externe depuis l'Antiquité pour ses propriétés sédatives, digestives, apéritives, analgés-

siques, antibactériennes, antivirales et antioxydantes. Les principaux constituants des feuilles de mélisse sont l'huile essentielle (HE) (jusqu'à 0,8%), contenant des aldéhydes monoterpéniques à odeur citronnée (géralinal, néral et citronellal), des dérivés de l'acide hydroxycinnamique (4 à 7%) aussi appelés «tanins des Lamiacées», dont le principal est l'acide rosmarinique (AR), des dérivés hydroxycoumariniques comme l'esculétine, des flavonoïdes (hétérosides de lutéoline, d'apigénine, de quercétine, de kaempférol) et des acides triterpéniques (acides ursolique et oléanolique) (Teuscher *et al.* 2005). La Pharmacopée européenne (tome 2; 2008)

définit que la feuille séchée de mélisse doit contenir au minimum 4 % de dérivés hydroxycinnamiques totaux exprimés en AR. Ce composé phénolique, connu pour ses propriétés antivirales et antioxydantes (Tóth *et al.* 2003; Canelas et Teixeira da Costa 2007), est indiqué pour le traitement des affections cutanées comme l'herpès labial (*Herpes simplex*). Parmi les Lamiacées, la mélisse officinale constitue une source naturelle majeure d'AR (Jungmin 2010; Zgórk et Glowniak 2001; Shekarchi *et al.* 2012) par sa teneur élevée (4–7 % des feuilles sèches) (Wichtl et Anton 2003). Dans les conditions de culture suisses, son potentiel de production annuel en feuilles sèches dépasse 3000 kg/ha (Rey 1995; Carron *et al.* 2008). Ainsi, le rendement de la variété de mélisse 'Lorelei' est estimé à 500 kg/ha d'AR en trois années de culture (Carlen *et al.* 2008).

Il est admis qu'une couverture des cultures de mélisse avec un voile de forçage non tissé entraîne une augmentation sensible de la production d'HE, notamment grâce à un meilleur climat et à un gain de chaleur substantiel (Carron *et al.* 2008). En revanche, l'impact de cette technique sur l'AR reste méconnu. Deux essais en 2010 et 2012 ont étudié l'influence d'une couverture des cultures de mélisse avec un agrotextile sur la teneur et la production en AR.

## Matériel et méthodes

Les essais ont été réalisés *on farm* chez des producteurs des coopératives de Valplantes et de Waldhof, sur deux parcelles de mélisse officinale de la variété 'Lorelei' (fig.1) en 3<sup>e</sup> année de culture (tabl.1). Le premier a été réalisé en 2010 à Bruson (alt.1040 m), dans le val de Bagnes en Valais, sur une culture irriguée par aspersion en plate-bande de trois lignes plantées à une densité de 10 plantes/m<sup>2</sup> (fig. 2). Le second a été mené en 2012 à Escholzmatt (alt. 790 m) dans l'Entlebuch (LU) sur une plantation non irriguée, d'une densité de 6 plantes/m<sup>2</sup> sur un paillage tissé noir de 100 g/m<sup>2</sup> et couverte toute la saison d'un agrotextile de forçage (fig. 3). Dans les deux sites, la fumure était de 110 kg N/ha, 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha et 160 kg K<sub>2</sub>O/ha, selon les normes établies pour les plantes aromatiques (Carlen *et al.* 2006). Dans chaque champ, huit parcelles de 20 m<sup>2</sup> ont été délimitées. Quatre étaient couvertes d'agrotextile durant toute la période de végétation et quatre témoins étaient sans

**Résumé** ■ En Suisse, en zone de montagne, certains producteurs couvrent leur culture de mélisse officinale d'un voile agrotextile non tissé durant la période de végétation pour la protéger du froid et rallonger la durée de croissance. L'influence de cette pratique sur le rendement et la qualité a été étudiée, en particulier sur la teneur en huile essentielle (HE) et en acide rosmarinique (AR). Le meilleur climat généré par l'agrotextile permet de doubler la production en HE. Une bonne corrélation a été observée entre la température moyenne des 28 jours précédant la récolte et la teneur en HE. Les meilleures teneurs en HE ont été obtenues dans les coupes estivales. Dans une moindre mesure, le rendement en AR a été prétérité par le voile, avec une teneur inférieure de 11 à 15 % à celle des variantes sans couverture. Par effet d'ombrage, l'agrotextile favorise l'allongement des entre-nœuds, au détriment de la production en feuilles et du rendement en AR. Des températures plus basses exercent un effet positif sur la teneur en AR, notamment les derniers jours avant la récolte. Les récoltes de septembre ont été les plus favorables à la formation de l'AR. Ces résultats et le fait que la température sous couverture est moins influencée avec une végétation abondante permettent de recommander aux producteurs de découvrir leurs cultures une semaine avant la récolte, afin d'optimiser la production en AR et en HE et d'améliorer le taux de feuilles.

couverture. Le voile de forçage était un agrotextile non tissé blanc en polypropylène de 17 g/m<sup>2</sup> (fig. 2). Les récoltes et mesures de poids ont été prises sur une surface de 2 m<sup>2</sup>. Le fauchage a été effectué au Supercut 2000 NT™. La récolte a été séchée en caisses de plastique G1 à 35 °C dans le séchoir expérimental d'Agroscope à Conthey (pompe à chaleur, structure du caisson en inox). Les paramètres analysés étaient le rendement en matière sèche et en feuilles, le rapport feuilles/tiges, la teneur en HE et la teneur en AR. Le rapport feuilles/

**Tableau 1** | Description des parcelles pour les essais «on farm» à Bruson (VS) et à Escholzmatt (LU)

Essai	Coordonnées (m)	Altitude (m)	Date pose agrotextile	Nombre et dates de récoltes
Bruson 2010	582630/101830	1040	10.05.10	3 (10 juin, 21 juillet, 9 septembre)
Escholzmatt 2012	640200/197500	790	26.04.12	2 (27 juin, 7 septembre)

tiges a été évalué par mondage manuel sur 100g de matière sèche. L'HE a été titrée par hydrodistillation à la vapeur selon la méthode de la Pharmacopée européenne (tome 1; 2008). L'AR a été extrait des feuilles broyées et tamisées (1 mm). De la poudre séchée au dessiccateur durant 12 h, 100 mg ( $\pm 0,0005$ ) ont été prélevés et pesés dans des tubes 'Falcon' de 50ml, puis complétés avec 10 ml d'EtOH/H<sub>2</sub>O (50%/50%), et le pH 2,5 ajusté avec de l'acide formique. Après un passage



**Figure 2** | Dispositif expérimental de Bruson lors de la pose de l'agrotexile, le 12 mai 2010. Quatre répétitions de 20 m<sup>2</sup> ont été couvertes.

de dix minutes dans un bain à ultrasons à 60°C, les tubes ont été centrifugés quinze minutes à 5000rpm. L'extraction a été faite à trois reprises, puis complétée à 50ml avec le tampon d'extraction à 20°C (fig. 4). Après filtrage, les extraits de 1,5 ml ont été placés au réfrigérateur à 4°C. La quantification de l'AR a été réalisée par HPLC par le groupe «Lebensmittelmikrobiologie,-analytik und Sensorik» d'Agroscope à Wädenswil sur une colonne Symmetry C18 de Waters avec un débit de 0,5 ml/min dans un éluant acide phosphorique 0,85%/méthanol 1:1 v/v. La quantité d'injection était de 20 µl, la température de la colonne de 25°C et la longueur d'onde de 330 nm. Les résultats ont été traités avec le logiciel XLSTAT (Anova, test de Tukey).

Les données météorologiques provenaient des stations de mesure de Bruson et Zäziwil du réseau Agrométéo ([www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)). Les données de Bruson 2010 sont précises car la parcelle expérimentale se situait à moins d'un kilomètre et à la même altitude que la station de mesure. Par contre, le champ d'Escholzmatt en 2012 était à quelque 25 km à vol d'oiseau à l'est de la station de Zäziwil et 90 m plus haut en altitude; les données sont ainsi un peu moins extrapolables. Les températures réelles au champ ont été certainement d'au moins 0,6°C plus basses dans l'Entlebuch que les mesures enregistrées dans le Mittelland bernois. En conséquence, une correction de -0,6°C a été appliquée aux températures mesurées pour les calculs de corrélation, en se basant sur une perte moyenne de 0,65°C par 100 m d'altitude dans les Alpes (Luyet *et al.* 2010).



**Figure 3** | Parcelle d'expérimentation d'Escholzmatt (LU) lors de la première récolte, le 27 juin 2012.



**Figure 4** | Extraction de l'acide rosmarinique. Les ballons jaugés sont complétés à 50 ml avec le tampon d'extraction à 20°C.

## Résultats et discussion

### Influence du climat

Durant la période de végétation de mai à octobre, les températures moyennes mensuelles ont été plus élevées à Escholzmatt en 2012 qu'à Bruson en 2010, sauf en juillet. Avec un cumul de 579 mm en 2012, les précipitations en Suisse centrale ont largement dépassé celles du Valais en 2010 (208 mm) (tabl. 2), ce qui laisse supposer moins d'ensoleillement et de radiations. L'amplitude des températures (différence max-min) a également été plus importante à Zäziwil avec une moyenne mensuelle de 25,2°C contre 21,4°C à Bruson. En outre, en 2012, deux nuits de gels printaniers (16 et 17 mai) ont eu lieu à Escholzmatt. Lors de ces essais, le climat plus humide, moins ensoleillé, à température plus contrastée de Suisse centrale a été globalement moins favorable au développement de la végétation que celui du Valais.

### Rendement en matière sèche

A Bruson, en 2010, la productivité en matière sèche a été deux fois plus importante qu'à Escholzmatt en 2012 (tabl. 3). Ce résultat s'explique par la perte d'une récolte en raison du gel de mai, la densité de plantation plus faible, et les nuits plus fraîches en fin d'été qui ont été défavorables à la croissance. Étonnamment, l'agrotex- tile n'a occasionné de rendement supplémentaire en

biomasse dans aucun des deux essais, malgré le meilleur microclimat pour la végétation et la chaleur supplémentaire (en moyenne de mai à octobre +2,6°C) (Carron et al. 2008). Ce comportement, qui diverge des témoignages des producteurs accoutumés aux agrotex- tiles non tissés, s'explique peut-être par le frein mécanique de la croissance des plantes résultant de petites surfaces couvertes (fig. 2). Dans les deux sites, la proportion de feuilles a été pénalisée par la couverture dont l'effet d'ombrage a favorisé l'allongement des entre-nœuds. En conséquence, le rendement annuel en feuilles sèches a diminué de 21 % à Bruson et de 9 % à Escholzmatt par rapport aux variantes non couvertes (tabl. 3).

### Huile essentielle

La teneur, la composition et la qualité de l'HE de la mélisse varient considérablement selon le site de production, les conditions climatiques, la période de récolte et le stade ontogénétique (Wichtl et Anton 2003). Manukyan et Schnitzler (2006) ont mis en évidence en chambre climatique l'influence considérable de la température de l'air sur la productivité et la qualité de l'HE de la mélisse. Dans leur expérience, la teneur en HE a été jusqu'à 2,5 fois plus élevée à 25°C qu'à 15°C, tandis que la composition de l'HE variait également significativement en fonction de la température et de l'époque de récolte. Le stress hydrique est aussi souvent cité

**Tableau 2 | Données météorologiques des stations «Agrometeo» de Bruson en 2010 et de Zäziwil en 2012. Moyennes mensuelles de la température et cumul des précipitations durant la période des essais de mai à septembre**

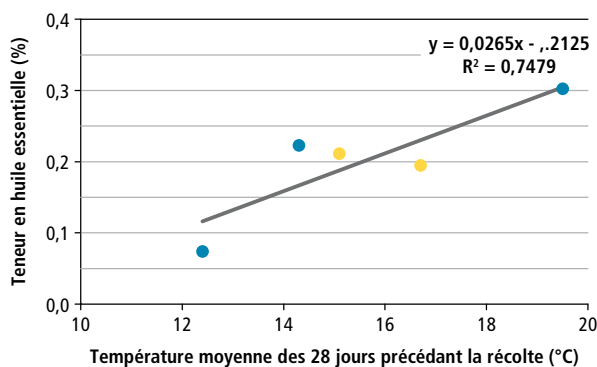
Mois	Bruson 2010				Zäziwil 2012			
	Température (°C)			Précipitations (mm)	Température (°C)			Précipitations (mm)
	Moyenne	Minimum	Maximum		Moyenne	Minimum	Maximum	
Mai	9,5	2,5	24,2	72,1	12,7	-1,8	27,1	92,2
Juin	14,7	4,7	25,5	27,8	16,4	4,4	29,3	156,1
Juillet	18,0	8,5	30,6	46,9	16,7	7,0	31,1	48,3
Août	14,8	5,5	29,6	46,1	18,1	7,6	32,3	142,0
Septembre	11,7	2,8	21,1	14,9	12,9	1,9	25,5	140,4

**Tableau 3 | Rendement total en matière sèche, en feuilles sèches, en huile essentielle et en acide rosmarinique de la mélisse, avec et sans agrotex- tile à Bruson en 2010 et à Escholzmatt en 2012. Moyennes de quatre répétitions et cumul ou moyenne des récoltes**

Essais	Procédés	Matière sèche	Feuilles sèches		Huile essentielle		Acide rosmarinique	
		(g/m <sup>2</sup> ) cumul	(%) moyenne	(g/m <sup>2</sup> ) cumul	(% ml/g) moyenne	(ml/m <sup>2</sup> ) cumul	(%) moyenne	(g/m <sup>2</sup> ) cumul
Bruson 2010	Non couvert	730 <sup>a</sup>	65,2	476 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,97 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	25,6 <sup>a</sup>
	Agrotex- tile	605 <sup>b</sup>	62,1	375 <sup>b</sup>	0,56 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>	4,7 <sup>b</sup>	17,8 <sup>b</sup>
Escholzmatt 2012	Non couvert	304	62,8 <sup>a</sup>	191	0,22 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	6,4 <sup>a</sup>	12,2 <sup>a</sup>
	Agrotex- tile	314	55,7 <sup>b</sup>	175	0,57 <sup>a</sup>	0,99 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>	10,1 <sup>b</sup>

Les petites lettres différentes indiquent les différences significatives (P < 0,05 test de Tukey).

comme facteur important pour la formation de l'HE chez la mélisse (Manukyan 2011; Farahani *et al.* 2009). Lors de nos deux essais, la teneur en HE a fortement augmenté dans les variantes couvertes (tabl. 3), probablement en raison du gain de chaleur. Une dynamique saisonnière a également été observée avec des taux plus élevés en été: en juillet à Bruson et, dans une moindre mesure, en juin à Escholzmatt (tabl. 4 et 5). La teneur en HE a été comparable en moyenne sur les deux sites (tabl. 3), mais la production en HE (ml/m<sup>2</sup>) a été doublée en 2010 à Bruson grâce au meilleur rendement en feuilles sèches. Un essai conduit dans les Montes Claros (BR) indique que la mélisse nécessite



**Figure 5** | Relation entre la température moyenne des quatre semaines précédant la récolte et la teneur en HE des cinq récoltes de mélisse; moyenne de quatre répétitions. Les points bleus représentent les récoltes de Bruson en 2010 et les points jaunes celles d'Escholzmatt en 2012.

30 jours de croissance après la première récolte pour atteindre une production optimale en HE (Meira *et al.* 2011). En accord avec cette observation, la somme de température des 28 jours précédant la récolte a montré une bonne corrélation avec la teneur en HE dans nos essais ( $r^2 = 0,75$ ) (fig. 5). En revanche, les conditions climatiques des derniers jours avant le fauchage ne paraissent pas déterminantes pour la synthétisation ou les pertes en HE.

### Acide rosmarinique

Dans la littérature, les composés phénoliques comme l'AR sont souvent présentés comme une réponse des végétaux aux stress biotiques et abiotiques susceptibles d'augmenter dans certaines conditions (Tóth *et al.* 2003). En Espagne, il a été démontré que le froid pouvait induire une augmentation de l'acide carnosique et de l'AR sur le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (Luis *et al.* 2003). Au Canada, Fletcher *et al.* (2005) ont établi qu'un stress thermique réduisait l'accumulation de l'AR et la capacité antioxydante de la menthe verte (*Mentha spicata*). Pour la mélisse, il a été établi que le stress hydrique influençait positivement la production en polyphénols (Manukyan 2011) et qu'une température de l'air élevée (25 °C) nuisait à la teneur en flavonoïdes (Manukyan et Schnitzler 2006).

Dans nos essais, la teneur en AR a été influencée par l'agrotextile, moins fortement toutefois que pour l'HE (tabl. 3). La diminution a été en moyenne de 15 % à

**Tableau 4** | Rendement en matière sèche, taux de feuilles, teneur en huile essentielle et en acide rosmarinique des trois récoltes de mélisse à Bruson en 2010. Moyennes de quatre répétitions

Essai	Procédé	Récolte	Matière sèche (g/m <sup>2</sup> )	Feuilles (%)	Huile essentielle % (v/p)	Acide rosmarinique (%)
Bruson 2010	Non couvert	1 <sup>re</sup>	293 <sup>a</sup>	60,9 <sup>b</sup>	0,07 <sup>e</sup>	4,7 <sup>bc</sup>
		2 <sup>e</sup>	307 <sup>a</sup>	64,5 <sup>b</sup>	0,30 <sup>c</sup>	4,4 <sup>c</sup>
		3 <sup>e</sup>	130 <sup>c</sup>	76,1 <sup>a</sup>	0,22 <sup>d</sup>	6,8 <sup>a</sup>
	Agrotextile	1 <sup>re</sup>	244 <sup>b</sup>	60,3 <sup>b</sup>	0,28 <sup>cd</sup>	3,7 <sup>d</sup>
		2 <sup>e</sup>	230 <sup>b</sup>	59,6 <sup>b</sup>	0,78 <sup>a</sup>	4,3 <sup>c</sup>
		3 <sup>e</sup>	132 <sup>c</sup>	71,9 <sup>a</sup>	0,39 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>

**Tableau 5** | Rendement en matière sèche, taux de feuilles, teneur en huile essentielle et en acide rosmarinique des deux récoltes de mélisse à Escholzmatt en 2012. Moyenne des répétitions

Essai	Procédé	Récolte	Matière sèche (g/m <sup>2</sup> )	Feuilles (%)	Huile essentielle % (v/p)	Acide rosmarinique (%)
Escholzmatt 2012	Non couvert	1 <sup>re</sup>	115 <sup>b</sup>	71,3 <sup>a</sup>	0,26 <sup>c</sup>	6,2 <sup>a</sup>
		2 <sup>e</sup>	189 <sup>a</sup>	58,2 <sup>c</sup>	0,19 <sup>c</sup>	6,5 <sup>a</sup>
	Agrotextile	1 <sup>re</sup>	92 <sup>b</sup>	64,7 <sup>b</sup>	0,65 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>
		2 <sup>e</sup>	222 <sup>a</sup>	52,1 <sup>d</sup>	0,54 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>

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

Bruson (tabl. 4) et de 11 % à Escholzmatt (tabl. 5). Dans nos essais où il n'y a pas eu d'augmentation de la biomasse, la différence de production en AR (g/m<sup>2</sup>) se marque encore plus entre les deux procédés, avec respectivement 30 % et 18 % de perte de rendement liée au taux de feuilles plus élevé dans les variantes non couvertes (tabl. 3). Les teneurs en AR ont été meilleures à Escholzmatt, sans doute grâce aux températures minimales plus basses. La récolte de septembre a été plus riche en AR dans les deux sites (tabl. 4). La température de l'air semble donc être un stress influençant la formation de l'AR, notamment si elle est basse ou si l'amplitude journalière est grande. L'étude de la cinétique de la teneur en AR durant les derniers jours avant la récolte en relation avec la température ambiante pourrait s'avérer utile. Une meilleure compréhension des processus physiologiques responsables de la formation de l'AR dans la mélisse permettrait de proposer des recommandations pratiques de récolte visant à améliorer la qualité.

En l'état des connaissances actuelles, la teneur en AR de la mélisse devrait être améliorée en découvrant

les cultures au moins une semaine avant la récolte afin d'abaisser la température ambiante et de supprimer l'effet d'ombrage pénalisant le taux de feuilles.

## Conclusions

- Dans les conditions de ces essais, le meilleur climat généré par l'agrotextile a permis de doubler la teneur et la production en HE. Une bonne corrélation entre la température moyenne des 28 jours précédant la récolte et la teneur en HE a été observée.
- La couverture agrotextile de la mélisse a pénalisé la teneur (11 à 15 %) et la production en acide rosmarinique, ainsi que le rapport feuilles/tiges, sans apporter de gain de rendement en biomasse.
- En l'état des connaissances actuelles, il est recommandé d'ôter la couverture agrotextile au moins une semaine avant la récolte afin d'abaisser la température ambiante, d'éviter l'allongement des entre-nœuds et d'améliorer ainsi la teneur en AR et le taux de feuilles. ■

### Remerciements

Un grand merci à Jean-Luc Delarzes et à Peter Stadelmann pour la mise à disposition de leur culture, à Katarina Schneider pour la quantification de l'acide rosmarinique, ainsi qu'à Charly Rey pour ses conseils avisés.

### Bibliographie

- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4<sup>e</sup> édition. Editions Tec & Doc – EM Inter, 1269 p.
- Canelas V. & Teixeira da Costa C., 2007. Quantitative HPLC analysis of rosmarinic acid in extracts of *Melissa officinalis* and spectrophotometric measurement of their antioxidant activities. *J. Chem. Educ.* **84** (9), 1502–1504.
- Carlen C., Carron C.-A. & Amsler P., 2006. Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), I–VIII.
- Carlen C., Carron C.-A., Lappe S., Fröhlich D. & Baroffio C., 2008. *Melissa officinalis*: Die neue Züchtung 'Lorelei' im Vergleich mit zehn anderen Sorten. Rapport d'activité 2008: Plantes aromatiques et médicinales. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 100 p.
- Carron C.-A., Baroffio C. & Carlen C., 2008. Influence d'une couverture agrotextile sur le rendement et la qualité de trois plantes aromatiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **40** (2), 125–130.
- Farahani H. A., Valadabadi S. A., Daneshian J. & Khalvati M., 2009. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research* **3** (5), 329–333.
- Fletcher R. S., Slimmon T. S., Mcauley C. & Kott L. S., 2005. Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint *Mentha spicata* L. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **85** (14), 2429–2436.
- Jungmin L., 2010. Caffeic acid derivatives in dried *Lamiaceae* and *Echinacea purpurea* products. *J. funct. Foods* **2**, 158–162.
- Luis J. C., Martín R., Frías I. & Valdés F., 2007. Enhanced carnosic acid levels in two rosemary accessions exposed to cold stress conditions. *J. Agric. Food Chem.* **55**, 8062–8066.
- Luyet V., Bossert H., LeBocey B., Roux J. F., Berenguer J. L., Solarino S., Schwarz-Zanetti G., Rebetez M., Ponzzone M. & Cremonini R., 2010. Stations météo. Accès: [http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/stations\\_meteo-fr.pdf](http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/stations_meteo-fr.pdf) [17.07.2013].
- Manukyan A. E. & Schnitzler W. H., 2006. Influence of air temperature on productivity and quality of some medicinal plants under controlled environment conditions. *European Journal of Horticultural Science* **71** (1), 26–35.
- Manukyan A., 2011. Effect of growing factors on productivity and quality of lemon catmint, lemon balm and sage under soilless greenhouse production. I. Drought stress. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* **5** (2), 119–125.
- Meira M. R., Manganotti S. A. & Martins E. R., 2011. Crescimento e produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. nas condições climáticas de Montes Claros. *Biotemas* **24** (1), 1–8.
- Pharmacopée européenne, 2008. 6<sup>e</sup> édition. EDQM, 3538 p. Tome 1: «Détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales» [01/2008:20812]. Tome 2: «Mélisse (Feuille de) *Melissae folium*» [01/2008:1447 corrigé 6.0].
- Rey C., 1995. Amélioration de la mélisse officinale (*Melissa officinalis* L.). *Revue suisse Agric.* **27** (4), 239–246.
- Shekarchi M., Hajimehdipoor H., Saeidnia S., Gohari A. R. & Hamedani M. P., 2012. Comparative study of rosmarinic acid content in some plants of *Labiatae* family. *Pharmacogn. Mag.* **8** (29), 37–41.
- Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques. Editions Tec & Doc – EM Inter, 522 p.
- Tóth J., Mrlianová M., Tekelová D. & Koreňová M., 2003. Rosmarinic acid – an important phenolic active compound of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Acta Fac. Pharm. Univ. Comenianae* **50**, 139–146.
- Wichtl M. & Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Editions Tec & Doc – EM Inter, 2<sup>e</sup> édition, 788 p.
- Zgórka G. & Główniak K., 2001. Variation of free phenolic acids in medicinal plants belonging to the *Lamiaceae* family. *J. Pharmaceut. Biomed.* **26** (1), 79–87.

**Summary****Lemon balm: influence of agrotextile covering on the yield in dry matter, essential oil and rosmarinic acid**

In mountainous areas of Switzerland, some producers cover their lemon balm fields with a non-woven agrotextile veil to protect them from the cold and extend the growing season. The effects of this practice on the yield and quality were closely studied, in particular on essential oil (EO) and rosmarinic acid (RA) contents. The warmer climate created under the agrotextile veil doubled the production of EO. A good correlation was observed between the average temperature during 28 days preceding the harvest and the EO production, with the highest level of EO recorded in summer harvest, whereas the content of RA was reduced by the veil. RA content was by 11–15 % lower than that of uncovered variants. By shading effect, the veil contributes to elongate the internodes, which penalizes leaf production and amplifies RA yield reduction. Lower temperatures were found to have a positive effect on the content of RA, including the last few days before harvesting. The September harvest was richer in RA. These results, and also the fact that temperature under cover has less effect on vigorous crops, allow to recommend the uncovering of the crops one week before harvesting in order to optimize RA and EO production as well as to improve the leave rate.

**Key words:** lemon balm, rosmarinic acid, essential oil, agrotextile, *Lamiaceae*, *Melissa officinalis*.

**Zusammenfassung****Einfluss der Agrotexilabdeckung der Zitronenmelisse auf den Ertrag an Trockenmasse, ätherischem Öl und Rosmarinsäure**

Im Schweizer Berggebiet decken einige Produzenten ihre Zitronenmelisse-Kulturen während der Vegetationsperiode mit Agrotexilien ab, um deren Wachstumsphase zu verlängern. Um die Auswirkungen dieser Anbautechnik auf den Ertrag und auf die Qualität, insbesondere den Gehalt an ätherischem Öl und an Rosmarinsäure aufzuzeigen, ist eine Studie durchgeführt worden. Die Agrotexilien haben den Gehalt an ätherischem Öl verdoppelt. Zwischen der Durchschnittstemperatur der letzten 28 Tage vor der Ernte und dem Gehalt an ätherischem Öl konnte eine grosse Wechselbeziehung festgestellt werden. Bei den Sommerschnitten ist der höchste Gehalt an ätherischem Öl erreicht worden. Der Ertrag an Rosmarinsäure ist durch die Abdeckung in einem geringeren Mass beeinträchtigt worden; im Vergleich zu den Varianten ohne Abdeckung war der Gehalt um 11–15 % geringer. Die Abdeckung begünstigt durch den Beschattungseffekt die Stängelproduktion, was die Blattproduktion beeinträchtigt, und den Ertrag an Rosmarinsäure weiter reduziert. Durch eine tiefere Temperatur, insbesondere während der letzten Tage vor der Ernte, konnte eine positive Auswirkung auf den Gehalt von Rosmarinsäure festgestellt werden. Die Ernten im September waren für die Bildung von Rosmarinsäure am besten. Diesen Resultaten entsprechend und da die Temperatur unter der Abdeckung weniger beeinflusst wenn die Vegetation üppig ist, wird den Produzenten empfohlen, die Agrotexilabdeckung eine Woche vor der Ernte zu entfernen um eine optimale Produktion an Rosmarinsäure und ätherischem Öl zu erhalten und um den Blattanteil zu verbessern.

**Riassunto****Influenza della copertura della melissa con agrotessile sulla resa in sostanza secca, olio essenziale e acido rosmarinico**

In Svizzera, in zone di montagna, alcuni produttori coprono la loro coltura di melissa con un velo non tessuto d'agrotessile per proteggerli dal freddo e per estendere la stagione di crescita. È stata studiata l'influenza di questa pratica sulla resa e la qualità, in particolare sul contenuto di olio essenziale (OE) e di acido rosmarinico (AR). Il clima più favorevole sotto l'agrotessile permette di raddoppiare la produzione di OE. Una buona correlazione è stata osservata tra la temperatura media dei 28 giorni prima il raccolto e il contenuto di OE, il quale è stato più alto con i raccolti estivali. Tuttavia, il contenuto di AR è stato ridotto dal velo, questo essendo inferiore di 11–15 % rispetto alle varianti senza copertura. Con l'effetto di ombreggiatura, il velo favorisce l'allungamento degli internodi, ciò che penalizza la produzione di foglie e amplifica la riduzione della resa in AR. Un effetto positivo di temperature più basse è stato osservato sul contenuto di AR, in particolare durante gli ultimi giorni prima del raccolto. I raccolti in settembre sono stati più favorevoli alla formazione di AR. Sulla base di questi risultati, e perché la temperatura sotto copertura è meno influenzata quando la vegetazione è abbondante, si raccomanda che i produttori scoprono le loro coltivazione una settimana prima del raccolto, con l'obiettivo di ottenere una produzione di AR e di OE ottimizzata e di migliorare il tasso di foglia.



## *Mentha × piperita* '541': certification ADN de la menthe poivrée en Suisse par RAPD

José F. VOUILLAMOZ, Eleonora D'ANNA, Claude-Alain CARRON et Catherine BAROFFIO, Agroscope, 1964 Conthey  
Renseignements: José Vouillamoz, e-mail: jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Figure 1 | Culture de menthe poivrée (*Mentha × piperita* '541') à Reppaz sur Orsières (Valais, Suisse).

### Introduction

Le genre *Mentha* inclut 25 espèces de menthe natives des régions tempérées des cinq continents, qui se distinguent par leur morphologie, leur mode de reproduction, leur nombre de chromosomes ou encore leur composition phytochimique (Tyagi *et al.* 1992). L'hybridation interspécifique est courante dans la section *Mentha* du

genre éponyme, aussi bien en culture que dans les populations naturelles, produisant ainsi des populations intermédiaires semi-fertiles ou stériles qui sont multipliées par propagation végétative (Harley et Brighton, 1977). L'hybride le plus largement cultivé pour la production de menthe poivrée est *Mentha × piperita*, issu d'un croisement *M. aquatica* × *M. spicata* (Harley et Brighton, 1977). En Suisse, la production de menthe poi-

vrée repose essentiellement sur le clone '541' originaire de Crimée (fig.1). La baisse de productivité observée depuis quelque temps par les producteurs fait penser à une possible dégénérescence clonale. Pourtant, lors d'un récent essai au champ, le comportement agronomique et le profil phytochimique des différentes origines du génotype '541' se sont montrés très homogènes (Carron *et al.* 2013). L'homogénéité génétique reste donc à vérifier avec des marqueurs moléculaires.

La méthode d'analyse génétique par marqueurs RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) a été mise au point par Williams *et al.* (1990). Elle fournit un nombre illimité de marqueurs qui peuvent être utilisés pour de nombreuses applications, de l'identification de variétés à la génétique des populations. En particulier, cette technique a été utilisée avec succès pour déterminer les liens génétiques (Khanuja *et al.* 2000) et l'identité des cultivars (Fenwick et Ward 2001) de plusieurs espèces de menthe.

Dans cette étude, le clone '541' cultivé en Suisse a été comparé par l'analyse de 20 marqueurs RAPD au clone '541' obtenu d'Allemagne, correspondant possiblement au clone original de Crimée, ainsi qu'à 33 autres variétés ou espèces de *Mentha* afin de disposer de suffisamment de diversité pour pouvoir estimer les distances génétiques basées sur le nombre de bandes communes. La distance génétique entre les deux clones permettrait ainsi de déceler une éventuelle dégénérescence clonale.

Tableau 1 | Accessions de menthes analysées et leurs sources

Espèce/cultivar	Source <sup>1</sup>	Espèce/cultivar	Source <sup>1</sup>
<i>M. arvensis</i> 'Banana'	JDS	<i>M. × gracilis</i> 'Variegata'	JDS
<i>M. arvensis</i> var. <i>haplocalyx</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> '541' (Allemagne)	BLL
<i>M. arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> '541' (Suisse, <i>in vitro</i> )	ACW
<i>M. budleyana</i> 'Argente'	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Black Peppermint'	JDS
<i>M. canadiensis</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Eichenau'	JDS
<i>M. longifolia</i> var. <i>asiatica</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Multimenta'	JDS
<i>M. longifolia</i> 'Zypern'	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Mary Micham'	JDS
<i>M. odoratissima</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Nigra'	JDS
<i>M. pulegium</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Penny Royal'	JDS
<i>M. pulegium</i> (Maroc)	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Schokominze'	JDS
<i>M. pulegium</i> var. <i>cervinia</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i>	JDS
<i>M. spicata</i> (Maroc)	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Chartreuse'	JDS
<i>M. spicata</i> 'Regarica'	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Limona'	JDS
<i>M. spicata</i> 'Spearmint'	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> ( <i>in vitro</i> , Suisse)	ACW
<i>M. spicata</i> var. <i>ispanica</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> (Valplantes, Suisse)	ACW
<i>M. suaveolens</i> 'Variegata'	JDS	<i>M. × rotundifolia</i> 'Apfelminze'	JDS
<i>M. suaveolens</i> var. <i>mauritiana</i>	JDS	<i>M. × rotundifolia</i> 'Hillary Sweet'	JDS
<i>M. tomentosa</i>	JDS		

<sup>1</sup>ACW = collection Agroscope ACW, Conthey, Suisse; JDS = Jardin des Senteurs, Neuchâtel, Suisse; BLL = Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Allemagne.

**Résumé** En Suisse, la variété de menthe poivrée la plus cultivée est *Mentha × piperita* '541', un clone originaire de Crimée. Depuis quelque temps, les producteurs ont observé une baisse sensible de la production, ce qui pourrait être dû à une dégénérescence clonale. Le clone '541' cultivé en Suisse a donc été comparé par l'analyse de 20 marqueurs RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) au clone original '541' ainsi qu'à 33 autres variétés de menthe. La distance génétique entre les deux clones était de 0 %, ce qui montre leur parfaite identité génétique. L'explication des différences observées réside donc probablement dans des causes culturelles ou épigénétiques. Par ailleurs, une distance génétique de 7 % a été observée entre la menthe orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*) cultivée en Suisse et maintenue *in vitro*, ce qui pourrait signifier qu'il s'agit de deux clones différents.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

Au total, 35 accessions représentant une dizaine d'espèces ou d'hybrides ont été obtenues de diverses provenances (tab.1). Les plantes ont été maintenues sous serre et de jeunes feuilles ont été prélevées pour l'extraction d'ADN.

### Extraction de l'ADN et amplification des RAPD par PCR

Environ 20 mg (poids sec) de chaque échantillon ont été utilisés pour l'extraction d'ADN en suivant le protocole de QIAGEN DNEasy Plant Mini Kit. L'ADN génomique a été visualisé sur gel d'agarose 1,5 % (tampon 1X TAE) avec bromure d'éthidium (0,001 %). L'analyse RAPD a été effectuée avec 20 amorces décimères OPW1-20 (Operon Technologies, Alameda, CA, USA). L'amplification PCR (*Polymerase Chain Reaction*) a été réalisée dans un volume de 20 µl contenant 30 ng d'ADN génomique, 3 mM de MgCl<sub>2</sub>, 1X tampon PCR (10 mM Tris-HCl, pH 8,3, 50 mM KCl), 0,2 µl de chaque dNTP, 0,2 U de HotStarTaq Polymerase (Qiagen) et 0,5 µM de chaque primer. L'amplification a été réalisée avec un thermocycleur dans les conditions suivantes: dénatura-tion à 94 °C pendant 3 min, suivie de 45 cycles de dénatura-tion à 94 °C pendant 15 sec, appariement des amorces à 35 °C pendant 30 sec et extension à 72 °C pendant 1,30 min, suivis d'une extension finale à 72 °C pendant 3 min. Les produits PCR ont été visualisés sur gel d'aga-rose 1 % (tampon 1X TAE) avec bromure d'éthidium (0,001 %). Afin d'assurer la reproductibilité des don-nées, chaque amplification a été effectuée deux fois.

### Analyse des données

Une lettre alphabétique (A, B, C...) a été assignée à chaque bande pour chaque amorce RAPD (OPW1-20) et traitée en code binaire (1 = présent, 0 = absent). La matrice binaire a été utilisée pour calculer la distance génétique (D) en utilisant le coefficient de similarité de Nei et Li (1979):  $D = 1 - SC = 1 - [2Nab / (Na + Nb)]$ , où SC est le coefficient de similarité, Na est le nombre de bandes chez l'individu A, Nb est le nombre de bandes chez l'individu B et Nab le nombre de bandes présentes conjointement chez les deux individus A et B. La distance a été calculée avec le logiciel R. La matrice de distance a été utilisée pour générer un dendrogramme par analyse

de nuages avec la méthode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average*) en utilisant le programme MEGA 5.0 (Tamura et al. 2011).

## Résultats et discussion

Des 20 amorces décimères analysées, seules cinq ont permis une amplification reproductible avec toutes les 35 accessions (tabl. 2). Le nombre total de bandes clairement identifiables était de 37, variant de 7 (OPW18) à 12 (OPW19) par amorce. Le pourcentage de polymorphisme observé entre toutes les accessions était très haut (98 %), soit un peu plus élevé que chez Khanuja et al. (2000) (93,5 %) et surtout que Fenwick et Ward (2001) (78 %). La distance génétique des 35 accessions variait de 0 à 91,7 %, des valeurs tout à fait comparables à celles obtenues par Gobert et al. (2002) avec l'analyse des marqueurs moléculaires AFLP sur 63 accessions de menthe (11 à 98 %). La distance génétique la plus élevée (92 %) a été observée entre *M. × rotundifolia* 'Hillary Sweet' et *M. pulegium* 'Marocaine'. Cet éloignement vient probablement de la forte hétérozygoté de *M. × rotundifolia* 'Hillary Sweet', un hybride *Mentha suaveolens* × *Mentha × piperita* dont les parents sont génétiquement les plus distants parmi les espèces de menthe (Gobert et al. 2002).

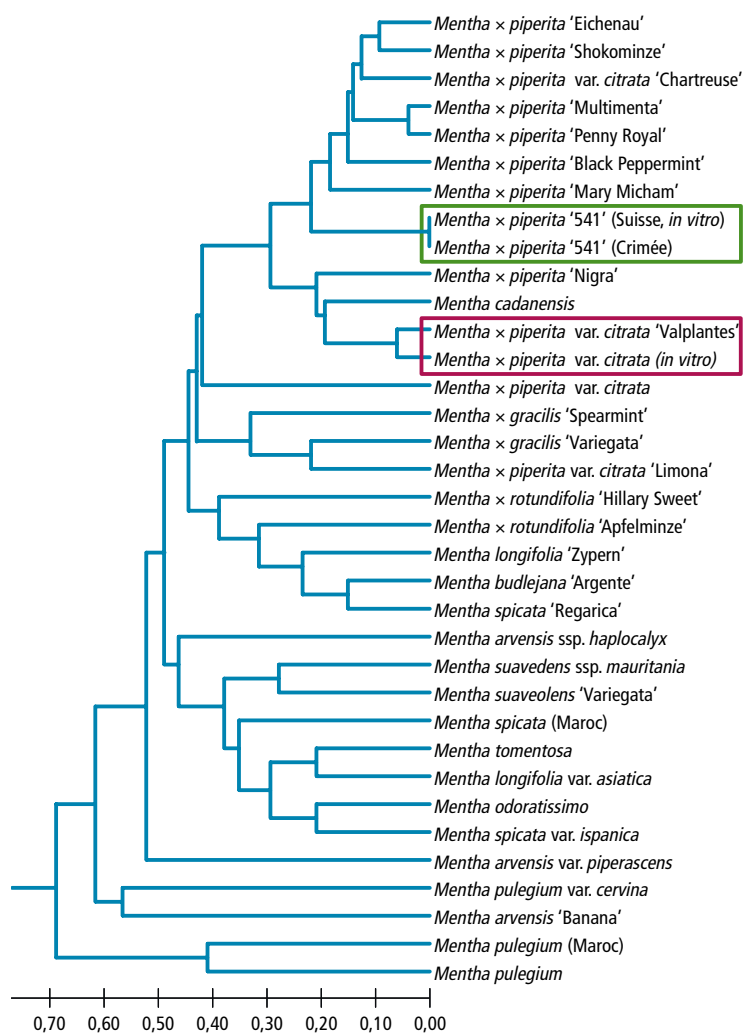
A l'inverse, la distance génétique entre le clone '541' de *Mentha × piperita* cultivé en Suisse et le clone '541' original de Crimée (obtenu du Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung à Freising, Allemagne) est de 0 % (fig. 2), ce qui signifie que la baisse de rendement observée dans les cultures suisses n'est vraisemblablement pas le résultat d'une dégénérescence clonale, mais certainement d'origine agronomique (manque de rotation de cultures, pathogènes, facteurs environnementaux, etc.) ou épigénétique (expression différente des gènes selon l'environnement et les stress abiotiques). Chez la menthe

**Tableau 2 | Séquences des amorces montrant un polymorphisme et nombre de bandes obtenues**

Amorce	Séquence	Nombre de bandes clairement visibles	Nombre de bandes polymorphes
OPW15	5'-ACA-CCG-GAAC-3'	9	8
OPW16	5'-CAG-ACC-GAGT-3'	9	9
OPW18	5'-TTC-AGG-GCAC-3'	7	7
OPW19	5'-CAA-AGC-GCTC-3'	12	12

**Tableau 3 | Amplitude des distances génétiques (D) intraspécifiques**

Espèce	D (%)
<i>M. arvensis</i>	45–61
<i>M. spicata</i>	33–58
<i>M. pulegium</i>	42–75
<i>M. suaveolens</i>	29
<i>M. × rotundifolia</i>	41
<i>M. longifolia</i>	45
<i>M. × piperita</i>	0–40



**Figure 2 |** Dendrogramme (UPGMA) des distances génétiques de 35 accessions de menthe basées sur la variabilité de cinq marqueurs RAPD. La distance génétique entre le clone '541' de *Mentha × piperita* (menthe poivrée) cultivé en Suisse et le clone '541' original de Crimée est de 0% (cadre vert). La distance génétique entre l'accèsion cultivée et l'accèsion *in vitro* de *Mentha × piperita* var. *citrata* (menthe orangée) est de 7% (cadre rouge).

#### Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Heidi Heuberger, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung à Freising (Allemagne), pour la mise à disposition du clone '541' original de Crimée conservé dans leur collection.

orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*), une distance de 7% a été observée entre l'accèsion cultivée par la coopérative Valplantes et celle maintenue *in vitro* à partir de culture. Comme il existe une grande diversité à l'intérieur de la variété *citrata*, il est probable que ces accèsions recouvrent en réalité deux clones distincts. En effet, une différence significative de rendement a été observée dans des essais agronomiques (Carron *et al.* 2011). En outre, une distance génétique de 28% a été observée entre *Mentha × piperita* var. *citrata* cultivée par la coopérative Valplantes et celle du Jardin des Senteurs, et de 40% avec *Mentha × piperita* var. *citrata* 'Limona'. Cette forte variabilité intraspécifique est la conséquence du fort taux d'hybridation chez la menthe (Gobert *et al.* 2002), comme le confirment nos analyses (tabl. 3): la variabilité intraspécifique observée est de 0 à 40% dans nos accèsions de *Mentha × piperita*, de 48 à 61% entre les trois accèsions de *Mentha arvensis*, et de 33 à 58% entre les quatre accèsions de *Mentha spicata*.

#### Conclusions

- La technique RAPD a permis de montrer l'identité du clone '541' de *Mentha × piperita* cultivé en Suisse et du clone '541' témoin obtenu d'Allemagne, censé correspondre à l'original de Crimée, car leur distance génétique est de 0%.
- Afin d'assurer le maintien de la vigueur et la qualité sanitaire de ce génotype, une régénération régulière des lignées de pieds-mères est fortement recommandée.
- Les pieds-mères régénérés *in vitro* en 2009 conservés par Agroscope sont à la disposition de la pratique pour des boutures de 1<sup>re</sup> génération.
- La distance génétique de 7% observée entre l'accèsion cultivée et l'accèsion *in vitro* de menthe orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*) suggère qu'il s'agit de deux clones différents. ■

#### Bibliographie

- Carron C. A., Vouillamoz J. F. & Baroffio C. A., 2011. Plantes médicinales et aromatiques – Rapport d'activité 2010. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 57 p.
- Carron C. A., Vouillamoz J. F. & Baroffio C. A., 2013. Plantes médicinales et aromatiques – Rapport d'activité 2012. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 28 p.
- Fenwick A. L. & Ward S. M., 2001. Use of random amplified polymorphic DNA markers for cultivar identification in mint. *HortSci.* **36**, 761–764.
- Gobert V., Moja S., Colson M. & Taberlet P., 2002. Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. *Amer. J. Bot.* **89**, 2017–2023. ▶

**Summary**

***Mentha × piperita* '541': DNA certification of peppermint in Switzerland by RAPD**

In Switzerland, the most cultivated variety of peppermint is *Mentha × piperita* '541', a clone native from Crimea. For some time, producers have observed a significant drop in production, which could be the result of clonal degeneration. The clone '541' grown in Switzerland has been compared to the original Crimean '541' as well as to 33 other mint varieties by the analysis of 20 RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) markers. The genetic distance between both clones '541' was 0 %, showing their perfect genetic identity. The explanation of the differences therefore most likely lies in cultural or epigenetic causes. In addition, in the case of orange mint (*Mentha × piperita* var. *citrata*), a genetic distance of 7 % was observed between the accession cultivated in Switzerland and the one maintained *in vitro*, which could mean the existence of two distinct clones.

**Key words:** mint, genetic distance, clones, DNA markers, *Lamiaceae*.

**Zusammenfassung**

***Mentha × piperita* '541': DNA-Zertifizierung der Pfefferminze in der Schweiz durch RAPD**

Die in der Schweiz am meisten angebaute Pfefferminze ist *Mentha × piperita* '541', ein Klon der aus der Krim stammt. Seit einiger Zeit haben die Produzenten einen deutlichen Ertragsrückgang festgestellt, welcher könnte auf eine klonale Degeneration zurückzuführen sein. Deshalb ist der in der Schweiz angebaute Klon '541' mittels Analyse RAPD-Marker (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) mit dem Original-Klon und mit 33 anderen Minze Sorten verglichen worden. Die genetische Distanz der beiden Klone betrug 0 %, was zeigt, dass ihre genetische Identität völlig übereinstimmt. Demnach können die Ursachen für die festgestellten Unterschiede wahrscheinlich nur im Anbau oder in der Epigenetik gefunden werden. Ausserdem ist eine genetische Distanz von 7 % bei der in der Schweiz angebauten Orangenminze (*Mentha × piperita* var. *citrata*) und der *in vitro* erhaltenen Variante beobachtet werden, was auf die Präsenz zweier verschiedener Klone in der Schweiz hinweisen könnte.

**Riassunto**

***Mentha × piperita* '541': certificazione tramite DNA della menta piperita in Svizzera con RAPD**

In Svizzera, la varietà di menta piperita più coltivata è *Mentha × piperita* '541', un clone nativo di Crimea. Da qualche tempo, i produttori hanno osservato un significativo calo della produzione, che potrebbe essere dovuto ad una degenerazione clonale. Il clone '541' coltivato in Svizzera è stato confrontato tramite l'analisi di 20 marcatori RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) con il clone originale '541' di Crimea e con 33 altre varietà di menta. La distanza genetica tra i due cloni era di 0 %, mostrando la loro perfetta identità genetica. La spiegazione per le differenze osservate si trova quindi probabilmente nei fattori culturali o epigenetici. Inoltre, una distanza genetica del 7 % è stata osservata nella menta bergamotto (*Mentha × piperita* var. *citrata*) tra quella coltivata in Svizzera e quella mantenuta *in vitro*, che potrebbe significare la presenza di due cloni differenti.

- Harley R. M. & Brighton C. A., 1977. Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. *Bot. J. Linn. Soc.* **74**, 71–96.
- Khanuja S. P. S., Shasany A. K., Srivastava A. & Kumar S., 2000. Assessment of genetic relationships in *Mentha* species. *Euphytica* **111**, 121–125.
- Nei M. & Li W.-H., 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *PNAS* **76**, 5269–5273.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M. & Kumar S., 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.* **28**, 2731–2739.

- Tyagi B. R., Ahmad T. & Bahl J. R., 1992. Cytology, genetics and breeding of commercially important *Mentha* species. *Curr. Res. med. arom. Plants* **14**, 51–56.
- Williams J. G. K., Kubelik A. R., Levak K. J., Rafalski J. A. & Tingey S. V., 1990. DNA polymorphism amplification by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* **18**, 6531–6535.

# Domestikation von alpinen Pflanzen für den grossflächigen Anbau: Edelweiss, Edelraute, Rosenwurz

C. Carlen, C.A. Carron, J. Vouillamoz, C. Baroffio, C. Rey

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1964 Conthey

christoph.carlen@agroscope.admin.ch

## Einleitung

Alpine Pflanzen waren während ihrer Evolution extremen abiotischen Stressen ausgesetzt. Unter solch schwierigen Wachstumsbedingungen haben wohl sekundäre Metaboliten das Überleben der Pflanzen unter diesen Bedingungen ermöglicht und gefördert, indem diese als physiologisch aktive Substanzen gewirkt haben (Schutz gegen Frost, UV-Strahlen, Antioxidantien, ...). Alpine Pflanzen sind daher in der Regel reich an bioaktiven Stoffen.

Drei Beispiele von domestizierten alpinen Pflanzen werden illustriert: Edelweiss (*Leontopodium alpinum* Cass.), Edelraute (*Artemisia umbelliformis* Lam.) und Rosenwurz (*Rhodiola rosea* L.).

## Edelweiss

Edelweiss-Extrakte der oberirdischen Pflanzenteile werden aufgrund ihrer Antioxidantien vor allem in der Kosmetik und im Food-Bereich verwendet. Weiter wurde aus den Wurzeln des Edelweiss eine Stoff gewonnen, der die Therapie von Gefässerkrankungen revolutionieren könnte. Das so genannte Leoligin ist ein wirksamer Stoff gegen Verdickungen der Innenwand von Blutgefäßen und könnte unter anderem die Haltbarkeit von Bypässen verbessern (Uni Innsbruck).

Das Problem bei der Domestikation war ein Sorte zu erzielen, bei der alle Einzelpflanzen zur selben Zeit Blüten bilden und die Blütenstiele in etwa 20 cm lang waren (mechanische Ernte). Mit der Hybridzüchtung konnten diese Ziele erreicht werden und die Sorte Helvetia lanciert werden.



## Edelraute

Die Edelraute wurde als Hausmittel (Volksarzneipflanze) gegen Fieber, Lungen- und Rippenfellentzündung, sowie als magenstärkendes Mittel und zum Würzen von Likör verwendet.

Da die Edelraute oft zusammen mit Alkohol (Likör) konsumiert wurde, war ein Zuchtziel den Thujon-Gehalt (Nervengift) des ätherischen Öls der Pflanze zu senken. Dies wurde erreicht mittels Analyse von Ökotypen und offenem Abblühen von Elite-Pflanzen.

Eine Sorte RAC12 ohne Thujone und ein Sorte RAC10 mit >60 % Thujon im ätherischen Öl konnte lanciert werden.



## Rosenwurz

Der Wurzelextrakt von Rosenwurz soll Erinnerungsvermögen, Konzentration, Aufnahmevermögen, Leistungsfähigkeit und Stressabbau steigern. Rosenwurz ist eine adaptogene Heilpflanze, die seit langem medizinische Verwendung in russischen, baltischen und skandinavischen Ländern findet.

Das Ziel war eine Sorte zu erhalten mit schnellem Wachstum und hohem Gehalt an den Leitsubstanzen Salidroside und Rosavine. Dies wurde erreicht mit der Sorte Mattmark



# Engrais azotés organiques de Hauert en test sur plantes médicinales et aromatiques

Christoph Carlen , Claude-Alain Carron, Jean-August Neyroud, Catherine A. Baroffio  
 Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch

## Introduction

Divers engrais azotés organiques, destinés à remplacer les engrais interdits à base de farines de sang et de viande, ont été testés en culture de plantes aromatiques et médicinales.

Deux essais ont été mis en place en zone de montagne sur des cultures de sauge et de mélisse et un essai en plaine sur du basilic. Les effets de ces engrais sur le rendement ont été analysés.

## Résultats

Dans ces essais au champ, les engrais Tourteau de ricin et Biorga azoté (Hauert AG) ont généralement été bénéfiques. Leur effet sur le rendement a été similaire à celui des engrais interdits à base de farines de viande et de sang (Fig. 1.).

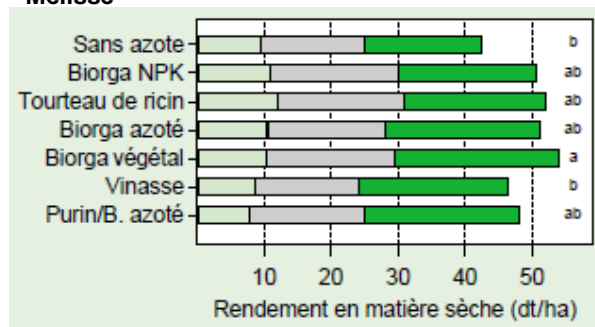
Les engrais Biorga végétal et Optisol universel ont fourni des résultats très variables entre les essais tandis que l'engrais Vinasse et la combinaison purin/Biorga azoté donnaient les moins bons résultats.



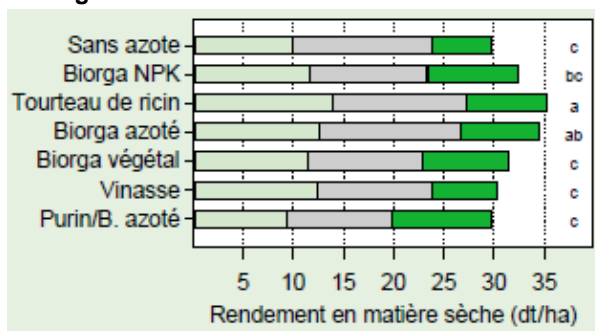
### Résumé

En considérant l'effet sur la productivité, la minéralisation et le coût des engrais testés, les deux engrais azotés organiques **Biorga azoté** et **Tourteau de ricin** peuvent être recommandés aux producteurs de plantes médicinales et aromatiques comme solutions de remplacement intéressantes pour les engrais interdits à base de farine de sang et de viande.

### Mélisse



### Sauge



### Basilic

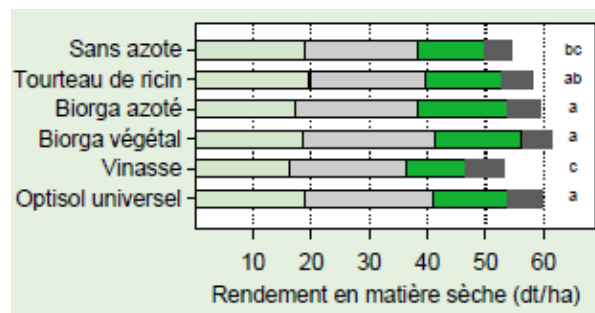


Fig.1: Rendement en matière sèche de PMA en fonction de différents engrais organiques azotés avec 2 à 4 récoltes par années (P < 0,05; Test de Student-Newman-Keuls).

C. Carlen et al., 2004. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 36 (5): 263-267.

# Verbesserung der Überwinterung von mediterranen Kräutern in Höhenlagen

C. Carlen, C.A. Carron

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1964 Conthey

christoph.carlen@agroscope.admin.ch

## Einleitung

Salbei (*Salvia officinalis* L.), Thymian (*Thymus vulgaris* L.) und Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) sind die am häufigsten angebauten Heil- und Gewürzkräuter in der Schweiz. Um eine optimale Überwinterung dieser Kulturen sicherstellen zu können, wurde der Einfluss der Schnitthöhe beim letzten Schnitt (5 cm und 15 cm), sowie der Zeitpunkt der letzten Ernte vor dem Winter auf die Überwinterung im Schweizer Berggebiet untersucht.

## Material und Methoden

Die Versuche wurden 3 Arten (*Salvia officinalis* `Regula'; *Melissa officinalis* `Lorelei', *Thymus vulgaris* `Varico 3') durchgeführt. Die Schnitthöhe betrug 5 und 15 cm. In einigen Versuchen wurden zusätzlich im Verfahren 15 cm die Restblättfläche entfernt. 2 Erntezeitpunkte im Herbst wurden untersucht (Anfang Sept., sowie Ende Sept./Anfang Okt.). Die Versuche hatten 4 Wiederholungen (CRB, ANOVA, Tukey Test,  $p < 0.05$ ).



## Schlussfolgerungen

- Eine Schnitthöhe von rund 15 cm im Herbst verringert das Frostrisiko stark im Vergleich zu einer Schnitthöhe von 5 cm .
- Früher Schnitt im Herbst (Anfang September) verringert für Salbei und Thymian das Frostrisiko im Vergleich zu spätem Schnitt (Ende September). Melisse wird diesbezüglich nicht beeinflusst.
- Je höher die Restblättfläche nach dem Schnitt im Herbst ist, desto geringer das Frostrisiko.

**Tab. 1:** Einfluss der Schnitthöhe und der Restblättfläche auf Frostschäden (Schnittzeitpunkt Anfang September)

Schnitt-höhe	Rest-blätt-fläche	Frostschäden (% abgestorbene Pflanzen)			
		Melisse dreijährig	Salbei dreijährig	Salbei einjährig	Thymian einjährig
15 cm	viel	9 a	11 a	1 a	10 a
15 cm	entfernt	31 b	46 b	30 b	-
5 cm	wenig	61 c	55 b	2 c *	38 b

\* viel Restblättfläche

**Tab. 2:** Einfluss des Zeitpunktes der letzten Ernte auf Frostschäden (Schnitthöhe: 15 cm).

Kultur	Frostschäden (% abgestorbene Pflanzen)	
	Ernte Anfang September	Ernte Ende September
Salbei einjährig	1	2
Salbei dreijährig	11 b	26 b
Thymian Saat	0 a	6 b
Thymian Setzlinge	10 a	20 b
Melisse einjährig	2	4
Melisse dreijährig	9	8

## Resultate

Bei allen drei Arten wurde mit einem letzten Schnitt im Herbst auf einer Höhe von 15 cm das Risiko von Frostschäden stark reduziert im Vergleich zu einer tiefen Schnitthöhe von 5 cm (Tab.1). Gründe für diese Reaktion der Pflanzen können in der Restblättfläche nach dem Schnitt im Herbst gefunden werden. Je höher die Restblättfläche nach dem Schnitt ist, desto geringer das Frostrisiko wohl aufgrund der Möglichkeit weiterhin Reservestoffe zu bilden (Photosynthese).

Die Resultate zeigten weiter, dass für Salbei und Thymian der letzte Schnitt anfangs September durchgeführt werden sollte, um ein geringeres Risiko an Frostschäden zu haben im Vergleich zu einem Schnittzeitpunkt Ende September bis Anfang Oktober (Tab. 2). Für die Melisse gab es keine Unterschiede bezüglich des Schnittzeitpunktes im Herbst. Melisse kann auch gegen Ende September bis anfangs Oktober geerntet werden.



# Rhodiola rosea L. 'Mattmark', the first synthetic variety is launched in Switzerland

José F. Vouillamoz<sup>1</sup>, Claude-Alain Carron<sup>1</sup>, Catherine A. Baroffio<sup>1</sup>, Xavier Simonnet<sup>2</sup>, Christoph Carlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope, Centre de Recherche Conthey, CH-1964 Conthey, Switzerland; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

<sup>2</sup>Mediplant SA, CH-1964 Conthey, Switzerland; [www.mediplant.ch](http://www.mediplant.ch)



Fig 1. Swiss populations sampled: 1 Mattmark, 2 Binntal, 3 Nomnom, 4 Piano Canali, 5 Unteralp

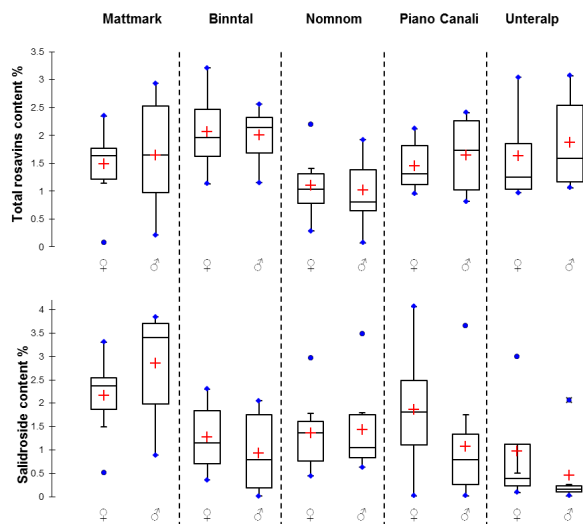


Fig 2. Variation of the contents in total rosavins and in salidroside [% of dry weight] in the rhizomes and roots of female (♀) and male (♂) *Rhodiola rosea* from five populations in the Swiss Alps

	Salidroside %	Rosavins %	Nb
♀ M9	2.04	2.07	3
♀ M11	2.28	2.35	4
♀ M13	2.47	1.63	3
♀ M14	3.31	1.64	2
♂ M2	3.31	2.52	1
♂ M6	3.82	2.93	1
♂ M8	3.35	2.03	1
♂ M15	3.31	2.55	1

Fig 3. 'Mattmark' is the first synthetic variety obtained from a polycross between the most productive and salidroside/rosavins-rich individuals from the population in Mattmark in the Swiss Alps

## Introduction

*Rhodiola rosea*, also called Golden Root or Roseroot, is an adaptogenic medicinal plant from alpine and arctic regions that is known to reduce stress, trauma, anxiety and fatigue. The main active compounds are salidroside and rosavins (rosarin, rosavin, rovin). With the pauperization of natural populations worldwide as a result of the demand for raw material from pharma-industries, domestication and selection of this plant has become a critical issue in order to conserve natural populations, particularly in Russia and Mongolia. In addition, fraudulent material containing non-*Rhodiola rosea* plant parts is suspected to pollute the market.

In this study, we have estimated the phytochemical variability of salidroside and total rosavins in five natural populations in the Swiss Alps in order to select the best population for a polycross and propose the first synthetic cultivar-population of *Rhodiola rosea*.

## Material and methods

Non-destructive rhizome cuttings were sampled in 2006 from 93 plants in five sites in the Swiss Alps (Fig. 1) and screened for their salidroside and rosavins contents by HPLC-DAD analysis.

## Results

An important variability was observed among and within the populations, and no significant difference was observed between male and female. With an average content of 1,49% (± 1,15) for salidroside and 1,57% (± 0,74) for rosavins, the population in Mattmark (Saas Fee, Valais) near the famous Matterhorn turned out to be the most productive and vigorous (Fig. 2). The best plants from Mattmark were selected and a polycross was performed to produce the Alpine cultivar 'Mattmark', the first synthetic variety of *Rhodiola rosea* (Fig. 3 and 4).



Fig 4. Seed production of the new variety 'Mattmark' in Bruson (CH)

## Conclusions

- Domestication and breeding of *Rhodiola rosea* are important steps to preserve natural populations, ensure supply of standardized raw material and prevent frauds.
- The new variety 'Mattmark' shows good dry weight rhizomes production, high salidroside and rosavins contents, and good seeds production available through MediSeeds ([www.medisecds.ch](http://www.medisecds.ch))
- It was first commercially planted in 2011 in Switzerland (Valais), and seeds have then been sold in France, Italy, Germany and Canada.

# Einfluss einer Kulturabdeckung während des Winters auf den Ertrag und die Qualität der Minze

Massimo Plaschy, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, 8820 Wädenswil  
 plascmas@students.zhaw.ch

## Ausgangslage und Ziel

Auf einem Betrieb in Attiswil (BE) werden die Minzenkulturen während den Wintermonaten mit einem schwarzem Bändchengewebe überdeckt. Die unkrautunterdrückende Wirkung von schwarzen Mulchfolien ist seit längerer Zeit bekannt (Grundy et al., 2007). Weiter wird die Bodenstruktur, der Wasserhaushalt und die Nährstoffversorgung positiv beeinflusst, wodurch die Bedingungen für das Pflanzenwachstum verbessert werden (Feldmann et al., 2000; Seitz, 1985). Ziel dieser Bachelorarbeit war es den Effekt dieser Abdeckung auf die Minzenkultur, die Unkräuter und den Boden zu bestätigen.

## Material und Methoden

Der Hauptversuch wurde bei der Orangenminze (*Mentha x piperita* var. *citrata* 'Camich') durchgeführt. Ein Teil der Parzelle wurde nicht abgedeckt. Für den Vergleich der wichtigsten agronomischen Parameter und der Unkrautsituation wurden vier verschiedene Verfahren angesetzt (siehe Abb. 1). Für die Bodenanalysen wurden je drei Teilflächen gebildet und davon je eine Mischprobe entnommen. Erfasst wurden die wichtigsten physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Parameter. Während dem Winter wurde die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe gemessen.

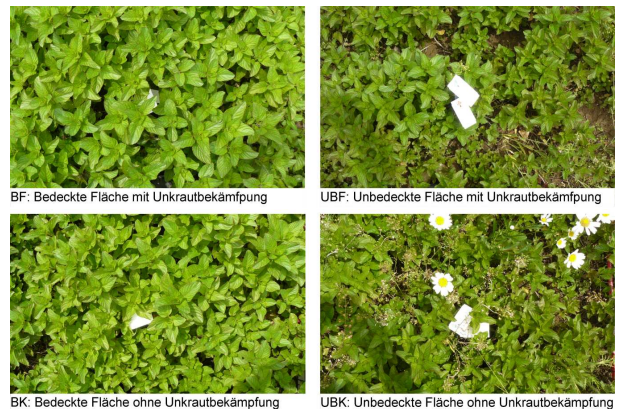


Abbildung 1: Die vier unterschiedlichen Verfahren welche für den Vergleich der agronomischen Parameter und der Unkrautsituation herangezogen wurden.

## Resultate

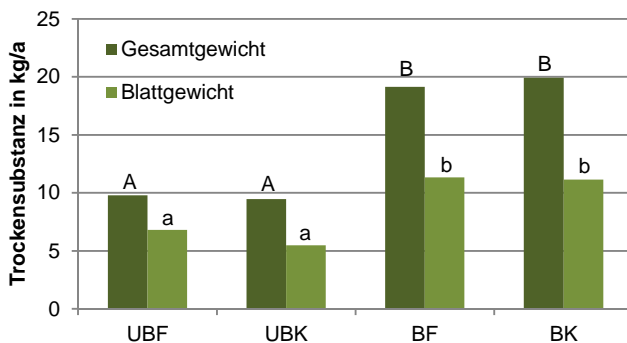


Abbildung 2: Gesamt- und Blattertrag in kg TS/a der vier Verfahren. Ungleiche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede auf dem 1 % Niveau an.

Tabelle 1: Unkrautanteil im Erntegut und die Arbeitskraftstunden für die Unkrautbekämpfung und die Montage und Demontage des Bändchengewebes.

Verfahren	Unkrautanteil [%]	Unkrautbekämpfung [AKh/a]	Montage / Demontage [AKh/a]	Total [AKh/a]
UBF	4.66 <sup>a</sup>	5.11	0	5.11
UBK	20.00 <sup>b</sup>	0.00	0	0
BF	0.78 <sup>a</sup>	0.67	1.04	1.71
BK	2.10 <sup>a</sup>	0	1.04	1.04

Tabelle 2: Wichtigste Ergebnisse der Bodenanalyse. Ungleiche Buchstaben geben signifikante Unterschiede auf dem 5 % Niveau an.

Verfahren	Basalatmung [mg CO <sub>2</sub> - C/kg TS*h]	Mikrobielle Biomasse [mg Cmic/kg TS]	Humusgehalt [%]	Nitratgehalt [kg/a]	Trockenrohddichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Bodentemperatur [°C]
B	0.416 <sup>a</sup>	521 <sup>a</sup>	3.71 <sup>a</sup>	0.209 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	2.5
UB	0.351 <sup>a</sup>	461 <sup>b</sup>	3.24 <sup>b</sup>	0.147 <sup>b</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.8

Die Verfahren mit der Winterabdeckung haben in etwa einen doppelt so hohen Gesamt – wie auch Blattertrag erreicht.

Bei den Arbeitskraftstunden schneiden diese Verfahren wiederum deutlich besser ab und der Unkrautanteil im Erntegut liegt auf einem tiefen Niveau. Auch das unbehandelte Verfahren BK weist einen tiefen Unkrautanteil auf.

Bei den wichtigsten Bodenparameter erreicht das bedeckte Verfahren signifikant höhere Werte. Ausnahme bildet die Trockenrohddichte und Basalatmung. Auch die Bodentemperatur war hier im Schnitt um 0.7 °C höher.

## Schlussfolgerungen

- ❖ Durch die Kulturabdeckung während dem Winter können höhere Erträge erreicht werden
- ❖ Der Unkrautdruck und somit der Arbeitsaufwand wird um ein vielfaches reduziert
- ❖ Dank den geringeren Arbeitskosten und den Mehrerträgen kann mehr Gewinn generiert werden
- ❖ Die Bodenanalyse lässt auf verbesserte Wachstumsbedingungen für die Pflanzen schliessen

## Quellen:

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). S. 146 - 153.  
 Grundy, A. C. & Bond, B. (2007). Use of non-living mulches for weed control. In M.K. Upadhyaya & R. E. Blackshaw (Hrsg.), *Non-chemical weed management*. Wallingford, UK: CAB International.  
 Seitz, P. (1985). *Folien und Vliese für den Gartenbau*. Stuttgart: Ulmer GmbH & Co.

# Stratégie «Push and Pull» contre les cicadelles

Catherine A. Baroffio, Flavie Lenne  
 Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch



Fig 1: *Eupteryx decemnotata*



Fig 2: *Emelyanoviana mollicula*



Fig 3: Larve d'*Emelyanoviana mollicula*

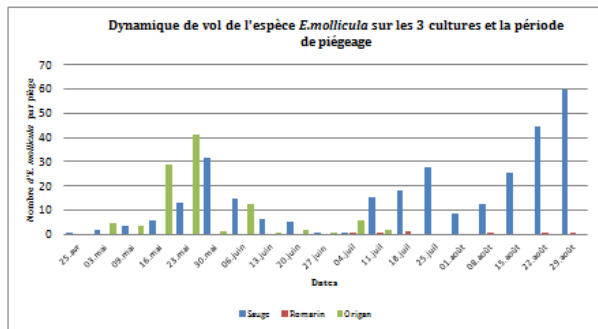
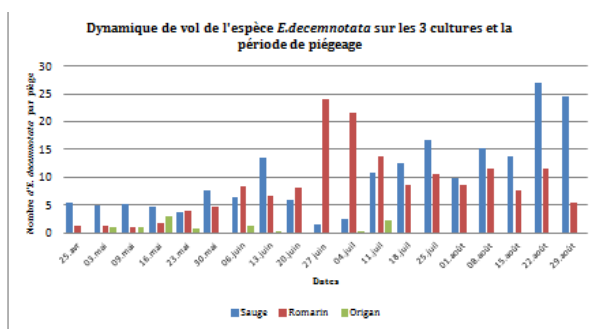


Fig 6: Résultats de l'étude faunistique

## Etude faunistique au Tessin

sur sauge, romarin, origan



Fig 4: Piège jaune englué

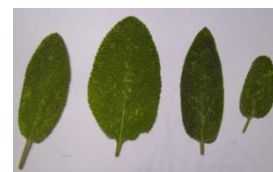


Fig 5: Piqûres sur sauge officinale

- Troubles physiologiques pour la plante
- Pertes économiques pour le producteur par la dépréciation de la matière première

## Méthodes de contrôle



Fig 7: plante répulsive: ciboulette et plante piège: menthe



Fig 8: Stratégie de Push and Pull

### Résumé

- *E. decemnotata* attaque de préférence le romarin et la sauge
- *E. mollicula* attaque de préférence la sauge et peu l'origan
- Les pics de vols sont différents
- Les fenêtres de traitement doivent être ciblées
- Les bandes de menthe en bordure de culture jouent le rôle de plantes pièges
- La ciboulette est une plante répulsive efficace
- La stratégie de Push and Pull est une alternative complémentaire dans la stratégie de lutte