



**Projekte des SFF 2:  
Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau  
und die Spezialkulturen entwickeln**

**Projets du CSR 2:  
Développement de méthodes et de systèmes culturaux économes en  
ressources pour les grandes cultures et les cultures spéciales**

- 18.02.12.02.01 Production durable de la pomme de terre**
- 18.02.12.02.02 Oléagineux et protéagineux pour des systèmes de cultures plus performants**
- 18.02.12.06.01 Produktionssysteme Obstbau: praxisnahe Forschung und Wissenstransfer**
- 18.02.12.07.01 Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz von alternativen, innovativen und smarten Bekämpfungsmethoden**
- 18.02.12.09.02 Nacherntequalität von Obst und Gemüse**
- 18.02.15.01.01 Systèmes de grande culture durables et résilients**
- 18.02.15.01.02 Nutrition écologiquement efficiente des plantes de grande culture**
- 18.02.15.02.01 Amélioration de l'efficience en serre**
- 18.02.15.03.01 Optimisation des techniques de production en cultures de baies**
- 18.02.15.03.02 Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques**
- 18.02.15.04.02 Conception et gestion efficiente du système de verger**
- 18.02.15.05.01 Unkrautmanagement im Ackerbau**
- 18.02.15.06.02 Développement de techniques culturales pour une gestion durable des ressources et une alimentation équilibrée de la vigne: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.12.02.01**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PDT\_tech

N° Domaine

12	Domaine de compétences plantes et produits d'origine végétale
----	---

N° Groupe

12.2 Variétés et techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Brice Dupuis / Ruedi Schwaerzel**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans 2018 2021

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3772
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 et 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1; 1.2; 1.5; 1.7; 1.13; 1.27; 1.28; 1.29; 2.74; 3.21; 13.196; 18.4; 18.5; 18.56; 18.86; 18.189; 23.18; 23.19; 28.71; 28.99
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Production durable de la pomme de terre**

**Production durable de la pomme de terre**

**Sustainable potato production**

**potato, variety, cultivar, seed, tuber, diseases, crop management, physiology**

### Situation initiale et problématique

La pomme de terre est une culture hautement spécialisée. Afin de pouvoir répondre aux exigences du marché, le producteur doit mettre en oeuvre des itinéraires culturaux adaptés aux variétés, mettre en place des stratégies de lutte efficace contre les principaux pathogènes et ravageurs de la pomme de terre et optimiser les conditions de stockage afin de garantir le maintien de la qualité de la récolte jusqu'à sa mise sur le marché.

Les techniques de culture doivent être constamment adaptées aux nouvelles variétés pour pouvoir garantir un bon rendement et une récolte de qualité. Ces techniques doivent permettre d'augmenter la résilience de la culture face aux contraintes biotiques et abiotiques.

Le stockage des pommes de terre est généralement coûteux en énergie et nécessite l'application de produits antigermes pouvant avoir des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Par conséquent, il est impératif de développer de nouvelles stratégies de stockages plus durables et moins consommatrices en ressources non renouvelables tout en gardant une qualité irréprochable.

### Objectifs et questions de recherche

- Evaluation des qualités et des défauts des nouvelles variétés de pomme de terre proposées sur le marché Suisse.
- Adapter les techniques culturales aux nouvelles variétés de pommes de terre afin de garantir un rendement acceptable et une qualité correspondant aux critères du marché.
- Développer des techniques culturales améliorant la résilience des variétés de pommes de terre face aux aléas climatiques. Ces techniques doivent permettre une production qualitative et quantitative en conditions limitantes (eau et éléments nutritifs principalement).

- |   |
|---|
| <p>4. Développer des méthodes de stockage permettant de contrôler la germination des pommes de terre sur le long terme sans altérer la qualité de la récolte, ni nuire à la santé des utilisateurs et des consommateurs.</p> <p>5. Assurer la coordination opérationnelle des activités de recherche pomme de terre au sein d'Agroscope: étude variétale, techniques culturales et de lutte contre les pathogènes ainsi que la diffusion des résultats auprès de l'interprofession.</p> |
|---|

<b>Contribution concrète au CSR n° 0 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)</b>
---

<b>Question de recherche 1</b> - Nouvelles méthodes de culture: techniques culturales permettant une production de pommes de terre qualitative et quantitative en conditions limitantes, principalement concernant la disponibilité en eau et en éléments nutritifs (projet H2020 SOLACE).
--

<b>Question de recherche 2</b> - Aspects post-récolte: Prolongation de la "shelf life" des pommes de terre pour une meilleure valorisation économique sans effets néfastes pour les utilisateurs, les consommateurs et l'environnement (projet EUREKA-CTI RESPRO).
--

<b>Question de recherche 4</b> - Adaptation des systèmes de production: utilisation de variétés de pommes de terre adaptées à leur environnement de production permettant de limiter les risques d'échec cultural liés à l'utilisation de variétés non appropriées (réseau d'étude variétale Agroscope-Swisspatat). Utilisation de la patate douce comme voie de diversification économique (essais pilotes patate douce).
--

<b>Question de recherche 6</b> - Effet des biostimulants: utilisation d'inocula biologiques pour améliorer le prélèvement des éléments nutritifs du sol et la résistance des plantes au stress hydrique (projet H2020 SOLACE).
--

<b>Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)</b>
---

au CSR n° 3 : Etude variétale pommes de terre (caractériser scientifiquement les variétés)
--

au CSR n° 5 : Limitation des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques
---

<b>Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)</b>
---

Produits de traitement phytosanitaires biocompatibles, variétés résistantes aux maladies.
---

<b>Matériel et méthodes (description sommaire)</b>
--

Ce projet s'inscrit dans un contexte national et international. Au niveau national, ce projet est soutenu par Swisspatat, la filière suisse de la pomme de terre par l'intermédiaire d'un partenariat public-privé (PPP) articulé autour d'un réseau d'étude variétale pomme de terre commun à Agroscope et Swisspatat. Au niveau international, ce projet s'inscrit dans trois groupes de travail: (i) le projet EUPHRESCO Dickeya-Pectobacterium, (ii) la PVYwide organization et (iii) le groupe "seed-potatoes" de l'UNECE.
---

Les activités prévues dans le cadre du projet sont les suivantes:
---

<b>2018:</b>
--------------

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.</li> <li>- Recherche appliquée – 1<sup>ère</sup> année d'essai (essai préliminaire) d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (projet H2020, sous réserve de disponibilité de micro organismes) ; troisième année d'essais en petites cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO).</li> <li>- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article revue suisse traitant de l'acclimatation de la patate douce.</li> </ul> |
|--|

<b>2019:</b>
--------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.</li> <li>- Recherche appliquée – Essai d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (année 2) et par l'introduction de légumineuses dans la rotation (année 1) (projet H2020) ; première année d'essais en grandes cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO), essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/-financement).</li> <li>- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur l'utilisation de la dormance des variétés de pomme de terre pour optimiser leur stockage.</li> </ul> |
|---|

<b>2020:</b>
--------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.</li> <li>- Recherche appliquée – Essai d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (année 3) et par l'introduction de légumineuses dans la rotation (année 2) (projet</li> </ul> |
|---|

H2020) ; deuxième année d'essais en grandes cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO), essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/financement).

- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur la résistance de la pomme de terre au stress hydrique (données essai en serre 2017).

#### 2021:

- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.
- Recherche appliquée – Essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/financement).
- Valorisation – stakeholders events (projet H2020), publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur la résistance de la pomme de terre au stress hydrique (données essai en serre 2017), publication d'un article scientifique sur la recherche d'alternatives au CIPC.

#### Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Dupuis B., Riot G., Ballmer T., Thévoz E., Wüthrich R., Hebeisen T. (2016). Comparison of ethylene and chlorpropham for potato storage. Agrarforschung Schweiz; 7(1):4-11.
- Visse, M. I., Vanderschuren, H. & Dupuis, B. (2016) Alternatives to CIPC for the control of potato sprouting. in Seminar of the International Association of Students in Agricultural and Related Sciences, Nyon, Switzerland.
- Dupuis, B. (2014) Comparison of D-Carvone and ethylene treatments during storage of seed potatoes to increase the number of progeny tubers. 19th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Brussels; 07/2014
- Obidiegwu JE, Bryan GJ, Jones HG, Prashar A, 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. Front Plant Sci 6, 1-23.
- Pavlista AD, 2015. Scheduling Reduced Irrigation on 'Atlantic' Potato for Minimal Effect. American Journal of Potato Research 92, 673-83.
- Saravia D, Farfán-Vignolo ER, Gutiérrez R, et al., 2016. Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. American Journal of Potato Research 93, 288-95.
- Stark JC, Love SL, King BA, Marshall JM, Bohl WH, Salaiz T, 2013. Potato Cultivar Response to Seasonal Drought Patterns. American Journal of Potato Research 90, 207-16.
- Weisz R, Kaminski J, Smilowitz Z, 1994. Water-Deficit effects on Potato leaf growth and transpiration - Utilizing fraction extractable Soil-Water for comparison with other crops. American Potato Journal 71, 829–40.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet  
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Les techniques de culture doivent être adaptées aux nouvelles variétés de pomme de terre pour garantir un bon rendement, une récolte de qualité et un stockage optimal. Agroscope collabore avec la filière pomme de terre pour caractériser les nouvelles variétés et met en place des essais visant à augmenter la résilience de la culture face aux changements climatiques et à optimiser son stockage.**

Les techniques de culture doivent être adaptées aux nouvelles variétés de pomme de terre pour garantir un bon rendement, une récolte de qualité et un stockage optimal. Agroscope collabore avec la filière pomme de terre pour caractériser les nouvelles variétés et met en place des essais visant à augmenter la résilience de la culture face aux changements climatiques et à optimiser son stockage. Les nouvelles variétés sont caractérisées par l'intermédiaire d'un réseau d'étude variétale conjoint entre Agroscope et Swisspatat (la filière suisse). Les essais de luttent contre les effets du changement climatique ont pour objectif de faciliter l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs (N et P). Enfin, Agroscope cherche des solutions écologiques pour améliorer le stockage des pommes de terre.

#### Approbation du projet

Date: 22.08.2017	Visa R GR: pedi
Date: 31.08.2017	Visa R DR / R DC: kewi
Date: 14.09.2017	Visa R CSR: cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Projet

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.12.02.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**Oléagineux et protéagineux / PEOPLE**

N° Domaine

12	Plantes et produits d'origine végétale
----	--

N° Groupe

12.2	Variétés et Techniques culturales
------	-----------------------------------

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>Alice Baux / Ruedi Schwaerzel</b>
--------------------------------------

Durée du projet

4 ans

Début du projet

2018

Fin du projet

2021

Total des jours de travail sans fonds tiers	1224
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3, 4, 16

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1; CSR2: 1.1, 1.45, 2.107, 8.1, 18.55, 18.56, 23.19, 28.74; CSR3: 1.31, 13.196, 18.85
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

## **Performance et Ecologie grâce au rôle des Oléagineux et Protéagineux dans Les systèmes de culturE (PEOPLE)**

**Oléagineux et protéagineux pour des systèmes de cultures plus performants**

**Sustainable and efficient cropping systems integrating oil and protein crops**

**oléagineux ; protéagineux ; durabilité ; efficience ; association de cultures ; biodiversité;**

### Situation initiale et problématique

Les oléagineux produits en Suisse, colza et tournesol, sont destinés à l'alimentation humaine et sont bien valorisés. Le tournesol, peu exigeant en intrants, voit sa progression limitée géographiquement par le climat. Le colza, mieux adapté, est très bien implanté en Suisse. Son potentiel de rendement est élevé et ne cesse de croître avec les nouvelles variétés. Sa production est souvent intensive afin d'assurer le potentiel de la culture grâce à une fertilisation azoté élevée et protection phytosanitaire souvent importante. Le choix de variétés efficientes et tolérantes aux pathogènes, la lutte intégrée contre les ravageurs, et un meilleur ajustement de la fertilisation azotée permettront de réduire les interventions systématiques tout en maintenant un rendement élevé.

Les légumineuses occupent une place privilégiée dans la rotation mais sont pénalisées par des rendements très variables et des débouchés limités. Ainsi, le pois, principale culture protéagineuse en Suisse, reste peu prisé des agriculteurs. La production d'autres espèces destinées à l'alimentation humaine (soja, lentilles, etc.) et l'association de cultures permettra de renforcer la part de légumineuses dans la rotation. La diversification des cultures, l'allongement des rotations, et l'introduction de nouvelles espèces (en association ou en culture pure, récoltées ou non) sont autant d'outils permettant de réduire la pression de maladies et de ravageurs, et d'améliorer la fertilité des sols grâce aux légumineuses.

Il s'agira de maintenir une production indigène d'huile et de protéines végétales de qualité avec un moindre impact sur l'environnement grâce au développement et à la diffusion de systèmes de culture plus résilients basés sur la diversification des espèces, l'allongement des rotations et l'association des cultures.

<b>Objectifs et questions de recherche</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- rendre la production de colza moins exigeante en intrants.</li> <li>- évaluer le potentiel de développement du tournesol dans les systèmes de production à faible intrants.</li> <li>- proposer de nouvelles espèces protéagineuses et évaluer leur potentiel dans la rotation.</li> <li>- identifier et décrire et recommander les variétés de colza et de soja correspondant aux exigences de qualité des consommateurs, et adaptées aux conditions de production suisses.</li> </ul>

**Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

QR 1 et 3 : Les associations d'espèces, à récolter ou non, permettront d'améliorer l'efficience des ressources, à condition de limiter l'effet de la compétition entre elles. Les associations céréales-légumineuses, et le semis de colza sous couvert de légumineuses seront plus spécifiquement étudiés. L'objectif sera une diminution des intrants tout en conservant ou améliorant la production et la qualité des produits.

QR 4 : La diversification de la production permettra de mieux s'adapter au site et à la demande locale. Par exemple le développement de cultures tolérantes à la sécheresse (tournesol, pois chiche) ou l'introduction de légumineuses dans les rotations courtes, permettront d'améliorer la rentabilité des systèmes les plus fragiles.

QR 5 : Les systèmes basés sur des associations d'espèces seront étudiés en interaction avec leur environnement pédoclimatique. Le climat, la richesse du sol en N, la présence d'adventice, la dynamique des macro- et micro-organismes du sol et des ravageurs seront autant d'éléments influant sur l'équilibre entre les espèces.

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

au CSR n° 3 : Le choix d'une variété performante, rustique, précoce ou tardive, tolérante aux différents pathogènes susceptible d'être présents dans un contexte donné, est l'un des moyens d'optimiser le résultat dans un environnement pédoclimatique et selon un mode de culture donné. L'évaluation des variétés par Agroscope permet de présélectionner les meilleures options pour la Suisse, d'évaluer le potentiel de qualité de chaque candidate et de fournir aux producteurs une description détaillée de chaque variété recommandée afin de faciliter leur choix.

au CSR n° 4 : L'introduction de légumineuses dans la rotation présente des bénéfices environnementaux à travers la diversification des cultures et la moindre dépendance aux engrains azotés de synthèse. La production de protéines végétales pour l'alimentation humaine présente le double avantage d'un débouché intéressant pour les producteurs, et de l'offre d'une alternative saine à une alimentation très majoritairement carnée. La capacité de production dans les conditions climatiques de différentes régions de Suisse et la qualité de ces protéines sera évaluée.

au CSR n° 16 : Le colza est une culture connue pour être particulièrement sensible à différents ravageurs, tout au long de son cycle. Limaces, altises, charançons, méligrètes doivent être combattus pour maintenir le rendement. A l'échelle de la parcelle, de l'exploitation, de la région, il s'agira d'identifier les leviers à disposition pour les contenir sous un seuil de nuisibilité par des techniques nouvelles de lutte indirecte.

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

La production en agriculture biologique ne sera pas spécifiquement étudiée. Cependant, le projet vise en grande partie à réduire l'utilisation de produits phytosanitaire grâce à des techniques nouvelles, à une rotation plus longue et des variétés plus tolérantes aux agressions diverses. De plus, l'impact de l'introduction de légumineuses dans la rotation, comme engrais verts, plantes compagnes ou culture principale sera étudié afin d'évaluer la réduction de la dépendance aux engrains minéraux. Ainsi, les résultats du projet pourront bénéficier à l'agriculture biologique, comme à l'agriculture conventionnelle.

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

Les activités prévues requièrent des essais au champs, en station de recherche et en partenariat avec des producteurs, dans différentes régions de Suisse.

Des essais en conditions semi-contrôlées (en pots) et des enquêtes auprès des producteurs viendront compléter les informations recueillies dans le cadre des essais.

Les analyses statistiques adaptées seront effectuées, et la mise en valeurs des résultats donnera lieu à des publications scientifiques et destinées à la pratique.

- Les essais variétaux de colza et de soja sont mis en place chaque année, en station de recherche et chez des producteurs, en partenariat. Les essais variétaux de tournesol et de pois sont effectués en alternance, par séquences de 3 ans. 2018-2020 : tournesol. 2021-2023 : pois. Suite à chaque saison de culture, un « cahier de résultats » est publié pour la pratique, ainsi qu'une « liste recommandée » décrivant les nouvelles variétés.
- Les associations colza-légumineuses seront testées 3 ans en station de recherche et chez des producteurs, en comparaison à du colza seul, avec et sans herbicide.

- L'impact des associations sur les différents ravageurs du colza sera plus spécifiquement suivie, et en particuliers, les conséquences sur les dégâts d'altises.
- Différentes légumineuses à destination de l'alimentation humaine (lentille, pois-chiche, lupin blanc, soja) seront testées en petites parcelles sur 2 sites. En plus du rendement obtenu, et de l'analyse de la qualité des protéines pour l'alimentation humaine, la quantité d'azote disponible dans le sol après la récolte sera mesurée.

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- Baux A., Breitenmoser S., Courtois N., 2017. Undersowing oilseed rape with various crop mixtures: what benefits for farmers? GCIRC technical meeting, Malmö, 8-11 may 2017
- Debaeke P., Casadebaig P., Mestries E., Palleau J.P., Salvi F., Bertoux V., Uytewaal V., 2011. Evaluer et valoriser les interactions variété-milieu-conduite en Tournesol. Innovations Agronomiques 14, 77-90
- Lorin M., Jeuffroy M.-H., Butier A., Valantin-Morison M., 2015. Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulches to improve weed control. European Journal of Agronomy 71: 96–105
- Lorin M., Jeuffroy M.-H., Butier A., Valantin-Morison M., 2016. Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulch: Consequences for cash crop nitrogen nutrition. Field Crops Research 193: 24–33
- Pinet A, Mathieu A, Jullien A., 2015. Floral bud damage compensation by branching and biomass allocation in genotypes of Brassica napus with different architecture and branching potential. Frontiers in plant science. Volume 6, Art. 70.
- Zander P., Amjath-Babu T.S., Preissel S., Reckling M., Bues A., Schlafke N., Kuhlman T., Bachinger J., Uthes S., Stoddard F., Murphy-Bokern D., Watson C., 2016. Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. Agronomy for sustainable development. 36 :26

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet**

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Les techniques de cultures doivent être adaptées pour permettre une production d'oléagineux et de protéagineux efficace et durable, et de réduire l'impact sur l'environnement. L'introduction de légumineuses dans la rotation, en culture pure ou en association, permettra de réduire la dépendance aux intrants chimiques et de renforcer la production indigène de protéines végétales.**

Les nouvelles variétés de colza, soja, pois, tournesol, seront choisies pour leur bonne adaptation aux conditions pédo-climatiques suisses, leur productivité et leur tolérance aux stress biotiques et abiotiques. Les associations d'espèces visant à réduire la pression de maladies et de ravageurs seront évaluées. Leur développement permettra une diminution des intrants, tout en maintenant une production élevée et de qualité. L'introduction et le développement de nouvelles cultures mieux aptes à faire face aux stress climatiques récurrents permettra la mise en place de systèmes de production résilients et durables.

**Approbation du projet**

Date:	23-08-2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.02.12.06.01**

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

**Praxissupport\_Obst**

Nr. Bereich.

12	KB Pflanzen und pflanzliche Produkte
----	--------------------------------------

Nr. Gruppe

12.6	FG Extension Obstbau
------	----------------------

Projektleitung/Stellvertretung

<b>Andreas Naef / Thomas Kuster</b>
-------------------------------------

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre	2018	2021
---------	------	------

## Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	3012
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitem SFF	3, 5, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	13.40, 13.41, 13.47, 13.48, 13.49, 13.57, 13.61, 13.62, 13.69, 18.76, 18.112, 23.92, 27.4, 27.7, 27.8, 27.9, 27.11
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Produktionssysteme Obstbau: Qualitätsförderung im Kern- und Steinobst-anbau dank praxisnaher Forschung und Wissenstransfer**

**Produktionssysteme Obstbau: praxisnahe Forschung und Wissenstransfer**

**Production system fruit-growing: quality promotion in pome and stone fruit cultivation due to applied research and farm-ready knowledge transfer**

**extension, horticulture, tree fruit production, plant protection, thinning, decision support, knowledge transfer, quality improvement, weed control**

### Ausgangslage und Problemstellung

Im Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte ist die Forschungsgruppe (FG) Extension Obstbau Eintrittspforte für Anliegen aus der Praxis/aus der Branche des Obstbaus. Forschungsresultate der Extension Obstbau werden primär auf den Versuchsbetrieben Wädenswil, Breitenhof und Güttingen (Vereinbarung mit dem BBZ Arenenberg) erarbeitet und sollen sich sofort in der Praxis (Beratung, Produktion, Handel) umsetzen lassen. Damit dies erreicht wird, arbeitet die Extension Obstbau mit dem Forum Kern- und Steinobst zusammen. Dieses setzt sich zusammen aus Vertretern der Produktion, der kantonalen Obstfachstellen/Beratung, des Handels und einem Vertreter der Beratungszentrale Agridea. Das Forum beurteilt Qualität und Erfüllungsgrad der bereits durchgeföhrten Arbeiten und bestimmt gemeinsam mit dem Extensionsteam die Arbeitsschwerpunkte – jährlich und in einem definierten Prozess. Trotz jährlicher Priorisierung haben viele Extension-Projekte eine Laufzeit von zwei bis drei Jahren, bis gesicherte Ergebnisse vorliegen. Manche Projekte, wie zum Beispiel die Behangsregulierung entsprechen Daueraufgaben, da sie vom Forum regelmäßig hoch priorisiert werden.

Bei limitierten Ressourcen ist es eine Herausforderung, die ganze Breite obstbaulicher Problemstellungen abzudecken. Die Zusammenarbeit mit dem Forum Kern- und Steinobst garantiert eine Fokussierung auf die dringendsten Anliegen und trägt bei zur positiven Wahrnehmung von Agroscope in der Obstbranche. Drittmittel und Kooperationen mit anderen praxisnahen Forschungsinstitutionen, der kantonalen Beratung und der Obstbranche ergänzen die Eigenmittel. Damit die erarbeiteten Erkenntnisse in der Praxis ankommen, betreibt die Extension Obstbau einen aktiven Wissenstransfer mit Versuchsbesichtigungen, Fachtagungen für Beratung und Praxis (z.B. Breitenhof- und Güttinger-Tagung) und Publikationen in Fachzeitschriften.

Das Projekt Praxissupport Obst umfasst den Forumsprozess an sich sowie die Forschungsaktivitäten und den Wissenstransfer der Extension Obstbau zu den Themen Anbausysteme, Unkrautbekämpfung, Behangsregulierung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit und Massnahmen gegen physiologische Probleme. Auch Themen, welche eine interdisziplinäre Bearbeitung erfordern, sind diesem Projekt und damit dem systemorientierten SFF 2 zugeordnet. Ein Beispiel dafür ist das Interreg-Projekt „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“, in welchem gemeinsam mit Partnern eine ganzheitliche Optimierung des Produktionssystems Obstbau angestrebt wird. Auch der systemorientierte Wissenstransfer ist Bestandteil des Projekts Praxissupport Obst. Die periodisch aktualisierte Agroscope Transfer Publikation „Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau/ Guide arbo“ wird hier aufgelistet. Neben der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen werden auch Themen wie Unkrautregulierung, Bodenpflege und Behangsregulierung in dieser Publikation abgedeckt.

Die übrigen Aktivitäten der FG Extension Obstbau, inklusive Branchenanliegen aus dem Forumsprozess, werden in anderen Projekten ausgewiesen:

- im SFF 5: 18.05.16.1.01 Obstpilze, 18.05.16.1.02 OK-ViBPs, 18.05.16.1.03 Obst\_Schädlinge, 18.05.16.1.04 Drosophila suzukii control, 18.05.16.4.02 DigiPhyto
- im SFF 3: 18.03.12.6.04 Sortenprüfung\_Obst
- im SFF 13: 18.13.12.6.03 ProFruVeg.

Das in der praxisnahen Versuchstätigkeit erarbeitete Wissen ist ausserdem Voraussetzung für Expertisen zur Wirksamkeit und der agronomischen Eignung von Pflanzenschutzmitteln und Phytre regulatoren im Rahmen des Zulassungsprozesses (SFF 5, 18.05.12.4.02 Wirkung\_&\_Anwendung\_PSM). Enge, etablierte Zusammenarbeiten bestehen mit den Forschungsgruppen 12.9, 14.2, 15.4, 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 und 16.5.

#### Ziele und Forschungsfragen

##### **1. Forum Kern- und Steinobst: Eintrittspforte für die Anliegen der Obstbranche an Agroscope**

Die Branche reicht über den Schweizerischen Obstverband (SOV) jährlich Anstösse für neue Projekte ein. Diese werden in der FG Extension Obstbau vorpriorisiert. Am jährlichen Forumsanlass werden Ergebnisse laufender Projekte den Branchenvertretern präsentiert, mit der Branche über deren Fortsetzung diskutiert und mit der Branche entschieden für welche bestehenden und neuen Anliegen die Extension Obstbau Projektskizzen aktualisieren bzw. erstellen soll. Diese Projektskizzen und die vorhandenen Ressourcen sind Grundlage für eine definitive Priorisierung der Extensionprojekte. Die Beschriebe der aktuellen Projekte können auf [www.agroscope.admin.ch/obstbau](http://www.agroscope.admin.ch/obstbau) abgerufen werden.

##### **2. Qualitätsförderung im Produktionssystem Obstbau**

Die Extension Obstbau entwickelt neue, praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung im Obstbau. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit und Massnahmen gegen physiologische Probleme. Dazu zählen auch systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes, welche sich nicht auf die Projekte Obst Schädlinge und Obst Pilzkrankheiten einschränken lassen, wie z.B. Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes.

Für neue Strategien werden im Rahmen des Projekts 18.13.12.6.03\_ProFruVeg betriebswirtschaftliche Berechnungen (E. Bravin, FG Extension Obstbau) durchgeführt. Nachhaltigkeitsanalysen sind im Rahmen von Fremdmittelprojekten in Zusammenarbeit mit J. Lansche (FG Ökobilanzen) vorgesehen.

##### **3. Wissenstransfer**

Technologie- und Wissenstransfer erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Kantonalen Fachstellen Obst und weiteren Beratungs- und Vollzugsorganen. Die Ergebnisse werden mittels Fachtagungen, Vorträgen, praxisorientierten und technisch-wissenschaftlichen Publikationen sowie als Merkblätter vermittelt. Ein wichtiger Bestandteil des Wissenstransfers sind die systemübergreifenden Publikationen „Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau“ und „Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbsobstbau“.

##### **4. Fremdmittel Projekt „EUFruit“ (H2020, Reserve Agroscope)**

Das 2016 lancierte internationale Netzwerkprojekt soll den Austausch von Erkenntnissen und Praxiserfahrungen über nachhaltige Obstproduktionssysteme zwischen Forschungsinstituten, Beratern und Produktion innerhalb der Schweiz und zwischen europäischen Ländern fördern.

##### **5. Fremdmittel Projekt „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“ (Interreg)**

Im Rahmen eines Interreg-Projekts mit Partnern im Bodenseeraum (CH, D, A) werden 2017 Modellanlagen gepflanzt, in denen der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln auf ein Minimum reduziert wird. Im Fokus stehen dabei systemübergreifende Lösungsansätze, welche auch die Ertragssicherheit und die Fruchtqualität erhöhen.

## **6. Fremdmittel Projekt „Nachhaltige Strategien zur Unkrautbekämpfung im Obstbau“ (Interreg)**

Die Anwendung von Herbiziden zur Unkrautregulierung im Obstbau gerät immer mehr unter Druck. Agroscope prüft im Rahmen eines Interreg-Projekts an den beiden Standorten Wädenswil und Breitenhof herbizidfreie Alternativen und untersucht deren Auswirkungen auf Fruchtqualität, Baumwachstum und Bodenfruchtbarkeit.

## **7. Zusammenarbeit auf Versuchsbetrieben**

- Breitenhof-Beirat: Mit finanzieller Beteiligung von SOV und den Kantonen Aargau, Baselland, Bern, Luzern, Schwyz, Solothurn und Zug werden auf dem Steinobstzentrum Breitenhof verschiedene Projekte zur Qualitätsförderung im Steinobstanbau bearbeitet.
- Versuchsanlagen der ZHAW: Agroscope pflegt im Rahmen einer Vereinbarung die Versuchs- und Demonstrationsobstanlagen der ZHAW und führt auf definierten Flächen Feldversuche aus.
- Schul- und Versuchsbetrieb Güttingen des BBZ Arenenberg: In den Obstanlagen des BBZ Arenenberg in Güttingen führt Agroscope Versuche durch. Das BBZ Arenenberg pflegt die Obstanlagen entsprechend einer Vereinbarung gegen Entschädigung. In gemeinsamen Versuchen erbringen beide Partner Leistungen gemäss einer separaten Versuchsvereinbarung.
- Fructus-Sammlungen: Agroscope pflegt am Breitenhof und in Wädenswil Steinobstsammlungen von FRUCTUS für den Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung von Genressourcen.

**Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)**

Beitrag zu den wissenschaftlichen Zielen und Forschungsfragen:

1. Die Interaktionen der Komponenten von Obstanbausystemen (Klima, Krankheiten, Schaderreger, Unkräuter, Behangsregulierung, Düngung und Wuchs der Bäume) werden gesamtheitlich in praxisnahen Modellanlagen untersucht. Durch die systemübergreifende Betrachtung kann eine Qualitätsförderung im Produktionssystem Obstbau erreicht werden.
2. Produktionssysteme mit innovativen Pflanzenschutz- und Kulturführungsmassnahmen führen zu reduziertem Risiko für Mensch und Umwelt (z.B. Driftreduktion durch Netze, Rückstandsminimierung).
3. Für Produktionssysteme mit innovativen Kulturführungsmassnahmen wird der Rohstoff- und Energieverbrauch sowie die Auswirkung auf das Mikroklima untersucht (z.B. Totaleinnetzung, Überdachung, mechanische Unkrautregulierung).

**Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)**

**zu SFF Nr. 3:** Ausgewählte, neue Sorten werden in Versuchen unter praxisnahen Bedingungen getestet (z.B. Bonita im Interreg-Versuch „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“, Versuche zur Behangsregulierung bei Ladina).

**zu SFF Nr. 5:** Erkenntnisse aus systemübergreifenden Bekämpfungsversuchen fließen ein in die längerfristige Entwicklung nachhaltiger, risikoarmer Pflanzenschutzstrategien. Im Zulassungsprozess von neuen Pflanzenschutzmitteln ist Wissen aus der praxisnahen Forschung Voraussetzung für Expertisen zur Wirksamkeit und agronomischen Eignung von Pflanzenschutzmitteln und Phytoregulatoren.

**zu SFF Nr. 13:** Erarbeitete Lösungen für die Obstbaupraxis müssen die Rentabilität der Produktion erhalten oder verbessern.

**Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**

Pflanzenschutzstrategien ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmitteln sind sowohl im integrierten wie im biologischen Anbau anwendbar. Viele Versuchsergebnisse sind daher für die integrierte und die biologische Obstproduktion relevant. Der Versuch „Witterungsschutz im Bio-Anbau von Zwetschgen“ wird in Zusammenarbeit mit dem FiBL am Versuchsbetrieb Breitenhof durchgeführt. Der Versuch hat zum Ziel, die agronomischen Auswirkungen und die Wirtschaftlichkeit einer Regenabdeckung im biologischen Zwetschgenanbau zu untersuchen.

**Material und Methoden (grob skizziert)**

Die Fragestellungen im Projekt Praxissuport Obst werden zu einem grossen Teil in praxisorientierten Versuchen bearbeitet. Dazu stehen der Extension Obstbau Obstbauflächen auf den Versuchsbetrieben Wädenswil, Breitenhof und Güttingen zur Verfügung. Bei Bedarf werden zudem Versuche auf Praxisbetrieben durchgeführt. Die Beschriebe der aktuellen Projekte können auf [www.agroscope.admin.ch/obstbau](http://www.agroscope.admin.ch/obstbau), respektive in den Jahresberichten des Agroscope Steinobstzentrums Breitenhof ([www.agroscope.ch/breitenhof](http://www.agroscope.ch/breitenhof)) abgerufen werden.

Neue Grundlagen für die Düngung im Obstbau mit Vollzugscharakter werden in der Koordinationsgruppe Boden und Düngung (KBD) in der Arbeitsgruppe „Düngung“ erarbeitet.

**Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)**

- Kuske S., A. Naef, E. Holliger, T. Kuster, S. Perren, J. Werthmüller, M. Bünter, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren. 2016. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2016/2017. Agroscope, Wädenswil. 68 S.
- Kuske S., A. Naef, T. Kuster, S. Perren, E. Holliger, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren. 2017. Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbsobstbau 2017. Agroscope, Wädenswil. 24 S.
- Kuster T. & S. Schweizer, 2015. Behangsregulierung bei Äpfeln und Birnen mit Metamitron. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **151** (8), 11-14.
- Kuster T., O. Eicher, L. Leumann, U. Müller, J. Poulet, R. Rutishauser, 2017. 13/ Düngung im Obstbau. In: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017) (Ed. W. Richner, S. Sokrat). Agrarforschung Schweiz **8** (6), Spezialpublikation.
- Linemann M., E. Bravin & T. Schwizer, 2016. Fruchtbare Böden im Obstbau dank fachgerechter Bodenpflege. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **152** (11), 12-15.
- Schweizer S. & T. Kuster, 2017. Witterungsschutz bei Kirschen - so früh wie möglich? *Obstbau* **153** (1), 15-18.
- Schwizer T., A. Buser, M. Friedli, A. Häseli, T. Kuster, J. Werthmüller, M. Heiri, S. Schweizer, A. Schöneberg, S. Perren, E. Holliger, V. Reininger, L. Luss, E. Bravin, S. Kuske & R. Baur. 2016. Jahresbericht 2016 - Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof. Agroscope, Wädenswil. 42 S.
- Zwhalen D., T. Kuster & S. Kuske, 2017. Insektennetz im Apfelanbau: Kaum Auswirkungen auf Mikroklima und Fruchtqualität. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **153** (5), 8-11.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet**

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

**Die Forschungsgruppe Extension Obstbau ist Eintrittspforte für Anliegen des Obstbaus aus der Praxis und entwickelt neue, praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit, Massnahmen gegen physiologische Probleme sowie systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes.**

Die Forschungsgruppe Extension Obstbau ist Eintrittspforte für Anliegen des Obstbaus aus der Praxis und entwickelt praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung. Die Zusammenarbeit mit dem Forum Kern- und Steinobst garantiert eine Fokussierung auf die dringendsten Anliegen und trägt bei zur positiven Wahrnehmung von Agroscope in der Branche. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit sowie systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes. Ein Beispiel dafür ist ein Interreg-Projekt, in welchem eine gesamtheitliche Optimierung des Produktionssystems Obstbau angestrebt wird. Damit die erarbeiteten Erkenntnisse in der Praxis ankommen, betreibt die Extension Obstbau einen aktiven Wissenstransfer.

**Genehmigung des Projektes**

Datum: 31.08.2017	Visum FGL:	naan
Datum: 20.10.2017	Visum FBL / KBL:	kewi
Datum: 14.09.2017	Visum V SFF:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

#### Arbeitsprogramm

**AP 2018-2021**

#### Projektnummer

**18.02.12.07.01**

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

**Herbizidreduktion Gemüse**

Nr. Bereich.

12	Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte
----	--

Nr. Gruppe

12.7	Extension Gemüsebau
------	---------------------

Projektleitung/Stellvertretung

**Martina Keller / René Total**

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

## Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	940
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitern SFF	5/11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	12.74, 12.75, 12.76, 12.77, 12.78, 12.94, 13.156, 18.143, 28.77, 28.91
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz von alternativen, innovativen und smarten Bekämpfungsmethoden**

**Herbizidreduktion im Gemüsebau**

**Herbicide reduction in vegetable production**

**vegetables, smart farming, non-chemical, mechanical weed control, sensors**

#### Ausgangslage und Problemstellung

Unkräuter verursachen hohe Ertragsverluste, da sie direkt mit der Kulturpflanze um Wasser, Licht und Nährstoffe konkurrieren. Eine wirksame Unkrautbekämpfung ist insbesondere im Gemüsebau äusserst wichtig, da Gemüsearten einerseits im Vergleich zu Ackerkulturen sehr konkurrenzschwach sind und andererseits Verunreinigungen von Unkräutern in Ernteprodukten ein Gesundheitsrisiko für die Konsumentinnen und Konsumenten darstellen können (z. B. Nachtschatten in Spinat oder Kreuzkraut in Babyleafsalaten).

Während der letzten Jahrzehnte war die Unkrautbekämpfung im Gemüsebau geprägt durch den Einsatz von Herbiziden. Mit diesen können Unkräuter relativ einfach, ökonomisch und wirksam bekämpft werden. Die chemische Unkraut-bekämpfung hat aber auch Schattenseiten, wie Einträge von Herbiziden in Gewässer, Resistenzentwicklung bei Unkräutern sowie eine gewisse Verarmung der Unkrautflora. Ausserdem ist der Herbicideinsatz in der Bevölkerung und in der Politik sehr umstritten. Aufgrund dieser negativen Punkte gewinnen alternative Bekämpfungsmethoden stark an Bedeutung. Die rasante Entwicklung im Bereich Smart Farming eröffnet ausserdem neue, interessante Perspektiven in der nicht-chemischen Unkrautbekämpfung.

Der Gemüsebau weist eine hohe Wertschöpfung auf und ist daher prädestiniert für den Einsatz von alternativen Methoden und von Smart Farming Technologien in der Unkrautbekämpfung. Der vergleichweise hohe Einsatz von Herbiziden im Gemüsebau lässt sich durch alternative Massnahmen reduzieren. Beispiele dafür sind mechanische Bekämpfung, Bandspritzung, und Mulchfolien, wie sie derzeit teilweise zum Einsatz kommen. Durch die Einführung und Weiterentwicklung von neuen Bekämpfungsmethoden (z. B. Bekämpfung mit Strom) und Smart Farming Technologien kann die nicht-chemische Unkrautbekämpfung weiter vorangetrieben werden. Auf diese Weise kann die Forschung wesentlich zur Erfüllung der Forderungen der Politik beitragen (vgl. Nationaler Aktionsplan 6.1.1.1 Verzicht oder Teilverzicht auf Herbizide).

Neben der Evaluation und Optimierung neuer Unkrautbekämpfungstechnologien sowie deren Einführung in die Praxis ist jedoch auch ein objektiver Nutzen- und Kostenvergleich zwischen bereits im Einsatz stehenden und neuen Technologien unter Schweizer Bedingungen notwendig. Auch die Auswirkungen auf das Kulturpflanzenwachstum und Nichtziel-Organismen sollten berücksichtigt werden. Ein weiterer, wichtiger Aspekt ist die frühe Unkrautkonkurrenz (early weed competition). Untersuchungen in Mais haben beispielsweise gezeigt, dass das frühe Vorhandensein von Unkraut von der Maispflanze wahrgenommen wird und zu Veränderungen im Wachstum der Kulturpflanze führt. Soll der Einsatz von Vorauflaufherbiziden reduziert bzw. durch alternative Verfahren im Nachlauf ersetzt werden, so sollten diese indirekten Auswirkungen (nicht nur direkter Konkurrenzeffekt) auf bedeutende Gemüsearten genauer untersucht werden.

Ein weiterer, wichtiger Punkt, um den künftigen Herbizideinsatz zu reduzieren, ist auch die Früherkennung von neuen Problemunkräutern bzw. Neophyten im Gemüsebau. Gemüsekulturen sind besonders konkurrenzschwach und es ist daher zu erwarten, dass neu auftretende Unkräuter in Gemüsekulturen in erhöhtem Masse Probleme verursachen werden. Wird ein neues Problemunkraut frühzeitig erkannt und getilgt, bevor es sich stark verbreitet hat, können beträchtliche Mengen an Herbizid eingespart werden.

In einigen Gemüsearten, insbesondere in Säkuluren, sind zumindest mittelfristig noch Herbizide notwendig, um unter den gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich Gemüse produzieren zu können. In diesen Kulturen soll durch die Entwicklung und Optimierung von Herbizidstrategien der gesamte Herbizideinsatz minimiert werden. Eine vergleichende Evaluierung von Strategien unter den Gesichtspunkten Wirksamkeit, Verträglichkeit und Ökotoxikologie ermöglicht es, die nachhaltigsten Herbizidstrategien zu bestimmen. Eigene Forschungsaktivitäten halten auch gleichzeitig die Fachkompetenz (expert knowledge) im Bereich Herbizide auf dem neuesten Stand. Dies ist äußerst wichtig für die Expertentätigkeit im Zulassungsverfahren (Vollzugsaufgaben).

#### Ziele und Forschungsfragen

1. Evaluation und Optimierung von alternativen Unkrautregulierungsmassnahmen wie die thermische und mechanische Unkrautbekämpfung, die Kombination mechanischer Unkrautbekämpfung mit Bandspritzung sowie von Smart Farming Innovationen, die eine gezieltere und präzisere nicht-chemische Unkrautkontrolle im Gemüsebau ermöglichen.
2. Untersuchung zur Umsetzbarkeit von alternativen Methoden wie beispielsweise die Bestimmung der möglichen zeitlichen Einsatzfenster für die mechanische Unkrautbekämpfung (abhängig von der Niederschlagsverteilung und Bodenart) und Abklärung notwendiger Anpassungen in der Kulturführung (Praxiseinführung).
3. Auswirkungen von alternativen und Smart Farming Technologien: a) Wie wirkt sich frühe Unkrautkonkurrenz auf die Entwicklung der verschiedenen Gemüsearten aus? b) Was sind Auswirkungen auf Nichtziel-Organismen bzw. die ecosystem services, die sie erbringen?
4. Beurteilung des Nutzens (Fokus: Wirksamkeit) und der Kosten (Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Analysen) von Smart Farming Technologien im Vergleich zu etablierten Technologien. (Analyse der Kosten erfolgt im Projekt 18.13.12.6.03 Wirtschaftlichkeit Obst und Gemüse)
5. Früherkennung von Problemunkräutern und Neophyten sowie Erarbeitung von Bekämpfungsstrategien im Gemüsebau, damit diese Pflanzen bei noch begrenzter geografischer bzw. flächenmässiger Verbreitung wirksam bekämpft und möglichst vollständig getilgt werden können.
6. Erarbeitung der notwendigen, biologischen Grundlagen, um die Bekämpfung einzelner Unkrautarten zu optimieren (Hintergrund: Veraltete Quellen, Abschreiben über Jahrzehnte).
7. Erarbeitung von nachhaltigen Herbizidstrategien für Gemüsekulturen (inklusive Lückenindikationen), in denen mittelfristig der Herbizideinsatz noch notwendig sein wird. (Synergien über den Austausch mit den in der Projekt-skizze 18.05.12.4.17 Wirkung & Bewertung laufenden Arbeiten)

#### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

##### Frage 2:

Mit geeigneten, alternativen Bekämpfungsmethoden und Smart Farming Technologien kann der Herbizideinsatz innerhalb von Gemüseanbausystemen reduziert werden. Damit dies gelingt, müssen auch die notwendigen Anpassungen der Anbausysteme an die neuen Methoden bestimmt und mögliche Auswirkungen auf die Kulturpflanzen untersucht werden.

##### Frage 3:

Werden alternative Unkrautbekämpfungsmethoden und Smart Farming Technologien (smart weed control) optimal in Anbaumethoden bzw. in Gemüseanbausysteme integriert, können diese in Bezug auf Ressourceneffizienz und möglicherweise in Bezug auf die Rentabilität verbessert werden. Außerdem können die Risiken für Mensch und Umwelt (geringerer Herbizideinsatz, besserer Anwenderschutz beispielsweise durch autonome Geräte) deutlich reduziert werden.

**Frage 5:**

Das rechtzeitige Erkennen und konsequente Bekämpfen von potentiellen Problemunkräutern und Neophyten im Gemüsebau, macht die Anbausysteme widerstandsfähiger/resilienter. Damit dies gelingt, sind ein enger Austausch mit der Praxis und Fachstellen (Früherkennung), sowie das Bestimmen von Massnahmen, um die Ausbreitung zu verhindern (z. B. Maschinenhygiene) sowie die Erarbeitung von einem umfassenden Ansatz zur Bekämpfung (Fruchfolge-gestaltung etc. sowie direkte Bekämpfung) notwendig. Dadurch kann die Ressourceneffizienz gesteigert und Erträge können gesichert werden.

Werden fehlende Grundlagen zur Biologie von Unkräutern erarbeitet, können Anbausysteme so gestaltet werden, dass die Unkräuter indirekt und direkt optimal bekämpft werden können.

**Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)****zu SFF Nr. 5:**

1. Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz a) von alternativen Bekämpfungsmassnahmen und b) von Smart Farming Technologien
2. Durch die Entwicklung von nachhaltigeren Herbizidstrategien sollen die durch den Pflanzenschutz verursachten Risiken reduziert werden.
3. Gleichzeitig soll mit diesen Ansätzen oder mit der Kombination dieser Ansätze eine wirksame Unkrautbekämpfung gewährleistet bleiben.

**zu SFF Nr. 11:** Einsatz von Smart Farming Technologien im Gemüsebau (cash crops) ermöglicht eine ressourcenschonende, ökonomische und sozialverträgliche Produktion und hat auch eine Signalwirkung für den Schweizer Ackerbau.

**Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**

Alternative und Smart Farming Technologien ohne Herbicideinsatz können auch im Biolandbau eingesetzt werden.

**Material und Methoden (grob skizziert)**

Es handelt sich um angewandte Forschung. Es werden Gewächshausversuche und Feldversuche durchgeführt. Die Feldversuche werden mehrheitlich on-farm durchgeführt.

Die Schwerpunktsetzung bei den Forschungsarbeiten innerhalb des Projekts erfolgt unter Berücksichtigung der Priorisierung der Themen durch das Forum Forschung Gemüse.

**Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)**

- Bauermeister R., Total R., Baumann D. T., Bleeker P., Koller M., 2005: Unkrautpraxis, mechanische Unkrautregulierung im Gemüsebau. Agroscope.
- Keller M, Total R., 2017: Using free range pigs to reduce Cyperus esculentus infestation in fields in Switzerland: Encountered difficulties and findings from 3 field trials. Physical and cultural weed control tools as moderators of crop weed interactions. Joint EWRS Workshop of the Working Groups Physical and Cultural Weed Control and Crop-Weed Interactions. European Weed Research Society, Nyon, Switzerland, 2 –5 April. 2017, 21.
- Keller M., Total R., Bohren C., Baur B., 2016: Problem Erdmandelgras: früh erkennen - nachhaltig bekämpfen. Agroscope, Wädenswil.
- Keller M., Eppler L., Collet L., Wirth J., Total R., 2015: Beim Erdmandelgras auf Nummer sicher gehen: auch Blütenbildung und Abblühen verhindern! Gemüsebau Info. 22, 7-9.
- Krauss J., Keller M., 2016: Erarbeitung von Herbizidstrategien in Doldenblüttern. Agroscope Transfer 117.
- Merfield C. N., 2016: Robotic weeding's false dawn? Ten requirements for fully autonomous mechanical weed management. Weed Research 56, 340-344.
- Riemens M. M., van der Weide R. Y., 2009: Wortelonkruiden. Plant Research International B. V., Wageningen
- Total R., Keller M., 2016: Erdmandelgras Tilgung von Erstbefallsstellen mit Dampf. Agroscope Transfer 137.
- Young S. L., Pitla S. K., van Evert F. K., Schueller J. K., Pierce F. J., 2016: Moving integrated weed management from low level to a truly integrated and highly specific weed control management system using advanced technologies. Weed Research 57, 1-5.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet  
(Teaser text: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

Durch alternative, innovative und smarte Unkrautbekämpfungsmethoden soll der Herbicideinsatz im Gemüsebau deutlich reduziert werden. Agroscope evaluiert und prüft dazu die Umsetzbarkeit verschiedener Bekämpfungsansätze. Dabei werden auch notwendige Anpassungen bei den Anbausystemen und Auswirkungen auf die Kulturpflanzen und auf Nichtziel-Organismen bestimmt.

Durch alternative, innovative und smarte Unkrautbekämpfungsmethoden soll der Herbizideinsatz im Gemüsebau deutlich reduziert werden. Agroscope prüft dazu die Umsetzbarkeit verschiedener Bekämpfungsansätze. Dabei werden auch notwendige Anpassungen bei den Anbausystemen und Auswirkungen auf die Kulturpflanzen und auf Nichtziel-Organismen bestimmt. Agroscope entwickelt auch für konkurrenzschwache Gemüsekulturen möglichst nachhaltige Unkrautbekämpfungsstrategien. Mittelfristig ist auch bei diesen Kulturen der Herbizidverzicht das Ziel. Agroscope erarbeitet zudem Grundlagen zur Biologie, Erkennung und Bekämpfung von Problemunkräuter bzw. Neophyten im Gemüsebau. Durch entschiedenes Vorgehen kann die Ausbreitung von Problempflanzen verhindert und so die Gemüseanbausysteme geschützt werden.

#### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 25.08.2017	Visum FGL:	NERE
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL:	kewi
Datum: 14-09-2017	Visum V SFF:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.12.09.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**Postharvest**

N° Domaine

12	Pflanzen und pflanzliche Produkte
15	Système de production Plantes

N° Groupe

12.9	Produktequalität und - Innovation
15.4	Production fruitière en région alpine

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Andreas Bühlmann / Séverine Gabioud Rebeaud**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021
-------	------	------

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2556
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	03, 05, 10

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	4.22, 5.7, 6.5, 6.14, 9.17, 9.23, 13.35, 13.36, 13.37, 13.38, 13.46, 13.57, 13.196, 18.76, 18.118, 23.89, 27.4, 27.11, 27.14
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Nacherntequalität von Obst und Gemüse**

**Qualité post-récolte des fruits et des légumes**

**Postharvest quality of fruits and vegetables**

**Postharvest processes; Physiology; Microbiology; Fruit Quality; Storage Technology; Microbiome**

### Situation initiale et problématique

La production suisse de fruits et de légumes est sous pression face à la globalisation et à l'ouverture des marchés. Ceci est dû en grande partie aux coûts de production qui sont élevés, notamment en termes de charges salariales. Face à la concurrence étrangère, il est nécessaire de centrer nos efforts pour améliorer la valeur ajoutée des produits suisses en agissant notamment sur la qualité et la rentabilité. Le développement et l'implémentation de nouveaux procédés post-récolte efficaces permettront de garantir des produits de qualité tout en réduisant les pertes causées par des maladies de type physiologique et microbiologique. De nouvelles technologies (1-MCP, ACD, ozone) seront testées pour améliorer la durée d'entreposage des fruits et des légumes. Les résultats seront communiqués aux producteurs et entrepositeurs afin de garantir une gestion optimale de l'itinéraire post-récolte des produits.

Mikrobielle Lagerschäden können mit bestehenden Methoden (Fungizide, CA-Lagerung, 1-MCP) relativ gut kontrolliert werden. In Hinblick auf die zukünftige Reduktion synthetischer Fungizide (NAP Pflanzenschutzmittel, EU-Umfeld) ist mit einer Zunahme von mikrobiellen Lagerschäden und somit vermehrt mit Food Loss zu rechnen. Mit Hilfe neuer Methoden (Metagenomik, molekulare Diagnostik, Sporensampling) soll das Auftreten mikrobieller Lagerschäden besser charakterisiert werden und gezielt Methoden entwickelt werden, um mit reduziertem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eine gleichbleibende Qualität an Lagerobst zu ermöglichen. Zusätzlich sollen in Zusammenarbeit mit der Gruppe „Phytopathologie Obst- und Gemüsebau“ bereits bekannte Antagonisten von mikrobiellen Lagerkrankheiten evaluiert (Aureobasidium, Metschnikowia) und neue potentielle Antagonisten identifiziert werden. Um diese Pathogene, Antagonisten und Mikrobiome zuverlässig zu identifizieren, zu charakterisieren und zu quantifizieren, werden in Zusammenarbeit mit der Gruppe "Molekulare Diagnostik, Genomik und Bioinformatik", neueste Technologien im

Bereich Molekulare Diagnostik (qPCR, LAMP) und Sequenziertechnologie (Sequencing-by-Synthesis, Nanopore) evaluiert und an die Bedürfnisse der Schweizer Landwirtschaft angepasst. Um die Qualitätsbeurteilung der Früchte zu gewährleisten, sollen auch weiterhin physikalische und chemische Analytik durchgeführt und die entsprechenden Methoden weiterentwickelt werden.

En augmentant la satisfaction des consommateurs pour des produits indigènes, en leur offrant un fruit de haute qualité, à maturité optimale, au goût et à la texture agréable, exempt de défauts et si possible de résidus, leur fidélité et leur confiance pour des produits suisses seront améliorées.

#### Objectifs et questions de recherche

1. Développer des procédés post-récolte performants et dynamiques pour contrôler la maturation des fruits en ralentissant (AC, ULO, ACD, AM, 1-MCP) ou en l'accélérant (traitement à l'éthylène), dans le but d'améliorer la qualité finale du produit et donc d'augmenter sa valeur ajoutée tout en réduisant les pertes (Rombini et al. 2015) (Gabioud et al. 2015) (Gabioud et al. 2017).
2. Développer des méthodes d'analyse physicochimique et non-destructive innovantes permettant de définir des indices de maturité et de caractériser précisément les processus de maturation des fruits qui déterminent la qualité finale d'un produit (Vermathen et al. 2017). Cette approche permettra d'identifier de manière précise les facteurs influençant la qualité d'un produit de la récolte au consommateur (variété, système culturel, méthode d'entreposage,...) et de déterminer le procédé post-récolte adéquat pour garantir des fruits de haute qualité aux consommateurs.
3. Identifikation, Charakterisierung und Quantifizierung von mikrobiellen Schaderregern, möglichen Antagonisten und kompletten Mikrobiomen zur Reduktion von Verderbs während der Lagerung mittels Mikrobiologie, molekularer Diagnostik und Sequenziertechnologie (Bühlmann et al. 2013) (Bösch et al. Submitted).
4. Unterstützung von Schweizer Lagerbetrieben bei der Lagerung von Obst (Gabioud, Bühlmann 2016) zur nachhaltigen Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen Obst unter reduziertem Ressourceneinsatz (Pflanzenschutzmittel, Energie, Arbeit).

#### Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Die Erkenntnisse aus der Lagerungsforschung fließen in die Produktion (Optimale Erntezeitpunkte reduzieren Food Waste und erhöhen Qualität), und in die Lagerhaltung (Optimale Lagerung reduziert Kühlenergie, bei gleichzeitiger Reduktion von Lagerverlusten) ein was zu einer höheren Ressourceneffizienz beiträgt.
2. Die Weiterentwicklung von Lagerverfahren (CA, DCA, HarvestWatch) und das technologische Monitoring von Lagerpilzen (Sporesampling, on-site DNA-Analysen) tragen zur Risikoabschätzung und zur gezielten Kontrolle von Lagerkrankheiten und somit zu einer wirtschaftlichen und ressourceneffizienten Produktion bei.
3. Die Kenntnis des Mikrobioms auf Produkten im Lager ermöglicht einerseits Rückschlüsse für einen gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und anderseits Prognosen von Lagerschäden, was beides zu verminderter Einsatz von Ressourcen pro Produktionseinheit (Pflanzenschutzmittel, Arbeit, Energie) führt. Die Erkenntnisse aus der Lagerungsforschung fließen in die Produktion (Optimale Erntezeitpunkte reduzieren Food Waste und erhöhen Qualität), und in die Lagerhaltung (Optimale Lagerung reduziert Kühlenergie, bei gleichzeitiger Reduktion von Lagerverlusten) ein.
4. Die Weiterentwicklung von Low-Input Strategien und die Erforschung, Prüfung und Anwendung von Microbials führt zu Reduktion von Fungiziden auf Produkten und in der Umwelt, bei mindestens gleichbleibender Qualität.
5. Die Sortenprüfung und Züchtung für Obst wird im Bereich Nachernte unterstützt, was zu einem besseren Verständnis und der Entwicklung von neuen Anbausystemen und den Interaktionen zwischen Sorte, Standort und Rentabilität führt.

#### Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

**au CSR n° 3 :** In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Züchtung und Genressourcen Obst" werden die Kandidaten aus dem Züchtungsprogramm auf Lagerfähigkeit getestet. Dies ermöglicht wertvolle Rückschlüsse in Bezug auf Erntedaten und Lagerbedingungen, die wiederum den Produzenten als Empfehlung abgegeben werden. Dasselbe gilt für Kandidaten aus der Sortenprüfung Obst in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Extension Obst".

**au CSR n° 5:** In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Phytopathologie", werden Kandidaten für die Anwendung als Antagonisten identifiziert und unter praxisnahen Bedingungen getestet. Antagonisten haben ein Potenzial, den Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel zu reduzieren.

**au CSR n° 10 :** Gruppenintern wird die Qualitätsüberprüfung von Obst, Gemüse und Verarbeitungsprodukten mittels analytischer und sensorischer Methoden angewandt und laufend weiterentwickelt. Eine enge aber flexible Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe ermöglicht es, Arbeitsspitzen zu brechen und die Qualitätsüberprüfung von Obst, Gemüse und Verarbeitungsprodukten zu garantieren.

<b>Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)</b>
Die beschriebene Thematik ist für den Biolandbau mindestens so wichtig wie für den konventionellen Anbau, da mikrobielle Lagerschäden im Biolandbau gehäuft auftreten. Deshalb wird ein Teil der Versuche auch nach Richtlinien des Biolandbaus durchgeführt, allerdings im Feldbau und nicht auf zertifizierten Biobetrieben.

<b>Matériel et méthodes (description sommaire)</b>
Lagerung: Verschiedene Technologien der Lagerhaltung (Kühllager, CA-Lager, Dynamisches CA-Lager, MCP/ Ethylen-Anwendung, Ozonbehandlung, Heisswasserbehandlung)
Chemisch Physikalische Analytik: GC, HPLC, FTIR, Titration, Photometrie, NIR
Mikrobielle Analytik: Klassische Mikrobiologie, Molekularbiologie, Sequenziertechnologie

<b>Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)</b>
• Bösch Y., Perren S., Naef A., Frey J.E., Bühlmann A.; A metagenomic approach to assess <i>Neofabraea</i> infection and dynamics on stored apples. Acta Hort., Submitted 2017
• Bühlmann A., Frey J.E., et al.; <i>Erwinia amylovora</i> loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid pathogen detection and on-site diagnosis of fire blight. J Microbiol Meth., 92, 332-339, 2013
• Gabioud S., Bühlmann A.; Empfehlungen für die Obstlagerung 2016. SZOW, 17, 10-14, 2016
• Gabioud S., Gasser F.; Fruit quality as effected by 1-MCP treatment and DCA storage – a comparison of the two methods. Europ J Hort Sci., 1, 18-24, 2015
• Gabioud Rebeaud S., Perrier G., Cotter P.-Y., Ançay A., Vuong L., Christen D.; Traitement à l'ozone des fraises et des framboises. Rev Suisse Viticul Arboricul. 49 (3), 180-186, 2017
• Rombini S., Gasser F.; Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette. SZOW, 21, 9-12, 2015
• Vermathen M., Baumgartner D., Gasser F., et al.; Metabolic profiling of apples from different production systems before and after controlled atmosphere (CA) storage studied by 1H high resolution-magic angle spinning (HR-MAS) NMR. Food Chem., <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.089">http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.089</a>

<b>Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)</b>
<b>Mangelnde Qualität von pflanzlichen Produkten auf Grund von physiologischen oder mikrobiellen Schäden führen zu hohen Verlusten entlang der Wertschöpfungskette. Das Projekt „Nacherntequalität von Obst und Gemüse“ trägt mittels innovativer Forschung und Wissenstransfer zur Erhöhung der Qualität, Reduktion von Verlusten und einer Ressourcenschonenden Produktion von pflanzlichen Produkten bei.</b>
Forschung zur Qualität von pflanzlichen Produkten beinhaltet eine diverse Palette an Fragestellungen zu physikalischen, chemischen, biologischen und sensorischen Parametern. Das Projekt „Nacherntequalität von Obst und Gemüse“ entwickelt Methoden zur Erfassung dieser Parameter, betreibt Forschung zum Einfluss der Lagerungsbedingungen auf diese und kommuniziert die Resultate an die Praxis. Eine breite Vernetzung im internationalen Umfeld, mit der Praxis und mit verschiedenen Forschungsgruppen an der Agroscope ermöglicht Forschung und Entwicklung zur Förderung der Qualität von pflanzlichen Produkten und trägt damit zur Reduktion von Food Loss und Ressourceneinsatz bei.

<b>Approbation du projet</b>		
Date: 24.08.2017	Visa R GR:	peso
Date: 31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi / cach
Date: 14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.01.01**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**Systèmes\_GC**

N° Domaine

15	Systèmes de production Plantes
----	--------------------------------

N° Groupe

15.1	Systèmes de grandes cultures et nutrition des plantes
------	---

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>Bernard Jeangros / Sokrat Sinaj</b>
--

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021
-------	------	------

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1820
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5, 15

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	1.1, 2.107, 4.15, 4.18, 5.2, 9.18, 18.52, 18.71, 18.77, 23.87, 28.74, 28.75, 28.89
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

## Systèmes de grande culture durables et résilients

### Systèmes de grande culture durables et résilients

### Sustainable and resilient field crop systems

**conservation agriculture, soil tillage, crop rotation, legumes, cover crop, green manure, herbicide reduction**

#### Situation initiale et problématique

La rotation des cultures et le travail du sol forment la base pluriannuelle des systèmes de grande culture. Les principaux défis actuels passent notamment par le développement de techniques culturales simplifiées (réduction des intrants) et de techniques de conservation du sol (protection de la ressource sol). L'évolution récente des techniques est liée à l'essor de l'agriculture de conservation qui s'appuie sur : 1) la diversité de la rotation, y compris les associations culturales, 2) la réduction de l'intensité du travail du sol et 3) la couverture permanente du sol ([www.fao.org/ag/ca](http://www.fao.org/ag/ca)). En Suisse, ce système de culture concerne directement moins de 10% des terres arables en semis direct et, à des degrés divers, 30% des terres qui ne sont plus labourées (Streit, 2010). Les exploitations de grandes cultures ayant renoncé au travail du sol sont souvent confrontées à des problèmes d'adventices et celles sans bétail à un manque d'azote. Ces deux problèmes sont encore renforcés en agriculture biologique. Les agriculteurs ont développé un savoir-faire empirique qu'il s'agit d'approfondir par la compréhension des processus pour permettre l'adoption de ces techniques innovantes à plus large échelle.

Pour répondre aux besoins de l'ensemble des producteurs et décideurs, les thèmes de recherche prioritaires suivants ont été identifiés à l'échelle des systèmes de grande culture :

- i) Diversification de la rotation des cultures, utilisation accrue des légumineuses dans la rotation,
- ii) Utilisation plus systématique des couverts végétaux dans les rotations de grandes cultures,
- iii) Prévention des problèmes phytosanitaires et réduction de l'utilisation des pesticides (surtout du glyphosate),
- iv) Adaptation du raisonnement de la fertilisation pour tenir compte des modifications du cycle des éléments nutritifs liées à l'adoption des nouvelles techniques de culture.

Par des combinaisons innovantes entre travail du sol réduit, rotation diversifiée et couverture du sol, il s'agit, tout en maintenant les performances des cultures, d'augmenter l'efficience d'utilisation des ressources, de réduire le recours aux intrants non renouvelables, notamment des herbicides, et d'améliorer la résilience des systèmes de grande culture.

#### Objectifs et questions de recherche

##### Objectif général:

Développer des systèmes de grande culture durables et résilients basés sur les principes de l'agriculture de conservation (diversification des rotations de culture, réduction du travail du sol et couverture maximale du sol) et qui permettent:

- 1) de maîtriser les adventices avec le moins d'herbicide possible (si possible sans herbicide) et
- 2) d'utiliser les ressources de façon efficiente.

Soutenir le développement de l'agriculture biologique dans les exploitations de grandes cultures.

##### Objectifs spécifiques:

- 1) Synthétiser les connaissances sur la valeur des légumineuses dans la rotation et actualiser la fiche technique sur la valeur du précédent cultural (requête 2.107)
- 2) Optimiser la composition et la gestion des couverts végétaux en fonction des services écosystémiques attendus (lutte contre les mauvaises herbes, amélioration de la fertilité du sol, protection du sol, ...) (requête 18.52)
- 3) Optimiser la combinaison travail réduit du sol - couverts végétaux afin de limiter les problèmes phytosanitaires et de réduire au maximum l'usage des herbicides ainsi que les risques qui y sont liés (requêtes 1.1, 4.15, 4.18, 5.2, 23.87, 9.18, 28.74, 28.75)
- 4) Optimiser la combinaison travail réduit du sol - couverts végétaux afin d'améliorer l'efficience d'utilisation des éléments nutritifs, en particulier de l'azote (requêtes 18.52, 18.71, 18.77)
- 5) Améliorer la prise en compte des nouvelles techniques de culture (travail du sol réduit, couverts végétaux, cultures associées) sur les recommandations de fumure (actualisation des principes de fertilisation - PRIF)
- 6) Evaluer l'impact de la diversification des rotations de grandes cultures sur la résilience des systèmes de production dans le contexte du changement climatique (requête 28.89).

#### Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

**Question de recherche 1:** nouvelles connaissances sur l'impact de techniques culturales nouvelles ou améliorées (utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses dans la rotation, travail du sol réduit) sur l'efficience des ressources (surtout de l'azote) et les performances des grandes cultures (niveau et stabilité des rendements, qualité des récoltes)

**Question de recherche 2:** mise au point de techniques culturales (couverts végétaux, lutte mécanique, ...) permettant de maîtriser les mauvaises herbes dans les grandes cultures en utilisant le moins d'herbicide possible, en particulier lorsque le travail réduit du sol est réduit

**Question de recherche 3:** nouvelles connaissances sur l'impact des techniques de l'agriculture de conservation (travail réduit du sol, couverture permanente du sol, rotation des cultures) et de l'agriculture biologique (projet Cerqual) sur l'efficience des ressources, la résilience et la rentabilité des systèmes de grandes cultures

**Question de recherche 5:** nouvelles connaissances sur l'impact du système de grande culture et de l'environnement (sol, climat) sur les composantes de l'agro-écosystème (culture, mauvaises herbes, ravageurs, micro-organismes du sol, ...)

#### Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 :

Question de recherche 1: nouvelles connaissances sur la biologie des mauvaises herbes et sur leurs interactions avec les autres composantes de l'agro-écosystème afin d'améliorer l'efficience des ressources et de réduire l'utilisation des herbicides dans les systèmes de grande culture

Question de recherche 3: nouvelles connaissances sur les possibilités de réduire l'utilisation des herbicides et les risques qui y sont liés grâce à l'utilisation de couverts végétaux dans les systèmes de grande culture

au CSR n° 15 :

Question de recherche 3.1 : nouvelles connaissances sur l'impact de différentes techniques culturales en grandes cultures (labour, travail réduit du sol, semis direct, rotation des cultures diversifiée, utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses) sur les fonctions essentielles du sol, telles que formation du rendement, le recyclage des éléments fertilisants et la séquestration du carbone.

#### Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les travaux concernant le développement de systèmes de culture innovants pour améliorer la disponibilité en azote et la qualité du blé se déroulent en conditions bio (projet Cerqual en collaboration avec le FiBL). D'autre part, les techniques culturales étudiées dans ce projet qui visent à maîtriser les problèmes de mauvaises herbes et à améliorer la fertilité du sol (en particulier la disponibilité en azote) en utilisant le moins possible d'herbicides et d'engrais de synthèse (utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses dans la rotation, lutte mécanique contre les mauvaises herbes, ...), servent aussi à l'agriculture biologique.

#### Matériel et méthodes (description sommaire)

Deux essais de longue durée mis en place sur le domaine de Changins il y a environ 50 ans servent de base pour les objectifs liés à l'étude

- 1) du travail du sol (P29C, 1969) et
- 2) de la rotation des cultures (P20, 1967). Les méthodes appliquées dans l'essai P29C sont décrites par Büchi et al. (2017) et par Vullioud et al. (2006), celles utilisées dans l'essai P20 par Charles et al. (2011).

De nouveaux essais seront mis en place:

- 3) Essai de longue durée pour étudier l'impact du travail du sol réduit, des couverts végétaux (cultures intercalaires, cultures associées) et des légumineuses sur la durabilité des systèmes de grandes cultures, en particulier sur la maîtrise des mauvaises herbes et l'efficience des ressources. Le dispositif expérimental sera finalisé en 2018, en collaboration étroite avec le projet IP+ (P. Jeanneret) et les groupes de recherche intéressés.
- 4) Essai visant à préciser l'intérêt de systèmes de culture innovants pour améliorer la disponibilité en azote et la qualité du blé en conditions bio (projet Cerqual, en collaboration avec le FiBL).
- 5) Essais annuels pour l'étude des mélanges et des espèces de couverts végétaux (en collaboration avec la PAG-CH).

Les essais 3 et 4 seront complétés par des essais en bandes chez des agriculteurs (essais *on farm*) pour évaluer et améliorer dans les conditions de la pratique (co-innovations) les systèmes développés en conditions contrôlées.

La valeur relative du précédent cultural sera actualisée en fonction des requêtes des milieux concernés ainsi que sur la base de la littérature scientifique et d'avis d'experts.

#### Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Amossé C., Dugon J., Chassot A., Courtois N., Etter J.-D., Fietier A., Grünig K., Henggartner W., Ramseier H., Rossier N., Sturny W., Wittwer R., Zimmermann A., Jeangros B., Charles R., 2015. Comportements de différents couverts végétaux dans un réseau d'essais on farm. Recherche Agronomique Suisse 6 (11-12), 524-533.
- Büchi L., Gebhard C.-A., Liebisch F., Sinaj S., Ramseier H., Charles R., 2015. Accumulation of biologically fixed nitrogen by legumes cultivated as cover crops in Switzerland. Plant and Soil 23, 1-13.
- Büchi L., Wendling M., Amossé C., Jeangros B., Sinaj S., Charles R., 2017. Long and short term changes in crop yield and soil properties induced by the reduction of soil tillage in a long term experiment in Switzerland. Soil & Tillage Research, in press.
- Charles R., Cholley E., Frei P., 2011. Assolement, travail du sol, variété et protection fongicide en production céréalière. Recherche Agronomique Suisse 2(5), 212-219.
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebize J., 2012b. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Rapport d'étude, INRA (France), 64p.
- Melander B., Munier-Jolain N., Charles R., Wirth J., Schwarz J., van der Weide R., Bonin L., Kryger Jensen P., and Kudsk P., 2013. European Perspectives on the Adoption of Non-Chemical Weed Management in Reduced Tillage Systems for Arable Crops. Weed Technology, 27, 231-240.
- Vullioud P., Neyroud J.A., Mercier E., 2006. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. II. Evolution des propriétés du sol. Revue suisse Agric. 38 (1), 1-16.
- Wendling M., Büchi L., Amossé C., Jeangros B., Walter A., Charles R., 2017. Specific interactions leading to transgressive overyielding in cover crop mixtures. Agriculture Ecosystems and Environment 241, 88-99.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet  
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**La rotation des cultures et le travail du sol forment la base des systèmes de grande culture.**  
**Pour répondre aux défis actuels, il est nécessaire de repenser et d'optimiser les techniques culturales de façon à pouvoir réduire l'utilisation des intrants, notamment des herbicides, et à améliorer la fertilité des sols.**

Par des combinaisons innovantes entre travail du sol réduit, rotation diversifiée et couverture maximale du sol (agriculture de conservation), ce projet vise à développer des systèmes de grande culture durables et résilients permettant d'utiliser les ressources de façon efficiente, de réduire au strict minimum l'utilisation des produits phytosanitaires et de produire de façon rentable. En collaboration étroite avec plusieurs équipes d'Agroscope, deux types d'essais seront réalisés : a) des essais en station pour étudier les effets à long terme du travail du sol et de la rotation et pour évaluer les performances de différents mélanges et espèces de couverts végétaux et b) des essais chez des agriculteurs pour optimiser dans les conditions de la pratique de nouvelles techniques de production. Ce projet apportera des solutions aussi bien aux agriculteurs conventionnels qu'aux agriculteurs bio.

**Approbation du projet**

Date:	28-08-2017	Visa R GR:	jebe
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Projet

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.01.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**Nutrition des plantes**

N° Domaine

15	Systèmes de production Plantes
----	--------------------------------

N° Groupe

15.1	Systèmes de grandes cultures et Nutrition des plantes
------	---

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>Sokrat Sinaj / Bernard Jeangros</b>
--

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans
-------

2018
------

2021
------

Total des jours de travail sans fonds tiers	1980
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	15

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.4, 18.11, 18.12, 18.23, 18.74, 28.3, 28.98, 28.99
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Nutrition écologiquement efficiente des plantes de grande culture**

**Nutrition des plantes**

**Ecollogaly efficient plant nutrition of field crops**

**Arable crops, guidelines for fertilization practices, method, nutrient availability, nutrient cycling, plant nutrition**

**Situation initiale et problématique**

La nutrition et la fertilisation des cultures agricoles est un processus clé de la production agricole. On dénombre une quinzaine d'éléments indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Les progrès qui ont conduit à la production d'engrais ont eu un effet fondamental sur la production agricole et sur le développement des sociétés. L'utilisation intensive d'engrais qui en a découlé a largement modifié les flux d'éléments à l'échelle du globe, occasionnant divers problèmes environnementaux. Par ailleurs, la production d'engrais (cas du phosphore) dépend de ressources qui ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine et qui doivent autant que possible être conservées. Malgré tout, la consommation d'engrais devrait continuer à augmenter dans les années à venir pour faire face aux besoins croissants de la population mondiale.

Dans ce contexte, la gestion intégrée des éléments nutritifs deviendra une composante indispensable des systèmes agraires productifs et durables. Ainsi, la fertilisation des cultures agricoles ne peut plus être raisonnée simplement en termes d'apports d'engrais, elle doit être réfléchie de façon intégrée au niveau des systèmes de production. La recherche en nutrition des plantes doit fournir les bases scientifiques permettant d'assurer un approvisionnement optimal des cultures en éléments nutritifs afin d'obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement.

La recherche en nutrition des plantes est composée d'une partie appliquée qui vise à améliorer et à actualiser régulièrement les « Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse » (PRIF) et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application. Cette dernière a pour objectif principal de comprendre les processus et les facteurs gouvernant le transfert des flux de nutriments de la phase solide du sol vers sa solution puis vers la plante, et

de fournir les bases scientifiques permettant une gestion intégrée et efficiente des éléments nutritifs, une composante indispensable des systèmes agraires productifs et durables.

#### Objectifs et questions de recherche

##### Objectif général

Proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs des cultures agricoles tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement.

##### Objectifs spécifiques

1. Efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par les agrosystèmes suisses.

1.1. *Evaluer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs (en particulier N, P et K) par les grandes cultures, selon différentes pratiques agricoles conduites à court et à long terme. Cet objectif sera réalisé en collaboration avec les collègues des groupes de recherche concernés utilisant l'ensemble des essais de longue et courte durée mise en place par Agroscope dans le cadre de la fertilisation des grandes cultures.*

1.2. *Evaluer & modéliser l'effet à long terme des différentes formes d'amendements organiques (engrais de fermes, résidus de cultures, engrais verts) sur la fertilité du sol, le stock et la qualité du carbone organique du sol, la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures agricoles et le rendement et la qualité des récoltes (en collaboration avec le groupe de P. Weisskopf).*

1.3. *Contribuer au développement de nouvelles méthodes (ex. méthodes utilisant des traceurs isotopiques) et de nouveaux indicateurs (ex. indice de nutrition des plantes) caractérisant la disponibilité des éléments nutritifs pour les grandes cultures.*

2. Développer et caractériser de nouveaux engrains de recyclages et tester leurs effets sur le rendement des cultures agricoles ainsi que sur la qualité des sols et des récoltes.

3. Coordonner l'actualisation permanente des PRIF (en collaboration avec les collègues des groupes de recherches concernés) et plus particulièrement les chapitres consacrés aux normes de fertilisation des grandes cultures et aux analyses des plantes.

4. Coordonner les études liées à la nutrition des plantes et assurer les tâches de coordination liées à KBD (Groupe de coordination Agroscope Sol & Fertilisation), BDU (Groupe de vulgarisation, fertilisation & environnement), Groupe technique Suisse-Bilanz, RMT-FE (Réseau Mixte Technologique-Fertilisation et Environnement) et COMIFER (Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée).

#### Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet contribue principalement au CSR n° 2 (Questions 1, 3, 4 & 5), surtout pour les aspects qui concernent l'utilisation efficace des ressources naturelles, le rendement et la qualité de production en grandes cultures (objectifs 1, 2, 3 & 4).

**Question de recherches 1 & 3.** *Nouvelles approches/méthodes et de nouveaux indicateurs caractérisant la disponibilité des éléments nutritifs pour les grandes cultures; Nouveaux outils de diagnostic et de conseil; Engrais de recyclages et leurs effets sur le rendement et la qualité des récoltes.*

**Question de recherche 4.** *Méthodes géostatistiques pour cartographier la variabilité spatiale et temporaire des éléments nutritifs au niveau régionale.*

**Question de recherche 5.** *Techniques de conservation (travail du sol, la restitution systématique des pailles de céréales ou l'insertion d'engrais verts) et l'efficience d'utilisation des éléments nutritifs (sol & engrais).*

#### Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 15 : La plupart des activités de ce projet contribuent aussi au CSR n° 15 (Questions 1, 3, & 4), surtout les aspects en relation avec l'utilisation efficace des ressources naturelles (objectifs 1 & 2).

Question de recherche 1. *Evaluer & modéliser l'effet des différentes techniques de conservation sur la valeur fertilisante en éléments nutritifs (NPK), fertilité du sol, le stock et la qualité du C-org du sol.*

Question de recherche 3. *Evaluer & modéliser la dynamique de libération du P de la phase solide vers la solution du sol; quels critères pour évaluer la qualité des produits contenant du P recyclé ?*

Question de recherche 4. *Optimisation du cycle des éléments nutritifs au niveau régional.*

<b>Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)</b>
Plusieurs résultats attendus auront une utilité pour l'agriculture biologique et plus particulièrement les résultats de l'objectif 2 « Développement des nouveaux engrains naturels à base de cendres de bois et de digestats de larves de mouches ».

<b>Matériel et méthodes (description sommaire)</b>
Les essais de longue durée sont l'outil méthodologique principal pour la réalisation de différentes activités de recherches composant ce projet. Ces essais, qui ont débuté il y a plusieurs dizaines d'années, ont fait l'objet de nombreuses observations et mesures sur la fertilité des sols et la production des cultures agricoles et ont permis la constitution de bases de données précieuses pour ce projet. Les principales méthodes utilisés ou prévues dans le cadre des recherches de ce projet sont indiquées ci-dessous (voir également la liste des publications propres indiquées ci-dessous):

- Caractérisation générale de la fertilité physico-chimique et biologique des sols agricoles,
- Caractérisation de la phytodisponibilité des éléments nutritifs des sols agricoles et des engrains,
- Cartographie de la variabilité spatiale et temporaire des éléments nutritifs au niveau régionale,
- Outils de diagnostic et de conseil.

<b>Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>S. Sinaj</u> &amp; Richner W.,2017. Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF 2017). Recherche Agronomique Suisse 8 (6), Publication speciale, 276p.</li> <li>• Blanchet G., Libohova Z., Joost S., Rossier N., Schneider A., Jeangros B., <u>Sinaj S.</u> 2017. Spatial variability of potassium in agricultural soils of the canton of Fribourg, Switzerland. Geoderma, 290 (2017) 107–121.</li> <li>• Maltas A., Charles R., Pellet D., Dupuis B., Levy L., Baux A., Bernard Jeangros B., et <u>Sinaj S.</u> 2015. Evaluation de deux méthodes pour optimiser la fertilisation azotée des grandes cultures. Recherche Agronomique Suisse 6 (3): 84–93.</li> <li>• Maltas A., Machet JM., Le Roux C., Damay N., et <u>Sinaj S.</u> 2015. Evaluation du logiciel AzoFert® pour optimiser la fertilisation azotée des grandes cultures suisses. Recherche Agronomique Suisse 6 (7–8): 336–345.</li> <li>• Morel Ch., Ziadi N., Messiga A., Bélanger G., Denoroy P., Jeangros B., Jouany C., Fardeau JC., Mollier A., Parent LE., Proix N., Rabeharisoa L., and <u>Sinaj S.</u> 2014. Modeling of phosphorus dynamics in contrasting agroecosystems using long-term field experiments. Can. J. Soil Sci. 94: 377-387.</li> <li>• Roger A., Libohova Z., Rossier N., Joost S., Maltas A., Frossard E., and <u>Sinaj S.</u> 2014. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland. Geoderma, 217–218: 26–36.</li> <li>• Demaria P., Flisch R., Frossard E. and <u>Sinaj S.</u> 2005. Exchangeability of phosphate extracted by four chemical methods. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168 (1): 89-93.</li> <li>• <u>Sinaj S.</u>, Dubois A., and Frossard E. 2004. Soil isotopically exchangeable zinc: a comparison between E and L values. Plant and Soil. 261 (1-2): 17-28.</li> <li>• Gray C.W., McLaren R.G., Günther D., <u>Sinaj S.</u> 2004. An assessment of Cadmium Availability in Cadmium-Contaminated Soils using Isotope Exchange Kinetics. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 1210-1217.</li> <li>• <u>Sinaj S.</u>, Frossard E., and Mächler F. 1999. Assessment of isotopically exchangeable zinc in polluted and nonpolluted soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1618-1625.</li> <li>• Frossard E. and <u>Sinaj S.</u> 1997. The isotopic exchange technique: a method to describe the availability of inorganic nutrients. Applications to K, PO4, SO4 and Zn. <i>Isotopes Environ. Health Stud.</i> 33: 61-77.</li> </ul>

<b>Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)</b>
<b>L'objectif des projets réalisés dans ce champ d'activité est de proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs des cultures agricoles, tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement.</b>

La nutrition des cultures agricoles est un processus clé de la production agricole. La recherche en nutrition des plantes doit fournir les bases scientifiques permettant d'assurer un approvisionnement optimal des cultures en éléments nutritifs afin d'obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement. L'objectif des projets réalisés dans ce champ d'activité est de proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en

éléments nutritifs des cultures agricoles, tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement. Pour atteindre cet objectif, la recherche en nutrition des plantes est composée d'une partie appliquée et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application.

#### Approbation du projet

Date:	31-10-2017	Visa R GR:	jebe
Date:	31-10-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	31-10-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Projet

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.02.01**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**GreenTechEffi**

N° Domaine

15 Système de Production Plantes

N° Groupe

15.2 Cultures sous serre

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Céline Gilli / Cédric Camps**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Total des jours de travail sans fonds tiers	1536
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.2, 12.16, 12.17, 12.88, 12.89, 12.43
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Développement de techniques culturales en production sous serre pour améliorer l'efficience des ressources (engrais, produits phytosanitaires, énergie)**

**Amélioration de l'efficience en serre**

**Development of cropping techniques in greenhouse production to improve resource efficiency (fertilizers, pesticides, energy)**

**sustainable, lighting, by-product**

### Situation initiale et problématique

Les cultures sous serre sont des systèmes de production incontournables de nos jours. En effet, ce type de production permet un approvisionnement en légumes frais et de qualité tout au long de l'année. Ce sont des cultures intensives qui utilisent des techniques pointues: cultures sur substrat, éclairage artificiel et enrichissement en CO<sub>2</sub>. Mais cette intensification influe directement sur leur impact environnemental et est parfois controversée. D'un autre côté, la serre possède des avantages indéniables: efficience de l'eau, réduction des pollutions minérales en cultures sur substrat recyclée, réduction des traitements insecticides par l'utilisation de la lutte biologique. Aux Pays-Bas, une étude a montré que la production annuelle par mètre carré a augmenté de 113% en cultures de tomate entre 1983 et 2010 (De Gelder *et al.*, 2012). Même si la consommation d'énergie fossile a fortement diminué (-70% aux Pays-Bas entre 1980 et 2008, Van der Velden & Smit, 2012), elle reste le facteur le plus impactant sur l'environnement. Le développement de nouvelles techniques culturales peut encore améliorer l'efficience des ressources en cultures sous serre.

La problématique sera abordée sous deux angles. D'une part celui des cultures intensives, sur substrat et de l'autre sous celle de la serre bio.

En serre intensive, sur substrat, les producteurs sont toujours à la recherche de technologies innovantes permettant d'améliorer la rentabilité. Ces dernières années, l'éclairage LED s'est fortement développé. Toutefois, de nombreuses questions demeurent sur leur utilisation et sur les aspects économiques. La limitation des pertes de récoltes liées à la présence de maladies ou de ravageurs reste également d'actualité. Des solutions permettant la réduction de l'utilisation

des produits phytosanitaires sont fortement souhaitées (techniques culturales, utilisation d'antagonistes, etc). Enfin, la réduction de la consommation d'énergie fossile demeure une des préoccupations des producteurs sous serre. En serre bio, les problématiques concernent aussi la réduction des intrants et notamment de l'énergie mais aussi la recherche d'un système de production sous serre plus résilient.

#### Objectifs et questions de recherche

L'objectif est de réduire l'impact environnemental des cultures sous serre soit en diminuant les ressources utilisées par kilogramme de récolte, soit en limitant les pertes liées aux stress biotiques et abiotiques et ainsi augmenter les rendements. Les solutions testées doivent également permettre de conserver la qualité des produits et être économiquement rentables.

#### Eclairage LED et plasma

Les LED sont des sources d'éclairage en plein développement aussi bien technologique qu'économique. Beaucoup moins consommatrices d'énergie que des lampes à vapeur de sodium (HPS), elles pourraient être une alternatives à ces dernières. Même si de nombreux travaux ont été menés sur cette thématique, de nombreuses questions sont encore en suspens: choix de la longueur d'onde, stratégie d'utilisation, rentabilité économique... Parallèlement d'autres technologies d'éclairage se développent comme les lampes plasma.

Les objectifs sont d'évaluer l'intérêt de l'éclairage LED, dans les conditions suisses, en culture de tomate, d'adapter, si besoin, le calendrier de production, de déterminer la meilleure stratégie d'apport de l'éclairage (en fonction de la charge en fruits, du taux de photosynthèse) et d'évaluer l'effet sur la qualité, la lutte biologique et le développement de maladies. Les possibilités d'éclairage en production de framboise, en combinaison avec l'utilisation de panneaux photovoltaïques pourront être envisagées dans le cadre du projet INNOSERRE (en cours de rédaction).

L'intérêt des lampes plasma pour améliorer la qualité nutritionnelle des légumes sera étudié.

#### Vers le zéro énergie fossile en serre biologique

En Suisse, un des défis en culture biologique sous serre est de produire avec peu d'énergie dans des conditions de basse température et avec peu de lumière, tout en maintenant la santé et la fertilité du sol. Pour y parvenir, les rotations culturales doivent être repensées. En effet, la culture principale (tomate) doit être raccourcie et des cultures plus diversifiées, résistantes aux basses températures doivent être testées. La réduction de la consommation d'énergie par rapport à une rotation standard (tomate- salade) sera évaluée. Les différentes alternatives de déshumidification, forte consommatrice d'énergie, devront être envisagées. Les aspects économiques devront également être pris en considérations. Ces études pourront être approfondies si le projet Greenresilient (CORE ORGANIC) est accepté.

#### Utilisation du digestat en serre biologique

Les essais sont réalisés dans le cadre d'un crédit tiers (mars 2017- février 2020). L'objectif global de ce projet est de développer des stratégies pour une valorisation optimisée des digestats liquides en cultures maraîchères sous serre. Les deux axes principaux du projet sont les aspects liés à l'application et les aspects agronomiques d'une telle valorisation. Les méthodes utilisées permettront d'atteindre ces objectifs avec à long terme l'établissement de recommandations optimisées pour une utilisation raisonnée du digestat liquide en cultures maraîchères biologiques sous serre. Les objectifs sont. a) d'évaluer les possibilités techniques de traitement des digestats liquides pour permettre leur distribution dans les cultures et d'évaluer les techniques d'application existantes, b) d'optimiser la fertilisation de la tomate avec les digestats liquides: définir les meilleures stratégies d'apport (fractionnement dans le temps, combinaison avec d'autres fertilisants), c) de minimiser les effets collatéraux sur l'environnement, d) d'optimiser l'effet des digestats liquides sur la santé des plantes: étudier les possibilités d'apports raisonnés de digestats pour diminuer l'incidence des maladies du sol, aussi en combinaison avec du compost., e) d'évaluer économiquement les stratégies de valorisation des digestats liquides.

#### Limitation de l'apparition des symptômes d'*Agrobacterium* par des techniques culturales et des antagonistes

Les essais sont réalisés dans le cadre du projet C-IPM C-RootControl (décembre 2016- novembre 2018). L'objectif principal de ce projet est de développer des solutions de lutte intégrée durable permettant de réduire les problèmes attribués à cette maladie. Pour ce faire, une approche holistique est proposée. Les objectifs scientifiques spécifiques et les résultats attendus comprennent le développement d'un outil de surveillance fiable pour la détection rapide de la maladie, le dépistage pour des nouveaux organismes de bio-contrôle, l'évaluation de composés "anti-biofilm" nouveaux et le développement de nouvelles techniques de culture pour réduire les symptômes de la maladie.

#### Evaluation de la conservation de la fertilité des sols dans les installations hors-sol (demande 9.2)

Si besoin, une expérimentation sera mise en place afin d'évaluer la conservation de la fertilité des sols dans les installations hors-sol. Des solutions pour rétablir cette fertilité seront également étudiées (compost, engrais vert, etc).

#### Forum Recherche légumes

Des réponses aux demandes urgentes et priorisées du Forum Recherche Légumes concernant les cultures maraîchères sous serre seront également apportées. Ces demandes concernent en grande partie la protection des

végétaux. Une collaboration et des échanges avec les projets « Culture maraîchère, baies, d'autres cultures / insectes, acariens, nématodes » et « Maladies fongiques en culture maraîchère, de petits fruits et de plante aromatiques et médicinales » sont prévues.

**Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

Question 1: a) Nouvelle technique de culture: optimisation de la production en cultures sous serre par l'utilisation de l'éclairage LED: effet sur les rendements, la qualité et la consommation d'énergie, utilisation combinée de panneaux photovoltaïques et d'éclairage LED: effet sur économie d'énergie, amélioration des rendements et qualité (projet INNOSERRE) b) Nouvelle méthode de culture: réduction de la consommation d'énergie en cultures bio par des nouvelles rotations culturales (projet Greenresilient, en cours de rédaction), c) Aspects intrants: utilisation de sous produits de la méthanisation pour la fertilisation.

Question 3: a) Utilisation d'antagonistes contre Agrobacterium pour conserver la rentabilité, b) Serre biologique: nouveau système de production en serre bio (adaptation des rotations, intensification écologique, utilisation de bandes fleuries...) pour atteindre la résilience (projet Greenresilient, soumis).

Question 4: L'effet des différents systèmes de production sur la qualité est analysé (éclairage LED, utilisation de digestats).

Question 6: Effets du digestat: étude des possibilités d'apports raisonnés de digestats pour diminuer l'incidence des maladies du sol (projet Biogreenhouse).

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

**au CSR n° 5 : antagonistes, techniques culturales, lutte biologique**

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

digestat, serre basse énergier

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

**Infrastructure:** les essais seront réalisés en serre verre (60 m<sup>2</sup>, 90 m<sup>2</sup>, 360 m<sup>2</sup>) ou en phytotrons (3 unités), soit en sol, sur substrat ou en hydroponie. Différents types d'éclairage sont à disposition (LED, HPS et Plasma).

**Matériel végétal:** légumes fruits (tomates, aubergines) et légumes feuilles ou condimentaires (laitue, basilic etc.)

**Matériel de monitoring non-destructif.** NIR-portable, FT-NIR spectromètre, Fluor-Pen (fluorescence de la chlorophylle), SPAD (chlorophyll mètre), LI-6400XT (photosynthèse).

**Matériel d'analyses destructives:** analyses qualités (Durofel, reflectomètre, titrimètre), analyse de texture (Texture Analyzer), surface foliaire (LI-3100).

**Méthodes:** Les différents essais font l'objet de mesures et de contrôles (phénologie, rendements, analyses de la qualité). Les méthodes suivantes pourront être utilisées:

Mesure des échanges gazeux (photosynthèse, transpiration): Caemmerer von S., G.D. Farquhar, 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta* 153, 376-387.

Qualité analytique tomates: CTIFL, Novembre 2000. Le point sur les outils de mesure de la qualité des fruits et légumes. Camps, C., 2010. Mesure non-destructive de la qualité des tomates par spectroscopie proche infrarouge. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 42, 298-303.

Mesure de la chlorophylle: Marenco, R. A., et al., 2009. Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. *Photosynthetica*. 47, 184-190.

Mercado-Luna, A., et al., 2010. Nitrogen determination on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings by color image analysis (RGB). *African Journal of Biotechnology*. 9, 5326-5332.

Analyses de sol et de solution nutritive: méthodes de Sol Conseil [www.sol-conseil.ch/fr/Laboratoire/Methodes.html](http://www.sol-conseil.ch/fr/Laboratoire/Methodes.html)

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- Gilli C., Camps C. & Fleury Y., 2017. LED dans la canopée. *Der Gemüsebau/Le Maraîcher*, 4, 29.
- Gilli C. & Lutz M., 2016. Prolifération racinaire en culture sur substrat. *Der Gemüsebau/Le Maraîcher*, 5, 18.
- Camps C. & Gilli C., 2017. Prediction of local and global tomato texture and quality by FT-NIR spectroscopy and chemometric. *European Journal of Horticultural Science* 82 (3), 16-133.
- Baptista F.J., Murcho D., Silva L.L., Stanghellini C., Montero J.I., Kempkes F., Munoz P., Gilli G., Giuffrida F. & Stepowska A., 2017. Assessment of energy consumption in organic tomato greenhouse production - a case study. *Acta Hort.* 1164, 453-460.

- Moerkens R., Vanlommel W., Vanderbruggen R. & Van Delm T., 2016. The added value of LED assimilation light in combination with high pressure sodium lamps in protected tomato crops in Belgium. *Acta Hort.* **1134**: 119-124.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet**  
 (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Les cultures sous serre sont actuellement des systèmes de production incontournables, mais dont l'impact environnemental est parfois controversé en raison notamment de la consommation d'énergie fossile. L'objectif de ce projet est de tester des solutions innovantes pour réduire l'impact environnemental soit en diminuant les ressources utilisées, soit en augmentant les rendements.**

Les cultures sous serre sont des systèmes de production incontournables de nos jours. Ce sont des cultures intensives qui utilisent des techniques pointues et donc l'impact sur l'environnement est parfois remis en question. L'objectif de ce projet est de tester des solutions (éclairage LED, utilisation de sous-produit de la méthanisation pour la fumure,...) pour réduire leur impact environnemental soit en diminuant les ressources utilisées par kilogramme de récolte, soit en limitant les pertes liées aux stress biotiques et abiotiques et ainsi augmenter les rendements. Les solutions testées doivent également permettre de conserver la qualité des produits et être économiquement rentables. Les travaux seront réalisés aussi bien en serre conventionnelle, qu'en serre bio.

#### **Approbation du projet**

Date:	00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date:	14-09-2014	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Projet)

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.03.01**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Swiss Berry

N° Domaine

15	Système de production Plantes
----	-------------------------------

N° Groupe

15.3	Baies et Plantes médicinales
------	------------------------------

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>(Catherine Baroffio / André Ançay</b>
--

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021
-------	------	------

Total des jours de travail sans fonds tiers	2404
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	6.4; 6.8; 6.13; 6.15; 9.2; 9.17; 13.26; 13.38; 13.40; 13.47; 13.57; 13.61; 13.69
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Optimisation des techniques de production en cultures de baies favorisant la qualité des fruits, la vitesse de récolte et l'efficience des ressources en considérant le changement climatique**

**Optimisation des techniques de production en cultures de baies**

**Optimisation of production techniques of berry crops to increase fruit quality, picking rate and resource efficiency with regards to climatic change**

**berry, climate change, fertilization, forum, fruit quality, irrigation, production system**

### Situation initiale et problématique

La production de baies suisses est en constante augmentation ces dernières années. Les progrès des techniques culturales ont largement contribué à cette évolution, ainsi que l'amélioration de la qualité des fruits. Pour optimiser les techniques de production afin de mieux répondre aux demandes des consommateurs, aux critères de la rentabilité des cultures et aux critères de la durabilité, différents problèmes sont à considérer:

1. La pression sur les produits phytosanitaires augmente. La demande des consommateurs de pouvoir manger des fruits avec zéro résidu grandit d'année en année. De plus, l'utilisation des produits phytosanitaires devient plus exigeante pour des raisons de protection de l'environnement. Avec la diminution du nombre de produits phytosanitaires à disposition pour les baies et l'augmentation du trafic commercial mondial de fruits, des maladies et ravageurs apparaissent et deviennent de gros problèmes pour la production suisse. Une des solutions importantes pour le futur est l'adaptation des techniques de production pour renforcer les cultures et empêcher au mieux le développement des maladies, des ravageurs et des plantes adventives.
2. Une bonne qualité sensorielle des baies fait augmenter la consommation de fruits. Les techniques de production (p. ex. étalement de la production, nouvelles cultures) et de conservation sont à optimiser pour favoriser la qualité des fruits, un facteur important de la rentabilité des cultures de baies.
3. Les charges les plus importantes pour la production de baies sont les coûts de cueillette pour le marché frais. Des techniques de production qui favorisent la vitesse de récolte sont à développer et à tester.

4. Les ressources naturelles se raréfient ou deviennent très chères, notamment le prix de l'eau, les substrats organiques, certains engrais et l'énergie. Des méthodes de production, inclus les smart farming (digitalisation) peuvent permettre d'augmenter l'efficience des ressources.
5. Ces dernières années, les conditions climatiques se sont modifiées: instabilité des saisons, forts et brusques écarts de températures, hiver trop doux, printemps très pluvieux, arrière-saison très chaude. Ces changements climatiques ont des conséquences sur la qualité des petits fruits. Les fruits produits sous tunnels perdent en fermeté à cause des gros pics de chaleur et/ou se déforment à cause des écarts extrêmes de température. Les fruits produits en plein champ subissent les assauts de la météo capricieuse et le rendement et la qualité en pâtit.
6. La recherche reste en contact étroit avec la production et la vulgarisation dans le cadre du Forum Baies. Les problèmes de la production sont discutés et priorisés par ce Forum.

#### **Objectifs et questions de recherche**

L'objectif principal optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des fruits, d'améliorer la rentabilité des cultures et d'augmenter l'efficience des ressources en considérant le changement climatique.

1. Comment optimiser les techniques de production pour diminuer les résidus sur fruits
  - 1.1. Réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en développant des systèmes de production qui renforcent les cultures et empêchent au mieux le développement des maladies, des ravageurs et des plantes adventives. Cette nouvelle façon de produire est d'une grande importance pour le futur.
  - 1.2. Utilisation de la lumière pour lutter contre l'oïdium.
  - 1.3. Choix variétal et distances de plantation pour lutter contre les divers ravageurs (par ex. eriophyides) et maladies (oïdium).
  - 1.4. Trouver un compromis entre date de récolte et attaque de Drosophila suzukii (en considérant les variétés) (6.4)
  - 1.5. Trouver des alternatives à l'utilisation des produits chimiques : auxiliaires, bio-activateurs, ...
2. Comment optimiser les techniques de production pour favoriser la qualité et la diversité des fruits
  - 2.1. Analyser les facteurs qui influencent la qualité gustative et nutritionnelle des fruits (phytotron).
  - 2.2. Analyser l'influence des nouvelles variétés sur ces paramètres.
  - 2.3. Tester de nouvelles cultures de baies alpines ou d'autres régions avec un fort potentiel de valeur ajouté en lien avec le trend 'santé'.
3. Comment optimiser les techniques de production pour améliorer la rentabilité des cultures (13.38; 13.57)
  - 3.1. Développer des techniques de production permettant d'augmenter la vitesse de récolte afin d'améliorer la rentabilité (densité, mode de conduite, variétés).
  - 3.2. Développer des techniques de production permettant de mieux étaler la production (plantation, variétés, abri,...).
  - 3.3. Etudier l'impact d'un apport de lumière artificielle et de CO<sub>2</sub> sur le potentiel de rendement, la qualité des baies et la rentabilité de la culture.
4. Comment optimiser les techniques de production pour améliorer l'efficience des ressources?
  - 4.1. Diminution de la quantité d'eau utilisée pour la production des baies en plein champ et sur substrat, sans altérer la qualité et le rendement (6.12). Utilisation et développement de systèmes automatisés et d'outils d'aide à la décision afin d'optimiser la gestion de l'irrigation en hors sol et en plein champ avec fractionnement des apports et irrigation automatique basée sur des données de capteurs (digitalisation avec sondes watermark). Pour une production sur substrat, un outil de gestion de l'irrigation est à développer et/ou adapter afin d'adapter automatiquement la fréquence et la durée des irrigations au volume du drainage.
  - 4.2. Optimisation des apports des solutions nutritives et engrais par fertigation (6.8; 13.40) afin de réduire les quantités d'éléments nutritifs utilisés sans impacts sur la qualité et le rendement.
  - 4.3. Proposer des substrats élaborés en Suisse à base de matières organiques indigènes pour la production de baies sur substrat HS (6.13).
5. Comment optimiser les techniques en fonction du changement climatique (6.15; 13.47; 13.69):
  - 5.1 Améliorer la gestion du climat sous tunnel : ombrage, brumisation, ventilation. Etudier l'influence de ces techniques sur la fermeté, le calibre et la déformation des fraises et framboises, ainsi que l'étude de leurs effets secondaires (impact sur la qualité, la précocité).
  - 5.2 Définir des variétés avec une haute plasticité et adapter les dates de plantation (simulation avec phytotrons).
6. Répondre aux demandes annuelles du Forum Baies

**Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

Ce projet contribue principalement au CSR No 2 en pouvant répondre aux questions de recherche 1, 2, 3 et 4:

**Question de recherche 1 et 3:** Ajustement des techniques pour optimiser l'efficience des ressources (objectif 1) en diminuant la quantité d'eau et en optimisant les apports de solutions nutritives. Elaboration de nouveaux substrats (objectif 3.1). Comment adapter les techniques pour compenser les aléas climatiques: brusques changements de température (objectif 4)

**Question de recherche 2:** Réduction de produits phytosanitaires en optimisant les techniques de conduite (objectif 1.1; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4), en travaillant sur des alternatives aux insecticides, sur la lumière ou la distance de plantation. Le projet tiers en cours sur l'élaboration de stratégie de lutte contre les ériophyides en optimisant la conduite de la culture (distance de plantation, gestion du climat, etc) répond également à cette question de recherche.

**Question de recherche 4:** Rentabilité et coûts de production: Proposer des méthodes de production innovatives afin d'améliorer la qualité et le rendement (objectif 3.2 et 3.3 et 4). Des contacts sont instaurés avec l'équipe de M. Lipps pour évaluer les vitesses de cueillette et autres paramètres.

Les demandes du forum correspondent à des thèmes de recherche à court terme. Les thèmes principaux sont l'amélioration de techniques de culture ou de proposer des stratégies de conduite de culture pour limiter l'apparition de certaines maladies ou ravageurs.

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

au CSR n° 5 :

L'optimisation de la conduite de la culture, la surveillance et la recherche de produits alternatifs contre la D. suzukii contribuent à améliorer les stratégies de lutte contre *Drosophila suzukii*

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

Plusieurs résultats attendus auront une utilité pour la production biologique particulièrement tous les essais concernant les diminutions d'intrants.

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

1. Ajustement des techniques pour optimiser l'efficience des ressources : analyses hebdomadaires des intrants
  - a. Ançay, A., Carlen Ch. (Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat? Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture. 47 (6): 364–370, 2015
2. Développement de techniques permettant de réduire les coûts de production. Cela passe par la réduction de la densité de plantation, la gestion du nombre de porteurs afin d'augmenter la vitesse de récolte. Base de donnée du groupe de travail économie d'entreprise de la FUS
3. Ajustement des techniques pour limiter la pression maladies et ravageurs : suivi des populations de ravageurs et maladies, contrôles visuels,
4. Méthodes de production innovantes
5. Ajustement des techniques en fonction des changements climatiques : Gestion du climat, mesure radiation photosynthétique active PAR, mesure de l'état hydrique des plants.

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- Ançay A., Michel V., Baroffio C., 2017. Comparison of manual and automatic irrigation systems in strawberries. Acta Horticulturae. 1156 (40), 263-268.
- Andrianjaka-Camps Z.N., Wittemann M.S., Ançay A., Carlen C., 2016. New cultivars for quality production of primocane fruiting raspberries enriched in healthy compounds. Acta Hort. (ISHS) 1133, 345-352.
- Andrianjaka-Camps Z.N., Heritier J., Ançay A., Andlauer W., Carlen C., 2017. Evolution of the taste-related and bioactive compound profiles of the external and internal tissues of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*) cv. 'Clery' during ripening. Journal of Berry Research, 7 (1), 11-22.
- Dorsaz M., Baroffio C., 2017. Efficacy of lime treatments against *Drosophila suzukii* in Swiss berries. IOBC-WPRS Bulletin. 123, 228-235
- Haye T., Girod P., Cuthbertson A. G. S., Wang X. G., Daane K. M., Hoelmer K. A., Baroffio C.A., Desneux N., 2016. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. Journal of pest science, 89(3), 643-651.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet**  
**(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

**Les activités de recherche dans les baies se concentrent sur l'optimisation des techniques de production afin de favoriser la qualité des fruits, d'améliorer la rentabilité des cultures, d'augmenter l'efficience des ressources et de limiter l'utilisation des produits phytosanitaires en considérant le changement climatique. Les recherches sont effectuées chez Agroscope, mais également 'on farm' chez des producteurs.**

La production de baies suisses est en constante augmentation ces dernières années. Les progrès des techniques culturales ont largement contribué à cette évolution, ainsi que l'amélioration de la qualité des fruits. Pour affronter les divers défis du futur les techniques de production sont à optimiser afin de mieux répondre aux demandes des consommateurs et des producteurs et aux critères de la durabilité.

De nouvelles approches sont développées et testées pour diminuer les résidus sur fruits, pour favoriser leur qualité gustative et nutritionnelle, ainsi que pour augmenter la diversité des baies. De plus, l'optimisation des techniques de production vont améliorer la rentabilité des cultures (vitesse de cueillette) et l'efficience des ressources (eau, éléments nutritifs, énergie) tout en considérant le changement climatique.

#### **Approbation du projet**

Date: 00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date: 14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date: 14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Projet

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.03.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PlantMed

N° Domaine

15	Système de production plantes
----	-------------------------------

N° Groupe

15.3	Baies et Plantes médicinales
------	------------------------------

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>Catherine Baroffio / Vincent Michel</b>
--

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans
-------

2018
------

2021
------

Total des jours de travail sans fonds tiers	980
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.17, 14.3, 14.8, 14.10, 14.13
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques favorisant qualité des herbes, la sécurité des rendement et l'efficience des ressources**

**Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques**

**Optimisation of production techniques of aromatic and medicinal plants to increase the plant quality, yield security and resource efficiency with regards to climatic change**

**aromatic and medicinal plants, production, yield, frost damage, synergy, polycluster**

### Situation initiale et problématique

La demande pour des plantes médicinales et aromatiques suisses est en constante augmentation. L'essentiel de la production des plantes médicinales et aromatiques se fait en zone de montagne. Elle apporte donc à l'agriculture de montagne une diversification intéressante. De plus, elle donne aux industries suisses une matière première de provenance indigène, de haute qualité et de sécurité d'approvisionnement élevée. Ces plantes médicinales et aromatiques sont utilisées principalement par les industries et PMEs alimentaires et cosmétiques suisses.

Le principal défi de la production de plantes médicinales et aromatiques, qui ne bénéficie pas d'une protection douanière, est de rester compétitif par l'optimisation de la qualité des plantes. Seule une qualité irréprochable et un produit fini de haute qualité permet de favoriser cette production. Le choix variétal et la date de récolte sont les facteurs les plus importants pour obtenir une haute qualité.

Il est aussi important de diminuer les coûts de production de ces cultures, qui sont hauts par rapport à la concurrence d'Europe de l'Est et d'assurer de bons rendements. De plus, ces cultures en zone de montagne sont sujettes aux aléas du climat et de ses modifications ces dernières années: des hivers très doux, sans neige, et des coups de froid extrêmes au printemps, de fortes chaleurs en été avec des possibilités d'irrigation restreintes; apparition de maladies et ravageurs liés aux modifications climatiques et pas facilement jugulables car peu de produits sont à disposition en culture biologique. L'optimisation des techniques de production permet de contourner ces divers problèmes, d'améliorer l'efficience des ressources et d'obtenir une haute qualité d'herbes sèches (procédés de semis et de plantation, hauteur et période de coupe, fumure, gestion de la flore adventice, rotation des cultures, procédés de séchage).

<b>Objectifs et questions de recherche</b>
L'objectif principal est d'optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des plantes médicinales et aromatiques, d'assurer des rendements stables et d'augmenter l'efficience des ressources en considérant le changement climatique.
<b>Questions de recherche:</b>
<p>1. Comment favoriser la qualité des plantes médicinales et aromatiques ?</p> <p>1.1. Optimiser la date et la fréquence de coupe pour favoriser la qualité des nouvelles sélections ou accessions comme entre autre de thym, de sauge, de mélisse et de menthe afin de favoriser la qualité.</p> <p>1.2. Optimiser la date et la fréquence de coupe pour de nouvelles cultures (plantes alpines) afin de favoriser la qualité.</p> <p>1.3. Optimiser le chemin cultural (date de plantation, fumure, date de récolte, stade de récolte) pour toute nouvelle plante cultivée (<i>Calamintha</i> sp.; <i>Trigonella</i> sp.).</p> <p>1.4 Garantir, par des techniques de production suivies tout au long de la chaîne, des récoltes libres d'alcaloides pyrrolizidiniques (14.8).</p> <p>2. Comment assurer la sécurité et stabilité des rendements en considérant le changement climatique ?</p> <p>2.1. Tester les couvertures hivernales sur mélisse et véronique afin de protéger les plantes du gel d'hiver.</p> <p>2.2. Analyser l'influence de la surface foliaire résiduaire après la dernière coupe en automne sur l'hivernage des cultures et la stabilité des rendements.</p> <p>2.3. Développer des techniques culturales pour faire face au gel printanier (changements climatiques).</p> <p>2.4. Définir des stratégies de prévention et de lutte contre les maladies et ravageurs avec des techniques compatibles avec les directives de la production biologique.</p> <p>3. Comment améliorer l'efficience des ressources ?</p> <p>3.1. Adapter les techniques de séchage en fonction des avancées technologiques des installations de séchage (les temps et températures de séchage) afin d'économiser de l'énergie et maintenir la qualité de herbes sèches.</p> <p>3.2. L'efficience des ressources et la résilience du système de production (9.17, 14.13) sont testées à travers des systèmes de cultures alternatifs. Une alternative proposée est la technique du "polycluster" (ou permaculture). Les polyclusters seront composés de plusieurs plantes médicinales intégrées dans plusieurs strates : plantes tapis-santes, herbes, arbustes, arbres. Les synergies entre les plantes formant le polycluster sont censées améliorer l'efficience des ressources et conférer une protection contre les pathogènes. Les essais de polycluster seront conduits en parallèle en Thourgovie et en Valais (Bruson) (si crédit tiers de la CTI accepté)</p> <p>4. Comment diminuer les coûts de production</p> <p>4.1. Définir de nouvelles stratégies de désherbagages (prévention et lutte mécanique) et de nouvelles méthodes de plantation ou de semis afin de diminuer les besoins en main-d'œuvre.</p> <p>5. Forum: répondre aux demandes annuelles du forum: ces demandes concernent principalement des problèmes phytosanitaires et d'améliorations de techniques culturales.</p>

<b>Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)</b>
Ce projet contribue principalement au CSR no 2 et particulièrement aux questions 1,2, 3 et 4.
Question 1: l'efficience des ressources est abordée par les essais sur l'économie d'énergie avec le séchage et sur le polycluster.
Question 2: la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires est liée à l'étude de la prévention et la lutte sans produits de traitement de plantes contre les maladies, ravageurs et la flore adventice.
Question 3: la question concernant les systèmes de production innovants est abordée par le polycluster, ainsi que la protection hivernale des cultures et les mesures contre le gel de printemps.
Question 4 : favoriser la qualité est une question en lien avec les études sur la date de coupe, fréquence de coupe et diverses techniques de productions.
<b>Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)</b>
au CSR n° 3 : La domestication et la sélection des plantes alpines est intégrée dans le processus de techniques de production. Une fois la nouvelle plante domestiquée ou sélectionnée, les connaissances sur son chemin cultural doivent être optimisées en parallèle au travail de sélection.
au CSR n° 5 : Lutte contre maladies et ravageurs: certains sujets spécifiques de recherche de stratégie de lutte contre certaines maladies (détériorissement de la végétation) ou ravageurs (stratégie de lutte contre les <i>Longitarsus</i> sp.) sont des demandes explicites du Forum mais les résultats peuvent être valorisés dans le cadre du CSR 5.

<b>Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)</b>
Toute la production de plantes aromatiques et médicinales se fait selon les directives de l'agriculture biologique

<b>Matériel et méthodes (description sommaire)</b>
Techniques de production: Les chemins cultureaux des plantes médicinales sont décrits (Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus - Saluplanta Bernburg) et classeur Agridea sur les plantes médicinales et aromatiques) Hydrodistillation: la quantification des huiles essentielles se base sur les normes de la pharmacopée européenne. <a href="https://www.edqm.eu/fr/Pharmacopee-europeenne-9e-Edition">https://www.edqm.eu/fr/Pharmacopee-europeenne-9e-Edition</a>

<b>Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carlen C. &amp; Carron C.-A.: Fertilisation des plantes aromatiques et médicinales. In PRIF 2017: Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse</li> <li>• Carron C.-A., Plaschy M., Vouillamoz J.F. &amp; Baroffio C.A. 2017. Influence d'une couverture hivernale sur le rendement et la qualité de la menthe. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.</li> <li>• Vouillamoz J.F., Wolfram-Schilling E., Carron C.-A. &amp; Baroffio C.A. 2016. Evaluation agronomique et phytochimique de Stevia rebaudiana pour la culture en Suisse. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 48(6): 348-355</li> <li>• Carron C.-A., Baroffio C.A., Braud C. &amp; M. Miranda. 2017. Swiss herbal Note 2. Rétrospective des ravageurs signalés dans les PMA (plantes médicinales et aromatiques) en Suisse en 2016. Plantes, Agroscope Transfer N° 159</li> <li>• Carron C.-A., Vouillamoz J.F. &amp; Baroffio C.A. 2017. Rapport annuel   Jahresbericht 2016. Plantes médicinales et aromatiques. Medizinal- und Aromapflanzen. Plantes, Agroscope Transfer   N° 185</li> </ul>

<b>Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)</b>
<b>La production de plantes médicinales et aromatiques en zone de montagne apporte aux industries et PMEs suisses une matière première à forte valeur ajoutée. L'objectif principal de ce projet est d'optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des plantes, d'assurer des rendements stables et d'augmenter l'efficience des ressources en considérant le changement climatique.</b>
La demande pour des plantes médicinales et aromatiques suisses est en constante augmentation. L'essentiel de la production se fait en zone de montagne et apporte aux industries et PMEs alimentaires et cosmétiques suisses une matière première à forte valeur ajoutée. Le principal défi de la production de plantes médicinales et aromatiques, qui ne bénéficie pas d'une protection douanière, est de rester compétitif par l'optimisation de la qualité des plantes. Il est aussi important de diminuer les coûts de production de ces cultures et d'assurer la stabilité des rendements en lien avec le changement climatique. L'optimisation des techniques de production permet de contourner ces divers problèmes, d'améliorer l'efficience des ressources et de permettre une haute qualité des herbes séchées. De plus, les demandes du forum sont traitées annuellement.

<b>Approbation du projet</b>		
Date: 00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date: 14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date: 14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.04.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**SystemesVerger**

N° Domaine

15	Systèmes de production Plantes
----	--------------------------------

N° Groupe

15.4	Production fruitière en région alpine
------	---------------------------------------

Chef-fe de projet/suppléant-e

<b>Philippe Monney / Danilo Christen</b>
--

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans
-------

2018
------

2021
------

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1600
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	11

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	3.118, 4.23, 9.14, 9.17, 13.10, 13.38 (=27.4), 13.44, 13.47 (=13.69, =27.15), 13.71, 13.200, 23.220, 27.7, 27.11, 27.12.
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Système verger : optimisation de la performance et de l'efficience d'utilisation des ressources grâce à des porte-greffe adaptés et à la technologie des objets connectés en vue d'une gestion intelligente de l'irrigation.**

**Conception et gestion efficiente du système de verger.**

**Performant orchard based on rootstock adaptation and remote sensing for a better efficiency of natural resources**

**Orchard systems, rootstocks, resource management, water management, remote sensing, water stress, soil water potential, plant stress indicator,**

### Situation initiale et problématique

Comparé à d'autres systèmes, la valeur d'une culture fruitière commerciale lorsqu'elle atteint son potentiel économique maximum est parmi les plus élevés. Si l'on se base sur les données estimées par Bravin et al. (2014), les montants atteignent en moyenne CHF 80'000 pour les espèces à pépin et CHF 140'000 pour les espèces à noyau. Les enjeux économiques sont d'autant plus importants qu'avec plus de 500 heures/ha/an pour les frais de main d'œuvre (pommier, Bravin et al. 2016), l'exploitation du système verger est particulièrement coûteuse et sa rentabilité s'érode sous la pression de la concurrence des produits importés.

Le choix d'une production indigène éthiquement responsable constitue un défi. Premièrement parce qu'il suppose la recherche de système parfaitement adaptés à notre environnement par leur identité génétique et leur conception (variété, porte-greffe, forme, densité de plantation) et deuxièmement parce qu'il implique le développement d'itinéraires techniques permettant à la fois d'optimiser la performance et l'efficience des ressources, en particulier l'eau d'irrigation, grâce au développement d'indicateurs et d'instruments de pilotage (Sauphanor et Lescouret, 2007).

Parmi les facteurs d'influence de la conception d'un verger, le porte-greffe est un élément central. Ce que l'on nomme communément "apple success story" s'appuie sur l'adoption quasi généralisée du M9 qui a permis la densification des cultures (>2000 arbres/ha) et une augmentation spectaculaire des rendements et de la qualité commerciale (Blaser et al., 1996). L'équivalent du M9 n'existe pas pour les autres espèces fruitières. Au cours de ces dernières décennies, c'est le cerisier qui a connu l'évolution la plus spectaculaire avec l'apparition de porte-greffe 4 à 5 fois moins vigoureux

que les types traditionnels et ouvert la voie à des systèmes plus intensifs (Monney *et al.*, 2009). Pour le poirier et l'abricotier, les problématiques de maîtrise de la vigueur et d'adaptation aux conditions de sol sont toujours d'actualité, avec pour l'abricotier, des interactions complexes sol-vigueur-sensibilité aux pathogènes responsables du dépérissement (bactériose, ESFY).

L'utilisation des ressources en eau est l'objet d'un débat qui gagne en intensité avec la prise de conscience de leur usage immoderé dans l'agriculture (70 % au niveau mondial). Dans un rapport publié en 2010, l'OCDE prévoit la nécessité d'augmenter la production agricole d'environ 50 % à l'horizon 2030, et ceci avec moins d'eau, alors que dans certaines régions, les ressources sont parfois au bord de l'épuisement. Dans les régions tempérées où le niveau des réserves est moins préoccupant, il faut ajouter des préoccupations d'ordre environnemental (biodiversité, modifications du paysage, disparition d'écosystèmes sensibles) ainsi que l'incertitude liée au changement climatique. En Suisse, pour un verger de pommier en pleine production, les besoins en irrigation des vergers varient beaucoup selon les régions, environ 250 mm en Valais et 50-100 mm en moyenne dans les autres bassins de production. Mais le changement climatique fait craindre une augmentation d'épisodes comme ceux que l'on a connus en 2003 et 2015, où les besoins ont quasiment doublé. Or des enquêtes montrent que l'irrigation, lorsqu'elle est pilotée au moyen d'outils de mesure, permet une économie d'eau de 20-50 %, voire plus lorsqu'on applique des méthodes d'irrigation déficitaire contrôlée (Chenafi *et al.* 20xx).

#### Objectifs et questions de recherche

Plusieurs axes sont à développer pour répondre aux objectifs de rentabilité économique et d'utilisation efficiente des ressources :

- 1.1. Systèmes de verger poirier : Evaluer l'association porte-greffe/variété adaptée aux sols calcaires, ayant une affinité suffisante avec les cognassiers rustiques et modérément sensibles à la chlorose (BA29, EMA, Sydo) et adaptée à une vigueur modérée, éventuellement assez faible pour permettre la conduite axiale sur les francs clonés (Pyriam, série OHF). Evaluer différents systèmes permettant d'augmenter l'efficience des vergers.
- 1.2. Systèmes de verger abricotier : Tester divers systèmes basés sur le porte-greffe, la hauteur de greffage et la culture sur butte pour une meilleure tolérance à la bactériose. Tester divers systèmes basés sur une réduction de la vigueur pour augmenter la performance et l'efficacité de la main-d'œuvre.
- 2.1. Gestion de l'irrigation : Affiner la détection des besoins et mettre au point des outils d'aide à la décision simples et intégrés à un système de communication ouvert pour une gestion en finesse de l'irrigation. Tester des systèmes de télémétrie couvrant une partie des besoins des utilisateurs pour la mesure du climat et de l'état hydrique des sols. Proposer un nombre de vergers de référence pour constituer un réseau de référence. Développer un modèle pour gérer l'irrigation "entre les mailles" du réseau équipée. Participer au développement d'une plateforme pour réunir l'ensemble des mesures. Proposer des indicateurs « sol » (p.ex. tensiomètres) et des indicateurs « plantes » (p.ex. dendrométrie, Zim-probes,...) simples pour le dosage, la fréquence et la prévision des irrigations. Proposer une méthode (p.ex. objets connectés) pour la pratique de l'irrigation déficitaire régulée.
- 2.2. Télédétection : Proposer un moyen de contrôle à distance de la distribution de l'eau. Evaluer les perspectives de développement pour la télédétection (collaboration Gamaya). Proposer des applications pour évaluer quantitativement un phénomène (phénotypage) et en représenter la distribution spatiale (p.ex. stress hydrique, charge en fruits...).

#### Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question 1 : Amélioration de l'efficience des ressources par l'optimisation de la gestion de l'irrigation avec la digitalisation.

Question 2 : Diminution des produits phytosanitaires par l'utilisation de porte-greffe pour abricotier et poirier induisant une productivité élevées, tolérants aux pathogènes du sol et adaptés aux conditions pédo-climatiques.

Question 3 : Amélioration de la rentabilité par l'évaluation de nouveaux porte-greffes portant sur la vigueur, la productivité et la qualité des fruits.

Question 4 : Améliorer la qualité par le développement de plateformes pour le contrôle des stress abiotiques et des itinéraires techniques influençant le rendement et la qualité.

#### Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 11 : Télédétection, télécommande, indicateurs intégrés à une plateforme de gestion des ressources

#### Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Gestion rationnelle des ressources en eau, système et conduite du verger applicable à la production biologique

<b>Matériel et méthodes (description sommaire)</b>
1. Porte-greffe du poirier et de l'abricotier
2. Les nouveaux porte-greffe font l'objet d'évaluation comparative portant sur la vigueur, la productivité et la qualité des fruits. En fonction des résultats, ils peuvent être intégrés à des expérimentations de systèmes (haute densité, économie d'intrant, tolérance à des facteurs abiotiques comme sécheresse etc.)
3. Systèmes de verger pour le poirier
4. Différents systèmes plus ou moins denses basés sur des porte-greffe de vigueur et tolérance au calcaire et sécheresse sont évalué quant aux symptômes de chlorose, de besoins en eau et de performance.
5. Gestion de l'irrigation
6. Le matériel comprend les mesures en continu de l'humidité du sol et du stress des plantes (dendrométrie). Les indicateurs sont relayés par une plate-forme dédiée aux producteurs-irrigants et guidés dans leur pratique grâce à des outils d'aide à la décision (Agrométéo, Agrisensbox).
7. Télédétection
8. La gestion de l'irrigation comprend un volet contribution au développement du matériel de mesure et transmission des données (automatisation de l'irrigation, comparaison de systèmes) en collaboration avec des entreprises suisses et françaises. L'utilisation de drones pour la détection du stress hydrique a fait l'objet de tests préliminaires et se poursuit dans la mesure d'accord avec des partenaires commerciaux.

<b>Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)</b>
• Monney P. 2016. Outil d'aide à la décision pour l'irrigation des vergers au goutte-à-goutte. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 48, (1), 2016, 75-77.
• Chenafi A., Monney P., Arrigoni E., Boudoukha A., Carlen C., 2016. Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. Fruits 71 (2016) 69-78.
• Monney P., Egger S., 2013. Les porte-greffe du poirier. Ed. Agroscope, Conthey. 8 octobre, 2013, 14 pp.
• Monney P., Sinoquet H., Sonohat G., Potel A.-M., Lauri P.-E. 2012. Pommiers digitalisés pour mesure l'influence du microclimat lumineux sur la qualité des fruits. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 44, (2), 2012, 122-129.

<b>Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)</b>
<b>Le développement de systèmes de vergers performants en lien avec une gestion précise de l'irrigation constitue un enjeu majeur pour une arboriculture compétitive, durable et respectueuse de l'environnement. Agroscope contribue à l'évolution du matériel de mesure et de transmission des données ainsi qu'à la mise en place d'outils destinés à améliorer l'efficience de l'eau dans les vergers.</b>
Agroscope teste des porte-greffe pour le poirier et l'abricotier en vue de leur utilisation pour des systèmes de verger à faible consommation en eau. Un progrès vers la maîtrise de l'irrigation est accompli avec le développement de nouveaux dispositifs de mesure et de transmission des données. L'interactivité entre le producteur et le dispositif de mesure doit pouvoir se faire à distance via une plate-forme utilisateur. Celle-ci doit inclure diverses fonctionnalités destinées à régler l'irrigation sur la base d'indicateurs de sol et plante, afin d'améliorer l'efficience de l'eau. Les données acquises sur le réseau de mesure constituent une source de d'information complémentaire pour le développement de modèles et la mise à disposition de références pour l'ensemble des producteurs.

<b>Approbation du projet</b>		
Date: 00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date: 14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date: 14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

## Projekt

### Arbeitsprogramm

### Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.02.15.05.01**

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

**Herbologie Ackerbau**

Nr. Bereich.

15	Produktionssysteme Pflanzen
----	-----------------------------

Nr. Gruppe

15.5	Herbologie Acker- und Weinbau
------	-------------------------------

Projektleitung/Stellvertretung

<b>Judith Wirth / Frédéric Tschuy</b>
---------------------------------------

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre	2018	2021
---------	------	------

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	1060
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitern SFF	5,17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.1, 1.25, 1.34, 1.35, 1.37, 2.11, 4.15, 4.17, 4.22, 13.204, 18.142, 23.87, 23.93, 28.75, 28.91
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Unkrautmanagement im Ackerbau**

**Unkrautmanagement im Ackerbau**

**Weed control in arable farming**

**Cover crops, allelopathy, alternatives for glyphosate, invasive plants, control strategies, herbicide resistance**

### Ausgangslage und Problemstellung

Unkrautbekämpfung ist in allen Ackerkulturen notwendig um Ertragseinbussen zu vermeiden. In vielen Fällen werden dazu Herbizide eingesetzt (34% der verkauften Pflanzenschutzmittel in 2014 in CH), was zu Umweltproblemen und Resistenzentwicklungen führt. Insbesondere der Einsatz von Glyphosat ist umstritten und wird gesellschaftlich und politisch diskutiert. Die Reduzierung der Herbizid Aufwandmengen, Alternativen zum Glyphosat Einsatz und die Entwicklung herbizidloser Anbausysteme sind daher wichtige Forschungsziele.

1. Eine Möglichkeit diese Ziele zu erreichen, ist der Anbau unkrautunterdrückender Zwischenfrüchte zwischen zwei Hauptkulturen. Wir charakterisieren verschiedene Zwischenfrüchte im Hinblick auf ihre unkrautunterdrückende Wirkung um sie gezielt in der Fruchfolge einsetzen zu können. Diese Arbeiten werden sowohl im Feld als auch unter kontrollierten Bedingungen im Labor (mit dem Ziel, neue Allelochemikalien zu identifizieren) durchgeführt. Für die Feldversuche besteht eine enge Zusammenarbeit mit den Projekten 18.02.15.1.01 und 18.16.19.6.04.
2. Die Bekämpfung und Eindämmung von Neophyten zur Erhaltung einer wettbewerbsfähigen Landwirtschaft ist ein wichtiges Anliegen der Praxis. Daher muss eine risikobasierte Bewertung invasiver Neophyten stattfinden, die oft Probleme in Biodiversitätsförderflächen bereiten und sich von dort aus weiterverbreiten. Es können jederzeit neue Problempflanzen in der Landwirtschaft wie z.B. Reynoutria japonica, Bunias orientalis, Abutilon theophrasti und Conyza canadensis auftreten, für die Bekämpfungskonzepte entwickelt werden müssen. Es ist nicht vorhersehbar wann, und in welchem Umfang dies geschieht. Die Abstimmung zwischen Forschung, kantonalen Stellen, Forstwirtschaft und Naturschutz ist sehr wichtig um problematische Neophyten rechtzeitig zu entdecken und um das Verbreitungspotential einzuschätzen. Pueraria lobata wird so erfolgreich im Tessin bekämpft. Um die weitere Verbreitung von Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) in der Schweiz zu verhindern und um grosse Ertragseinbussen auf befallenen landwirtschaftlichen Flächen zu vermeiden muss eine erfolgreiche Bekämpfungsstrategie gegen

dieses gefährliche Unkraut entwickelt werden. Seit 2010 führt Agroscope entsprechende Versuche durch. Im Rahmen des Beratungsprojektes Erdmandelgras (2016 bis 2020) arbeiten Forschung, Beratung, Branchen und betroffenen Landwirten eng zusammen.

3. Um Herbizide sinnvoll und erfolgreich einsetzen zu können ist es wichtig, Informationen zum aktuellen Stand der Herbizid Resistenzen in der Schweiz zu haben. Das Monitoring der Herbizid Resistenzen ist auch eine Voraussetzung für die Entwicklung und Anwendung erfolgreicher Resistenzmanagementstrategien. Wir bieten daher, in Zusammenarbeit mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten, Schweizweit an, Verdachtsfälle auf Herbizid-Resistenz zu untersuchen.

#### Ziele und Forschungsfragen

##### Ziele

1. Optimierung des Zwischenfruchtanbaus zur Unkrautunterdrückung und Identifizierung phytotoxischer Substanzen (Allelochemikalien).
2. Risikobasierte Bewertung invasiver Neophyten und Entwicklung einer erfolgreichen Bekämpfungsstrategie gegen invasive Neophyten, insbesondere Erdmandelgras.
3. Kenntnis über den aktuellen Stand der Herbizid Resistenzen in der Schweiz.

##### Forschungsfragen

- 1.1 Wie können Zwischenfrüchte gezielt zur erfolgreichen Unkrautbekämpfung eingesetzt werden?
- 1.2 Kann der Zwischenfruchtanbau den Glyphosat Einsatz verringern bzw. ersetzen?
- 1.3 Sind allelochemische Effekte für die Unkrautunterdrückung im Feld verantwortlich und können sie nachgewiesen werden?
- 1.4 Können neue, wachstumshemmende Allelochemikalien identifiziert werden?
- 2.1 Wie können potentiell invasive Neophyten auf nationaler oder internationaler Ebene beurteilt werden?
- 2.2 Wie können Listen mit invasiven Neophyten aufgrund von Beurteilungsschemen (Pest Risk Assessment PRA) kompiliert werden?
- 2.2 Wie kann die Ausbreitung invasiver Problempflanzen in der Landwirtschaft erkannt und verhindert werden?
- 2.3 Wie können Bekämpfungsmethoden in Abhängigkeit von der Ausbreitung und dem Schadpotential der Neophyten entwickelt werden?
- 2.4 Mit welchen Massnahmen kann Erdmandelgras erfolgreich in der landwirtschaftlichen Praxis bekämpft werden?
- 3.1 Nehmen die bereits bekannten Herbizidresistenzen in der Schweiz zu?
- 3.2 Treten neue Herbizidresistenzen (neue Unkrautarten und/oder Wirkungsmechanismen) auf?

#### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Frage Nr. 1:  
Kann der Zwischenfruchtanbau dazu beitragen Unkräuter erfolgreich zu regulieren ohne negative Auswirkungen auf Erträge oder Produktqualität?
- Frage Nr. 2:  
Kann die Unkrautregulierung durch Zwischenfruchtanbau den Herbizid-Einsatz reduzieren?
- Frage Nr. 3:  
Problemunkräuter erhöhen die Produktionskosten und senken die Erträge. Neue Anbausysteme (z.B. späte Mais-Saat nach mehrmaliger Bodenbearbeitung bei C.-esculentus-Besatz) erhalten die bestehende Rentabilität.
- Frage Nr. 5:  
Die frühzeitige Kenntnis über invasive Problemunkräuter und die Entwicklung erfolgreicher Bekämpfungsstrategien ermöglicht es, Erträge zu sichern und eine hohe Produktqualität zu garantieren.  
Die Kenntnis über vorhandene Herbizid Resistenzen und die Anwendung von Anti-Resistenz-Strategien erlaubt die Entwicklung resilenter Anbausysteme und sichert den Ertrag.
- Frage Nr. 6:  
Welchen Einfluss haben Allelochemikalien unkrautunterdrückender Zwischenfrüchte auf das Wachstum von Unkräutern?  
Welchen Einfluss haben neue invasive Problempflanzen auf das Wachstum der Nutzpflanzen?

#### Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

##### zu SFF Nr. 5:

- Frage Nr. 1:  
Können Zwischenfrüchte identifiziert werden die das Wachstum von Unkräutern mittels Allelochemikalien unterdrücken?

Neue Erkenntnisse zur veränderten Biologie, bzw. zum Resistenzstatus von Unkrautpopulationen ermöglichen es, die Anbausysteme zu optimieren und adäquate Herbizid Applikationen einzusetzen. Unnötiges Ausbringen von Herbiziden kann so vermieden werden.

- Frage Nr. 2:  
Kann der Zwischenfruchtanbau dazu beitragen Unkräuter erfolgreich zu regulieren und dabei den Einsatz von Herbiziden (v.a. Glyphosat) zu ersetzen bzw. zu reduzieren?
- Frage Nr. 4:  
Wie können unkrautunterdrückende Zwischenfrüchte erfolgreich in eine Rotation integriert werden?  
Antiresistenzstrategien (basierend auf dem Kenntnisstand über vorhandene Herbizid Resistenzen) ermöglichen es, situationsbezogene, nachhaltig wirkungsvolle Behandlungsstrategien zu entwickeln.
- Frage Nr. 5:  
Bei der Zulassung neuer Herbizide muss der Resistenzstatus der Zielunkräuter gegenüber dem jeweiligen Wirkstoff mit einbezogen werden. Das Monitoring liefert dafür entsp)

#### zu SFF Nr. 17:

- Frage n°1:  
Es können Erkenntnisse über verursachte Schäden durch die Zunahme invasiver Arten in der Pflanzenproduktion bereitgestellt werden

#### Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Das frühzeitige Erkennen neuer Problempflanzen und das Verhindern der Ausbreitung sind v.a. für den Biolandbau wichtig um zeitraubende Bekämpfungsmassnahmen zu vermeiden.

Der Einsatz von Zwischenfrüchten zur Unkrautunterdrückung verringert den Herbizid Einsatz (v.a. Glyphosat) im Ackerbau

#### Material und Methoden (grob skizziert)

1. Um den unkrautunterdrückenden Effekt der Zwischenfrüchte auf dem Feld zu untersuchen werden Erhebungen in den Versuchen des Projektes 18.02.15.1.01 (B. Jeangros) durchgeführt, wie z.B. Unkraut-Bestimmung, Biomasseerhebungen, Messung von Wachstumsparametern wie Pflanzenhöhe, Blattfläche u.a. Um zu verstehen, ob Allelochemikalien bei der Unkrautunterdrückung eine wichtige Rolle spielen, werden Topfversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Dabei werden Wurzelexsudate von Zwischenfrüchten unter verschiedenen Bedingungen extrahiert und analysiert mit dem Ziel neue, bisher unbekannte Allelochemikalien zu finden.
2. Im Beratungsprojekt Erdmandelgras werden unterschiedliche Bekämpfungsmassnahmen auf Praxisbetrieben in verschiedenen Kantonen validiert. Dabei werden auch nicht-chemische Methoden untersucht.  
Bei den Arbeiten zu Neophyten handelt es sich vorwiegend um Expertentätigkeit im Rahmen von AGIN (Arbeitsgruppe Invasive Neobiota des BAFU) und EPPO (Panel on invasive alien species der Europäischen Pflanzenschutzorganisation).
3. Um Verdachtsfälle von Herbizid Resistenzen zu bestätigen, werden Standardversuche im Gewächshaus durchgeführt. Dabei werden die Verdachtspopulation mit jeweils einer sensiblen und einer resistenten Population des entsprechenden Unkrauts verglichen, nachdem sie mit unterschiedlichen Herbizid Aufwandmengen behandelt wurden.

#### Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- (Wirth, J., Gfeller, A., 2016. Is growing buckwheat allelopathic?, 27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. Julius-Kühn-Archiv, Braunschweig, Germany, pp. 431-438.
- Lemessa, F., Wakjira, M., 2015. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. Journal of Crop Science and Biotechnology 18, 133-145.
- Bohren, C., Wirth, J., 2015. Die Verbreitung von Erdmandelgras (*Cyperus esulentus L.*) betrifft alle. Agrarforschung Schweiz 6, 384-391.
- Tschuy, F., Wirth, J., 2015. Situation actuelle des résistances aux herbicides en Suisse. Recherche Agronomique Suisse 6, 516-523.

#### Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teaser: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Reduzierung des Herbizid Einsatzes im Ackerbau ist ein wichtiges Ziel um umweltfreundliche und nachhaltige Anbausysteme zu entwickeln. Durch die Erforschung der Mechanismen der Unkrautunterdrückung durch Zwischenfrüchte, inklusive der Identifizierung neuer allelochemischer Substanzen, leisten wir dazu einen Beitrag. Zusätzlich werden invasive Pflanzen in der Landwirtschaft überwacht und Bekämpfungskonzepte entwickelt.

Durch die Erforschung der Mechanismen der Unkrautunterdrückung durch Zwischenfrüchte leisten wir einen Beitrag zur Entwicklung von Anbausystemen mit reduziertem PSM-Einsatz. Unser Ziel ist, es neue allelochemische Substanzen in Wurzelexsudaten von Zwischenfrüchten zu finden und zu identifizieren und die Frage zu beantworten welche Arten auf dem Feld allelopatische Effekte haben und wie sie in der Praxis genutzt werden können. Außerdem verfolgen wir die Entwicklung und Ausbreitung von invasiven Neophyten in der Landwirtschaft und entwickeln bei Bedarf Bekämpfung Strategien. Zusätzlich überprüfen wir Verdachtsfälle auf Herbizid Resistenz in der Schweizer Landwirtschaft, als Voraussetzung für die Entwicklung erfolgreicher Anti Resistenz Strategien.

#### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 30.08.2017	Visum FGL:	wiju
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL:	cach
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.02.15.06.02**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

**TECVITI**

N° Domaine

15 Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.6 Viticulture

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Vivian Zufferey / Thibaut Verdenal**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3936
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5, 10, 17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	29.1, 29.4, 29.5, 29.10, 29.14, 29.20, 29.22, 29.27, 29.28, 29.34, 29.35, 29.36, 29.45, 29.56
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Développement de techniques culturales pour une gestion durable des ressources et une alimentation équilibrée de la vigne: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins**

**Techniques culturales, gestion des ressources et qualité**

**Development of technical practices for sustainable resources and balanced plant nutrition: impacts on the physiological behaviour and quality of grapes and wines**

**Grapevine canopy management, resources efficiency, plant nutrition, vine physiology, grape and wine quality**

**Situation initiale et problématique**

La maîtrise de la production et d'une alimentation équilibrée de la vigne demeurent des facteurs essentiels parmi les perspectives d'amélioration de la qualité des raisins et des vins. L'excès de vigueur de la vigne entraîne souvent un potentiel de production élevé, une augmentation des frais de production et de problèmes phytosanitaires pouvant entraîner une diminution de la qualité. Par ailleurs, la diminution des intrants et la préservation des ressources naturels constituent des enjeux déterminants pour la viticulture qui se doit d'être durable et respectueuse de l'environnement. Diverses pistes peuvent être exploitées pour parvenir à diminuer les intrants, préserver les ressources et assurer une alimentation équilibrée de la vigne. Parmi celles-ci figure le choix de techniques culturales et de systèmes de production durables et économies en énergie pour une bonne gestion de la production et de la vigueur des souches. Aussi, le choix du matériel végétal (couple cépage-porte-greffe), de la gestion de l'entretien du sol et de la fumure, des pratiques d'irrigation, des systèmes de conduite de la vigne et des techniques culturales sur la souche sont autant de leviers à disposition du viticulteur dans la conduite du vignoble. La meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage doit être recherchée également pour bénéficier des potentialités du terroir et exprimer la typicité d'un cépage. La nécessité d'approfondir nos connaissances dans la gestion optimale de la vigueur et de l'alimentation minérale et hydrique de la vigne est capitale pour juger de l'intérêt des techniques culturales proposées. L'évolution climatique (vagues de chaleur, sécheresse périodique, précipitations intenses...) pousse la recherche à être innovante également dans les possibilités d'adaptation techniques au vignoble, les prévisions et la prévention des

accidents physiologiques comme le dessèchement de la rafle, le folletage des grappes ou les phénomènes de blocage de la maturation. Ces troubles physiologiques causent des pertes de récolte et altèrent la qualité des raisins selon les années. La pérennité des souches et la maîtrise des coûts de production découlent aussi du choix des systèmes de production et de techniques culturales appropriées. Développer des systèmes rationnels, adaptés aux différentes situations topographiques du vignoble suisse, à des coûts concurrentiels, demeure un objectif prioritaire. La valorisation des caractéristiques particulières et des potentialités des terroirs viticoles suisses constitue un atout dans le contexte international à moyen et long terme.

Ce projet repose sur une collaboration pluridisciplinaire réunissant les groupes de recherche en œnologie (J. Rösti), en analytique et qualité des vins (F. Lorenzini) et de protection des plantes (groupe mycologie, K. Gindro). La recherche et le développement analytique (précurseurs d'arômes, polyphénols) et sensorielle des vins est déterminante dans cette collaboration.

#### **Objectifs et questions de recherche**

- Proposer des recommandations et des techniques culturales permettant de diminuer les intrants et de préserver les ressources (eau, azote) afin de mieux maîtriser la vigueur et le potentiel naturel de production des cépages.
- Développer des techniques de production favorisant une alimentation équilibrée de la vigne et la qualité des vins: cette problématique doit être étudiée en lien avec le choix du porte-greffe, la fumure (particulièrement azotée), l'entretien du sol (gestion de l'enherbement peu concurrentiel pour la vigne), la gestion de l'irrigation et du rapport feuille-fruit.
- Analyser les interactions entre le niveau d'alimentation minérale (surtout azotée) et hydrique et les caractéristiques chimiques et organoleptiques des raisins et des vins comme les précurseurs aromatiques, l'expression aromatique et la typicité des vins pour différents cépages, et proposer des techniques culturales (gestion de l'enherbement, de la fumure) permettant d'améliorer au mieux l'expression gustative et qualitative des vins. La collaboration des groupes d'œnologie et du développement analytique (arômes, polyphénols) lié à la caractérisation sensorielle des vins est indispensable. Une collaboration avec le groupe d'Agrarlandschaft und Biodiversität (Katja Jacot Ammann, Felix Herzog) a été mis en place pour étudier le comportement de vignes à haute diversité (flore diversifiée) en fonction des conditions du terroir.
- Actualiser les recommandations sur la fumure en viticulture (tâche légale, Factsheet Nr 11)
- Etudier la distribution et l'allocation de l'azote (marquage isotopique 15N) dans les différentes parties de la vigne en fonction du régime hydrique de la plante.
- Evaluer les conséquences d'un déficit périodique en eau et l'augmentation des températures sur les accidents physiologiques (blocage de maturation, pertes aromatiques) et la qualité des vins. Emettre des recommandations sur la gestion de l'irrigation et de l'interaction eau-azote dans le vignoble. Etudier l'impact de l'entretien du sol (non culture et enherbement) dans des conditions sèches sur le comportement de la vigne et la qualité et typicité des vins.
- Développer et disposer de techniques de mesures permettant de détecter les stress abiotiques et leurs conséquences sur la physiologie de la vigne. Identifier les facteurs de risques et développer des stratégies d'évitement et de lutte contre les accidents physiologiques tels que le dessèchement de la rafle, le folletage des grappes, les problèmes d'embolie (formation de bulles d'air dans les vaisseaux) et les maladies du bois (esca). Une approche de modélisation climatique et du comportement physiologique de la vigne est envisagée en collaboration avec les spécialistes d'Agroscope Reckenholz (Annelie Holzkämper, groupe de recherche changement climatique et pollution de l'air).
- Etudier la physiologie de la baie en cas de stress hydrique, de carence minérale et de passerillage des baies: mesure de la transpiration des baies et de la respiration nocturne des baies en relation avec le développement de la grappe et la maturation.
- Collaboration à des programmes de recherche internationaux notamment sur l'évolution climatique, le stress hydrique, la gestion de l'eau et de la nutrition minérale, de l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'air et de la température et ses conséquences sur la vigne.
- Adapter les techniques culturales liées aux modes de conduite de la vigne et développer des systèmes rationnels adaptés aux différentes situations topographiques du vignoble suisse.
- Valoriser les terroirs viticoles suisses en mettant en évidence leurs caractéristiques particulières et leurs potentialités.
- Produire en situation difficile des raisins de qualité à des coûts concurrentiels.
- Développer des collaborations dans le domaine de Smartfarming concernant la validation de capteurs embarqués (IR, NIR, NDVI) et la validation par la plante (comportement physiologique et agronomique) en collaboration avec le groupe de recherche en cultures fruitières en milieu alpin (Danilo Christen, Philippe Monney Fougères-Conthey).

#### **Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

#### **Question 1: efficience des ressources (eau et éléments nutritifs)**

- Propositions de techniques culturales et choix d'espèces pour une gestion de l'enherbement axée sur une alimentation équilibrée des vignes et peu concurrentielle pour l'eau et l'azote

- Recommandations concernant l'intérêt et les modalités de correction azotée par voie foliaire
- Gestion de l'irrigation selon des indicateurs du stress hydrique validés au champ
- Recommandations de porte-greffes adaptés aux conditions pédoclimatiques et au cépage
- Orientation concernant le choix de porte-greffes et de cépages adaptés pour maîtriser la vigueur, la production, les carences et les accidents physiologiques
- Recommandations de techniques d'effeuillage de la vigne en relation avec les risques phytosanitaires
- Propositions de techniques de concentration à la vigne (passerillage, incision annulaire)
- Gestion du rapport feuille-fruit et développement de systèmes de conduite à faible coûts de production (port libre, taille semi-minimale...) et adaptés aux conditions difficiles de production en Suisse.

#### **Question 2: systèmes d'aide à la décision**

- Tester les indicateurs du stress abiotique (sécheresse, réchauffement) comme l'arrêt de croissance, les potentiels hydriques, la composition isotopique du carbone, modèles de bilan hydrique...
- Prévisions des risques (accidents physiologiques) en lien avec l'évolution climatique
- Développement de stratégies d'évitement et de lutte contre les accidents physiologiques (dessèchement de la rafle, folletage, embolie des vaisseaux, maladies du bois...)
- Validation de capteurs embarqués (NDVI, imagerie hyper-spectrale) par la plante (comportement physiologique et agronomique) et possibilité d'utilisation au vignoble

#### **Question 4: production originale et innovante en lien avec le site**

- Valorisation et caractérisation des terroirs viticoles (particularités et originalité)
- Tester l'adaptation des cépages aux conditions pédoclimatiques
- Recommandations de l'encépagement en relation avec l'évolution climatique
- Propositions de techniques culturales (entretien du sol, fumure foliaire) adaptées aux facteurs limitants du terroir (eau, azote)

#### **Question 5: connaissances sur les systèmes de production en lien avec l'environnement (climat, sol)**

- Etude de la distribution de l'azote dans la plante (marquage  $^{15}\text{N}$ ) en relation avec le stress hydrique et la fumure foliaire
- Gestion de l'alimentation en eau (irrigation) et effets de la demande climatique sur le comportement physiologique (embolie, évolution de la maturation) et agronomique (composantes du rendement) et la qualité des raisins et des vins (arômes, polyphénols, typicité des vins)
- Etude de la transpiration et de l'assimilation du carbone (bilan C photosynthèse-respiration) du feuillage et des baies en fonction de l'alimentation hydro-azotée de la vigne et du rapport feuille-fruit.

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

au CSR n° 5 : techniques culturales sur le cep, effeuillage, microclimat des grappes, maîtrise vigueur, nutrition azotée et croissance, alimentation hydrique et croissance, diminution des intrants

au CSR n° 10 : nutrition minérale équilibrée, alimentation hydrique et qualité des raisins, composés aromatiques et polyphénols des raisins et vins, typicité, valorisation des terroirs

au CSR n° 17 : Stress hydrique, carences minérales, comportement physiologique, adaptation des cépages, des porte-greffes, techniques culturales, efficience des ressources, diminution des intrants

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

Techniques culturales pour la gestion de l'entretien du sol, enherbement peu concurrentiel pour la vigne, gestion de la concurrence eau-azote, maîtrise de la vigueur,

Réduction des intrants, préservation des ressources naturels (eau-carbone-minéraux)

Réduction des coûts de production (systèmes de conduite libre, taille minimale)

Valorisation des terroirs (adaptation des cépages classiques et résistants aux maladies fongiques)

Impact de l'évolution climatique sur le comportement de la vigne

#### **Matériel et méthodes (description sommaire)**

##### **1. Nutrition minérale de la vigne**

Le contrôle de la nutrition minérale de la vigne est basée sur l'analyse du diagnostic foliaire décrite dans Spring et al (2003), l'indice chlorophyllien du feuillage (Spring et al. 2003) ainsi que sur la teneur en azote assimilable des moûts décrite dans (Lorenzini et al. 1996). Des analyses isotopiques d'azote marqué ( $^{15}\text{N}$ ) sont réalisées et publiées dans Verdenal et al. (2015).

2. Alimentation hydrique	L'appréciation de l'état hydrique de la vigne est réalisée par la mesure des potentiels hydriques foliaires selon méthodologie de Scholander et al (1965), la mesure des flux de sève (Cermack et al. 2004), la discrimination isotopique du carbone (Avice et al. 2006) et l'embolie xylémienne (Cochard et al. 2002).
3. Expression végétative	L'expression végétative de la vigne est estimée par la mesure des surfaces foliaires totales et exposées (Carbonneau et al. 1976, 1983) et le poids des bois de taille en hiver (Zufferey et al. 2017).
4. Echanges gazeux du feuillage et réserves carbonnées	La mesure des échanges gazeux (photosynthèse, respiration et transpiration foliaire) est approchée selon la méthodologie publiée dans von Caemerrer et Farquahr (1981). Les réserves carbonnées sont analysées enzymatiquement et décrites dans Zufferey et al. (2012).
5. Composition et analyses chimiques des baies et des vins	Analyses réalisées par spectroscopie NIR (WineScan®, FOSS NIRSystems, USA) pour l'analyse de l'azote assimilable des moûts, les anthocyannes et les polyphénols des vins selon Ribéreau-Gayon et al. (1998).
6. Méthodologie transversale de la vigne au vin	Les expérimentations sont menées de l'étude du comportement physiologique et agronomique de la vigne (différents cépages, divers terroirs) jusqu'à l'analyse de la composition chimique des moûts et des vins et l'analyse sensorielle.

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- 2017 – Zufferey V.; Spring J.-L.; Verdenal T.; Lorenzini F.; Dienes-Nagy A.; Belcher S.; Koestel C.; Rösti J.; Spangenberg J.; Viret O. Impacts of water stress on the grapevine physiology and the quality of “Pinot noir” wines in Switzerland. OENO One 51, 1, 17-27.
- 2017 – Dayer S., Perez Pena J., Gindro K., Terregrosa L., Voinesco, F., L. Martinez, Prieto J., Zufferey V. Change in stomatal conductance, petiole hydraulics and vessels morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chasselas) submitted to different light and irrigation regimes. Functional Plant Biology 44 (7), 679-693.
- 2016 – Verdenal T., Spangenberg J. ; Zufferey V.; Lorenzini F.; Dienes-Nagy A.; Gindro K.; Spring J.-L.; Viret O. The leaf-fruit ratio affects foliar-applied nitrogen efficiency on the accumulation of yeast assimilable nitrogen in the must. J. Int. Sci. Vigne Vin 50 (1), 23-33.
- 2016 – Pagay V., Zufferey V., Lakso A. The influence of water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) shoots in a cool, humid climate: growth, gas exchange and hydraulics. Functional Plant Biology 43 (9), 827-837
- 2015 – Zufferey V.; Spring J.-L. ; Voinesco F.; Viret O.; Gindro K. Physiological and histological approaches to study berry shrivel in grapes. J. Int. Sci. Vigne Vin 49, 113-125.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet  
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

**La diminution des intrants et la préservation des ressources naturelles constituent des enjeux majeurs pour une viticulture durable, respectueuse de l'environnement et économiquement viable. Agroscope développe des techniques culturales et des systèmes d'exploitation qui assurent la meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage afin d'exprimer au mieux les potentialités des terroirs viticoles suisses.**

Agroscope propose et développe différentes techniques culturales au vignoble afin de diminuer les intrants et de préserver les ressources naturelles tout en assurant une alimentation équilibrée de la vigne et des vins de haute qualité. Le choix du matériel végétal (cépage et porte-greffe), la gestion de l'entretien des sols et de la fumure, les pratiques d'irrigation, les systèmes de conduite et les soins au cep constituent autant de leviers à disposition du viticulteur dans la conduite du vignoble. La recherche de la meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage est importante pour exprimer les potentialités des terroirs viticoles suisses. L'impact de l'évolution climatique sur l'adaptation des cépages, la typicité et la qualité des vins représente un enjeu majeur de la recherche viticole à Agroscope.

**Approbation du projet**

Date: 30-08-2017	Visa R GR: spje
Date: 14-09-2017	Visa R DR / R DC: cach
Date: 14-09-2017	Visa R CSR: cach