



Les amandiers peuvent-ils être une alternative valable aux cerisiers haute-tige?

Auteur·e·s

Adrian Reutimann, Sonja Kay, Thomas Schwizer, Felix Herzog, Andreas Naef



Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zurich www.agroscope.ch
Renseignements	Adrian Reutimann, Sonja Kay, Andreas Naef, Felix Herzog, Thomas Schwizer
Rédaction	Carole Enz
Mise en page	
Photos	Adrian Reutimann, Stefan Germann, Felix Herzog
Photo de couverture	Amandiers, Milibach VS
Copyright	© Agroscope 2020
ISSN	2296-7230
DOI	10.34776/at349f

Table des matières

Résumé	4
1. Situation	4
2. Méthodologie	5
3. Culture	5
Exigences culturelles de l’amandier	5
Aptitude à la culture en Suisse	5
Expériences des praticiens suisses	6
Défis pour la culture	6
4. Commercialisation	7
Le credo des acheteurs	7
Rentabilité de la culture	7
La culture d’amandiers en Suisse – indicateurs économiques	9
5. Formation et recherche	10
Journée d’information à Wallierhof	10
Essai de variétés à Breitenhof	10
6. Conclusion	11
Remerciements	11
Bibliographie	12
Annexe	13
Description des porte-greffes	13
Descriptions des variétés d’amandiers	14

Résumé

En Suisse, les vergers de cerisiers haute-tige subissent de plus en plus de pression. L'augmentation des coûts, la baisse des recettes et les problèmes liés aux ravageurs, telle la drosophile du cerisier, rendent leur culture peu attractive sur le plan économique. La présente étude examine le potentiel de la culture d'amandiers en Suisse comme alternative.

Nous avons sollicité des spécialistes suisses et étrangers des domaines de la recherche, de la pratique et du marché et effectué des recherches bibliographiques approfondies, de manière à recueillir les expériences et informations disponibles et à évaluer ainsi le potentiel de la culture d'amandiers en Suisse.

Nous avons constaté qu'il existe déjà en Suisse des exploitations innovantes qui cultivent des amandiers et produisent des rendements (modestes). Ces entreprises soulignent qu'avec le changement climatique attendu – hausse des températures et augmentation de la sécheresse – le potentiel de la culture d'amandiers ne cesse de croître.

Le marché affirme également son intérêt. Certains acheteurs imaginent très bien l'«amande suisse» en tant que produit.

Toutefois, les recherches ont également montré que de nombreuses questions demeurent en suspens. Des réponses restent en effet à trouver en termes d'emplacement optimal, de variétés appropriées, de conduite de culture optimale, de stratégie de gestion et de transformation jusqu'à l'arrivée sur le marché. Dans le cadre de ce projet, les premiers jalons ont été posés, en vue d'acquiescer de nouvelles connaissances et de transmettre celles dont nous disposons déjà. Une séance d'information a notamment permis un échange fructueux entre pratique, recherche, commerce et administration. Le domaine d'essai d'Agroscope Fruits à noyau de Breitenhof a ainsi lancé un test avec vingt variétés d'amandes. Les résultats sont attendus ces prochaines années.

1. Situation

Les vergers de cerisiers haute-tige, éléments marquants du paysage, notamment du Schwarzbubenland (cantons de Bâle-Campagne et Soleure), sont soumis à forte pression. Les coûts de production et de récolte élevés, combinés à une baisse des recettes, rendent l'arboriculture haute-tige peu attractive. À cela s'ajoutent les exigences de qualité élevées des consommateurs, la pression des ravageurs, telle la drosophile du cerisier, et les pertes partielles de récoltes.

On examine certaines pistes, afin de trouver des alternatives rentables dont devraient profiter aussi bien l'homme – les arboriculteurs en particulier – que la nature. Une piste qui n'a pas encore été étudiée jusqu'ici pourrait être la culture d'amandiers (*Prunus dulcis*). Elle pourrait être une alternative aux cerisiers (haute-tige) dans le Jura soleurois et bâlois et contribuer à la diversification des produits et des risques pour les arboriculteurs, tout en apportant à la région une valeur ajoutée.

Amandier

L'amandier (*Prunus dulcis*) est originaire du Proche et Moyen-Orient (Friedrich et al., 1989; Stoll et al., 1986). Les Romains l'ont amené du bassin méditerranéen pour l'implanter au nord des Alpes (Küster, 2018).

Le fruit de l'amandier *Prunus dulcis* (*dulcis*, lat. = doux) se décline sous deux formes différentes, l'amande douce et l'amande amère. L'**amande amère** *Prunus dulcis* var. *amara* ne se prête pas à la consommation. Elle est considérée comme la forme sauvage de l'amande cultivée. Son goût amer provient de l'amygdaline, un glycoside cyanogène. Les amandes amères contiennent jusqu'à 8% d'amygdaline (Roth et al., 1994), de sorte que leur consommation entraîne un risque d'empoisonnement à l'acide cyanhydrique (Taibert et al., 2016).

Quant aux **amandes douces**, on distingue l'amande douce ou amande à coque dure *Prunus dulcis* var. *dulcis* de l'amande à coque tendre *Prunus dulcis* var. *fragilis*. Cette dernière a une coque fine et peut être ouverte à la main.

L'objectif de cette étude préliminaire était de dresser un tableau complet de l'état actuel des connaissances et du réel potentiel de la culture d'amandiers en Suisse, sur la base d'informations pratiques, utiles à la mise en œuvre.

2. Méthodologie

Entre octobre 2019 et mai 2020, nous avons recueilli des informations et évaluations sur la base de recherches bibliographiques et d'enquêtes diverses. Près de 170 experts, dont 70 chercheurs, 27 pépiniéristes et obtenteurs, ainsi que diverses associations de Suisse et de pays voisins, comme la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne, ont été consultés.

Des expériences sur plus de 80 variétés d'amandiers ont ainsi été collectées. Elles concernent aussi bien la mise en place, la conduite de culture, la récolte, la transformation que les défis engendrés.

Nous avons ainsi questionné 33 services d'arboriculture et 25 exploitants agricoles sur leur adhésion à la culture d'amandiers. Vingt acheteurs ou transformateurs potentiels ont également été intégrés à l'enquête. Ils ont évalué les opportunités de marché pour les amandes suisses, les canaux de distribution possibles et ont fait part de leurs attentes et exigences. Enfin, quatre exploitations qui travaillent déjà avec des amandiers ont ouvert leurs portes afin de permettre un échange d'expériences.

3. Culture

Exigences culturelles de l'amandier

L'amandier appartient à la famille des rosacées. Il peut atteindre dix mètres de hauteur et résiste au gel hivernal jusqu'à des températures de -16°C à -20°C .

Son éclatante floraison – comme le montre la figure 1 – se déroule de mars à avril, un peu plus précocement que celle du cerisier indigène. Tout comme le cerisier, l'amandier est tributaire d'une pollinisation croisée, notamment par les insectes. Au moment de la floraison, même des gelées de courte durée (à partir de -1°C) peuvent causer d'importants dégâts.



Figure 1 – Floraison d'amandier à Milibach VS
(Photo: A. Reutimann)

L'amandier préfère les sols sablo-argileux offrant une bonne perméabilité. Il tolère bien la sécheresse et peut survivre avec 190 mm de précipitations annuelles seulement (Shackel et al., 2011). Il n'atteint toutefois une productivité maximale qu'avec un apport en eau suffisant, soit 1400 mm de précipitations annuelles (Sanden, 2007).

Le fruit arrive à maturité en automne, de septembre à octobre.

Aptitude à la culture en Suisse

D'anciens lieux-dits valaisans, tels que «Amandoley», «Amandoleyre» ou «Mandolaire» témoignent d'une diffusion précoce de la culture d'amandiers dans les vallées alpines méridionales. Aujourd'hui encore, les berges du Rhône abritent des amandiers sauvages (Rossier, 2019). La Figure 2 illustre la diversité des amandes douces valaisannes.

En principe, les zones de culture des abricotiers et de la vigne conviennent également aux amandiers, bien que ceux-ci préfèrent un temps sec, surtout durant la seconde moitié de la période de végétation (Krška, 2020).



Figure 2 – Diversité des amandes sauvages valaisannes (Photo: S. Germann)

Des experts étrangers confirment cette analyse: «Les résultats obtenus jusqu'ici sont bons. Les amandiers sont pratiquement exempts de moniliose et de cloque du pêcher [...]. Les producteurs allemands sont intéressés par la plantation d'amandiers à des fins commerciales, notamment parce qu'ils sont tolérants à la sécheresse. Mon évaluation est positive et je pense qu'il vaut la peine d'approfondir ce sujet.» (Gartenakademie Rheinland-Pfalz DLR) ou «Sur la base des données [...], je pense que les amandiers peuvent être cultivés dans certaines régions de votre pays. Les sols sablo-argileux bien drainés sont les mieux adaptés.» (Institute for Science Application in Agriculture, Serbie).

Les experts estiment que les variétés «Ferraduel», «Keilmandel» ou «Lauranne», déjà cultivées en Suisse et produisant des rendements, ont un avenir prometteur.

Expériences des praticiens suisses

Praticiens, services spécialisés et experts peuvent déjà s'appuyer sur les expériences obtenues dans la culture d'amandiers en Suisse. Une vingtaine d'exploitations au moins ont planté des amandiers (plus de 330 au total) (Figure 3). Plusieurs centaines d'arbres sont également cultivés par des pépiniéristes locaux. On recense actuellement plus de quinze variétés d'amandiers en Suisse.

La pépinière bio Glauser de Noflen BE propose par exemple un «amandier zurichois». Il s'agit d'une variété robuste dont l'arbre-mère inconnu se serait jadis trouvé en ville de Zurich. ProSpecieRara souhaite également inclure les amandiers dans son catalogue et établir un inventaire des premiers peuplements locaux.

La Figure 3 montre la répartition en Suisse des agriculteurs et autres exploitants cultivant des amandiers.

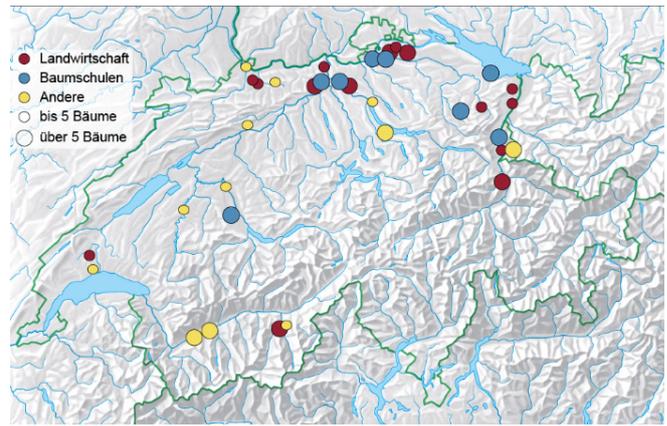


Figure 3 – Exploitations cultivant des amandiers en Suisse (Fond de carte: Office fédéral de topographie)

Les échos de la pratique s'avèrent positifs: «Les fleurs sont dans l'ensemble étonnamment résistantes aux gelées tardives.» (vigneron, ZH), «On a obtenu un rendement intéressant après l'été caniculaire de 2018, ce qui confirme la tolérance de l'amandier à la sécheresse.» (agriculteur, VS) ou encore «Chaque année, les amandiers développent une magnifique floraison au début du printemps et sont donc une importante source de nourriture pour de nombreux insectes.» (agriculteur, AI).

Défis pour la culture

Les experts considèrent que la pression exercée par les ravageurs sur les amandiers est moindre que sur les cerisiers. Dans les régions où la drosophile du cerisier constitue actuellement un réel problème (notamment dans le Jura bâlois et soleurois), les praticiens ne voient aucune restriction à la culture des amandiers en lien avec ce ravageur.

On observe localement des dégâts occasionnés par des animaux, tel le geai. Ainsi, la figure 4 montre des coques d'amandes piquées par cet oiseau.



Figure 4 – Amandes valaisannes endommagées par un geai (Photo: A. Reutimann)

Les praticiens et experts n'ont pas observé jusqu'ici de facteurs limitants pour la culture des amandiers résultant de conditions climatiques locales (p. ex. gel des fleurs suite à des gelées tardives). Par contre, des maladies telles que la moniliose, la gommose, la cloque du pêcher ou l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ECA) sont considérées comme potentiellement problématiques. On soupçonne notamment qu'une humidité de l'air et du sol plus élevée que dans la zone climatique méditerranéenne pourrait être un déclencheur de la moniliose et de la gommose.

Des praticiens relèvent certains problèmes: *«Parfois nous devons cueillir les fruits à la main, car secouer les arbres ne parvenait pas à les faire tomber.»* (agriculteur, VS) ou *«[...] la variété «Robijn» a bien poussé et a rapidement prospéré, mais elle a subitement dépéri au bout de six ans.»* (pépiniériste, TG), *«Il faut pulvériser un fongicide deux fois par saison, notamment contre la moniliose.»* (vigneron, ZH), et *«Au chapitre des maladies, il faut mentionner notamment la moniliose et l'enroulement chlorotique de l'abricotier.»* (agriculteur, VS).

Les experts étrangers soulignent également: *«Le principal risque est le gel, car l'amandier fleurit très tôt dans l'année. Il faut donc disposer de surfaces bien exposées et de porte-greffes adaptés.»* (Groupe de recherche en agriculture biologique, France), ou encore *«Les conditions d'humidité après la floraison peuvent être un problème.»* (Chambre d'agriculture, France).

4. Commercialisation

Le credo des acheteurs

Dès les premières enquêtes, nous avons constaté une adhésion de principe des praticiens et acheteurs à l'établissement de l'amande comme produit suisse. Plus précisément, dix-sept exploitations se sont dites intéressées par la culture d'amandiers. Plusieurs acheteurs ont également manifesté un vif intérêt à l'acquisition d'amandes suisses.

Les coûts élevés de récolte et de conduite de culture, découlant de la production haute-tige, ont été mentionnés comme facteurs économiques limitants. En outre, certains ont exprimé leurs inquiétudes quant au fait que les amandes suisses ne peuvent pas, en termes de prix, concurrencer les produits importés et qu'elles ne sont pas protégées par des droits de douane, comme c'est le cas pour les abricots, les cerises, les prunes, les pommes ou encore les poires.

Selon les experts du marché, les défis qui se posent relèvent notamment du rapport qualité-prix: *«[...] C'est le problème auquel nous sommes actuellement confrontés en Suisse avec les fruits à coque, dont la qualité est plutôt inférieure à la moyenne des produits importés [...] alors que les prix sont actuellement quatre à cinq fois élevés pour les produits indigènes. On ne peut pas expliquer cela aux clients, même avec le label de la croix suisse.»* (marketing).

Toutefois, selon les experts, un grand nombre de clients reconnaissent une valeur ajoutée aux produits régionaux et sont prêts à payer un supplément de prix pour ceux-ci.

La floraison des amandiers peut également être un argument touristique. Ainsi la Rhénanie-Palatinat, en Allemagne, propose-t-elle un Festival des amandiers en fleurs, alors que la région de Hustopeče en République tchèque est connue pour sa Fête des amandiers et du vin.

Outre les amandes destinées à la consommation directe, d'autres produits sont élaborés à partir d'amandes ou contiennent des amandes: chocolat, huile d'amande, pâte d'amande ou cosmétiques.

Rentabilité de la culture

La rentabilité de la culture d'amandes suisses est estimée ci-dessous à l'aide d'une sélection de paramètres, relatifs à la mise en place, la conduite de culture, la récolte et la commercialisation. Cet aperçu vise uniquement à donner une première idée des coûts et bénéfices potentiels. Il ne prétend pas à l'exhaustivité.

Mise en place

En verger haute-tige, on plante de 50 à 100 amandiers par hectare. Pour une nouvelle plantation, il faut compter

entre CHF 90.- et 140.- par arbre pour le matériel végétal. À cela s'ajoutent les coûts des tuteurs, de protection du tronc et éventuellement de protection contre les rongeurs, ainsi que les coûts de machine pour la plantation.

Les amandiers peuvent également être cultivés en plantations plus serrées – jusqu'à 300 arbres par hectare environ (Arquero et al., 2017). Dans ce cas, les amandiers sont plantés en rangées espacées de six à sept mètres.

Dès la deuxième année, les premières fleurs apparaissent (Sozias i Company et al., 2017). Le rendement total des arbres de plantation est d'environ 5 kg par arbre après quatre ans (IRTA, 2015). Les amandiers peuvent vivre entre 50 et 100 ans (Eisenbarth 2018) et produire annuellement jusqu'à 40 kg par arbre (Günther, 2020).

Conduite de culture

Durant la phase de formation, une taille verte et une taille hivernale annuelles sont nécessaires. Durant la phase productive, on recommande une taille hivernale annuelle (Arquero, 2013), ce qui permet un rendement annuel.

Concernant la production en plantation, on se base sur une période de production moyenne de 20 à 25 ans (Boriss et al., 2005).

En Suisse, seules quelques exploitations traitent préventivement leurs amandiers contre la moniliose ou la cloque du pêcher chaque année.



Figure 5 – Amandes à maturité à Milibach VS 2018
(Photo: S. Germann)

Récolte

La récolte a lieu en septembre ou octobre (figure 5). Les amandes peuvent être récoltées par secouage ou gaulage. Le coût d'exploitation d'un secoueur d'arbre hydraulique est estimé à CHF 52.- de l'heure (Gazzarin, 2019). Un arbre peut être récolté mécaniquement en moins de deux minutes (Pascuzzi et al., 2017). Mais il

faut compter également les temps d'équipement et de déséquipement.

En France, on estime le rendement moyen à 1000 kg de noyaux d'amandes (sans coque) par hectare (Alcover et al., 2017). En Espagne, certaines plantations ont atteint un rendement de plus de 2000 kg par hectare en 2018. Des experts prévoient des rendements futurs de plus de 3000 kg par hectare (Miarnau et al., 2018).

Préparation pour la vente

L'amande peut être commercialisée avec ou sans coque.

Les amandes avec coque peuvent être transformées en huile (Rytz, 2019). On trouve déjà en Suisse des presses à huile adaptées, utilisées notamment pour la production d'huile de noix.

La commercialisation d'amandes sans coque nécessite un travail de transformation ou de raffinage. Des machines de cassage spécifiques, comme celles utilisées pour les noix, conviennent aussi pour les amandes. On trouve également des machines adaptées en Suisse. Les coûts de préparation s'élèvent à environ CHF 12.- par kg d'amandes sans coque (König, 2019).

Prix du produit

Les amandes suisses ne sont pas encore commercialisées. Les prix des produits importés vont de CHF 15.- le kg d'amandes avec coque (gebana.com, 2020) à CHF 56.- le kg d'amandes sans coque (rohnershofladen.ch, 2020).

Promotion

Si l'on plante et utilise des amandiers haute-tige, ceux-ci sont reconnus comme fruitiers haute-tige et donnent droit à des contributions à la biodiversité pour le niveau de qualité et la mise en réseau, dans le cadre de l'ordonnance sur les paiements directs. Le montant des contributions dépend de la qualité écologique des arbres (QI / QII). Selon le canton et le projet de mise en réseau régional, des subventions supplémentaires sont possibles.

En plus de la promotion des arbres, une contribution supplémentaire à la biodiversité est versée par hectare, si l'utilisation de la surface le prévoit (prairie extensive, jachère florale, etc.).

La culture d'amandiers en Suisse – indicateurs économiques

Hypothèse: 100 arbres haute-tige par hectare, durée de vie 25 ans
 25 kg de noyaux d'amandes (sans coque) par arbre à partir de la 4^{ème} année (~250 kg par hectare)
 resp. 40 kg d'amandes (avec coque) par arbre
 coûts salariaux de l'exploitant CHF 35.-/h

Coûts d'investissement		
Mise en place		Unité
Matériel végétal (CHF 100.- par arbre)	10 000	CHF ha ⁻¹
Tuteur, protection du tronc (CHF 40.- par arbre)	4000	CHF ha ⁻¹
Coûts de plantation (machines et travaux)	3000	CHF ha ⁻¹
Total	17 000	CHF ha⁻¹
Phase de développement (de la 1^{ère} à la 3^{ème} année)		
Entretien (contrôle + formation, 1 h par arbre par année)	3500	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Év. fumure / protection des végétaux (par ha par année)	1000	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Total	4500	CHF ha⁻¹ a⁻¹
Év. arrachage		
Abattage ou arrachage des vieux arbres (20 min par arbre)	6000	CHF ha ⁻¹
Coûts d'investissement (Mise en place + développement + arrachage)	36 500 =17 000+(3x4500)+6000	CHF ha⁻¹

Phase de rendement (de la 4 ^{ème} à la 25 ^{ème} année)			
Conduite de culture			Unité
Entretien (contrôle + formation, 1 h par arbre par année)	3500		CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Év. fumure / protection des végétaux (par ha par année)	1000		CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Total	4500		CHF ha⁻¹ a⁻¹
Coûts de récolte			
Secoueur à câble (CHF 3.10 par arbre)	310		CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
<i>Alternative: secoueur hydraulique (CHF 52.- de l'heure)</i>		200	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Ramasseuse (10 kg de l'heure, CHF 20.- de l'heure)	500	500	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Temps de travail (~25 h par hectare)	1000	1000	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Total	1810	1700	CHF ha⁻¹ a⁻¹
Post-récolte			
Év. lavage	1000	1000	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Séchage	500	500	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Tri	500	500	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Cassage (CHF 12.- le kg sans coque)		3000	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Total	2000	5000	CHF ha⁻¹ a⁻¹
Coûts annuels durant la phase de rendement	8310	11 200	CHF ha⁻¹ a⁻¹

Recettes (à partir de la 4 ^{ème} année)			
Prix du produit	«avec coque»	«sans coque»	
Avec coque (CHF 15.- le kg)	6000		CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Sans coque (CHF 56.- le kg)		14 000	CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
Promotion			
<i>Paiements directs par arbre: SPB QI CHF 13.50, mise en réseau CHF 5.-</i>	1355		CHF ha ⁻¹ a ⁻¹
<i>Paiements directs à la surface: selon l'utilisation</i>			CHF ha ⁻¹ a ⁻¹

5. Formation et recherche

Journée d'information à Wallierhof

Les résultats du projet ont été présentés le 10 juin 2020 au cours d'une journée d'information. Cette manifestation a réuni 23 spécialistes des domaines de la culture, de la recherche et de la transformation, au centre de formation de Wallierhof dans le canton de Soleure. Ils ont échangé leurs premières expériences, fait part de leurs attentes, et discuté des prochaines étapes nécessaires. Outre des praticiens qui ont présenté les perspectives offertes par leurs plantations et expliqué leurs motivations, des pépiniéristes et plusieurs organisations d'acheteurs ont participé à la journée (voir figure 6).



Figure 6 – Journée d'information à Wallierhof, juin 2020
(Photo: F. Herzog)

Les participants se sont montrés intéressés par les informations générales sur le choix de l'emplacement et de variétés optimales, ainsi que par des sujets tels que la qualité du produit (teneur en amygdaline) et les tendances alimentaires. La présence de partenaires potentiels d'une chaîne de valeur «Amandes suisses» a bien fait avancer la discussion, permettant un échange direct.

Tous les participants se sont réjouis que cet échange soit appelé à se poursuivre. Une prochaine rencontre est prévue en automne 2020. Les participants relèvent un besoin urgent de combler les lacunes de connaissances dans le domaine des variétés, que ce soit en termes d'adaptation à la région ou au marché. D'autres idées concernant la transformation et la commercialisation ont été abordées, mais ne peuvent être testées dans la pratique à l'heure actuelle en raison des faibles quantités de fruits disponibles.

L'écho positif et surtout l'engagement des participants nous encouragent à poursuivre rapidement dans cette voie.

Essai de variétés à Breitenhof

Suite aux premiers résultats prometteurs livrés par les enquêtes, Agroscope a décidé de mettre sur pied un premier test de variétés d'amandes au domaine d'essai Fruits à noyau de Breitenhof à Wintersingen BL.

Sélection des porte-greffes

Lors d'un test de variétés, la comparabilité des résultats est de première importance. C'est pourquoi, toutes les variétés d'amandiers sont greffées sur les mêmes porte-greffes. L'étude d'Agroscope ayant en outre pour objectif la mise en place de fruitiers haute-tige, cela nécessite des porte-greffes vigoureux. Les porte-greffes utilisés dans la culture d'amandiers sont par exemple des pruniers (*Prunus domestica*), amandiers (*Prunus amygdalus*), pêchers (*Prunus persica*, *Prunus davidiana*) ou des croisements issus de ces espèces. Les porte-greffes mentionnés en Suisse – ou recommandés pour la Suisse – sont: Cadaman, FRANC Montclar, Garnem, GF-677, St-Julien A, St-Julien INRA GF 655/2, St-Julien INRA2, pêche de vigne. D'autres détails, tels que la provenance, la vigueur et les propriétés spécifiques, sont indiqués en annexe.

Le porte-greffe GF-677, un hybride d'amandier et de pêcher, a été sélectionné en raison de ses caractéristiques favorables et des diverses recommandations; 80 pièces ont été achetées en France. Les porte-greffes ont été plantés au printemps 2020, dans le canton de Bâle-Campagne. Il est prévu de les greffer par écussonnage avec les variétés d'amandiers sélectionnés, en juillet/août 2020. Les variétés dont la greffe pourrait échouer seront à nouveau écussonnées au printemps 2021.

Sélection des variétés d'amandiers

Vingt variétés de deux arbres chacune (soit 40 amandiers) doivent être testées. Elles seront greffées sur les porte-greffes implantés dans le verger expérimental. Seules des variétés d'amandes douces ont été sélectionnées pour le test.

Le choix des variétés se fonde principalement sur les recommandations d'experts de Suisse et des pays voisins. L'objectif était de sélectionner un large éventail d'amandiers aux caractéristiques différentes, qu'il s'agisse de la période de floraison, du goût ou encore de l'apparence des fruits.

Une liste complète des variétés sélectionnées figure en annexe. Elles proviennent de (nombre de variétés entre parenthèses): Allemagne (2), France (4), Italie (2), Suisse (4), Espagne (6), Hongrie (1) et États-Unis (1).

6. Conclusion

Les résultats montrent que l'amande, en tant que produit, est perçue comme une option intéressante pour le futur, tant par l'agriculture que par le marché d'écoulement et que les premiers jalons ont été posés.

Nous constatons cependant que des besoins restent à combler en termes de connaissances et surtout d'informations fiables (évaluées scientifiquement) pour la culture en Suisse. Des questions relatives au choix de l'emplacement, aux variétés appropriées, à la conduite de culture, ainsi qu'aux stratégies de gestion, de transformation et de mise sur le marché, restent à résoudre. Ces questions pourraient dès à présent être abordées dans le cadre de la recherche et du développement, afin de soutenir les praticiens, les acteurs du marché et les experts disposant de connaissances en la matière et de fonder ainsi la culture des amandiers sur une base solide. De plus, les acteurs se montrent très intéressés à participer à cette acquisition de connaissances. Les essais de variétés planifiés par Agroscope permettront d'apporter les premières réponses.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement la Fondation Sur-la-Croix qui a rendu possible ce projet grâce à son soutien financier.

Nous tenons également à remercier tous les participants, qu'ils soient issus de la pratique, de la recherche ou de l'administration pour leurs commentaires constructifs et les échanges animés. Leurs contributions, leurs idées et leurs retours critiques nous sont très précieux et sont toujours très appréciés. Un merci particulier ici aux services cantonaux et notamment à MM. Franco Weibel et Philipp Gut, des cantons de Bâle-Campagne et Soleure.

Bibliographie

- Alcover, A., Bameule, M., Boyer, I., Duval, H., & et al. (2017). *Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Chambre régionale d'Agriculture PACA.
- Arquero, O. (2013). *Manual del almendro*. Seville, Spain: Consejería de Agricultura, Junta de Andalucía.
- Arquero, O., & Jarvis-Shean, K. (2017). Orchard Management. Dans R. Sozias i Company, & T. M. Gradziel, *Almonds - Botany, Production and Uses* (pp. 240-253). Zaragoza, Spain: CABI.
- Boriss, H., & Brunke, H. (2005). *Commodity Profile: Almonds*. Agricultural Issues Center University of California. Récupéré sur <https://aic.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2019/01/agmr-profile-Almonds-2005.pdf>
- Crawford, M. (2017). *How to grow your own nuts*. Cambridge: Green Books.
- Eisenbarth, P. (2018). Die Vielfalt von Mandeln, Pfirsichen und Aprikosen in der Pfalz. 5. *Symposium „Biodiversität – Förderung historischer Nutzpflanzen“*. Bad Kreuznach.
- Friedrich, & Schuricht. (1989). *Seltenes Kern-, Stein- und Beerenobst* (éd. 2). Melsungen: Neumann.
- Gazzarin, C. (2019). *Agroscope Transfer 291 – Coûts-machine 2019 : valable jusqu'en septembre 2020*. Agroscope.
- gebana.com. (2020). *Mandeln in der Schale 1kg*. Consulté le 05 04, 2020, sur Gebana: <https://www.gebana.com/shop/mandeln-in-schale-1kg/>
- Günther, M. (2020). *Mandel (Prunus amygdalis)*. Consulté le 05 07, 2020, sur DLR Rheinpfalz: <https://www.gartenakademie.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/561ae14211da8d55c1256f420024468b/5e9a195a2858fbc7c1256f710061a5ed?OpenDocument>
- IRTA. (2015). *Simposio Nacional de Almendro y otros Frutos secos*. Fira de Lleida: IRTA.
- König, C. (2019, 11 11). Interview avec C. König de nussknacken.ch.
- Krška, B. (2020, 01 22). Interview avec B. Krška de Research and Breeding Institute of Pomology Holovousy Ltd.
- Küster, H. (2018). *Am Anfang war das Korn: Eine andere Geschichte der Menschheit*. C.H.Beck.
- Miarnau, X., Torguet, L., Zazurca, L., Maldonado, M., & et al. (2018, 10 03). El futuro del almendro en España: ¿Será posible producir 4.000 kg de grano/ha? *Horticultura*. Récupéré sur <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/223521-El-futuro-del-almendro-en-Espana-Sera-posible-producir-4000-kg-de-grano-ha.html>
- Pascuzzi, S., & Santoro, F. (2017, 12). Analysis of the Almond Harvesting and Hulling Mechanization Process: A Case Study. *Agriculture*. doi:10.3390/agriculture7120100
- Reighard, G., & Loreti, F. (2008). Rootstock Development. Dans D. R. Layne, & D. Bassi, *The Peach: Botany, Production and Uses* (pp. 193-220). CABI.
- rohners-hofladen.ch. (2020). *Getreide, Nüsse, Saaten, Mühlenerzeugn*. Consulté le 05 04, 2020, sur Rohners Hofladen: <https://shop.rohners-hofladen.ch/search?p=1&q=mandeln&o=7&n=24&cf=4068>
- Rossier, J. (2019, 11 27). Interview avec Jacques Rossier, Service de l'agriculture Valais.
- Roth, L., Daunderer, M., & Kormann, K. (1994). *Giftpflanzen Pflanzengifte* (éd. 4). Hamburg.
- Rytz, E. (2019, 11 18). Interview avec Ernst Rytz de nussoehli und Biobetrieb Stift Olsberg.
- Sanden, B. (2007). *Fall Irrigation Management in a Drought Year for Almonds*. Bakersfield, California: University of California Cooperative Extension Kern Soil and Water.
- Shackel, K., Edstrom, J., Fulton, A., Lampinen, B., & Schwankl, L. (2011). Drought Survival Strategies for Established Almond Orchards on Shallow Soils. *2011-2012 Annual Report to the Almond Board of California*.
- Sozias i Company, R., Ansón, J., & Espiau, M. (2017). Taxonomy, Botany and Physiology. Dans R. Sozias i Company, & T. Gradziel, *Almonds - Botany, Production and Uses* (pp. 1-42). Zaragoza: CABI.
- Stoll, K., & Gremminger, U. (1986). *Besondere Obstarten – Vom Reichtum seltener, südländischer und wildwachsender Früchte*. Stuttgart: Ulmer.
- Taibert, X., & Imhof, S. (2016). *Prunus dulcis - Der Mandelbaum*. Consulté le 04 03, 2020, sur Philipps-Universität Marburg: https://www.online.uni-marburg.de/botanik/nutzpflanzen/xaver_taibert/Unbenannt-1.htm

Annexe

Description des porte-greffes

Cadaman	<p>Origine: France Croisement de <i>Prunus davidiana</i> et <i>Prunus persica</i> Forte vigueur, comme GF-677 dans les 2/3 premières années, après plus faible Bons rendements Bonne résistance à l'humidité Maturité plus précoce de quelques jours qu'avec GF-677</p>
FRANC Montclar	<p>Origine: France <i>Prunus persica</i> Vigueur plus faible que GF-677 (15 à 20%) Mise à fruits plus rapide Bons rendements Bonne résistance à la chlorose ferrique et à la carence en magnésium Moins de résistance aux sols humides que GF-677</p>
Garnem	<p>Origine: Espagne Croisement de <i>Prunus persica</i> et <i>Prunus amygdalus</i> Forte vigueur (comme GF-677) Mise à fruits et rendement comme GF-677 Résistance aux nématodes Tolérance aux chloroses et à l'asphyxie Drageons à feuilles rouges faciles à éliminer</p>
GF-677	<p>Origine: France Croisement de <i>Prunus dulcis</i> et <i>Prunus persica</i> Forte vigueur Bonne tolérance au calcaire actif (jusqu'à 11%) Recommandé pour les sols légers et moyens (Crawford, 2017) Résistance à la chlorose (jusqu'à 12% calcaire actif) Bonne adaptation aux sols secs Facilement transplantable Ne produit pas de drageons Adapté au secouage (Pépinières LAFOND)</p>
St-Julien A	<p>Origine: France <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i> Vigueur moyenne Recommandé pour les sols légers, moyens et lourds (Crawford, 2017) Sensible aux sols calcaires Sensible aux pathogènes tels que <i>Pseudomonas syringae</i> (Reighard et al., 2008)</p>
St-Julien INRA GF 655/2	<p>Origine: France <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i> Produit des drageons Vigueur moyenne à faible Système racinaire plutôt plat Ne convient pas aux sols secs Tolérance aux sols calcaires Tolérance aux sols lourds, gorgés d'eau (Reighard et al., 2008)</p>
St-Julien INRA2	<p>Origine: France <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i> Forte vigueur Pas ou peu de gommose Produit peu de drageons</p>
Pêche de vigne	<p><i>Prunus persica</i> Forte vigueur Convient bien aux sols légers et meubles Exigeant en nutriments (>100 kg N/ha) Facilement transplantable comme jeune arbre Ne produit pas de drageons</p>

Descriptions des variétés d'amandiers

Keilmandel	<p>Origine: Allemagne Répandu à partir de Freinsheim depuis 1985 env., arbre-mère 1900 env., jardin de la famille Keil Fleurs rose pâle et grandes (env. 55 mm) Coque tendre, cassable à la main Floraison de mars à mi-avril (Pfalz DE) Maturité de mi à fin septembre (Pfalz DE)</p>
Dürkheimer Krachmandel	<p>Origine: Allemagne Répandu dans la région de Bad Dürkheim depuis 1940 env. Fleurs blanc pur, grandes (env. 50 mm) Coque tendre, cassable à la main Floraison de mars à mi-avril (Pfalz DE) Maturité de mi à fin septembre (Pfalz DE)</p>
Tuono	<p>Origine: Italie Ancienne variété des Pouilles Libre de brevet Autofertile Floraison tardive, début mars (Saragosse ES) Intensité de ramification moyenne Répandu dans tous les pays méditerranéens</p>
Filippo Cea	<p>Origine: Italie Variété des Pouilles Autofertile Poids de l'amande 1.6 g Coque dure Floraison tardive, février à début mars (Pouilles IT) Maturité de mi-août à mi-septembre (Pouilles IT)</p>
Ferraduel	<p>Origine: France, INRA Croisement de Cristomorto (Italie) et Aï (France) Variété à gros fruits Résistance à la moniliose Résistance au gel Fécondation croisée Floraison très tardive, après le débourrement des feuilles, à peu près en même temps que Ferragnès Maturité de début à mi-septembre</p>
Ferragnès	<p>Origine: France, INRA Croisement de Cristomorto (Italie) et Aï (France) (autour de 1960) Variété importante des vergers commerciaux français Fleurs blanc pur, petites (env. 28 mm) Très haut rendement Résistance à la moniliose Fécondation croisée Floraison très tardive, en même temps que le débourrement des feuilles Maturité de fin septembre à début octobre (Pfalz)</p>
Lauranne Avijor	<p>Origine: France, INRA Croisement de Ferragnès et Tuono de 1978 Autofertile Rapidement féconde Très résistante aux maladies Floraison très tardive, trois jours après Ferragnès Maturité précoce, de début à fin septembre, avant Ferragnès</p>

Ferrastar	<p>Origine: France, INRA Croisement de Cristomorto (Italie) et Aï (France) Très haut rendement Croissance verticale Coque dure Fécondation croisée Floraison très tardive, un à trois jours avant Ferragnès Maturité de début à mi-septembre, en même temps que Ferragnès</p>
Amande valaisanne à coque pointue	<p>Origine: Suisse Arbre-mère sauvage de Sion Amande à coque pointue Amande douce Floraison vers fin mars, avant l'amande douce valaisanne à longue coque (Törbel VS)</p>
Amande douce valaisanne à longue coque	<p>Origine: Suisse Semis spontané de Törbel VS Coque dure Amande longue Fleurs blanches à cœur rose Coque fendue, se prête bien à une ouverture mécanique Floraison tardive, avril (Törbel VS)</p>
Amande de Sion	<p>Origine: Suisse Arbre-mère sauvage de Sion Belle floraison Floraison plutôt tardive, de fin mars à avril (Törbel VS)</p>
Amande de Zurich	<p>Origine: Suisse Arbre-mère inconnu de Zurich Croissance saine Peu d'échec</p>
Makako	<p>Origine: Espagne, CEBAS-CSIC Autofertile Coque dure Récolte simple Rendement élevé Floraison tardive, mars (Espagne) Récolte précoce, septembre (Espagne)</p>
Penta	<p>Origine: Espagne, CEBAS-CSIC Croisement de S5133 et Lauranne Auto-fertile Coque dure Récolte simple Floraison tardive, quinze jours après Ferragnès Récolte précoce, septembre (Espagne)</p>
Mardía	<p>Origine: Espagne, CITA Croisement de Felisia et Bertina de 2007 Autofertile Coque grande et épaisse Tolérance aux maladies Floraison très tardive, fin mars (Saragosse ES) Récolte précoce, de fin août à septembre (Espagne)</p>
Vialfas	<p>Origine: Espagne, CITA Croisement de Felisia et Bertina de 2013 Autofertile Rendement élevé Tolérance aux maladies fongiques Floraison très tardive, trois jours avant Mardía</p>

Marinada	Origine: Espagne, IRTA Croisement de Lauranne et Glorieta de 1994 Autofertile Rendement élevé Intensité de ramification faible Floraison tardive, sept jours après Ferragnès
Vairo	Origine: Espagne IRTA Croisement de 4-665 et Lauranne de 1991 Autofertile Rendement élevé Très vigoureuse Tolérance à la maladie des taches rouges de l'amandier (<i>Polystigma ochraceum</i>) Floraison tardive, en même temps que Ferragnès Récolte précoce, quinze jours avant Ferragnès
Tétényi rekord	Origine: Hongrie Variété à gros fruits Rendement élevé Récolte de fin septembre à début octobre (Hongrie)
Texas	Origine: Californie Fleurs blanches Coque tendre Fécondation croisée Floraison tardive Récolte à mi-octobre (Nîmes FR)