

Agroforesterie moderne en Suisse

Vergers novateurs: productivité et rentabilité

Juillet 2010



Fig. 1: Production de bois d'œuvre avec des merisiers dans un champ de céréales en France (F. Liagre, France).

Auteurs

Alexandra Kaeser, Firesenai Sereke, Dunja Dux, Felix Herzog, ART
felix.herzog@art.admin.ch

Impressum

Edition:
Station de recherche Agroscope
Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,
Traduction Regula Wolz, ART

Les Rapports ART paraissent
environ 20 fois par an.
Abonnement annuel: Fr. 60.–.
Commandes d'abonnements
et de numéros particuliers: ART,
Bibliothèque, 8356 Ettenhausen
T +41 (0)52 368 31 31
F +41 (0)52 365 11 90
doku@art.admin.ch
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7568

Les arbres disparaissent à vue d'œil du paysage suisse. L'agroforesterie peut combattre cette tendance puisqu'elle consiste à planter des arbres sur les surfaces qui servent aussi aux cultures agricoles annuelles destinées à la production de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux ou à la pâture.

Que signifie le terme d'agroforesterie? D'une part, il recouvre des systèmes connus comme les vergers traditionnels d'arbres à haute tige ou les pâturages boisés qui courent de plus en plus le risque de disparaître. D'autre part, il englobe également des

systèmes modernes comme la production de bois d'œuvre dans les prairies ou sur les parcelles cultivées (cf. fig. 1).

Le présent rapport décrit différents systèmes d'agroforesterie moderne qui entrent en ligne de compte pour la Suisse. Leur productivité et leur rentabilité sont comparées à celles des monocultures. Les calculs montrent que les systèmes agroforestiers sont plus productifs que les monocultures et qu'ils peuvent aussi être intéressants sur le plan économique dans la mesure où ils sont subventionnés.



Contexte

Autrefois, les arbres étaient fréquents dans le paysage rural suisse et jouaient un grand rôle dans la production de fruits et de bois. Outre ces produits, les arbres fournissent également des prestations écologiques précieuses en termes de protection des sols et des eaux, ainsi que de biodiversité et d'esthétique du paysage.

Des paiements directs ont été mis en place en Suisse depuis le début des années 90 pour les arbres fruitiers hautes-tiges. Il n'empêche que leur nombre est en très net recul: depuis les années 50, trois arbres fruitiers hautes-tiges sur quatre ont disparu. Les causes principales sont l'intensification de l'agriculture et la pression croissante des prix.

Pourtant, l'agriculture suisse doit pouvoir continuer à profiter des prestations écologiques des arbres à l'avenir. C'est pourquoi ART étudie dans quelles conditions les systèmes agroforestiers modernes peuvent être productifs et rentables.

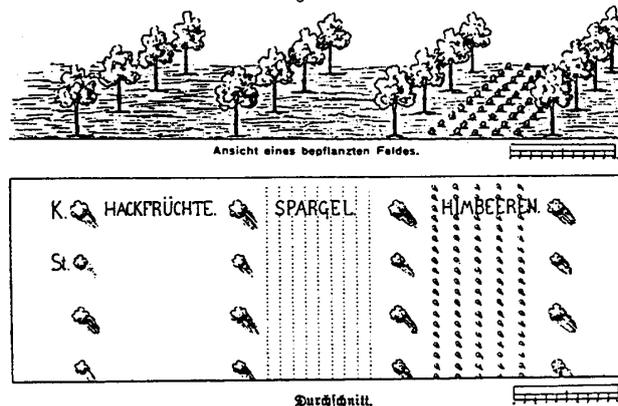
Méthodologie

Les informations relatives aux monocultures, leur aménagement, leurs rendements, leurs coûts et leur utilité, sont bien documentées en Suisse. Pour l'agroforesterie par contre, il n'existe pas de mesures sur une longue période. C'est pourquoi ART s'appuie sur les expériences de pays européens voisins. D'autre part, des entretiens ont également eu lieu avec des agricultrices et des agriculteurs suisses qui ont déjà trouvé eux-mêmes de nouvelles solutions pour associer cultures et arbres dans leur exploitation.

Ces expériences ont débouché sur des systèmes qui ont été étudiés de plus près. Des modèles informatiques (YieldSAFE, FarmSAFE) ont permis d'estimer leur productivité et leur rentabilité sur une période de 60 ans.

L'inventaire établi à partir des enquêtes comprend seize systèmes agroforestiers novateurs en Suisse et deux dans le Sud de l'Allemagne. Il s'agit en majorité de systèmes combi-

Plan für einen halben Morgen Obstanlage mit Hackfrüchten oder Spargel oder Himbeeren.



Bepflanzung für einen Morgen (2500 qm).
 K = Kernobst-Hochstamm, Pflanzweite 15 × 10 m = 16 Stück. St = Steinobst-Hochstamm, Pflanzweite 15 × 10 m = 16 Stück. Spargel, Pflanzweite 1,20 × 0,40 m = 3600 Stück. Himbeeren, Pflanzweite 2 × 1 m 872 Stück.

Fig. 2: Recommendations de cultures pour la combinaison d'arbres fruitiers avec des arbustes à baies, des cultures maraîchères et des grandes cultures, Allemagne, fin XIXème/ Début XXème siècle,. (Lott, 1993).

nant arbres et herbages. L'intérêt principal des agricultrices et agriculteurs suisses interrogés se situe dans la production fruitière et non dans la production de bois d'œuvre. Les systèmes novateurs sont certes semblables à ceux des vergers traditionnels, mais les espèces d'arbres et les variétés cultivées sont plus variées. En outre, les produits sont commercialisés de manière plus ciblée. Certains agriculteurs combinent également les arbres avec les grandes cultures ou avec les cultures maraîchères.

Les arbres sur les terres assolées

En Suisse, on ne trouve pratiquement plus d'arbres sur les terres assolées aujourd'hui, mis à part quelques vieux arbres isolés qui subsistent. Autrefois au contraire, la production d'arbres fruitiers hautes-tiges était très souvent associée aux grandes cultures (cf. Fig. 2).

Avec la progression de la mécanisation, les arbres ont été éliminés des parcelles, car ils étaient considérés comme



Fig. 3: Parcelle avec des pommiers hautes-tiges pour la production de fruits dans le Bade-Wurtemberg (Felix Herzog, ART).

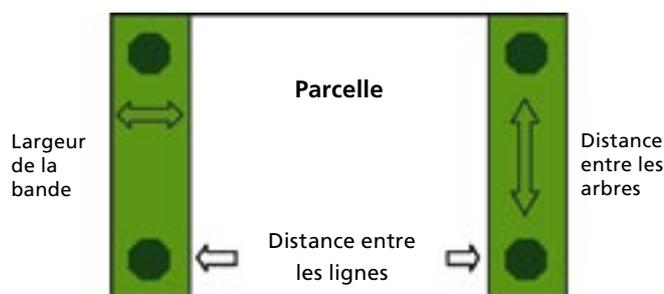


Fig. 4: Aménagement d'un système agroforestier. Les rangées d'arbres sont représentées en vert.

gênants. Aujourd'hui, les arbres sont plantés en lignes pour ne pas entraver le travail des machines. Pour éviter que les arbres ne gênent, un compromis possible consiste à les planter en bordure de la parcelle.

L'association des arbres aux cultures est une option qui convient d'abord aux exploitations qui veulent diversifier par rapport à leurs cultures (p. ex. fruits, bois d'œuvre) et qui s'intéressent aux arbres. Un verger hautes-tiges de pommiers et de feuillus de qualité destinés à la production de moût et de bois d'œuvre combiné à la culture maraîchère dans le canton de Zurich fournit un exemple de système novateur d'arboriculture extensive sur terres assolées. Les arbres fruitiers hautes-tiges destinés à la production fruitière peuvent eux aussi être combinés aux grandes cultures lorsqu'ils sont plantés sur des bandes herbeuses suffisamment larges à l'exemple de la figure 3.

Aménagement

Toutes les combinaisons sont pratiquement permises dans les systèmes, tant que les espèces d'arbres et les cultures

sont adaptées au site. Les cultures d'automne ont l'avantage de pouvoir profiter tôt dans l'année des bonnes conditions de luminosité sous les arbres encore dénudés. Le maïs convient tout au plus pendant les premières années de la plantation. Plus tard, les arbres lui font trop de concurrence pour la lumière. Le «rapport de force» entre les arbres et les cultures passe des cultures aux arbres au fil des ans. Pendant les premières années qui suivent la plantation des arbres, il faut veiller à ce qu'ils puissent bien s'établir. L'apport en éléments nutritifs doit être suffisant, la surface au pied du tronc doit être libre de toute végétation, le tronc doit être protégé et tutoré et enfin, l'arbre doit être taillé. Le rendement des grandes cultures entre les rangées d'arbres est à peine perturbé par les jeunes arbres. Cependant après environ 20 à 30 ans, lorsque les cimes des arbres sont arrivées au terme de leur développement, les arbres peuvent concurrencer les cultures à tel point qu'il peut être nécessaire de se convertir à l'exploitation des herbages.

La densité des arbres dans les systèmes agroforestiers est comprise en général entre 50 et 100 arbres par hectare. La figure 4 présente de manière simplifiée ce dont il faut tenir compte pour l'aménagement d'un système agroforestier. Dans le champ, les arbres sont disposés en ligne à des intervalles spécifiques en fonction de la largeur des machines.

Avant de mettre en place des rangées d'arbres, il faut définir leur orientation, les distances entre les rangées et entre les arbres d'une même rangée. Les distances entre les rangées d'arbres doivent être adaptées à la largeur des machines employées. Il s'agit d'une part de permettre le passage entre les rangées de l'outil le plus large, c'est-à-dire la rampe de pulvérisation et d'autre part de choisir une distance qui soit un multiple de la largeur de travail des machines plus étroites pour éviter les passages chevauchés.



Fig. 5: Merisiers ébranchés pour la production de bois d'œuvre en Allemagne (Alexander Möndel, Landratsamt Constance).

Lorsque l'exploitation des grandes cultures est prévue à long terme, il vaut la peine de prévoir des distances plus importantes entre les rangées d'arbres (p. ex. intervalle de 40 m).

Du point de vue de la production, il est recommandé d'orienter les rangées dans le sens Nord-Sud, car ainsi l'influence de l'ombrage sur la culture est moindre. En effet avec une orientation Nord-Sud, l'ombre qui se projette sur la parcelle se répartit de manière plus homogène des deux côtés des rangées d'arbres qu'avec une orientation Est-Ouest. Cependant, sur les terrains très ensoleillés exposés au Sud, les rangées d'arbres tournées Est-Ouest peuvent offrir des ourlets de verdure très précieux pour la nature. Les agricultrices et les agriculteurs suisses interrogés ont indiqué que la distance minimale idéale entre les rangées d'arbres était de 12 m. Comte tenu d'une bande de verdure sous les arbres de 2 mètres de large pour le bois d'œuvre et de 4 m de large pour les arbres fruitiers (à cause des couronnes plus importantes), il est recommandé de prévoir une distance de 14 à 26 m entre les rangées pour le bois d'œuvre et de 16 à 28 m pour les arbres fruitiers sur les terres assolées. Les distances entre les arbres d'une même rangée dépendent de l'espèce d'arbres concernée.

Exploitation

Pour la production de bois d'œuvre, les troncs doivent être ébranchés tous les deux à quatre ans durant les quinze premières années. Cette méthode permet d'obtenir des billes d'environ trois à six mètres de long sans branches et d'une valeur élevée (cf. fig. 5).

Dans la production de bois d'œuvre, l'ébranchage consiste à supprimer les branches de la partie inférieure du tronc. Les grosses branches doivent être éliminées en premier car elles poussent vite et qu'elles causent des lésions impor-

tantes plus tard lors de la taille.

Les mesures d'ébranchage dans la production de bois d'œuvre se distinguent nettement de la taille des arbres fruitiers. Cette dernière a pour but d'obtenir le rendement maximum en fruits et tend donc à favoriser le bois à fruit. C'est ce qui confère aux arbres fruitiers hautes-tiges traditionnels la forme qu'on leur connaît.

Dans un premier temps, une bande herbagée est mise en place pour y planter les rangées d'arbres prévues. Une largeur de deux mètres est suffisante pour les arbres, puisqu'on peut labourer jusqu'à 1 mètre du tronc. Si l'on veut travailler le sol jusqu'aux abords des arbres, il faut le faire dès le début, c'est-à-dire peu après la plantation des arbres. Les jeunes arbres s'y habituent et développent des racines plus profondes. Le passage annuel de la charrue évite que les arbres développent des racines importantes à l'horizontale dont des blessures endommageraient les arbres.

Pour la nature, les bandes herbeuses de plus de deux mètres sont plus intéressantes. En effet, les bandes larges peuvent être aménagées de manière plus variée, par exemple avec un ourlet herbacé, des buissons ou des haies. Une combinaison diversifiée d'arbres, de buissons et d'ourlets herbacés sur les bandes herbeuses créent des structures proches de celles de la forêt qui offrent un biotope à de nombreux animaux vivant à la lisière des bois.

Productivité de la surface

Les rendements de la sous-culture diminuent plus les arbres avancent en âge à cause de l'ombrage plus important. A ce niveau, les arbres fruitiers influencent davantage la sous-culture que les arbres ébranchés destinés à la production

Espace vital pour les auxiliaires et les ravageurs

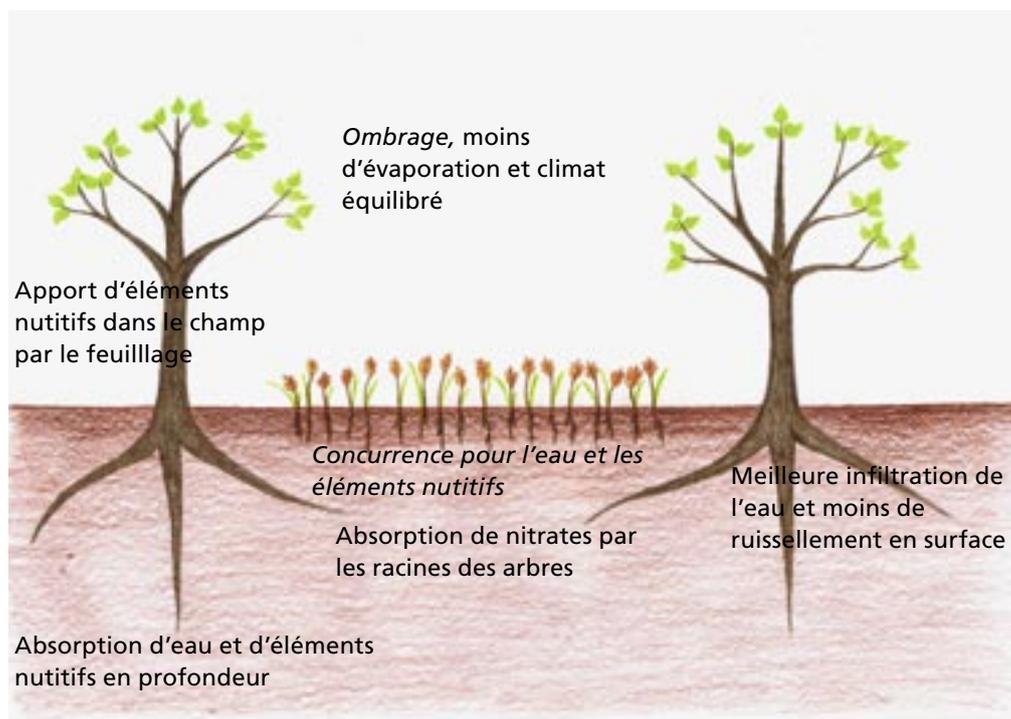


Fig. 6: Influences positives et négatives des arbres sur leur environnement. Les impacts négatifs sur les grandes cultures sont imprimés en italique.

de bois d'œuvre dont les cimes sont moins élevées. La concurrence exercée sur la sous-culture dépend également de l'espèce d'arbres considérée. Ainsi, les noyers concurrencent davantage la sous-culture que les merisiers.

Les simulations indiquent que la combinaison des arbres et des cultures se traduit en général par une productivité plus élevée par hectare, en dépit du phénomène de concurrence. Cela s'explique par une meilleure exploitation de l'espace qui implique davantage la dimension verticale. La figure 6 montre les effets que les arbres peuvent avoir sur les terres assolées. Comme les arbres ont des racines plus profondes que les plantes annuelles cultivées, ils peuvent puiser l'eau et les éléments nutritifs en dehors de l'espace racinaire des cultures. Les racines des arbres peuvent former une sorte de «réseau de sécurité» sous les cultures. Elles peuvent ainsi réduire la lixiviation des nitrates jusqu'à 40 pour cent, notamment sur les surfaces où la fumure est intensive. En outre, les arbres peuvent également profiter de la fumure des grandes cultures.

L'augmentation de la productivité de la surface dépend du système et peut représenter jusqu'à 30 pour cent de la biomasse. On peut espérer une augmentation plus importante de la productivité notamment lorsque la densité des arbres est élevée.

Rentabilité

Les arbres fruitiers hautes-tiges sont subventionnés. Dans la compensation écologique, on perçoit 15 francs par arbre et par an. Les contributions maximales (y compris les contributions pour la qualité biologique et la mise en réseau) peuvent aller jusqu'à 50 francs par arbre et par an pour les arbres fruitiers hautes-tiges. Différentes conditions de taille des surfaces, de densité des arbres et de surface située au pied des arbres, doivent toutefois être remplies pour pouvoir bénéficier des contributions pour la qualité biologique. Une surface de compensation écologique doit être située soit au pied des arbres, soit à une distance de 50 m au plus du verger hautes-tiges (une prairie extensive par exemple). Il faut encore ajouter des restrictions qui varient suivant les cantons, par exemple en matière de protection phytosanitaire ou de nombre minimal de jeunes arbres exigé. Les arbres isolés indigènes adaptés au site et les allées d'arbres perçoivent au maximum cinq francs par arbre et par an pour la mise en réseau. Afin de bénéficier des contributions pour la mise en réseau, les arbres doivent se situer dans la zone d'un projet de mise en réseau.

En outre, on peut faire valoir un are de surface de compensation écologique par arbre. En plus des contributions citées peuvent venir s'ajouter des contributions supplémentaires accordées par les cantons ou les communes.

La rentabilité dépend avant tout de l'évolution des prix des sous-cultures et des produits des arbres, ainsi que des paiements directs. Le choix du système de production – fruits ou bois d'œuvre – est un autre facteur décisif. Ce choix détermine également les coûts annuels. Dans le cas de la production de bois d'œuvre, les arbres ne doivent être ébranchés que durant les quinze premières années. La

La productivité de la surface

La productivité de la surface des différents systèmes est exprimée par le LER (Land Equivalent Ratio). Il s'agit de la surface nécessaire pour produire une quantité donnée. Les cultures mixtes sont comparées avec les monocultures, afin de déterminer quelle culture a besoin de plus de surface pour produire la même quantité. Les systèmes agroforestiers sont considérés comme des cultures mixtes, tandis que la forêt ou les champs de céréales sont considérés comme des monocultures.

Le LER est illustré par l'exemple d'un système agroforestier combinant la production de bois d'œuvre et celle de céréales:

$$\text{LER} = \frac{\text{rendement en céréales dans le système agroforestier}}{\text{rendement en céréales dans la parcelle de céréales}} + \frac{\text{rendement en bois dans le système agroforestier}}{\text{rendement en bois dans la forêt}}$$

Si le LER est égal à 1, la quantité de récolte par unité de surface est identique qu'elle soit utilisée à double pour l'agroforesterie ou séparément pour la sylviculture et l'agriculture (cf. fig. 7).

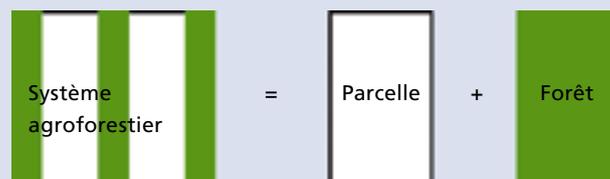


Fig. 7: Lorsque le LER = 1, le système agroforestier a besoin d'autant de surface pour atteindre le même rendement qu'en cas de cultures séparées (sur la parcelle et dans la forêt).

Si le LER est supérieur à 1, cela signifie que, sur la même surface, le système agroforestier génère un rendement supérieur à celui de la production séparée de bois d'œuvre et de céréales. Dans ce cas, le système agroforestier a besoin d'une surface moins importante pour arriver au même rendement que la production séparée de bois d'œuvre dans la forêt et de céréales sur la parcelle. Par conséquent, le système agroforestier est plus productif que les monocultures «forêt» et «champ de céréales». Le LER des systèmes étudiés par ART se situe en général entre 1 et 1.3. Cela signifie que la productivité totale des systèmes agroforestiers par hectare est jusqu'à 30 pour cent supérieure à celle des monocultures («forêt» et «champ de céréales»).

charge d'entretien et les coûts qui en résultent diminuent considérablement par la suite. Avec les arbres fruitiers au contraire, la charge de travail ne diminue pas, car les arbres doivent être entretenus et les fruits récoltés.

Grandes cultures avec 70 noyers/ha Avec contributions de 15 francs par arbre

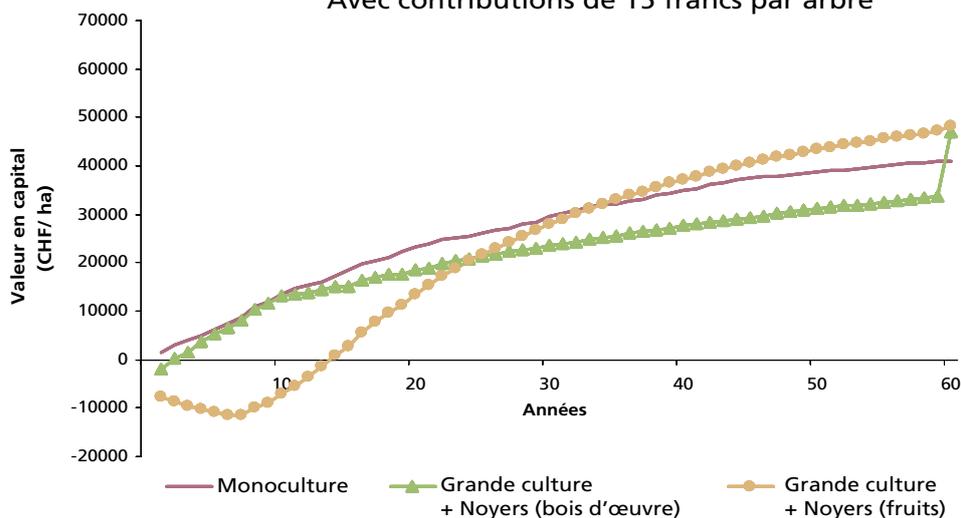
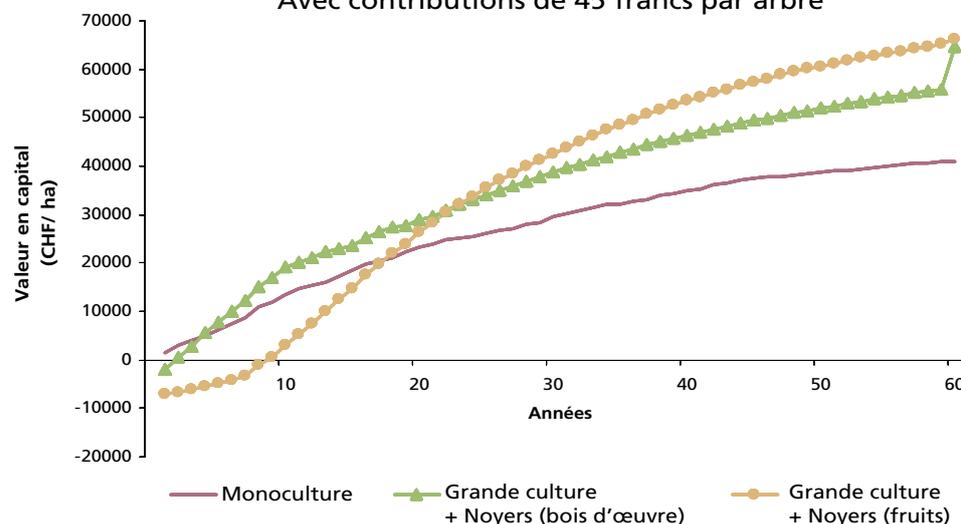


Fig. 8: Evolution de la rentabilité d'un système agroforestier adapté aux conditions suisses avec 70 noyers par hectare et des contributions de 15 francs (en haut) ou 45 francs (en bas) par arbre. Un taux d'actualisation de 3,5 % a été utilisé. La production de bois d'œuvre (en vert) et la production de fruits (en beige) sont comparées avec des monocultures (en rouge, assolement: colza, blé, prairie temporaire, blé). Durant les premières années, les coûts de plantation (notamment pour les arbres fruitiers) ont un effet négatif. Cette perte est compensée à long terme par le revenu supplémentaire obtenu grâce à la vente des fruits ou grâce au capital d'épargne que représente le bois (nette augmentation à la fin de la courbe).

Grandes cultures avec 70 noyers/ha Avec contributions de 45 francs par arbre



Tab. 1: Valeur en capital de la production de bois d'œuvre et de fruits avec des merisiers (uniquement bois d'œuvre) ou des noyers sur des terres assolées avec des contributions de 15 francs par arbre. Un taux d'actualisation de 3,5 % a été utilisé. La valeur en capital des systèmes est indiquée au bout de 10, 30 et 60 ans. Le seuil de rentabilité indique la période à partir de laquelle le système couvre ses coûts de fonctionnement et devient donc économiquement intéressant. Pour les systèmes avec 70 noyers par hectare (n° 4 et 6) les valeurs sont indiquées de manière plus détaillée (arbres et grandes cultures).

N°	Systèmes	Valeur en capital (CHF/ha) au bout de ... ans			Seuil de rentabilité
		10	30	60	
	F = fruits				
	Monoculture	13 533	29 510	41 008	1. Jahr
1	B 40 merisiers/ha	10 182	24 579	35 763	3. Jahr
2	B 70 merisiers/ha	11 001	27 328	40 019	3. Jahr
3	B 40 noyers/ha	11 352	21 298	38 751	2. Jahr
4	B 70 noyers/ha	13 113	23 487	46 920	2. Jahr
5	B 40 noyers/ha	-1 661	23 442	38 049	12. Jahr
6	B 70 noyers/ha	-7 089	27 909	48 280	14. Jahr

N°	Systèmes	Valeur en capital (CHF/ha) au bout de ... ans		
		10	30	60
4	Bois d'œuvre 70 noyers/ha	13 113	23 487	46 920
	Grandes cultures	10 147	7 295	4 266
	Arbres	2 966	16 192	42 654
6	Fruits 70 noyers/ha	-7 089	27 909	48 280
	Grandes cultures	10 638	10 131	7 595
	Arbres	-17 727	17 778	40 685

Influence de la fluctuation des recettes tirées des grandes cultures sur la valeur en capital.

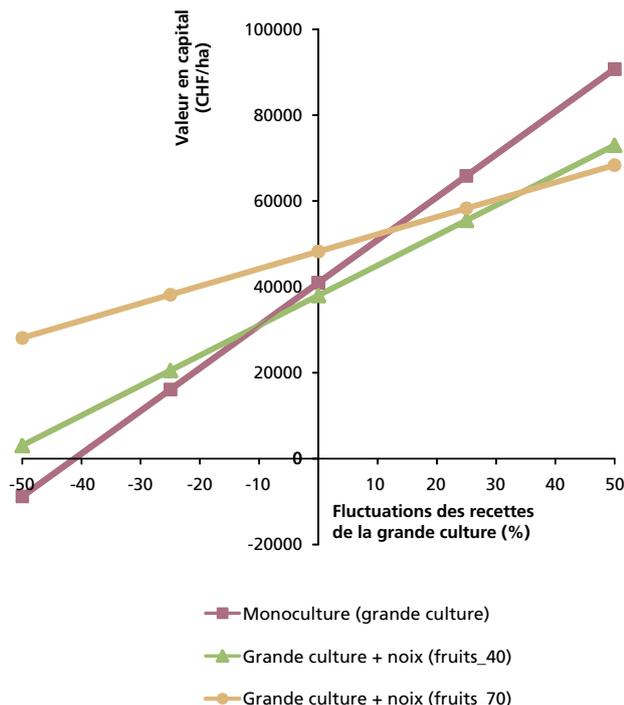


Fig. 9: Répercussions des fluctuations de prix sur une monoculture (céréales) et des systèmes agroforestiers (production de fruits avec 40 et 70 noyers/ha et culture de céréales). Tous les systèmes sont tributaires du prix des céréales, sachant que la monoculture réagit de manière plus sensible aux fluctuations du prix des céréales (droite plus raide).

Les simulations montrent que les paiements directs pour la compensation écologique et la qualité biologique des arbres hautes-tiges peuvent rendre les systèmes agroforestiers économiquement compétitifs à long terme. La figure 8 présente un exemple intéressant sur le plan économique.

Dès qu'il y a plus de 50 arbres par hectare, la parcelle ne peut être utilisée pour les cultures que pendant la phase de croissance des arbres. Ensuite, il est recommandé de passer à l'exploitation des herbages (pâturages) à cause de l'ombrage important. Pour que les coûts de plantation et d'entretien pèsent moins lourd dans la balance, il serait souhaitable de renforcer le soutien financier pendant la phase initiale, c'est-à-dire pendant les dix à quinze premières années.

La rentabilité des deux systèmes de la figure 8 – avec des contributions de 15 francs par arbre et par an – et des quatre autres systèmes de terres assolées est récapitulée dans le tableau. Les systèmes combinent la production de bois d'œuvre ou de fruits avec des densités de 40 ou 70 arbres par hectare. Les deux espèces d'arbres considérées sont des noyers ou des merisiers.

Des paiements directs plus élevés pour les arbres rendent le système agroforestier plus compétitif sur le plan économique. Dans la variante production fruitière avec 70 noyers par hectare par exemple, la valeur en capital au bout de

La valeur en capital

La valeur en capital permet de calculer la rentabilité de systèmes sur une longue période.

L'équation suivante est appliquée à chaque année en particulier:

$$\frac{\text{Recettes tirées des produits et des paiements directs} - \text{coûts variables} - \text{coûts fixes}}{1 + \text{taux d'actualisation}}$$

La valeur ainsi calculée pour une année donnée est additionnée aux valeurs des années précédentes et donne ainsi la valeur en capital total du système, exprimée en francs par hectare.

Le taux d'actualisation permet de comparer les paiements effectués à des périodes différentes, sans l'influence de la dévaluation. ART a utilisé le taux d'actualisation de 3,5 pour cent, usuel pour les investissements à long terme.

Le calcul de la valeur en capital a pour but de comparer les différents systèmes culturaux. C'est pourquoi ce calcul ne prend en compte que les coûts imputables à un système. Il s'agit par exemple des coûts des semences, de la fumure, de la protection phytosanitaire, ainsi que des coûts de la main-d'œuvre et des machines. Les coûts spécifiques à la surface, comme le montant des fermages, par contre ne dépendent pas du système d'exploitation et ne se sont donc pas compris dans les calculs.

60 ans s'élève à 66'159 francs avec des contributions de 45 francs par arbre et par an. Lorsque les contributions sont de 15 francs par hectare par contre, la valeur en capital n'est que de 48'280 francs.

Les systèmes agroforestiers ont un gros avantage par rapport aux monocultures agricoles et à la forêt. En effet, le risque de pertes de revenus y est moins important. Etant un système mixte, l'agroforesterie garantit un revenu plus stable, car celui-ci repose sur deux produits ou plus, par exemple céréales et bois. En outre, par rapport aux cultures agricoles, le bois a l'avantage d'être plus souple quant à la date de récolte. Les arbres peuvent être abattus lorsque les prix conviennent.

Pour mettre en évidence le risque moins important de pertes de revenus dans l'agroforesterie par rapport aux monocultures, nous avons pris l'exemple d'un système agroforestier avec 40 et 70 noyers par hectare et des cultures de céréales. La figure 9 montre qu'avec une monoculture céréalière, le revenu est nettement plus sensible aux fluctuations du prix des céréales sur le marché. Lorsque le prix des céréales augmente, c'est la monoculture qui en bénéficie le plus. En revanche, lorsque le prix des céréales baisse, la monoculture est nettement plus touchée que le système agroforestier.

En clair: si les prix des céréales chutent, l'agriculteur a encore les fruits (ou le bois) comme source de revenu et inversement. Le système agroforestier réagit de manière plus équilibrée, il reste donc stable et moins risqué.

Voici les hypothèses qui ont été prises pour le calcul des coûts complets. Les coûts d'exploitation des grandes cultures reposent sur des valeurs tirées des calculs de coûts complets de Lips et al. (2006). Pour les calculs, l'exploitation des herbages se base sur le procédé de production de balles d'ensilage. Pour la monoculture d'herbages, on a admis une valeur de rendement maximale pour l'herbe affourragée de 120 dt MS/ha; de nouveau avec des coûts complets correspondants aux inventaires d'ART. Dans le système agroforestier, un supplément de temps de 10 pour cent a été appliqué à tous les travaux agricoles.

Le calcul des coûts complets pour l'arboriculture se base sur un salaire de 28.50 francs de l'heure selon Maurer et al. (Arbokost 2008 – non publié). Les calculs partent de rendements et de prix moyens, sachant qu'ils peuvent varier considérablement à long terme. C'est pourquoi on a également appliqué une déduction de risque de 10 pour cent à tous les produits des arbres.

Les autres hypothèses relatives à la production de fruits et de bois d'œuvre à partir de noyers sont récapitulées dans le tableau 2.

Hypothèses relatives ...	Bois d'œuvre	Fruits
aux coûts de plantation (sans clôture)	3477 CHF	7838 CHF
Ø rendement/ha	81m ³ de bois (au bout de 60 ans)	2 t de noix (séchées) rendement total (au bout de 15 ans)
Prix au producteur	1168 CHF/m ³	5 CHF/kg

Tab. 2: Hypothèses pour la production de fruits et de bois d'œuvre avec 70 noyers par hectare. Les données concernant la production de fruits proviennent de Maurer et al (Arbokost 2008 – non publié). La production de bois d'œuvre reprend des données d'un projet de recherche européen sur l'agroforesterie (Graves et al. 2007). Les recettes moyennes des années 2007 à 2009 de la soumission de bois d'œuvre de la Fédération sylvicole du canton de Zurich ont servi de prix aux producteurs pour le bois d'œuvre.

Le prix du bois d'œuvre dépend considérablement de sa qualité. Les valeurs du noyer peuvent osciller entre 120 et 5658 francs par mètre cube. Pour la récolte manuelle et le conditionnement des noix, les calculs se sont basés sur une charge de travail de 149 heures par hectare et un salaire de 22 francs de l'heure.

Pour les merisiers, les hypothèses ont été faites à partir d'une spécialité de cerises à distiller, selon les indications fournies par un agriculteur novateur. Pour 70 arbres par hectare, on est parti d'un rendement moyen de 41 kilogrammes de cerises par arbre. En ce qui concerne le bois d'œuvre de merisier, on s'est basé sur un volume moyen de 1,14 mètre cube par an. Les prix du bois de merisier sont basés sur les prix indicatifs recommandés par l'économie forestière (www.waldsg.ch). Pour du bois d'œuvre de première qualité, le prix indicatif en 2010 est de 800 francs par mètre cube. Cette valeur a été utilisée pour les simulations.

Les arbres dans les herbages

Les vergers d'arbres fruitiers hautes-tiges traditionnels font également partie de la catégorie des arbres sur herbages fauchés ou pâturés. Ces systèmes agroforestiers que l'on rencontre encore aujourd'hui mais qui sont en recul très net, combinent les arbres hautes-tiges avec des prairies fauchées ou pâturées. Aujourd'hui du fait de sa faible rentabilité, cette forme d'utilisation se réduit souvent à quelques arbres à proximité de l'exploitation, destinés à la consommation personnelle (moût, fruits). Les vergers d'arbres fruitiers hautes-tiges sont souvent pâturés, car le bétail apprécie les arbres pour l'ombre, comme le montre la figure 10.

Pourquoi ne pas s'inspirer de la forme traditionnelle d'exploitation mixte qui a fait ses preuves pour en déduire de nouveaux systèmes plus compétitifs sur le plan économique? Cette idée a débouché sur la production de bois d'œuvre sur les terres agricoles, afin de produire du bois de qualité pour la fabrication de contreplaqué et de meubles à des prix raisonnables. Ce système est déjà testé par quelques agriculteurs et agricultrices en Suisse. Parmi les systèmes d'arboriculture extensive novateurs, on peut par exemple citer un verger pâturé dans le canton de Soleure avec près de 100 merisiers par hectare, destinés à la production d'eau-de-vie et de bois d'œuvre. Pour produire du bois, il faut aimer les arbres, avoir un esprit pionnier et ne pas craindre le travail de longue haleine, car il peut s'écouler jusqu'à 60 ans avant que le bois ne puisse être récolté. La production de bois d'œuvre est une bonne solution de placement de capital, avec exploitation simultanée des herbages pour la production fourragère ou, suivant le type d'arbres, pour la production fruitière.

Aménagement

La disposition des arbres dans les vergers à hautes tiges sur prairie est soumise à moins de contraintes que pour les systèmes agroforestiers sur grandes cultures. On recommande cependant également de planter les arbres en lignes de larges adaptées aux machines. Lorsque les herbages sont utilisés comme pâturages, les arbres peuvent aussi être plantés au hasard ou en groupes. Enfin, il est recommandé de prévoir un dispositif de protection efficace pour que le bétail n'endommage pas les arbres surtout pendant les premières années de leur croissance.

Exploitation

Les herbages entre les arbres sont soit pâturés, soit fauchés. Pour la production de bois d'œuvre, les arbres sont ébranchés autant dans les herbages que dans les grandes cultures. Pour la production fruitière, ils sont taillés. La figure 11 représente un système agroforestier traditionnel avec production fruitière.

La combinaison de systèmes agroforestiers avec des surfaces de compensation écologique permet d'exploiter la zone au pied des arbres de manière extensive. Les bandes d'herbages plantées d'arbres dans la figure 12 peuvent être utilisées pour la production de bois d'œuvre ou de



Fig. 10: Vergers d'arbres hautes-tiges traditionnels avec pâturage dans la campagne bâloise (Felix Herzog, ART).

fruits, tandis que des surfaces de compensation écologique sont mises en place entre les rangées d'arbres.

Les surfaces de compensation écologique, notamment les herbages non fauchés, sont appréciés par les souris qui aiment à s'y cacher. Etant donné l'absence de travail du sol, les souris peuvent causer de graves problèmes aux arbres. Pour éviter cela, il est recommandé de prendre des mesures préventives, de protéger les racines des jeunes arbres et de faucher régulièrement la zone située autour des arbres. L'installation de perchoirs pour les rapaces apporte une aide supplémentaire, notamment pour les arbres encore petits.



Fig. 11: Prairie arboricole extensive avec herbages fauchés dans le canton d'Argovie (Bärbel Koch, ART).



Fig. 12: Système agroforestier avec surface de compensation écologique entre les rangées d'arbres. Les rangées d'arbres sont représentées en vert.

Productivité de la surface

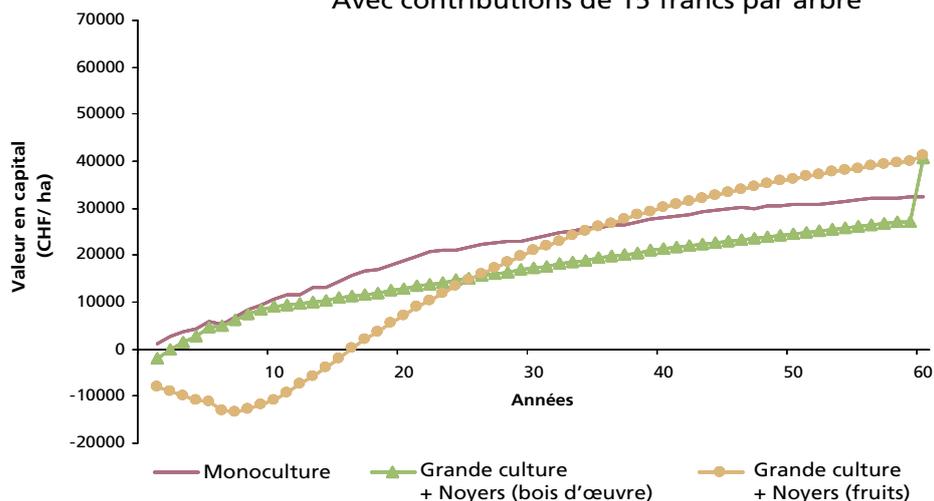
L'ombrage apporté par les grands arbres est moins gênant pour l'exploitation des herbages que pour celle des grandes cultures. Sur les herbages comme sur les grandes cultures, la productivité de la surface d'un système agroforestier est plus élevée que la production séparée, dans ce cas herbages et forêt. L'augmentation de la productivité de la surface dépend du système. Comme pour les grandes cultures, la productivité maximale par hectare dans les herbages s'obtient avec des densités d'arbres élevées.

Rentabilité

Comme nous l'avons déjà mentionné, les arbres fruitiers hautes-tiges donnent droit à des subventions. Le soutien va de 15 à 50 francs ou plus par arbre et par an, suivant le canton et la commune. De plus, on peut faire valoir un are de surface de compensation écologique par arbre. Outre les paiements directs, le choix du système et la densité des arbres jouent également un rôle important quant à la rentabilité. Pour les herbages comme pour les grandes cultures, les simulations montrent que les paiements directs peuvent rendre les systèmes agroforestiers économiquement compétitifs à long terme. C'est ce qui transparaît dans la figure 13 et le tableau 3.

Des paiements directs plus élevés pour les arbres rendent le système agroforestier économiquement plus intéressant. La variante production fruitière avec 70 noyers par hectare en est un bon exemple: la valeur en capital au

Herbages avec 70 noyers/ha
Avec contributions de 15 francs par arbre



Herbages avec 70 noyers/ha
Avec contributions de 45 francs par arbre

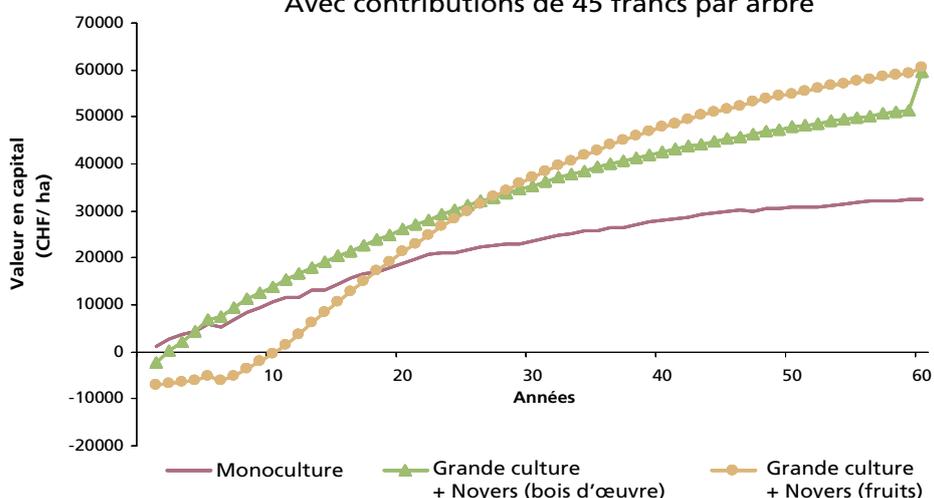


Fig. 13: Evolution de la rentabilité d'un système agroforestier adapté aux conditions suisses avec 70 noyers par hectare et des contributions de 15 francs (en haut) ou 45 francs (en bas) par arbre. Un taux d'actualisation de 3,5 % a été utilisé. La production de bois d'œuvre (en vert) et la production de fruits (en beige) sont comparées avec des herbages en monoculture. Durant les premières années, les coûts de plantation (notamment pour les arbres fruitiers) ont un effet négatif. Cette perte est compensée à long terme par le revenu supplémentaire obtenu grâce à la vente des fruits ou grâce au capital d'épargne que représente le bois (nette augmentation à la fin de la courbe).

Tab. 3: Valeur en capital de la production de bois d'œuvre et de fruits avec des merisiers ou des noyers sur des herbages avec des contributions de 15 francs par arbre. Un taux d'actualisation de 3,5 % a été utilisé. La valeur en capital des systèmes est indiquée au bout de 10, 30 et 60 ans. Le seuil de rentabilité indique la période à partir de laquelle le système couvre ses coûts de fonctionnement et devient donc économiquement intéressant. Pour les systèmes avec 70 noyers par hectare (n° 4 et 8) les valeurs sont indiquées de manière plus détaillée (arbres et herbages).

N°	Systèmes	Valeur en capital (CHF/ha)			Seuil de rentabilité
		au bout de ... ans			
	B = bois d'œuvre				
	F = fruits	10	30	60	
	Monoculture herbages	10 542	23 554	32 469	1 ^{ère} année
1	B 40 merisiers/ha	7 903	23 106	36 629	3 ^{ème} année
2	B 70 merisiers/ha	8 642	26 618	43 435	3 ^{ème} année
3	B 40 noyers/ha	8 051	11 561	26 264	2 ^{ème} année
4	B 70 noyers/ha	8 978	17 271	40 525	3^{ème} année
5	F 40 merisiers/ha	-5 338	18 914	37 829	17 ^{ème} année
6	F 70 merisiers/ha	-12 242	19 894	46 674	20 ^{ème} année
7	F 40 noyers/ha	-4 439	16 322	29 361	15 ^{ème} année
8	F 70 noyers/ha	-10 826	20 941	41 158	16^{ème} année

N°	Systèmes	Valeur en capital (CHF/ha) au bout de ... ans		
		10	30	60
4	Bois d'œuvre 70 noyers/ha	8 978	17 271	40 525
	Herbages	6 010	1 070	-2 143
	Arbres	2 968	16 201	42 668
8	Fruits 70 noyers/ha	-10 826	20 941	41 158
	Herbages	6 901	3 163	473
	Arbres	-17 727	17 778	40 685

bout de 60 ans est de 60431 francs avec des contributions de 45 francs par arbre et par an et seulement de 41 158 francs avec des contributions de 15 francs.

Conclusions

Les vergers d'arbres fruitiers hautes-tiges sont (encore) actuellement le principal système agroforestier en Suisse. La pression croissante sur les arbres fruitiers hautes-tiges et leur recul montre à quel point il est nécessaire d'innover sur la base des systèmes existants et d'envisager de nouvelles solutions intégrant les arbres dans l'agriculture, comme la production de bois d'œuvre sur des terres assolées. Il ne s'agit pas de remplacer les systèmes en place, mais d'apporter un complément (économiquement intéressant) aux traditionnels vergers d'arbres fruitiers hautes-tiges et aux autres systèmes agroforestiers connus, comme les haies et les pâturages boisés.

Les systèmes agroforestiers sur herbages ou sur terres assolées sont dynamiques et offrent une importante marge de manœuvre. Lorsque l'ombrage devient trop important, les grandes cultures peuvent par exemple être remplacées par des herbages ou, inversement, des systèmes d'herbages prévus peuvent dans un premier temps être exploités sous forme de grandes cultures.

L'agroforesterie offre beaucoup plus d'options que ce qui a été présenté ici, car les combinaisons les plus diverses sont possibles. Les idées personnelles sont les bienvenues si l'on veut pouvoir tenir compte des contingences locales, des souhaits et des attentes de chacun.

Pour qu'un système agroforestier puisse réussir, il est important de choisir des espèces d'arbres adaptées au site. Afin de réduire la concurrence pour l'eau, les éléments nutritifs et la lumière, il est recommandé d'opter pour des arbres dont les racines sont profondes et dont la cime laisse passer la lumière.

Les espèces d'arbres qui ont besoin de lumière notamment bénéficient de meilleures conditions de luminosité dans les systèmes agroforestiers que dans la forêt. Les érables, les pommiers, les poiriers, les alisiers (*Sorbus torminalis*), les chênes, les frênes, les cormiers, les merisiers et les noyers ne sont que quelques exemples parmi tant d'autres d'espèces d'arbres pouvant être utilisées dans l'agroforesterie.

À côté des arbres, l'agroforesterie offre également des possibilités d'extensification, mais aussi de l'espace pour les mesures de protection de la nature.

Les simulations ont montré que les systèmes agroforestiers peuvent tout à fait être productifs. Sur le long terme et avec des prix corrects, ils peuvent même s'avérer intéressants d'un point de vue économique. Les paiements directs pour la compensation écologique et pour la qualité biologique augmentent encore leur rentabilité. Les systèmes les plus intéressants sur le plan économique (dans les premières années) sont les systèmes de grandes cultures associées à une grande densité d'arbres fruitiers.

Un des problèmes majeurs de l'agroforesterie, qui donne l'avantage aux monocultures jusqu'ici, reste le revenu plus

Conditions-cadres

1. Quelles surfaces conviennent pour les systèmes agroforestiers?

Les systèmes agroforestiers peuvent être envisagés dans des sites sur lesquels les arbres poussent bien et qui conviennent pour la production fruitière ou qui permettent de produire du bois d'œuvre de qualité. Les sites particulièrement avantageux sont les sites plutôt bien arrosés sur des sols profonds et bien aérés. Mais les arbres peuvent également prospérer sur des sites dont le rendement agricole est plutôt défavorable comme les terrains en pente. L'adéquation du site dépend également de l'espèce d'arbres. La figure 14 donne l'exemple de régions présentant un potentiel de croissance productive pour les noyers.

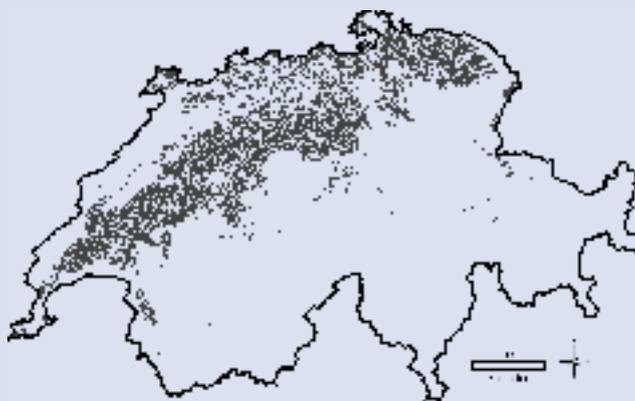


Fig. 14: Sites avec croissance potentiellement productive de noyers hybrides en Suisse (João Palma, ART).

2. Quelles conditions à réunir?

En premier lieu, il est nécessaire d'aimer les arbres et d'avoir de l'endurance pour la production de bois d'œuvre, car les arbres ont besoin de 40 à 60 ans pour se développer jusqu'à ce que leurs troncs puissent être utilisés pour la production de bois d'œuvre. En outre, il faut avoir l'envie et le courage de tenter quelque chose de nouveau, avoir donc l'esprit pionnier, car les systèmes ont été peu étudiés. Il est recommandé de tester d'abord le système sur une petite surface et de comparer avec l'utilisation préalable du terrain.

Sachant qu'il faut compter environ 60 ans jusqu'à la récolte de bois, il est mieux d'être propriétaire du terrain que de le louer pour la production de bois d'œuvre. Cette dernière représente un placement intéressant notamment pour les jeunes chefs d'exploitation ou pour les agriculteurs et agricultrices plus âgés dont la succession est assurée.

3. Quel est le système le mieux adapté?

Cela dépend avant tout des objectifs de production. La détention de bétail conduit à la plantation d'arbres sur des herbages, les grandes cultures à la plantation d'arbres sur des terres assolées. Il est recommandé de passer des grandes cultures aux herbages lorsque l'ombrage devient si important, que la culture au pied des arbres n'est plus rentable.

faible pendant la phase de croissance des arbres et les investissements élevés pour les coûts de plantation et les opérations d'entretien dans la phase initiale du système agroforestier.

Les systèmes agroforestiers peuvent être encouragés en subventionnant leurs prestations environnementales et en accordant des aides au départ pour la plantation des arbres, (prime à la plantation). Mais la vulgarisation est également indispensable au développement de l'agroforesterie car elle permet de faire connaître aux agriculteurs les résultats de la recherche.

Bibliographie

- Bender B., Chalmin A., Reeg, T., Konold W., Mastel K., Spiecker H. Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis. Broschüre, 51 S.
<http://www.agroforst.uni-freiburg.de>
- Dupraz C., Liagre F., 2008. Agroforesterie: Des arbres et des cultures. Paris: La France Agricole.
- Reeg T., Bemmann A., Konold W., Murach D., Spiecker H., 2009. Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-Vch.
- Reeg T., Möndel A., Brix M., Konold W., 2008. Naturschutz in der Agrarlandschaft: Neue Möglichkeiten mit modernen Agroforstsystemen? *Natur und Landschaft*, 83 (6), 261–266.
<http://www.agroforst.uni-freiburg.de>

Ouvrages utilisés pour les calculs de coûts complets

- Graves A.R., Burgess P.J., Palma J.H.N., Herzog F., Moreno G., Bertomeu M., Dupraz C., Liagre F., Keesman K., van der Werf W., Koeffeman de Nooy A., van den Briel J.P., 2007. Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable and forestry systems in three European countries. *Ecological Engineering*, 29, 434–449.
- Lips M., Ammann H., 2006. Vollkostenkalkulationen für Ackerkulturen. *Agrarforschung*, 13 (5), 210–214.
- Maurer J., Kilchenmann A., Bravin E. (2009). Nussbaumkulturen als Betriebszweig? Inforama Oeschberg.
- Maurer J., Kilchenmann A., Bravin E. (Arbokost 2008 – nicht publiziert). Inforama Oeschberg und Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Informations complémentaires

www.agroforst.ch
www.agroforst.uni-freiburg.de
www.agroforst.de
www.agroforesterie.fr
www.montpellier.inra.fr/safe
www.agroforestry.ac.uk/

Ce projet a bénéficié du soutien financier de la fondation MAVAV.