

Alternatives au glyphosate en arboriculture : Evaluation économique des pratiques de désherbage

Version du 29 décembre 2019

F. Jacquet, N Delame, A Thoueille, X Reboud, C Huyghe

Avec la collaboration de S. Colleu et de S Drusch

Introduction

L'arboriculture française se situe en troisième position derrière les grandes cultures et la vigne, en termes de volume total de pesticides utilisés et, ramenées à l'hectare, les quantités de pesticides sont plus importantes en arboriculture que dans les autres productions. Les herbicides ne représentent qu'une faible part des pesticides utilisés en arboriculture, comparativement aux fongicides et aux insecticides, mais ils sont utilisés dans la grande majorité des exploitations.

Le rapport de l'Inra de 2017 sur les alternatives au glyphosate (Reboud et al. 2017) met en évidence la fréquence de l'utilisation actuelle du glyphosate en vergers. Même dans les fermes du réseau DEPHY, 83% de parcelles ont été traités au glyphosate au moins une fois au cours des trois années de description des pratiques initiales. Les doses de traitement variaient de 260 g/ha à plus de 1500 g/ha (CAN DEPHY, 2018). Des alternatives à l'usage de glyphosate existent, mais elles impliquent souvent des modifications de l'ensemble du système et en particulier du système d'irrigation (Reboud et al. 2017)

Pour aller plus loin dans l'identification des alternatives au glyphosate d'usage courant et de leurs coûts, nous avons réalisé, d'une part, un recensement des études publiées par les Chambres, les instituts techniques et organismes professionnels agricoles sur le sujet et d'autre part, un traitement statistique spécifique de l'Enquête Pratiques Culturelles en arboriculture de 2015 (Enquête Pk-SSP-MAA). Enfin, un traitement des données du RICA permet de mettre les différences de coût entre pratiques en regard des résultats économiques des exploitations arboricoles

1 Données générales issues de l'enquête Pratiques Culturelles

1.1. Superficies par espèce et par région :

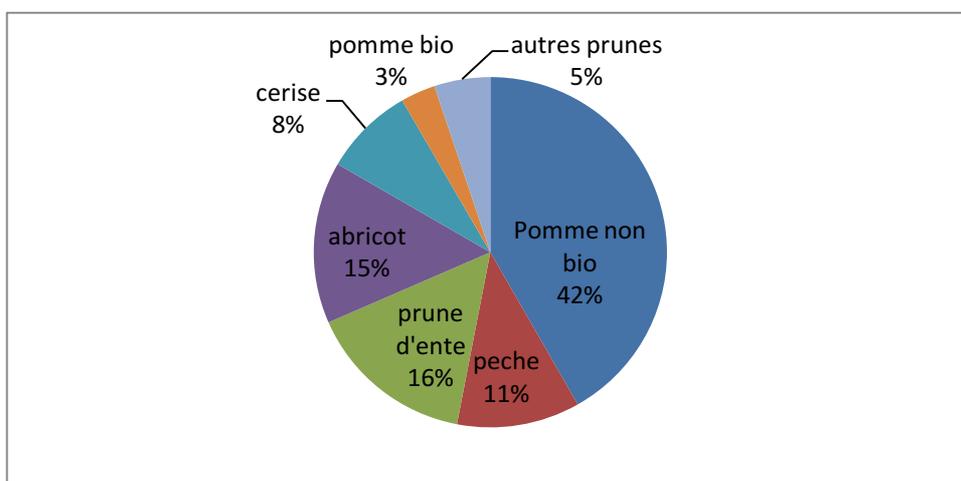
La surface du verger français est de 165 186 ha en 2018 pour la France métropolitaine selon les données de la statistique agricole annuelle (Agreste, novembre 2019). Elle comprend les fruits à noyau, fruits à pépins, fruits à coques, baies, figues et agrumes. L'enquête « Pratiques Culturelles en arboriculture » (PK) la plus récente renseigne sur les interventions culturelles de la campagne 2014-2015. Elle porte sur les fruits suivants : abricots, cerise, pêche, pomme (dont pomme bio) et prune (dont prune d'ente) (voir tableau 1). Elle est représentative de l'ensemble des vergers de ces espèces. En revanche, certaines espèces importantes en surface (les noix, les olives) ne sont pas couvertes par l'enquête. L'unité enquêtée est le lot de verger, c'est-à-dire une unité élémentaire homogène, avec une même espèce, une même variété, un même âge du verger et une même densité de plantation. Sont concernées par l'enquête les exploitations cultivant 1 hectare au moins. Pour chaque espèce, les régions retenues dans le plan d'échantillonnage doivent couvrir 98% de la superficie. Il s'agit des anciennes régions

administratives. Au sein de chacune d'entre elles, les départements retenus couvrent 95% de la superficie du fruit considéré. On dénombre au total 4960 questionnaires exploitables pour la France métropolitaine.

Tableau 1 Superficies du verger (Agreste) et espèces couvertes dans l'enquête Pratiques Culturelles

Espèces fruitières	Surfaces en fruits en 2018, France métropolitaine, Agreste, 2019 (hectares)	Surfaces couvertes dans l'enquête Pratiques culturelles 2015, Agreste 2017 (hectares)
Pommes	37458	32829
Noix	22173	
Olives	17395	
Pomme cidre	13080	
Abricots	12272	10912
Prunes d'ente	10338	11259
Pêches et nectarines	9043	8239
Châtaignes	8470	
Cerises	8125	6063
Noisettes	6682	
Poires	5239	
Prunes autres	4537	3749
Kiwi	3804	
Cassis myrtilles	2408	
Clémentines mandarines	1390	
Amandes	1219	
Autres (baies, figues, pamplemousses)	1592	
Total	165225	

Figure 1 : Proportion des différentes espèces enquêtées en % de superficie totale couverte par ces espèces dans l'enquête Pratiques Culturelles 2015



Source : PK-SSP-2015

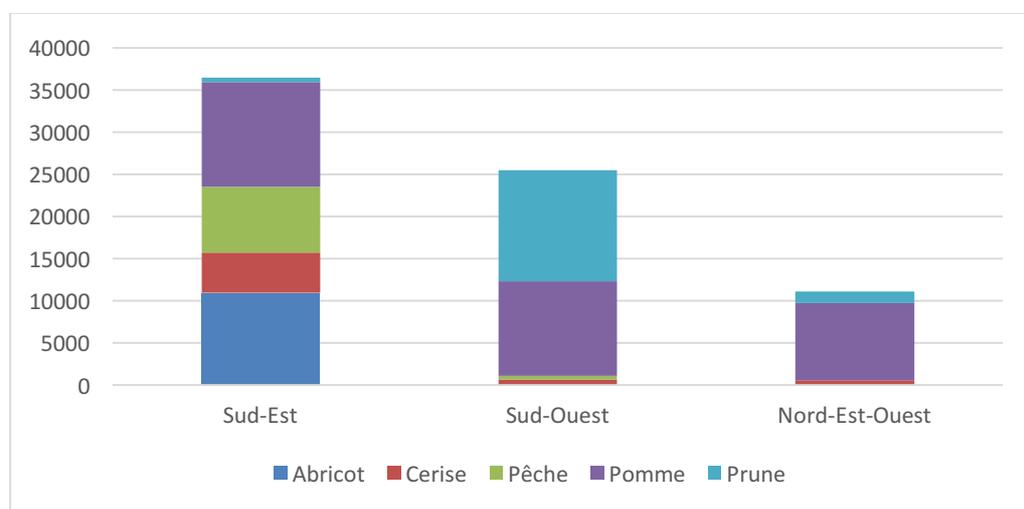
Tableau 2 : Répartition des superficies (ha) de chaque espèce par région (anciennes régions)

	Abricot	Cerise	Pêche	Pomme	Prune	Fruits total
Alsace	0	96	0	435	196	727
Aquitaine	0	73	202	3033	10271	13580
Bourgogne	0	235	0	0	s	s
Bretagne	0	0	0	300	0	300
Centre	0	140	0	1832	0	1972
Haute-Normandie	0	0	0	358	0	358
Île-de-France	0	0	0	335	0	335
Languedoc-Roussillon	3340	701	4263	1671	129	10103
Limousin	0	0	0	2053	0	2053
Lorraine	0	103	0	119	1133	1355
Midi-Pyrénées	0	554	241	4960	2922	8676
Nord-Pas-de-Calais	0	0	0	362	0	362
Pays-de-la-Loire	0	0	0	4864	0	4864
Picardie	0	s	0	576	0	s
Poitou-Charentes	0	s	0	1159	0	s
Provence-Alpes-Côte-D'azur	1233	1970	1909	8131	193	13436
Rhône-Alpes	6340	2120	1623	2642	163	12889
Total	10912	6063	8239	32829	15008	73050

Source : PK-SSP-2015

On peut distinguer trois ensembles de régions de production : 1) le Sud-Est (Languedoc-Roussillon, PACA et Rhône-Alpes) où se situe la majeure partie de la production de fruits (50% des superficies) et la quasi-totalité des surfaces en pêches, abricots, cerises, 2) le Sud-Ouest (Aquitaine, Limousin, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes) avec 35% des surfaces (et la totalité des prunes d'ente) et enfin 3) le reste de la France, au Nord à l'Est et à l'ouest (Alsace, Bourgogne, Bretagne, Centre, Haute-Normandie, Île-de-France, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais, Pays-de-la-Loire et Picardie) (dénommé Nord-Est-Ouest dans la figure 2). Les vergers de pommiers sont localisés dans toute la France, à part égale entre le Sud-Ouest, le Sud-Est et le reste de la France (principalement les Pays de Loire et dans un moindre mesure la région Centre)

Figure 2 : Répartition des surfaces en fruits par région dans l'enquête PK (en ha)

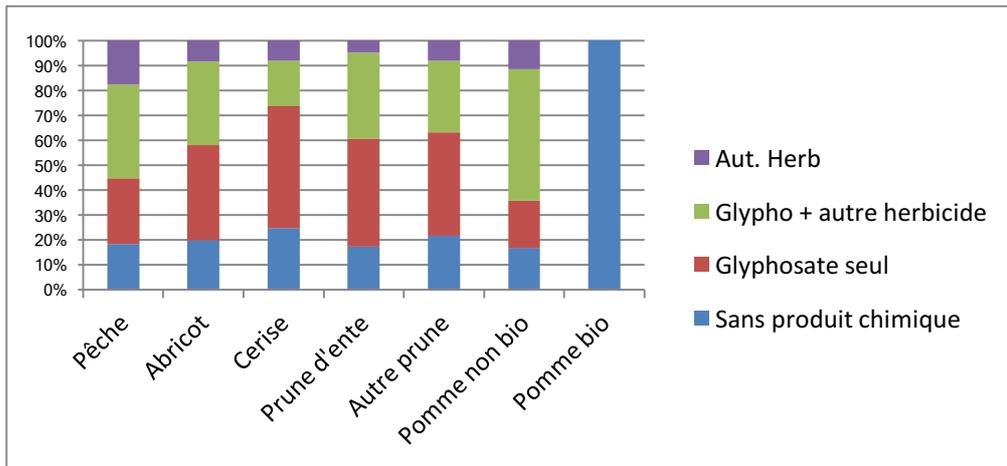


Source : PK-SSP-2015

1.2. Utilisation du glyphosate et caractéristiques des vergers

Selon l'enquête Pratiques Culturelles, 70% des superficies de France métropolitaine reçoivent au moins un traitement au glyphosate. Il est utilisé comme seul herbicide (30% des surfaces) ou associé à d'autres herbicides (40%). Parmi les 30% des surfaces qui ne reçoivent pas de glyphosate, 21% ne reçoivent aucun herbicide, les 9% restants reçoivent d'autres herbicides. Les chiffres sont assez proches d'une espèce à l'autre (figure 3 et annexe 1).

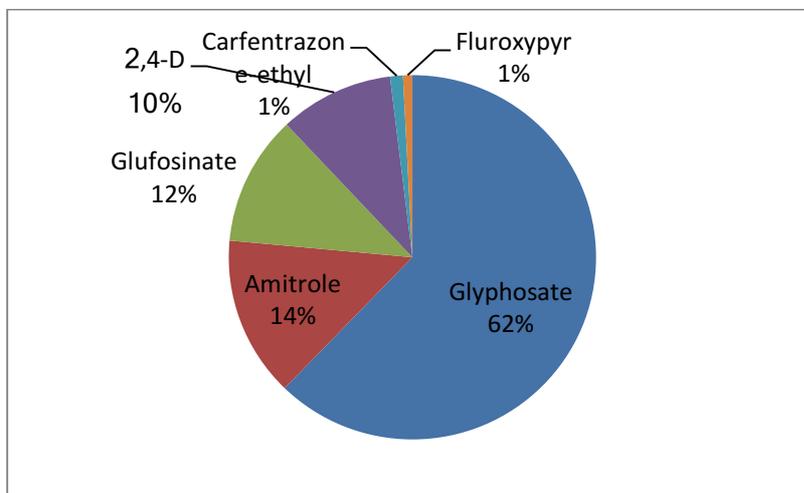
Figure 3 : Utilisation du glyphosate seul, du glyphosate combiné à un autre herbicide et d'autres herbicides sans usage de glyphosate par espèce (en % de superficie)



Source : PK-SSP-2015

On distingue les herbicides à action foliaire (post-levée), dont le glyphosate, de ceux à action racinaire (pré-levée plus post-levée selon la rémanence). Les herbicides utilisés en arboriculture sont majoritairement des herbicides de post levée. Sur l'ensemble des interventions enregistrées dans l'enquête Pk, 89% sont des herbicides de post-levée (62% du glyphosate). Les autres substances actives utilisées en post-levée en 2015 sont l'amtrole, le glufosinate et le 2,4-D. Les deux premières substances sont interdites aujourd'hui. Restent quelques produits à base de 2,4-D ou de fluroxypyr.

Figure 4 : Part des substances actives dans les interventions herbicides de post-levée en 2015 (6196 interventions de post levée)



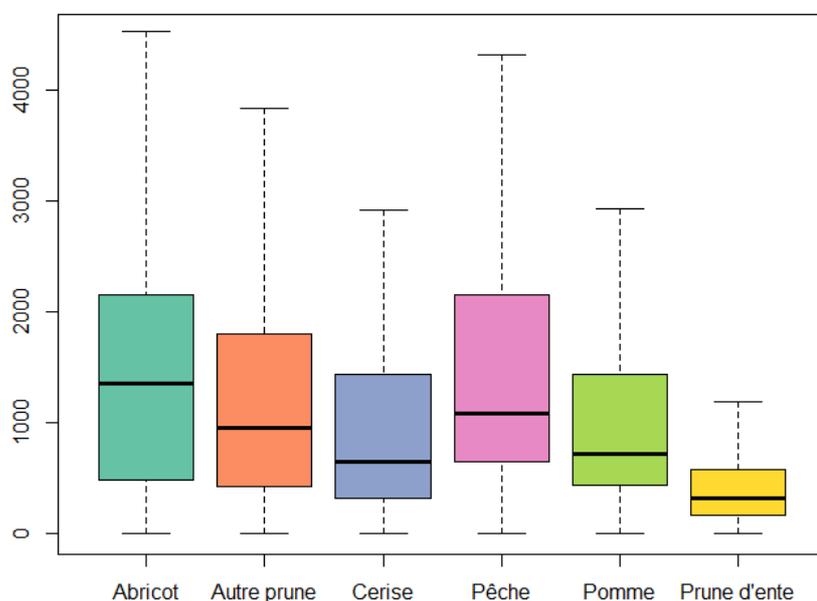
Source : PK-SSP-2015

En ce qui concerne les herbicides de prélevée (11% des interventions), les substances actives majoritairement utilisées en 2015 sont l'Oxyfluorfen, l'oxadiazon, la pendimethaline, l'isoxaben et l'oryzaline. L'oxiadazon, l'oxyfluorfen et l'oryzaline sont désormais interdites.

Le réseau DEPHY-Ferme enregistre des observations similaires sur les types d'herbicides utilisés par les arboriculteurs du réseau, en soulignant une absence de relation entre utilisation de glyphosate et les autres herbicides (CAN-DEPHY, 2018)

La quantité de glyphosate par hectare est dans l'enquête Pk de 1139 g/ha en moyenne pour l'ensemble des espèces fruitières enquêtées, avec une variation selon les espèces. Les prunes d'ente sont celles qui en utilisent le moins avec une moyenne de 536 g/ha. Suivent les cerises, les pommes et les autres prunes avec des moyennes de 979 g/ha, 1161 g/ha et 1196 g/ha. La quantité utilisée est un peu plus importante pour les vergers de pêches et d'abricots avec respectivement 1535 g/ha et 1555 g/ha.

Figure 4 : quantité de glyphosate utilisée par espèce enquêtée en g/ha



Source : Nos calculs d'après PK-SSP-2015

Ces moyennes sont supérieures à celles obtenues dans les exploitations du réseau DEPHY, pour lesquelles la quantité utilisée se situe à 810 g par ha et par an, soit 1000 g/ha pour les abricotiers et les pêcheurs et autour de 500 g/ha pour les poiriers, pommiers et pruniers (CAN DEPHY, 2018).

L'écartement des rangs explique largement les différences observées entre espèces (tableau 3). En effet le désherbage chimique concerne presque exclusivement l'espace sous les arbres (le rang) qui représente une superficie variable (entre 20 et 50% de la surface totale du verger) selon l'écartement entre les rangs. Ceci explique que les quantités utilisées à l'hectare et les IFT soient plus faibles pour les cerises et les prunes que pour les autres espèces. Dans la grande majorité des cas (95% des surfaces dans l'enquête Pk) l'inter-rang est enherbé.

La gestion de l'enherbement de l'inter-rang se fait le plus souvent mécaniquement (par broyage, roulage et tonte). Très rares sont les exploitations qui désherbent la totalité du verger en utilisant seulement des herbicides chimiques.

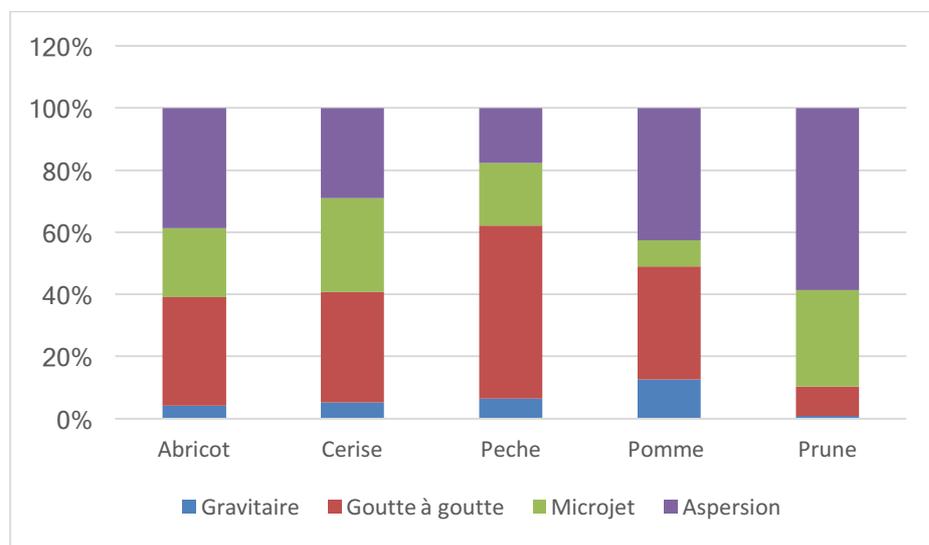
Tableau 3 : Caractéristiques des vergers et IFT par espèce

	Enherbement inter-rang (% de superficie)	Écartement entre rangs (cm)	IFT Herbicide	Irrigation (% superficie irriguée)
Abricot	87%	522	0,75	72%
Cerise	86%	635	0,38	59%
Pêche	96%	502	0,69	96%
Prune d'ente	95%	659	0,26	65%
Autre prunes	95%	609	0,33	75%
Pomme non bio	100%	417	0,67	89%
Pomme bio	100%	458	0	76%

Source : PK-SSP-2015

L'irrigation qui est largement répandue dans la plupart des vergers (79% des superficies totales) peut constituer, selon le type d'irrigation, un frein à l'adoption d'alternatives au glyphosate sous le rang. Si l'irrigation gravitaire ne pose pas de problème, l'irrigation par aspersion en pose presque toujours, les tuyaux d'alimentation des asperseurs étant posés au sol. Lorsqu'il s'agit d'irrigation goutte à goutte ou par micro-jet, tout dépend si l'irrigation est au sol ou suspendue, ce qui n'est pas renseigné dans l'enquête PK.

Figure 5 : Répartition des types d'irrigation (en % des superficies des vergers irrigués)



Source : PK-SSP-2015

2 Éléments de description des pratiques alternatives de désherbage

Cette partie mobilise des études issues du CTIFL, du réseau DEPHY, de la chambre d'agriculture Occitanie (Sud Arbo), du Bureau national Interprofessionnel du Pruneau, du SERFEL-SudExpe, de la station d'expérimentation nucicole Rhône-Alpes (SENURA) et de travaux de l'unité expérimentale de l'INRA de Gothenon.

2.1. Les pratiques de désherbage alternatives aux désherbage chimique sous le rang

La gestion des adventices sous le rang vise à diminuer la concurrence minérale et hydrique entre les adventices et les arbres, au moment de la pousse des arbres (jeunes vergers) puis durant la période de production (vergers adultes).

On distingue ainsi les techniques suivantes :

- Enherbement total (inter-rang et sous le rang) (CTIFL, 2018) :
 - o Spontané ou avec semis (différents types d'espèces de couvert végétal)
 - o Désherbage mécanique : fauchage, tonte
 - o Désherbage par pâturage : moutons, poules, cochon
- Désherbage mécanique du rang :
 - o Travail total du rang : par lame de binage ou sarclage (travail à faible profondeur et section des racines des adventices), par décavailleuse (qui retourne la terre et enfouit les adventices), par outils rotatifs, type brosse ou rotatifs (arrachage et broyage des herbes) (CIVAM AGROBIO 47, 2011; CTIFL, 2018).
 - o Méthode sandwich : la ligne de plantation est enherbée (avec semis ou enherbement spontané) et le sol est travaillé de part et d'autre du rang (CTIFL, 2018; Hardy, 2019).
- Désherbage thermique du rang : utilisation de la chaleur d'une flamme alimentée par du gaz pour brûler l'appareil aérien des adventices (CTIFL, 2018).
- Couverture du sol sur le rang (BIP, 2018; CTIFL, 2018) :
 - o Par bâches plastiques ou toiles tissées
 - o Par mulch biodégradable : BRF (bois raméal fragmenté), débris végétaux. (Labeyrie et al. 2018)
 - o Par feutres végétaux

Pour une présentation de ces différentes techniques et des outils permettant la mise en place d'alternatives au désherbage chimique voir par exemple, la vidéo « Gestion de l'herbe en agriculture biologique » réalisée par Agrobio47 et disponible en ligne sur le site <http://www.ecophytopic.fr/protoger/alternatives-au-glyphosate-en-arboriculture>

2.2. L'évaluation des coûts des pratiques alternatives au désherbage chimique sous le rang

La synthèse des études disponibles (tableaux 4 à 7 ci-dessous) fait apparaître les éléments de raisonnement suivants :

- Le temps de travail est l'élément majeur dans le calcul des coûts. De deux à trois heures par hectare pour un désherbage chimique, il peut aller jusqu'à plus de six heures par hectare pour un désherbage mécanique. Il dépend d'une part du nombre de passages réalisés, qui dépend lui-même de la nature et de l'abondance des adventices et d'autre part de la vitesse des outils, qui dépend aussi des caractéristiques de la parcelle (présences de cailloux, pentes, etc.)
- L'investissement en matériel peut être plus ou moins significatif selon les cas : achat d'un ou plusieurs outils, l'amortissement dépend de la taille du verger, et l'entretien du matériel peut être variable. Il peut être acquis en propre ou partagé.
- Les hypothèses prises en compte dans ces différentes études ne sont pas nécessairement les mêmes et pas toujours explicitées (ex : de 14 à 18 € de rémunération de la main d'œuvre, prise en compte ou non des amortissements, etc.)

De l'analyse de ces différentes études il ressort:

- Le coût d'un désherbage mécanique est assez variable selon les cas et les hypothèses. Hors amortissement du matériel, il se situe entre 250 et 600 €/ha. Le coût en main d'œuvre représente près de la moitié du coût. L'amortissement du matériel rajoute entre 150 et 300 €/ha.
- Le surcoût d'un désherbage mécanique par rapport à un désherbage chimique, lorsqu'il a été calculé, varie selon les études et les espèces il est de + 450 €/ha (724€/ha amortissements inclus) en pommier (CTIFL), +204 €/ha (478€/ha amortissements inclus) en prunier (CTIFL), + 20 à 174 €/ha en noyer (SENURA), +170 €/ha en vergers d'abricotier-pêchers (SERFEL)
- L'enherbement du rang se situe dans les mêmes tranches de coûts que le désherbage mécanique, du fait des opérations de tonte qu'il nécessite. L'utilisation de mulch est plus coûteuse.
- La pose d'une bâche représente un coût total qui est important lors de l'installation mais qui, amorti sur plusieurs années, peut être comparé aux autres alternatives. Le type de bâche et sa durée de vie déterminent beaucoup le coût de cette solution.

Tableau 4 : Coûts du désherbage mécanique du rang selon différentes sources (voir références dans la liste bibliographique

Désherbage mécanique	CTIFL 2018	CTIFL 2018	SENURA	SERFEL	DRAAF Rhône-Alpes 2014	INRA - Aude Hardy 2019
	Pommier	Prunier	Noyer Mini/Maxi	Abricotiers Pêchers	Vergers	Vergers (médiane)
Surface du verger	12	12				15
Nombre de passages annuel	6	6	3 ou 4	4	3	4
Temps de travail total (h/ha)	12	6	1,5/6	8	7,5	8,4
MO €/h	18	18	17	14	14	15
Coût MO €/ha	216	108	25,5/102	112	105	126
Amortissement €/an	3571	3571	1357/2000			
Coût amortissement €/ha	298	298				157
Traction €/h	15	15	12	10,28	9	
Coût traction €/ha	180	90	18/72	82,24	67,5	42
Outil, gasoil et entretien €/h	0		35/38	8,5	10	
Coût outil, gasoil et entretien €/ha	138	78	52,5/228	68	75	69
Coût total hors amortissements	602	280	96/402	262	248	237
Coût total	900	578				394

Tableau 5 : coûts des autres alternatives

Enherbement	DEPHY EXPE 2019	SENURA	INRA – 2019 Aude Hardy
		Noyer Mini/Maxi	Vergers /médiane
Coût du semis €/ha		10/30	
Temps de travail h/ha		3/9	
MO €/h		17	15
Coût MO €/ha		51/153	87
Amortissement €/an			
Coût amortissement €/ha			150
Traction €/h		12	
Coût traction €/ha		36/108	32
Outil, gasoil et entretien €/h		35/38	
Coût outil, gasoil et entretien €/ha		105/342	52
Coût total hors amortissements €/ha	118	202/633	171
Coût total avec amortissements €/ha			321

Bâche	DEPHY EXPE 2019	SENURA	SENURA
	Bâche tissée	Fibres végétales	Bâche plastique
Coût bâche €/ha	2036	2125	3250
MO €/ha	979	850	
Durée d'amortissement (ans)	9	3	20
Coût total €/ha/an	338	992	59

2.3. Les freins et difficultés à l'adoption de techniques alternatives

Les différentes études attirent également l'attention sur les conditions de réussite et les difficultés de la mise en œuvre de ces différentes pratiques alternatives.

Maîtrise technique et perte de rendement

Le fait d'utiliser un désherbage mécanique ou un enherbement total peut, s'il est mal maîtrisé, induire des pertes de rendement. L'étude du CTIFL (CTIFL, 2018) mentionne une perte de rendement due au désherbage mécanique, allant de 5% pour des pommiers densifiés à 40% pour des pruniers semi-extensifs. Le désherbage mécanique de jeunes vergers peut induire une baisse de vigueur de -10% de circonférence de tronc, qui perdure jusqu'à la 10^{ème} année.

« Alors qu'en vigne le surcoût lié au désherbage mécanique impacte surtout par l'augmentation des temps de travaux et l'investissement dans de nouveaux outils, en production fruitière cette technique induit une baisse potentiellement importante de la rentabilité (baisse du rendement et de la qualité) » (CTIFL, 2018).

L'enherbement total peut aussi induire une perte de rendement. Le SENURA indique qu'il est à éviter sur les jeunes vergers de noyers jusqu'à la 10^{ème} année. Sur les jeunes vergers de noyers, il donne une perte de rendement minimum de 30%. Alors que sur les vergers adultes, la perte est plus faible et les plants peuvent s'adapter au fur et à mesure des années.

Par ailleurs, un des obstacles importants à la mise en place d'une couverture permanente du sol sous le rang (enherbement ou bâches) est la présence accrue de rongeurs (campagnol, mulots) qui attaquent les racines des arbres de manière très importante (Sud Arbo, 2013).

Cette potentielle perte de rendement liée au désherbage mécanique est également soulignée dans la synthèse des expérimentations DEPHY-EXPE (Labeyrie et al. 2018). Ainsi les premières expérimentations en vergers de pommes menées sur le site de la Morinière, ont montré une perte de rendement due à la section par les outils de désherbage mécanique des racinelles de surface pénalisant le développement des arbres. Depuis 2017, un nouvel outil de désherbage mécanique qui travaille uniquement la surface du sol a été testé sur ce site expérimental. Plus généralement dans les systèmes DEPHY-EXPE, si les expérimentations donnent globalement de bons résultats concernant la gestion des adventices dans les stratégies « 0 herbicide », on constate que la mobilisation de ces techniques peut engendrer des difficultés (par ex : affaissement des arbres) ayant potentiellement des impacts sur les rendements.

Pour les jeunes vergers où le glyphosate n'est pas utilisé, deux solutions sont possibles : soit le désherbage chimique avec d'autres molécules (choix très restreint) soit le désherbage mécanique. L'installation du verger doit se dérouler dans les meilleures conditions pour éviter des performances négatives dans les années suivantes. Le désherbage mécanique est de ce fait, plus délicat à mettre en place qu'en verger adulte et l'enherbement total est déconseillé car il crée une concurrence dans l'alimentation hydrique et minérale de l'arbre (CTIFL 2018, BIP 2018). Si l'on choisit un désherbage mécanique, le choix d'un porte-greffe à système racinaire pivotant est alors recommandé.

Organisation du travail et compatibilité avec les systèmes d'irrigation

Le fait de réaliser un plus grand nombre de passages mécaniques dans le verger nécessite de repenser l'organisation du travail. Le personnel doit être qualifié et le matériel adapté. Le matériel doit être utilisé avec rigueur et délicatesse pour éviter de blesser les troncs.

Par ailleurs l'irrigation posée au sol est un frein au désherbage mécanique (CAN DEPHY, 2018). Si l'irrigation est au sol et que le matériel risque de l'abimer, le tuyau doit être suspendu avant le passage de l'outil. Une irrigation enterrée ou surélevée permet le passage des outils mécaniques. Installer un verger avec une irrigation suspendue augmente l'investissement en matériel irrigation de 10 à 15% (SERFEL, n.d.). En principe une irrigation au sol peut supporter les matériels suivants : outil rotatif à fils (« Herbanet ») et brosse métallique (CIVAM AGROBIO 47, 2011). Le système « sandwich » est aussi une solution.

Le tableau ci-dessous résume les différents types d'irrigation et les contraintes qui y sont liées.

Tableau 5 : Systèmes d'irrigation et alternatives au désherbage chimique

Système irrigation	Type de vergers	Alternative	Faisabilité	Types de coûts à prévoir
Gravitaire	tous	toutes	oui	aucun
Goutte à goutte posé au sol	palissé	Désherbage mécanique ou enherbement	Remonter les tuyaux sur le palissage	Main d'œuvre (+ éventuellement crochets de suspension)
Goutte à goutte posé au sol	Non palissé	Désherbage mécanique ou enherbement	Installer un palissage léger ou fixer les tuyaux sur le départ des charpentières	Main d'œuvre + palissage léger si besoin (+ éventuellement crochets de suspension)
Goutte à goutte posé au sol	Tous	Bâche	Installer une bâche sur le rang (avec le goutte à goutte sous la bâche)	Coût de la bâche Main d'œuvre
Goutte à goutte posé au sol double rang	tous	Désherbage mécanique ou enherbement	Changement complet de système : Passage au micro-asperseur suspendu	Coût du nouveau système d'irrigation
Goutte à goutte posé au sol double rang	Tous	Bâche	Installer une bâche sur le rang (avec le goutte à goutte sous la bâche)	Coût de la bâche Main d'œuvre
Goutte à goutte suspendu	tous	toutes	oui	aucun
Goutte à goutte enterré	Tous	toutes	oui	aucun
Micro-asperseur suspendu	tous	toutes	oui	aucun
Micro-asperseur au sol	Palissé	Désherbage mécanique /enherbement	Micro-asperseurs suspendus : Remonter sur le palissage Ajouter une masse pour lester les micro-asperseurs	Main d'œuvre Coûts des micro-asperseurs
Micro-asperseur au sol	non palissé	Désherbage mécanique /enherbement	Palissage léger ou suspendre aux charpentières changer les micro asperseurs (idem verger palissé)	palissage main d'œuvre et micro-asperseurs suspendus
Asperseur sous ou sur frondaison	toutes	Désherbage mécanique/ enherbement	Changer le système	Coût d'un nouveau système
Asperseur sous ou sur frondaison	toutes	bâche	Installer une bâche en laissant passer les asperseurs	

Source : élaboration S Drusch, Inra Gotheron

3 Estimation du coût des pratiques de désherbage à partir des données de l'enquête Pratiques Culturelles

3.1 Données et méthodes

Les données utilisées portent sur les opérations sous le rang. Elles concernent le nombre de passages d'herbicides et la quantité d'herbicide utilisée, le désherbage mécanique du rang avec ou sans enherbement (catégories d'outils et nombre de passages). Les variables de description des interventions mécaniques disponibles dans l'enquête sont les suivantes : tonte ou fauchage, désherbage thermique, désherbage mécanique (déchaussage, décavaillonnage, griffage), autres mécaniques (enfouissement, sous solage)

A partir de ces variables nous avons pu identifier les modalités de désherbage sur le rang suivantes :

- Exclusivement chimique
- Mixte (utilisation d'herbicide et travail du sol)
- Enherbement (avec tonte ou fauchage)
- Mécanique (par différents types de travail du sol)
- Sandwich (enherbement et travail du sol)

Tableau 6 : Modalités de désherbage sous le rang (en % des superficie et en nombre d'observations)

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	6% 45	3% 33		69% 370	3% 24
Abricot	6% 37	4% 33		73% 317	5% 22
Cerise	6% 78	10% 142	1% 14	52% 487	8% 43
Prune d'ente	4% 16	7% 39	0% 4	61% 223	7% 36
Autres prunes	3% 23	10% 70	1% 5	71% 299	2% 17
Pommes Sud-Est	8% 77	13% 131	3% 24	51% 403	7% 32
Pommes Sud-Ouest	3% 25	4% 47	0% 9	69% 281	9% 32
Pommes Ouest et reste	6% 42	5% 90	1% 14	71% 435	8% 35

Source : nos calculs d'après PK-SSP, 2015

NB : les cellules grisées correspondent à une modalité présente sur un échantillon comprenant un nombre de parcelles inférieur à 30 et qui ne sont pas retenues dans l'analyse pour des raisons de secret et de fiabilité statistique.

Nous avons ainsi pu caractériser par ces cinq modalités 83% de la superficie de l'échantillon (avec une distinction par espèce et pour la pomme par région. Le reste correspond soit à une absence de réponses (ou une absence de travail du sol) soit à d'autres modalités d'interventions (par ex : herbicide et tonte, pâturage). Pour l'ensemble de l'échantillon, on note que 3% des surfaces utilisent le pâturage comme mode de désherbage, seul ou en association avec des interventions mécaniques ou chimiques et 1,5% d'autres techniques : utilisation de paillage ou mulch.

Nous avons retenu les pratiques les plus représentées, pour lesquelles nous avons calculé les temps de travaux, les coûts des opérations culturales (tracteurs et outils) et les amortissements. Pour l'estimation des temps de travaux, des prix d'achat du matériel et des coûts des opérations culturales (tracteur et outils) nous avons utilisé le document de référence « Coûts des opérations culturales 2018 des matériels agricoles : Un référentiel pour le calcul des coûts de production et le barème d'entraide, 75p » (APCA, 2018)

Nous avons repris de ce document les hypothèses suivantes :

- Un coût horaire de travail de 18 €/heure, correspondant à une rémunération de personnel qualifié.
- Des coûts par heure pour la traction avec les différents types d'outils prenant en compte l'amortissement du tracteur, ses réparations, l'entretien et le carburant.
- Des charges fixes annuelles des outils (calculés sur la base des prix de vente) comprenant les amortissements annuels linéaires, l'entretien et les réparations.

Nous avons fait un certain nombre d'hypothèses spécifiques, en particulier lié au fait que les références de ce barème proposent des matériels « viticulture et arboriculture » pas toujours adaptés au cas spécifique de l'arboriculture. Après discussion avec les professionnels du secteur, nous avons :

- Choisi un matériel type pour les opérations de désherbage mécanique dans le guide APCA (voir liste en annexe)
- Majoré de 25% les coûts d'achat du matériel par rapport aux prix indiqués dans ce document (pour tenir compte de la différence de prix entre matériel viticole et arboricole)
- Calculé les temps de travail par hectare en fonction : 1) de l'écartement des rangs donné dans l'enquête PK nous permettant de calculer la longueur des rangs et 2) d'hypothèses sur la vitesse des matériels :
 - o 6km/h pour la pulvérisation
 - o 3km/h pour le désherbage mécanique sans travail du sol (tonte)
 - o 2km/h pour le désherbage mécanique avec travail du sol (sur ½ rang)
- Nous avons majoré ce temps de 30% pour tenir compte des temps supplémentaires liés aux réglages, nettoyage, etc.

3.2 Résultats

3.2.1 Estimation des coûts des différentes techniques à partir de l'enquête Pk

Les nombres de passages obtenus dans l'analyse de l'enquête PK servent de base aux calculs et le détail (moyennes et écart-types) en est donné dans l'annexe 2

Sur cette base, nos hypothèses permettent de calculer le temps de travail et les coûts à l'hectare (tableaux 7, 8 et 9 ci-dessous). Dans ces trois tableaux seuls ont été calculés les coûts des

modalités dont les observations dans l'enquête PK étaient en nombre suffisant (>30), voir tableau 6.

Tableau 7 : Temps de travail de désherbage sous le rang (en heures par ha)

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	9,2	5,4		2,2	
Abricot	8,3	6,5		2,1	
Cerise	4,5	3,2		1,5	4,1
Prune d'ente		5,1		2,1	4,8
Autres prunes		3,9		2,0	
Pommes Sud-Est	7,2	4,9		2,4	7,8
Pommes Sud-Ouest		5,3		3,0	7,5
Pommes Ouest et autres	9,4	6,5		3,0	6,9
Pommes toutes régions	8,3	5,3	11,9	2,8	7,5

Les temps de travaux qui vont de 1,5 à 3 heures par ha en désherbage chimique sont de 2 à plus de 4 fois supérieur dans les techniques alternatives. Le désherbage mécanique avec travail du sol présente les temps les plus élevés. La densité de plantation explique en grande partie que les temps soient plus faibles en vergers de cerise et prune que dans les autres espèces.

Tableau 8 : Coût du désherbage sous le rang en €/ha (hors amortissements)

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	446	261		95	
Abricot	402	314		94	
Cerise	219	156		56	200
Prune d'ente		246		59	218
Autres prunes		189		75	
Pommes Sud-Est	351	240		124	372
Pommes Sud-Ouest	501	256		140	369
Pommes Ouest et autres	455	317		151	316
Pommes toutes régions	404	258	579	140	354

Les coûts présentés dans le tableau 8 intègrent le coût de la main d'œuvre, le coût de traction qui tient compte du coût horaire tel que donné dans le barème d'entraide APCA (amortissement du tracteur, entretien, carburant) et du temps de travail, et le coût des herbicides. L'amortissement des outils spécifiques de pulvérisation, travail du sol ou fauchage n'est pas pris en compte.

Tableau 9 : Coût du désherbage sous le rang en €/ha (amortissements compris)

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	584	359		152	
Abricot	540	412		151	
Cerise	357	253		113	394
Prune d'ente		343		116	412
Autres prunes		287		132	
Pommes Sud-Est	490	337		180	566
Pommes Sud-Ouest	639	353		197	564
Pommes Ouest et autres	593	414		208	511
Pommes toutes régions	542	356	676	196	548

Dans le tableau 9, l'ensemble des coûts y compris l'amortissement du matériel spécifique à chaque technique est considéré. On observe des coûts relativement plus élevés pour le désherbage avec travail du sol (mécanique) que pour l'enherbement. Les techniques mixtes qui combinent dose réduite d'herbicides et travail du sol ont également un coût élevé.

3.2.2 Le cas de la pomme en agriculture biologique :

Les pommes produites agriculture biologique représentent 6% de la superficie en pommes de l'enquête PK, avec un échantillon de 271 lots enquêtés. Une analyse spécifique des conduites de désherbage pratiquées peut être réalisée. De cette analyse, il ressort (tableau 11 ci-dessous) :

- Concernant les méthodes de désherbage, les méthodes les plus fréquentes sont : le désherbage mécanique avec travail du sol sur 39 % des superficies, l'enherbement et gestion mécanique sur 26%, et une méthode mixte (sandwich) sur 15%.
- On constate que les nombres de passage, temps de travaux et coûts sont globalement supérieurs à ceux observés dans l'ensemble « pommes » de l'échantillon

Tableau 10 Désherbage en verger de pommes AB

	Mécanique	Enherbement	Sandwich
Fréquence (% superficies)	39%	26%	15%
Passages (nombre)			
travail sol	3,24	2,94	2,64
tonte			2,5
Temps de travail	10	6	13
Coût avant amortissement outil	481 €	291 €	633 €
Coût total par hectare	619 €	388 €	731 €

Source : nos calculs d'après enquête Pk-SSP 2015

3.2.3 Estimation du surcoût des alternatives au désherbage chimique :

Les calculs de coûts nous ont permis d'estimer le surcoût entre un désherbage chimique et les alternatives n'utilisant pas d'herbicides chimiques.

Le surcoût est calculé par rapport pour les deux techniques observées : le désherbage avec travail du sol (mécanique) et l'enherbement. Dans le tableau 11 ci-dessous, l'hypothèse H1 correspond aux hypothèses de base considérées dans les calculs présentés jusqu'ici.

L'hypothèse H2 n'intègre pas le supplément de 30% de temps de travail qui avait été pris en compte dans cette hypothèse de base et l'hypothèse H3 n'intègre pas l'augmentation de 25% de la valeur d'acquisition du matériel prise en compte dans H1.

Les cellules grisées correspondent à la modalité la plus fréquente hors désherbage chimique et mixte. On a cependant vu (tableau 7) que souvent, les deux sont présentes avec des fréquences proches. C'est la raison pour laquelle on a fait figurer les deux colonnes pour chaque hypothèse.

Tableau 11 Surcoût des alternatives au désherbage chimique (en €/ha)

	H1		H2		H3	
	Hypothèse de base		Temps de travail "net"		Valeur des matériels barème entraide "net"	
	mécanique	enherbement	mécanique	enherbement	Mécanique	enherbement
Pêche	432	207	378	178	380	173
Abricot	390	261	350	256	358	237
Cerise	245	141	229	130	217	120
Prune d'ente		227		210		207
Autres prunes		155		146		137
Pommes Sud-Est	309	157	290	147	284	138
Pommes Sud-Ouest	443	157	412	148	417	138
Pommes autres régions	385	206	360	193	359	187
Pommes France entière	347	160	324	150	321	141

Le surcoût des alternatives au désherbage chimique s'étend ainsi de 120 €/ha dans le cas le plus favorable, avec une substitution par enherbement et l'hypothèse H3 sur le matériel (avec des résultats comparables de l'ordre de 120 à 140 €/ha pour plusieurs espèces) jusqu'à 432 €/ha pour un désherbage mécanique avec travail du sol, dans l'hypothèse de base (avec des chiffres allant de 350 à 400 €/ha pour plusieurs espèces.)

3.3 Comparaison avec les résultats économiques des exploitations du RICA

Pour comparer le surcoût aux résultats des exploitations arboricoles nous avons retenu comme fourchette la moyenne des surcoûts les plus élevés et les plus faibles : 148 €/ha (enherbement hyp H3) et 388 €/ha (mécanique hyp H1).

Dans le tableau 13 ci-dessous, ces deux valeurs (Min Surcoût et Max Surcoût) sont comparées à différents indicateurs de résultats économiques des exploitations spécialisées en fruits.

Tableau 13 : Surcoût en comparaison des résultats économiques des exploitations de fruits (valeurs moyennes par exploitation de l'OTEX Fruits)

Indicateur	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nombre d'exploitations dans échantillon	336	334	327	324	317	320	331	356
Nombre d'exploitations représentées	7951	7749	7548	7361	7180	7011	7606	7606
Surface agricole utile (SAU) (ha)	31,7	31,7	30,8	32,3	32,1	31,7	31,9	30,75
Surface en vergers (ha)	14,7	15	15	14,9	15,2	15,4	15,2	15,91
Main d'oeuvre totale (UTA)	4,59	4,42	4,26	4,49	4,7	4,63	4,47	4,51
Main d'oeuvre non salariée (UTA)	1,69	1,49	1,46	1,49	1,49	1,45	1,53	1,45
Consommations intermédiaires (k€)	88	87,62	89,95	98,4	102,74	101,93	103,7	104,56
Dépenses en Produits phytosanitaires (k€)	12,07	11,67	11,71	12,47	12,74	12,76	12,98	12,05
Valeur ajoutée (VAHF) (k€)	99,66	111,18	115,74	122,47	118,87	130,15	130,2	125,65
Excédent brut d'exploitation (k€)	54,14	63,29	72,96	70,47	60,78	76,15	81,34	76,62
Résultat courant avant impôts (k€)	28,93	36,31	45,61	42,58	31,35	46,32	52,38	47,78
Produits Phytosanitaires (€/ha)	381	368	380	386	397	403	407	392
CI/ha (€)	2776	2764	2920	3046	3201	3215	3251	3400
Valeur ajoutée (VAHF) (€/ha)	3144	3507	3758	3792	3703	4106	4082	4086
EBE/ha (€)	1708	1997	2369	2182	1893	2402	2550	2492
RCAI/ha (€)	913	1145	1481	1318	977	1461	1642	1554
Min Surcoût % VAHF	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Min Surcoût % EBE	9%	7%	6%	7%	8%	6%	6%	6%
Min Surcoût % RCAI	16%	13%	10%	11%	15%	10%	9%	10%
Max Surcoût % VAHF	12%	11%	10%	10%	10%	9%	10%	9%
Max Surcoût % EBE	23%	19%	16%	18%	20%	16%	15%	16%
Max Surcoût % RCAI	42%	34%	26%	29%	40%	27%	24%	25%

Source : Nos calculs d'après Réseau d'information comptable agricole 2010 à 2017, exploitations spécialisées en Fruits et autres cultures permanentes

Les données du RICA nous permettent d'avoir une vue d'ensemble des résultats économiques des exploitations productrices de fruits. Avec un verger de 15 ha sur une SAU de 32 ha, les exploitations arboricoles se caractérisent par des niveaux de charges élevées, dominées par les postes de main d'œuvre et les amortissements. Les dépenses en phytosanitaires bien qu'importantes en valeur absolue pèsent relativement peu dans les coûts de production.

Pour mesurer l'impact sur les exploitations du surcoût des alternatives non-chimiques, nous avons utilisé trois indicateurs de résultats économiques : la Valeur Ajoutée, l'Excédent Brut d'Exploitation (EBE) et le Revenu Courant avant Impôt (RCAI). Le premier (VAHF) mesure la valeur de la production dégagée par l'exploitation agricole dont on déduit les consommations intermédiaires (hors fermages). Les deux autres sont des indicateurs de revenu, brut ou net. L'Excédent Brut d'Exploitation mesure le résultat de l'activité de production après paiement de l'ensemble des charges. Le Revenu Courant, indicateur de gestion comptable, tient compte

de la dotation aux amortissements et du résultat financier (voir les définitions précises sur <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/reseau-d-information-comptable/>).

Les exploitations arboricoles dégagent en moyenne, sur la période 2010-2017, et sur les différentes productions fruitières, une Valeur Ajoutée de 3772€/ha, un Excédent Brut d'Exploitation de 2200 €/ha et un Revenu Courant avant Impôt de 1311 €/ha.

Le surcoût que représente la substitution du désherbage mécanique au désherbage chimique peut être rapproché des résultats économiques des exploitations. Il représente ainsi de 4 à 12% de la Valeur ajoutée et 6 à 20% de l'EBE et de 9% à 42% du RCAI, selon les années et les hypothèses.

CONCLUSION

S'il est largement pratiqué, notamment en agriculture biologique, et fait l'objet de travaux d'expérimentations par plusieurs organismes de R&D, le désherbage mécanique en vergers (avec ou sans enherbement) reste difficile à maîtriser.

Les surcoûts que nous avons estimés à l'aide des données de l'enquête Pratiques Culturelles de 2015 confirment les résultats publiés par les instituts techniques et organismes professionnels sur le sujet, et montrent l'importance des surcoûts rapportés aux différents indicateurs de performance économique.

En premier lieu, on remarque que les résultats obtenus dans l'enquête Pratiques Culturelles, en termes de nombre observé d'interventions culturelles (passages d'outils mécaniques) sont plutôt dans la limite inférieure de ce qui est généralement avancé dans les publications professionnelles. Cependant, les écarts-types observés montrent bien qu'il existe une variabilité importante dans ces pratiques (et qu'elle est plus grande qu'en désherbage chimique).

Nos hypothèses pour le calcul des coûts à l'hectare se situent en revanche dans la fourchette haute (vitesse des outils, temps de travail de réglage, rémunération de la main d'œuvre, valeur d'achat des matériels...). Il existe, notamment en arboriculture, beaucoup d'agriculteurs qui construisent ou adaptent des matériels eux-mêmes diminuant ainsi considérablement les investissements nécessaires. (voir par exemple <https://www.latelierpaysan.org/Arboriculture-87>). On peut aussi considérer que notre hypothèse de 30% de temps de travail supplémentaire (pour tenir compte de la difficulté de maîtriser les techniques) pourrait être réduit (passé la phase transitoire d'apprentissage).

Par manque de sources suffisamment validées scientifiquement, nous n'avons pas estimé les coûts engendrés par l'adaptation ou la modification du système d'irrigation qui sont nécessaires lorsque celui-ci n'a pas été installé dès le début dans la perspective d'un mode de désherbage mécanique. Nos observations permettent de penser que ces surfaces concernent une partie importante des vergers (égale à l'ensemble des surfaces irriguées par aspersion et une partie des surfaces irriguées par goutte à goutte et micro-jet, voir la figure 5 du rapport).

De même l'impact sur le rendement et la qualité des fruits qui peut provenir des blessures des racines des arbres lors du passage d'outils mécaniques est très fréquemment signalé par les professionnels et nous n'en avons pas tenu compte. Si cette baisse de production se situait à environ 5% de la production, comme ceci est cité dans différents documents, alors la baisse de chiffres d'affaires par ha, en serait grandement affectée.

A la différence de la vigne, qui est biologiquement une liane, les arbres fruitiers n'ont pas la capacité à modifier leur système racinaire une fois que celui-ci est installé. Il n'y aura donc pas de compensation de la production au fil des années, même si la modification de l'intensité d'éclaircissage, de l'alimentation hydrique et azotée pourrait pour partie l'atténuer.

La situation des jeunes vergers est différente. En effet, on peut envisager que le choix du porte-greffe, choisi pour avoir un système racinaire plus profond, et la localisation des tuyaux d'irrigation conduisent à n'avoir aucun effet sur la production et une très forte réduction des incidences sur les temps et coût de travail. Comme la durée de vie des vergers est limitée, plus courte que celle d'un vignoble et beaucoup plus courte que ne le permettrait la longévité naturelle des arbres, le renouvellement du verger, et les aides potentielles pour accompagner ce renouvellement, seront de nature à atténuer l'impact de la sortie du glyphosate.

La question de la possible valorisation par l'arboriculteur de la non-utilisation d'herbicides par des prix plus élevés, via par exemple une signalisation au consommateur, se pose. C'est évidemment le cas en Agriculture Biologique (voir résultats DEPHY-EXPE dans Labeyrie et al. 2018). Dans les autres cas, cela dépend largement des marchés de destination des produits. Mais on peut penser que l'importance de l'exportation (qui représente de l'ordre de la moitié du marché de la pomme ou de la noix) ou la concurrence d'autres pays européens sur le marché national (pour l'abricot ou la pêche) limitent les marges de manœuvre des producteurs sur cet aspect. La question de la distorsion de concurrence vis-à-vis des autres pays européens, ayant encore accès au glyphosate se pose alors avec acuité.

Références bibliographiques

AGRESTE, 2008. Enquête sur la structure des vergers en 2007 (No. 198).

APCA, 2018. Coûts des Opérations Culturelles 2018 des matériels Agricoles.

BIP, 2018. Conduite du Prunier d'Ente en agriculture biologique dans le Sud-Ouest.

CAN DEPHY, 2018. Le glyphosate dans le réseau DEPHY FERME : état des lieux des usages, des freins et des alternatives, Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto.

CIVAM AGROBIO 47, 2011. Guide technique sur le matériel d'entretien du sol en arboriculture bio.

CTIFL, 2018. Synthèse des méthodes alternatives au glyphosate en production fruitières et légumières.

DRAAF Rhône-Alpes, 2014. Guide sur des pratiques alternatives aux produits phytosanitaires. Arboriculture - Grandes cultures - Maraîchage - Viticulture.

Hardy, A., 2019. Techniques alternatives au désherbage chimique en arboriculture fruitière, Projet Friendly Fruit.

Labeyrie, B., Sagnes, J.-L., Dubreuil, N., Kreiter, P., Millan, M., Plénet, P., Simon, S., Zavagli, F., Rougier, M., Emonet, E., Longis, S., Brun, V., 2018. Réseau DEPHY EXPE : Synthèse des résultats à l'échelle nationale - filière Arboriculture, Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto.

Reboud, X., Blanck, M., Aubertot, J.-N., Jeuffroy, M.-H., Munier-Jolain, N., Thiollet-Scholtus, M., 2017. Usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française (Rapport Inra à la saisine No. Ref TR507024).

SENURA, 2018. Entretien du rang. Des alternatives au désherbage chimique.

SERFEL, n.d. Les alternatives au désherbage chimique.

Sud Arbo, 2013. Alternatives au désherbage chimique des arbres fruitiers.

Annexe 1 : Poids des superficies en glyphosate

	Glyphosate : % de superficie traitée par rapport à la superficie totale de la région	Glyphosate : Poids de la région en % de superficie traitée totale
Alsace	52%	1%
Aquitaine	74%	20%
Bourgogne	49%	0%
Bretagne	44%	0%
Centre	82%	3%
Haute-Normandie	43%	0%
Île-de-France	44%	0%
Languedoc-Roussillon	57%	11%
Limousin	76%	3%
Lorraine	61%	2%
Midi-Pyrénées	82%	14%
Nord-Pas-de-Calais	39%	0%
Pays-de-la-Loire	80%	8%
Picardie	97%	1%
Poitou-Charentes	93%	2%
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	58%	15%
Rhône-Alpes	75%	19%

Nos calculs Pk-SSP 2015

	% des surfaces recevant du glyphosate	Poids de l'espèce dans les surfaces recevant du glyphosate
Abricot	72%	15%
Cerise	67%	8%
Pêche	67%	11%
Pomme	67%	43%
Prune	76%	22%

Nos calculs d'après Pk-SSP 2015

Annexe 2

Nombre de passages et quantités d'herbicides utilisés

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	3,55	3,12		2,23 passage 2,87 quantités	
Abricot	3,33	3,91		2,12 passage 3,17 quantités	
Cerise	2,21	2,36		1,50 passage 2,75 quantités	1,52 meca 1,53 pass.herbi 1,84 quant.herbi
Prune d'ente		3,85		2,08 passage 1,23 quantités	1,47 meca 2,89 pass.herbi 0,98 quant.herbi
Autres prunes		2,74		2,00 passage 2,54 quantités	
Pommes Sud-Est	2,33	2,39		2,40 passage 3,12 quantités	1,65 meca 2,56 pass.herbi 2,47 quant.herbi
Pommes Sud-Ouest		2,54		2,97 passage 2,29 quantités	1,31 meca 3,33 pass.herbi 3,08 quant.herbi
Pommes Ouest et autres	2,81	2,94		3,03 passage 2,38 quantités	1,11 meca 2,91 pass.herbi 1,82 quant.herbi
Pommes toutes régions	2,63	2,52	2,36 tonte 2,18 meca	2,81 passage 2,62 quantités	1,37 meca 2,95 pass.herbi 2,44 quant.herbi

Annexe 2

Nombre de passages et quantités d'herbicide utilisées

Moyenne (écart-type)

	Mécanique	Enherbement	Sandwich	Chimique	Mixte
Pêche	3,55* (1,98)*	3,12 (1,68)		2,23 Passage (1,04) 2,87 quantités	
Abricot	3,33 (2,06)	3,91 (3,29)		2,12 Passage (1,41) 3,17 quantités	
Cerise	2,21 (1,40)	2,36 (1,26)		1,50 Passage (0,78) 2,75 Quantités	1,52 Meca (1,40) 1,53 pass.herbi (0,79) 1,84 quant.herbi
Prune d'ente		3,85 (1,93)		2,08 Passage (1,05) 1,23 Quantités	1,47 Meca (0,89) 2,89 pass.herbi (1,44) 0,98 quant.herbi
Autres prunes		2,74 (1,37)		2,00 Passage (1,09) 2,54 quantités	
Pommes Sud-Est	2,33 (1,62)	2,39 (1,41)		2,40 Passage (1,08) 3,12 Quantités	1,65 Meca (0,94) 2,56 pass.herbi (1,20) 2,47 quant.herbi
Pommes Sud-Ouest		2,54 (1,30)		2,97 Passage (1,34) 2,29 Quantités	1,31 Meca (0,87) 3,33 pass.herbi (1,29) 3,08 quant.herbi
Pommes Ouest et autres	2,81 (1,62)	2,94 (1,56)		3,03 Passage (1,42) 2,38 Quantités	1,11 Meca (0,55) 2,91 pass.herbi (1,21) 1,82 quant.herbi
Pommes toutes régions	2,63 (1,56)	2,52 (1,44)	2,36 Tonte (1,19) 2,18 Meca (1,82)	2,81 Passage (1,30) 2,62 Quantités	1,37 Meca (0,81) 2,95 pass.herbi (1,25) 2,44 quant.herbi

* : Les chiffres du tableau se lisent ainsi : Le nombre moyen de passages d'outils mécaniques en « Pêcher-désherbage mécanique avec travail du sol » est de 3,55 avec un écart-type de 1,98. L'écart-type évalue la dispersion des valeurs de l'échantillon considéré autour de la moyenne : le nombre moyen d'interventions mécaniques varie donc entre 1,57 et 5,53.

Annexe 3 : Matériels

Outil	Prix d'achat	Réparation €/ha	Amortissement €/an	debit de chantier (h/ha)
Tondeuse VL avec satellite	10613	1,80 €	1 516,14 €	1,25 €
Intercep et Brosse 1 rang 2 tetes/2 x 1/2 rang	12625	4,70 €	1 803,57 €	3,00 €
Lame de binage 1 rang 2 tetes/2 x 1/2 rangs	1700	4,70 €	242,86 €	3,00 €
Rampe désherbage cuve + rampe rangs D & G	6212,5	0,40 €	887,50 €	1,43 €

NB : par rapport au barème APCA qui concerne des matériels destinés à la viticulture, les modèles « arboriculture » sont en général de 20 à 25% plus chers parce que le porte outil est renforcé et la barre de déport est allongé. Pour en tenir compte, nous avons augmenté les prix de 25% par rapport aux prix du document APCA.

NB2 : choix des outils travaillant sur 1 demi-rang, plutôt que sur 2 demi-rangs (en tenant compte des observations de Hardy 2019)

Tracteur spécialisé Arboricole 4 RM avec cabine confort	Prix d'achat	Réparation €/heure	Carburant €/heure	Pneus €/heure	Huile €/heure	Charges Fixes €/an	Charges Fixes €/heure
	40 000 €	1,45	4,37	0,42	0,26€	2500 €	8,33 €
Amortissement sur 10 ans			Coût total tracteur en €/heure	14,83 €	Utilisation Annuel en heures	300	

