

Compte-rendu d'essai

Abricotier 2023 Entretien du sol sur le rang (Projet PAFTAGAF)

Date : Décembre 2023

Rédacteur(s) : CHAMET Christophe

Essai rattaché au Projet PAFTAGAF

Titre de l'action : Action 2 / Comparaison technique, économique et environnementale de la couverture des rangs face aux stratégies de désherbage classique et optimisation de ces moyens de gestion.

1. Thème de l'essai

Recherche de méthodes alternatives au désherbage chimique pour l'entretien du sol sur le rang de plantation, en fruits à noyau.

2. But de l'essai

Juger de l'intérêt agronomique et économique de l'utilisation de toile tissée pour l'entretien du sol sur le rang de plantation, ceci en comparaison d'un entretien par désherbage chimique. Une modalité avec entretien du sol mécanique a été rajouté en début de 4^{ème} année.

Mesurer l'incidence sur le contrôle des adventices, la vigueur et l'état sanitaire des arbres, leur mise à fruit et leur production, ainsi que toute autre incidence possible.

3. Facteurs et modalités étudiés

3 modalités sont comparées :

- 1) témoin, avec entretien du sol par désherbage chimique
- 2) Toile tissée, mis en place sur le rang de plantation
- 3) Travail mécanique du sol (mis en place à partir de la 4^{ème} année = 2019)

4. Matériel et Méthodes

- **Matériel Végétal** : L'essai est mené sur la variété Sandicot cov plantée en 2016 (3 février) en œil dormant sur porte-greffe pêcher Montclar®. Arbres conduits en gobelets multi-charpentières à 5.5m x 2.5m
- **Site d'implantation** : Sefra Etoile
- **Dispositif expérimental** :

Essai en blocs, avec 4 répétitions et des parcelles élémentaires de 11 arbres (soit 151m²)

- **Observations et mesures :**

Variables mesurées : Vigueur des arbres, production (quantité et qualité), problèmes sanitaires éventuels, coût des différentes techniques (matériel, produits, main d'œuvre). Incidence sur l'humidité du sol (relevés tensiométriques).

- **Conduite de l'essai :**

- Le désherbage chimique sur le témoin et le complément éventuel sur la partie toile tissée sont réalisés à l'appareil grand travail (tracteur).

La stratégie de désherbage sur la partie témoin, consiste en l'application de produits anti-germinatifs et complément à l'aide de produits foliaires quand nécessaire, avec une largeur désherbée de 50% de l'entre-rang à la plantation, puis de 40% et enfin de 33% depuis 2022.

- La toile tissée de 130gr/m² a été mise en place le 30 mars 2016, avec 2 bandes de 1.05m de large, de part et d'autre du rang d'arbre. Les toiles sont fixées au sol par des agrafes (fer en U), à raison de 6/arbres ; plus quelques grosses pierres se trouvant à proximité.

Des compléments herbicides ont dû être faits en 1^{ère} année, sur la partie de bordure entre la toile et l'enherbement. Ils ont été faits à l'appareil grand travail, mais avec une largeur retenue de 20% de l'entre-rang.



- Le désherbage mécanique mis en place à partir de la 4^{ème} année est réalisé à l'aide de disques (buttage) ou de disques motorisés (débuttage) et une herse rotative Rinieri depuis 2023.



Les trois modalités reçoivent chaque année les mêmes niveaux d'irrigation et la même fertilisation pour un total en 2023 de 129N, 15 P, 148 K et 20 MgO, en 2023.

- **Traitement statistique des résultats** : par analyse de variance avec le logiciel Statbox

5. **Résultats détaillés (Rappel depuis plantation)**

Modalité toile tissée

Coût d'installation en 1^{ère} année (rappel)

	Coût €/ha
Toile tissée	1836
Petit matériel	302
Main d'œuvre de pose	460
Coût total	2598

Le coût d'installation de la toile tissée peut être estimé à 2600 euros/ha, avec le temps de pose. Cet investissement de départ doit être amorti sur plusieurs années. Les toiles sont données pour une durée de vie de 10 ans par leur fabricant.

Coût complémentaire de l'entretien du sol en 1^{ère} année

Le développement d'adventices en bordure de la toile peut devenir problématique en 1^{ère} année. Les plantes prennent racines à l'extérieur de la toile et s'étendent jusqu'à recouvrir la toile.



Figure 1 : Situation au 18/07 /2016 Figure 2 : Situation au 2/08/2016

En 1^{ère} année, un complément de désherbage (2 passages mi juin et début août) a dû être fait sur une bande étroite (estimée à 20% de l'entre-rang) située entre la toile et l'enherbement.

	Coût €/ha
Coût en produits	43
Coût passage (m.o.)	35
Coût traction	35
Coût total	113

Des levées d'herbes (Ray grass) sur la toile ont été constatées en fin de saison, avec des racines qui traversent la toile.



Coût complémentaire de l'entretien du sol en 2ème année

Aucune intervention n'a été faite. Lors du fauchage de l'enherbement sur l'entre-rang, un satellite permettait de couper les herbes situées en lisière de toile. La toile était cependant recouverte d'adventices rampantes, comme les renouées, mais qui prenaient racines à l'extérieur.



Figure 3 : Situation au 1/06/2017



Figure 4 : Situation au 1/03/2017



Figure 5 : Renouée des oiseaux et toile



Figure 6 : Situation au 15/10/2017

Quelques adventices prennent racines au dessus de la toile, comme déjà vu en fin de 1^{ère} année. Cela reste pour l'instant marginal.

Modalité témoin

Coût d'entretien

L'entretien du sol par désherbage a demandé 1 passage avec un anti-germinatif en décembre 2016, puis 2 interventions avec des produits foliaires (mi juillet, mi septembre).

	Coût €/ha
Coût en produits	128
Coût passage (m.o.)	52
Coût traction	53
Coût total 2^{ème} année	232
Coût total 1 & 2^{ème} année	646



Figure 7 : Situation au 7/06/2017



Figure 8 : Situation au 15/10/2017

La flore est constituée de renouées, pourpier, érigeron, séneçon, laiteron et quelques graminées estivales.

Situation en 3^{ème} année (2018)

Toile tissée

En 3^{ème} année, la présence d'adventices sur la toile est de plus en plus importante (germination de graines au-dessus de la toile et traversée de la toile par les racines) et a nécessité un arrachage manuel de ces herbes le 4 mai (32h/ha).

Désherbage par herbicides

Comme en 2017, des anti-germinatifs ont été positionnés en janvier (cela augmente le coût, mais permet de varier les matières actives). Sur des arbres jeunes, où la lumière rentre beaucoup, la pression en adventices est importante. De plus les anti-germinatifs restants, présentent des inefficacités

Trois passages complémentaires avec des produits foliaires ont été effectués en juin et août.

	Coût €/ha
Coût en produits	241
Coût passage (m.o.)	69
Coût traction	70
Coût total	380

La toile tissée permet évidemment de mieux contrôler les adventices, mais le rang n'est toutefois pas très propre. On arrive à 30% de salissure à la mi-juin (soit à la récolte) et même 50% en fin de saison.



Figure 5 : Situation au 15 avril et au 3 mai



Figure 6 : Situation au 21 juillet et 6 août

Situation en 4^{ème} année (2019)

Introduction d'une modalité d'entretien mécanique (disques de buttage et débutage, fraise). Ceci sur des arbres qui avaient été conduits en désherbage chimique depuis plantation.

Toile tissée

En 4^{ème} année, on note toujours des levées d'adventices sur la toile. Un arrachage manuel de ces herbes a été fait le 2 mai (24h/ha). Ces herbes ne représentent pas une concurrence alimentaire importante pour les arbres, mais elles constituent des « ponts » pour les forficules (gros problème en abricotier).

Désherbage par herbicides

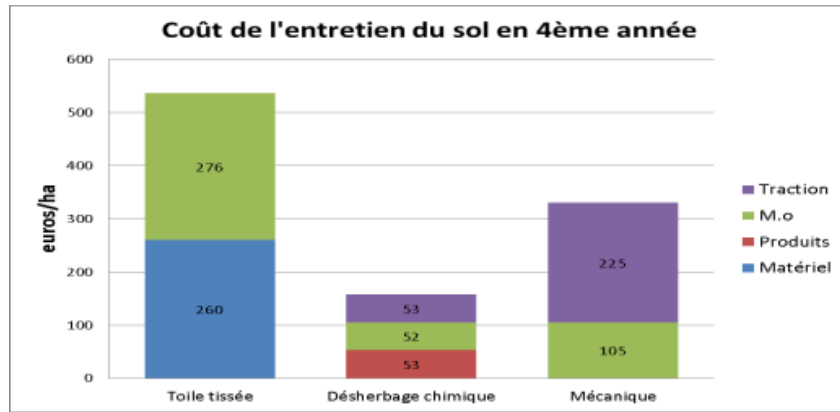
En 4^{ème} année, aucun produit anti-germinatif n'a été utilisé. Ce qui diminue le coût d'entretien. Trois applications ont été réalisées les 2 mai, 26 août et 8 octobre, avec des produits à base de sulfosate, glyphosate et pyraflufen-ethyl. Avec une dominante d'érigeron en été, l'efficacité de ces produits a été moyenne. Problème rencontré avec le manque de matières actives homologuées, et donc la sélection de certaines adventices, voire la possibilité de résistance.

Désherbage mécanique

Quatre interventions ont été faites les 18 avril, 14 juin, 31 juillet et 4 septembre, en alternant buttage et débutage du sol. Le résultat est très intéressant en termes de contrôle des adventices, en effectuant 2 aller-retours par rangée (1.5h/ha pour butter et 2.5h/ha pour débutter). A signaler que l'irrigation est de type microjets pendulaires.

Situation 1 mois avant récolte (Toile / Herbicides / Mécanique) :

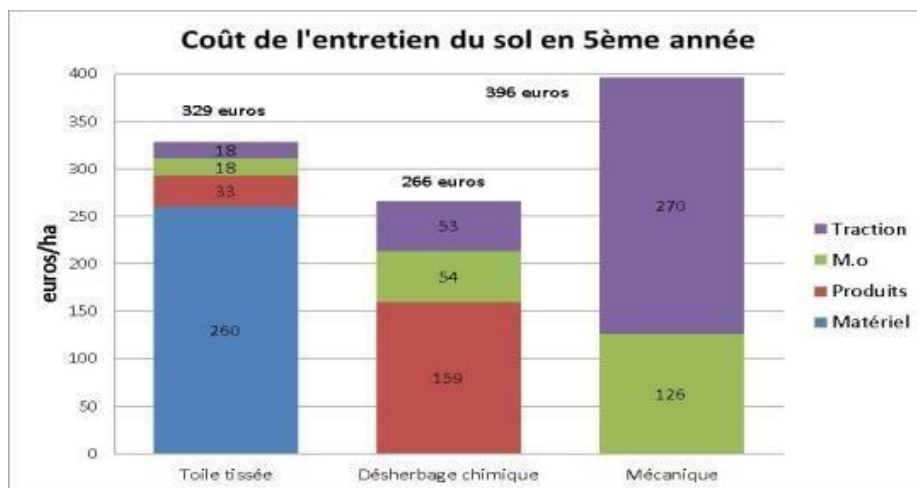




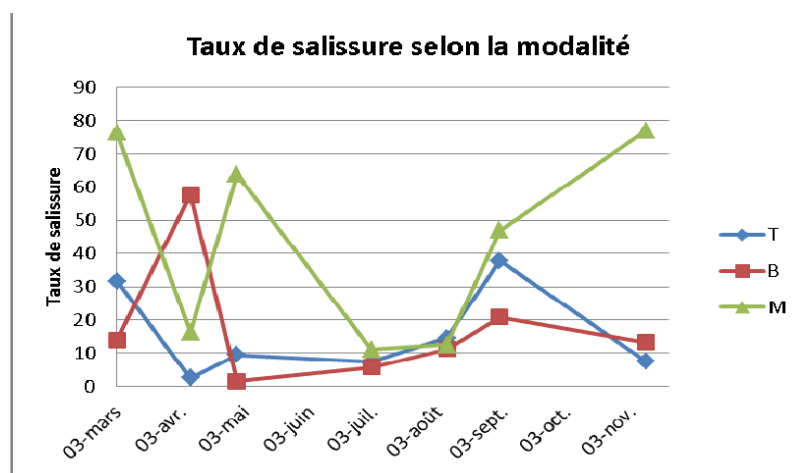
En 4^{ème} année, l'entretien du sol sur le rang avec la toile tissée a un coût 3 à 4 fois supérieur au désherbage chimique. Le coût de l'amortissement de la toile, plus l'entretien annuel dépasse les 500 euros/ha. L'entretien par travail du sol a un coût intermédiaire (330 euros/ha).

Situation en 5^{ème} année (2020)

Coûts des programmes en 5^{ème} année :



Suivi du taux de salissure sur la saison



La flore est à dominante Erigeron, Laiteron, Pourpier, Séneçon et Ray Grass

La modalité mécanique est toujours la plus « sale » ; avant les passages de machine

Pour la partie témoin désherbage chimique, des produits anti-germinatifs ont été repositionnés en début de saison (Elysium/Devrinol+Guild), en particulier pour contenir les érigerons. Ceci a augmenté le coût de l'entretien, comparé à 2019, et au même niveau que 2018. Deux passages complémentaires ont été nécessaires dans la saison (2,4D le 7 mai et Sulfosate le 6 octobre).

La quantité de produit de type « glyphosate » a été de 1240g/ha

Les levées d'herbes au travers de la toile nécessitent toujours un entretien. En 2020, un complément herbicide (Guild le 7 avril) a été effectué, contrairement aux années précédentes (passage manuel). Le coût est donc inférieur aux années précédentes.

Quant à l'entretien mécanique, le coût est légèrement supérieur à 2019, avec 5 passages de disques (buttage ou débattage)

Situation en 7^{ème} année (2022) :

(aucun suivi en 6^{ème} année (2021) : absence de financement et gel important)

Pour la partie avec la toile tissée, un balayage a été réalisé en janvier, afin d'éliminer les déchets végétaux qui s'accumulent et permettent la levée des graines d'adventices. En l'absence de moyens mécaniques, celui a été réalisé manuellement pour 30h/ha

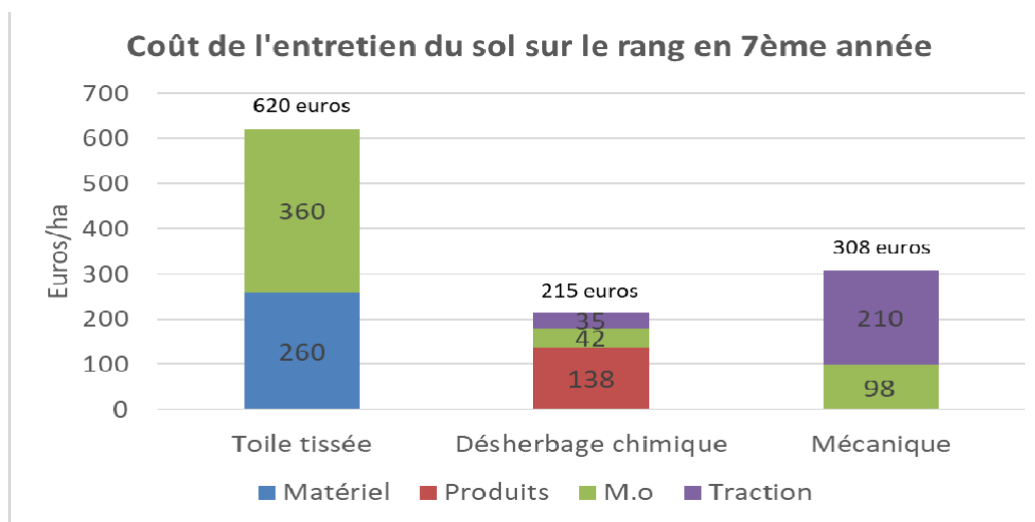
Pour la partie désherbage chimique, une application d'anti-germinatifs a été faite fin décembre 2021, avec un mélange des produits commerciaux Elysium et Devrinol. Un produit foliaire (Spotlight) a été rajouté. La très bonne efficacité a permis de rester « propre » jusqu'à début septembre, où un glyphosate a été fait.

La partie mécanique n'a nécessité que 4 passages cette année-là.

Désherbage herbicides		Toile tissée		Travail du sol	
Date	Dose/ha en plein	Date	Intervention	Date	Intervention
23/12/2021	Elysium 1l+Devrinol 6l+Spotlight 1l	03-janv	Balayage	03-mars	Buttage
22-sept	Chardol 1,6l			26-avr	débattage
				11-juil	Buttage
				24-sept	débattage

Le produit Elysium, fait en fin d'année 2021, a très bien contenu les érigerons.

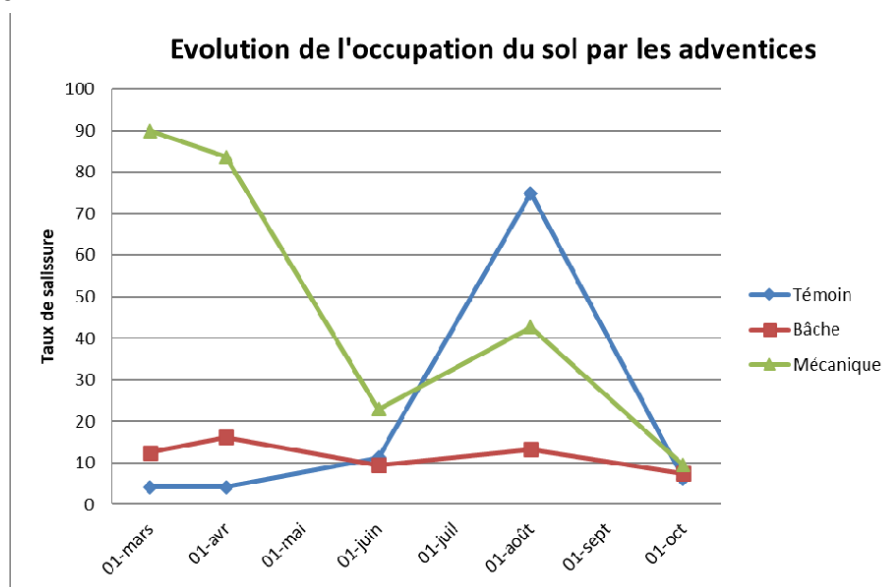
Les conditions très sèches de 2022, combinées à une irrigation modérée (faible charge en fruits) ont limité les levées d'adventices et facilité leur contrôle.



L'entretien par désherbage chimique reste toujours le moins onéreux. La toile tissée est la plus coûteuse, avec un amortissement de la mise en place élevé et un entretien nécessaire (balayage en 2022).

Contrôle des adventices

Après le balayage de début janvier, la partie avec la toile tissée est la modalité qui est restée la plus propre. La partie Témoin/Désherbage chimique est restée très propre jusqu'à la fin des récoltes.

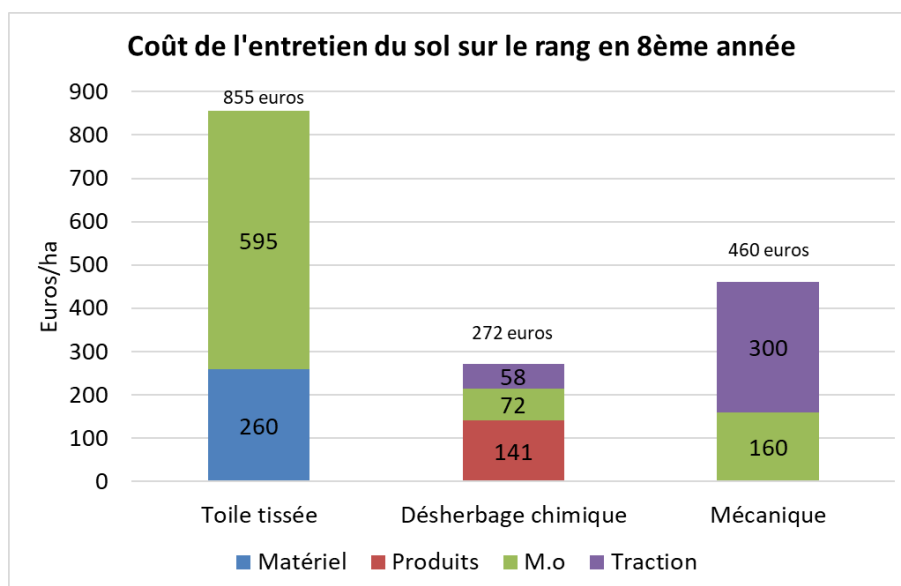


Situation en 8^{ème} année (2023) :

Programmes réalisés et coûts

Pour la partie avec la toile tissée, une intervention d'arrachage d'herbes (manuelle) a été réalisée fin mars. Peu d'adventices (ray grass essentiellement), mais déjà bien développées. Pour la partie désherbage chimique, une application d'anti-germinatifs a été faite en février, avec un mélange des produits commerciaux Elysium et Devrinol. Un produit foliaire (Spotlight) a été rajouté. La bonne efficacité a permis de rester « propre » jusqu'à début juin, où un glyphosate a été fait. Le produit Elysium a très bien contenu les érigerons. Son retrait devrait entraîner un problème insoluble de contrôle de cette adventice. La partie mécanique a nécessité que 5 passages.

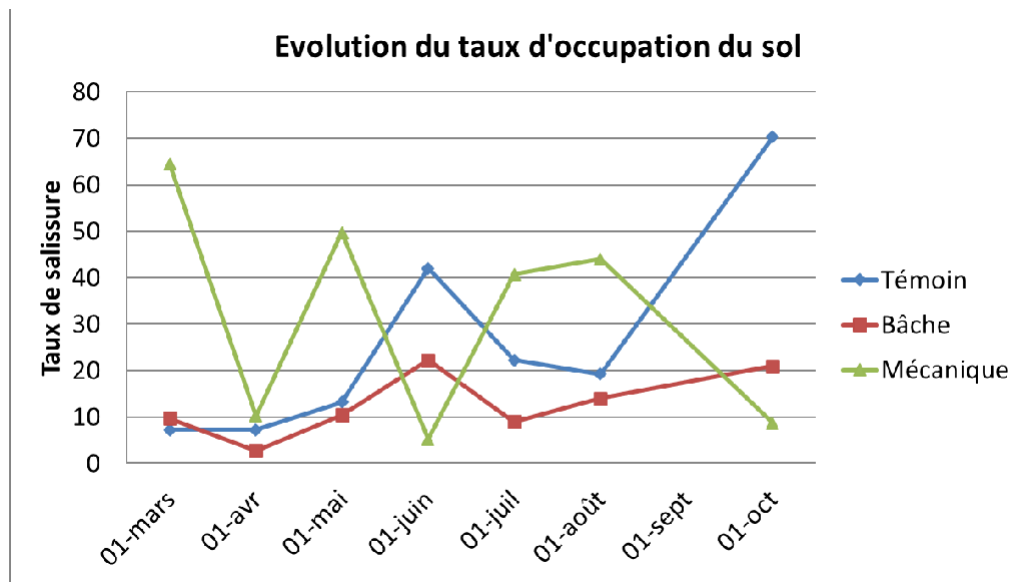
Désherbage herbicides		Toile tissée		Travail du sol	
Date	Dose/ha en plein	Date	Intervention	Date	Intervention
14-févr	Elysium 1l+Devrinol 6l +Spotlight 1l	30-mars	arrachage herbes	29-mars	Buttage
21-juin	Glyphosate 416g/ha de m.a.			04-mai	débuttage
11-oct	Glyphosate 356g/ha de m.a.			12-juin	Buttage
				25-août	débuttage
				27-sept	Herse Rinieri



Avec le coût d'amortissement de la toile tissée, et les 50h/ha consacrées à l'arrachage manuel des adventices, le coût de cette technique est encore élevé cette année. L'amortissement avait été calculé sur 10 ans ; il était acquis maintenant que la durée de vie de la toile ne sera pas supérieure.

Contrôle des adventices

Sur le témoin, les herbicides anti-germinatifs ont décroché courant mai, soit 45 jours avant la récolte, avec la problématique de la création de « ponts » permettant le passage des forficules (gros problème sur abricots) sur les arbres. Les principales adventices étaient le laiteron, le seneçon, l'érigeron, et le ray-grass, ainsi que des vivaces comme le lierre. Une application à base de glyphosate au 20 juin a permis de contrôler la situation, renouvelée en fin de saison, où la flore était beaucoup plus variée.



Sur la bâche tissée, le nettoyage fait fin mars a été efficace, mais doit être renouvelé chaque année (soit balayage, soit arrachage, soit complément herbicide). D'autant plus que celle-ci commence à se déchirer par endroit, permettant la levée d'herbes.

Le travail mécanique du sol permet d'avoir une situation assez propre toute la saison (même si ici, manque des relevés juste avant passage qui aurait traduit des situations plus « sales »). Le problème étant la difficulté à atteindre le pied de l'arbre, et contrôler les quelques herbes pouvant servir de « ponts » pour les forficules. A noter que la flore est plus diversifiée que sur le témoin « herbicides ». On y retrouve aussi du géranium, du gaillet, du mouron, du pourpier, de la véronique...

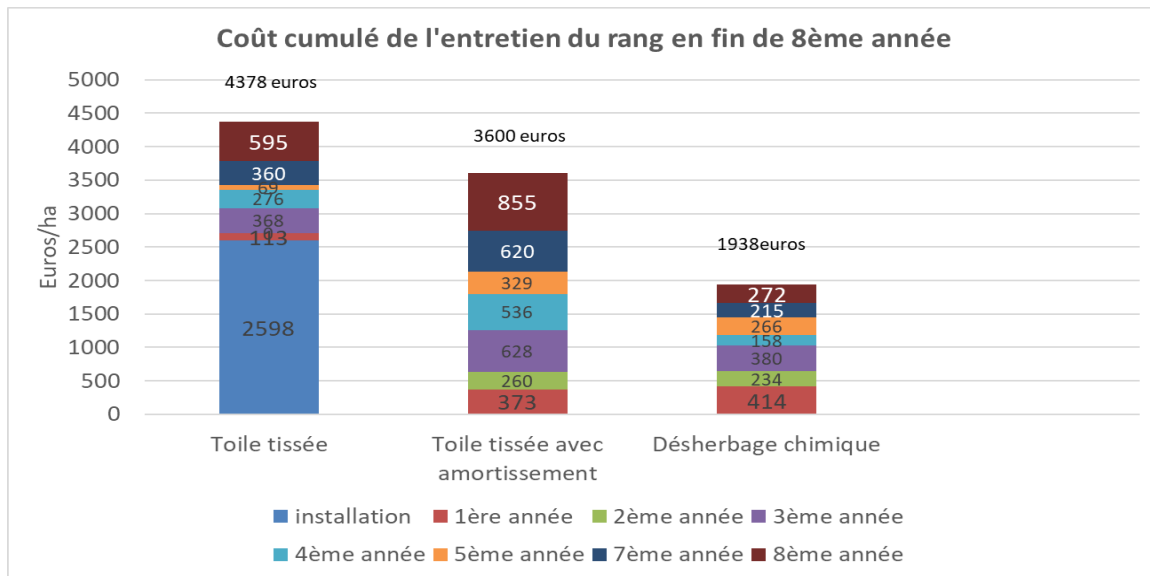


Bâche déchirée en sortie d'hiver et situation en mars

Coût cumulé depuis plantation

Le coût avec la toile tissée est présenté selon deux modes de calcul, en intégrant annuellement (amortissement sur 10 ans) ou pas l'investissement de départ.

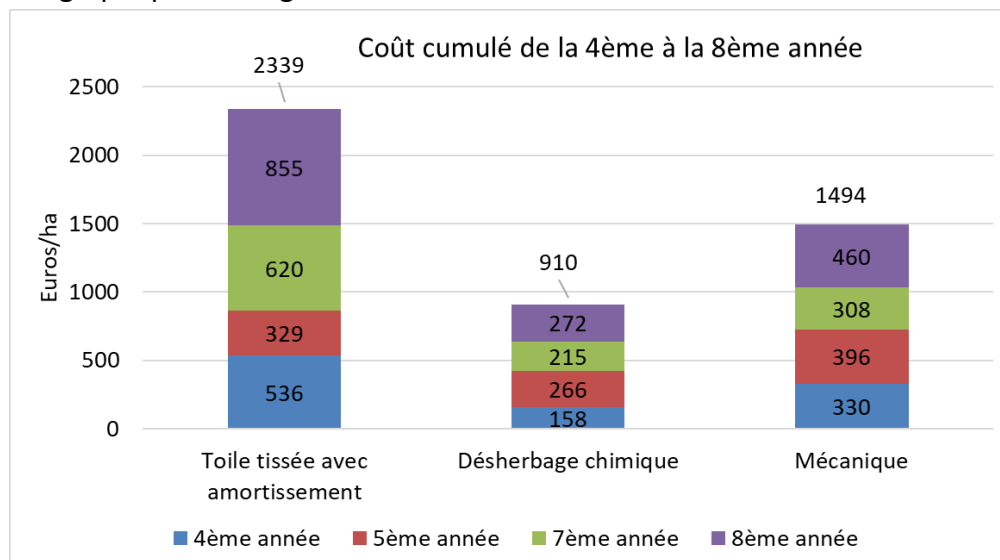
L'entretien mécanique n'a pas été reporté dans le 1^{er} graphique. Cette modalité n'ayant pas débuté depuis la plantation.



Le coût de l'entretien du sol par la toile tissée restera à apprécier en fonction de sa durée de vie (qui pourra dépendre du type de sol sur lequel a été installé la toile) mais on peut dire que cette technique va s'avérer beaucoup plus chère qu'un entretien par herbicides.

Le coût d'installation élevé et la nécessité d'intervenir annuellement pour contrôler des adventices qui arrivent à passer au travers de cette toile, en sont la raison. Des outils tractés (de balayage notamment) pourront diminuer le coût de l'entretien complémentaire annuel ; mais cela restera plus cher.

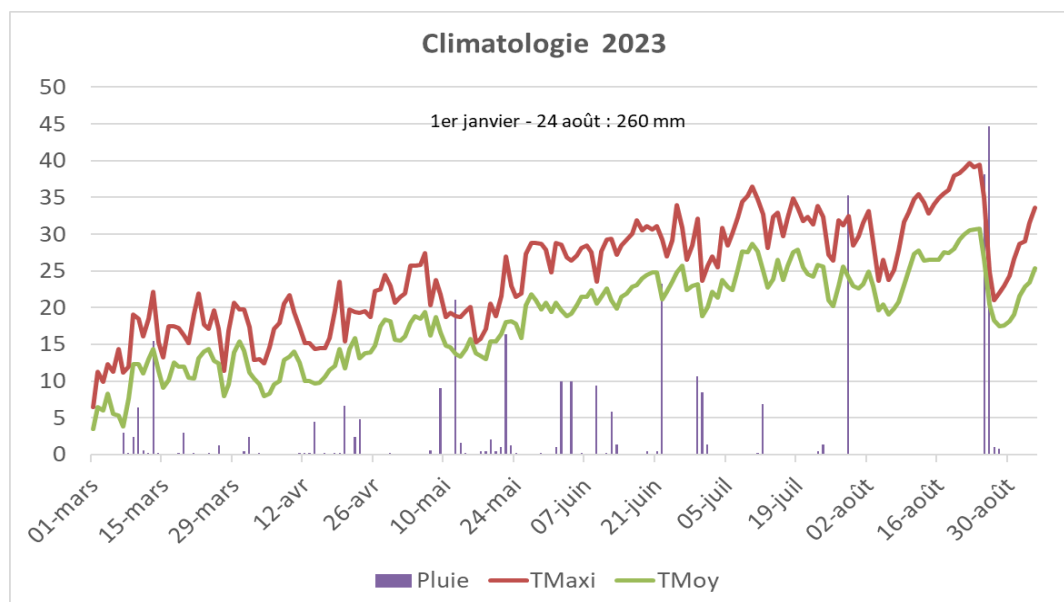
Sur ce 2^{ème} graphique sont figurés les coûts des 3 modalités sur les 4 dernières années :



On peut voir que l'entretien mécanique a un coût intermédiaire aux deux autres modalités, et s'avère être donc moins cher que la toile tissée.

Suivi de l'état hydrique du sol par tensiométrie

Conditions climatiques de la saison 2023 :

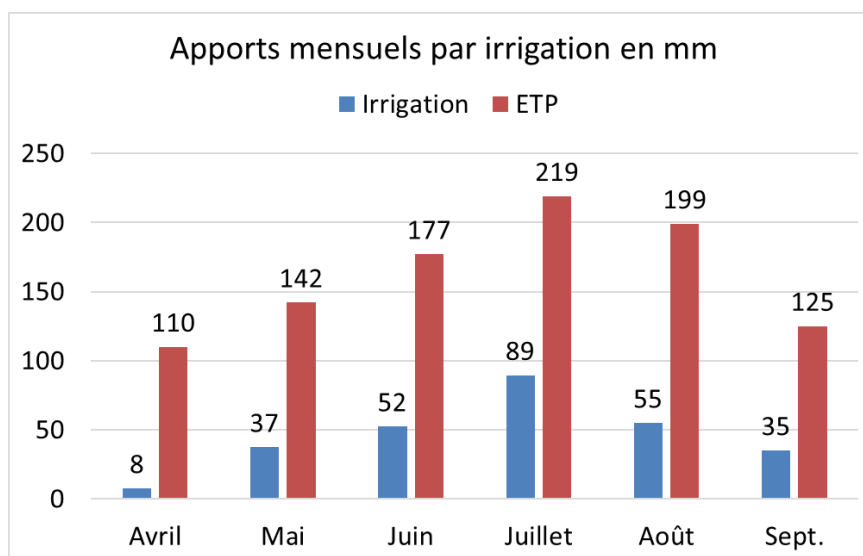


Une nouvelle année sèche (comme 2022), donc moins favorable aux levées d'adventices au printemps. Avec une récolte importante, les niveaux d'irrigation ont été plus élevés qu'en 2022, favorisant ainsi les levées d'herbes à partir de mai, sous les microjets.

Les pluies ont toutefois été fréquentes, en particulier en mai et juin, mais de faibles intensités

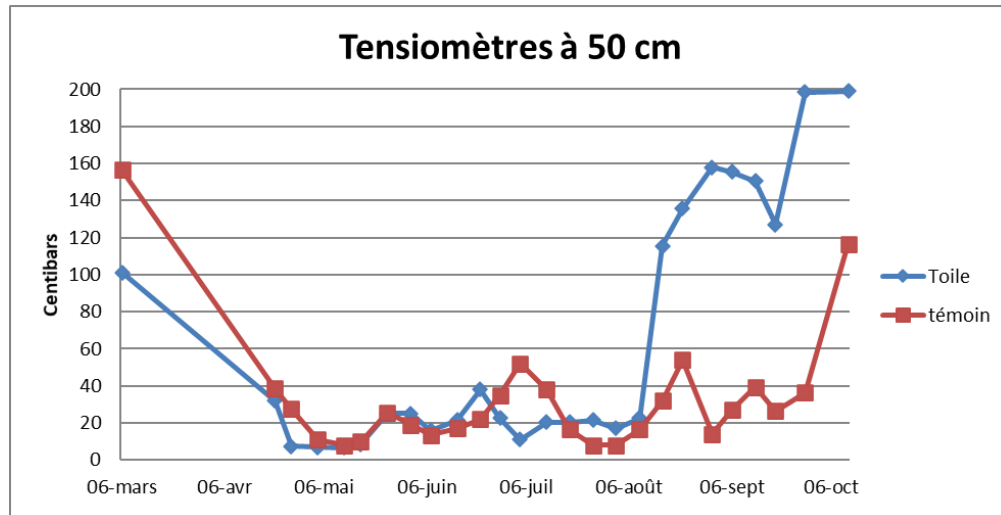
L'ETP relevé de début mai (début de l'irrigation) jusqu'à la fin de la récolte a été de 537mm.

Les apports par irrigation ont été de 277 mm sur la saison, dont 190 mm jusqu'à la fin de la récolte.



Les apports par irrigation de mai jusqu'à la fin septembre ont représenté 28% de l'ETP.

Des tensiomètres positionnés à 30 et 50 cm ont été mis en place sur les modalités témoin et toile tissée. Suite à un dysfonctionnement, seules les valeurs à 50cm sont présentées ci-dessous.



Les relevés indiquent donc un état hydrique du sol assez faible pour les deux modalités (Toile et témoin) en sortie d'hiver. Puis, avec le démarrage de l'irrigation et quelques pluies, les tensions se sont situées à des niveaux confortables et comparables pour les 2 modalités jusqu'à la fin des récoltes. Après récolte, l'irrigation a été restreinte et on peut constater un dessèchement plus important (et inexplicable) sous la toile.

Depuis le début de l'essai, nous n'avons jamais constaté d'effet positif de la toile sur le maintien de l'humidité du sol.

Incidence sur la vigueur des arbres

En fin de 3^{ème} année, on notait un léger effet dépressif de la toile tissée (252mm de circonférence de troncs, contre 258mm au témoin), mais l'écart n'était pas significatif du point de vue statistique.

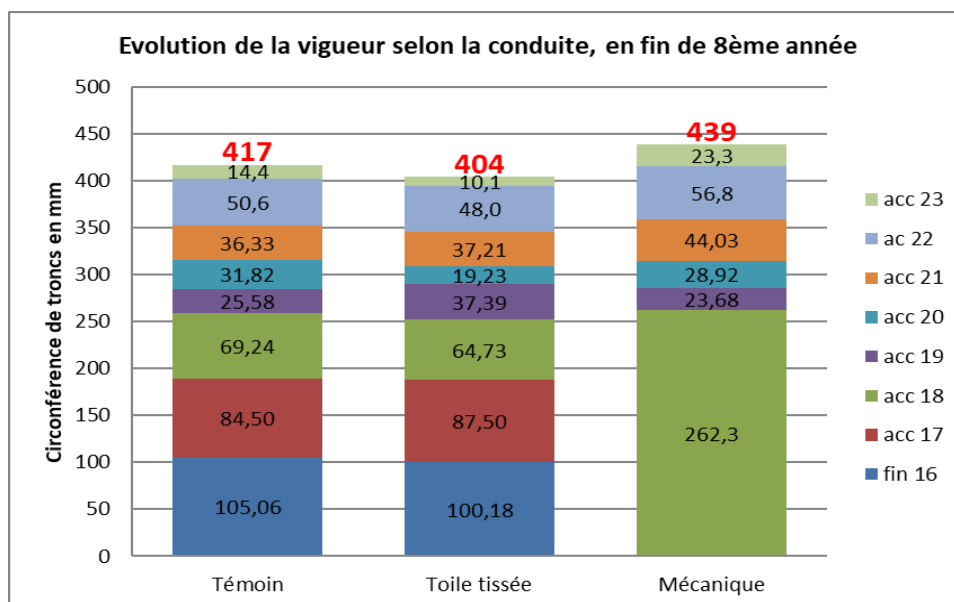
En 4^{ème} année (2019), on avait pu constater que les arbres sous la bâche avaient eu un accroissement significativement supérieur ($p=0.04$) à la partie témoin. La charge en fruits légèrement inférieure, en était sans doute l'explication.

En 5^{ème} année (2020), on a pu constater à nouveau un accroissement plus important sur la partie témoin, s'expliquant sans doute par une charge en fruits plus faible. Les phénomènes d'alternance de production vont sans doute influencer sur la vigueur annuelle de chaque modalité. Les écarts ne sont pas significatifs.

On peut penser que l'efficacité de la fertilisation a été moins bonne les 1^{ères} années et meilleure à partir de la 3^{ème} année. Les deux premières années, les apports se faisant manuellement au pied des arbres, une partie de l'engrais peut rouler et fondre loin des racines, avec la bâche. À partir de la 3^{ème} année, une partie des apports sont réalisés par ferti-irrigation, et le système racinaire plus développé des arbres, doit leur permettre d'aller chercher des éléments à l'extérieur de la toile.

En fin de 8^{ème} année on constate désormais que les vigueurs sont très proches entre le témoin chimique et la toile tissée, et non différentes du point de vue statistique.

La partie en travail mécanique du sol, qui a débuté en 2019 (après un entretien identique au témoin chimique les 1^{ères} années), a eu une croissance d'arbre qui a été légèrement supérieure en 2021 et 2022. En 2023, cette modalité confirme encore sa croissance supérieure, mais de façon significative (Test de Newman-keuls à 5%), avec peut être un effet de la charge en fruits des arbres, légèrement inférieure aux autres modalités.



Incidence sur la production

Production en 8^{ème} année

La récolte s'est déroulée du 13 au 31 juillet en 5 passages, pour les trois modalités. Après plusieurs années perturbées par les gelées, 2023 a été une année de pleine production.

	Désherbage chimique	Toile tissée	Mécanique
Nb de fruits/arbre	871	909	731
Poids total kg/arbre	61,9	63,3	57,3
Ecart kg/arbre	3,5	2,2	3,2
Pmf g	74	71	80
T/ha commercialisable	38,78	42,28	35,06
T/ha total	45,02	46,01	41,65

Calibres en %

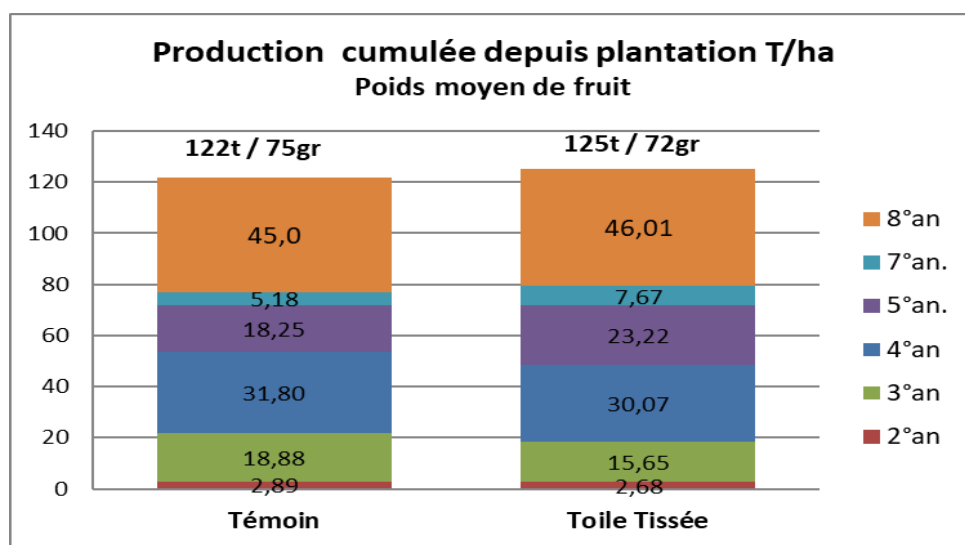
6A et +	2%	1%	5%
5A	20%	8%	21%
4A	25%	29%	27%
3A	29%	41%	33%
2A	19%	18%	13%
A	4%	2%	2%
% cat1	80%	88%	80%
Fermeté Durofel	79	81	80
IR % Brix	13,3	13,2	13,4

La charge en fruits était inférieure sur la modalité mécanique, avec logiquement un poids moyen de fruit supérieur. Mais les écarts ne sont pas significatifs du point de vue statistique. La production la plus importante est cette année sur la partie toile tissée, mais sur aucun critère on ne relève de différences significatives.

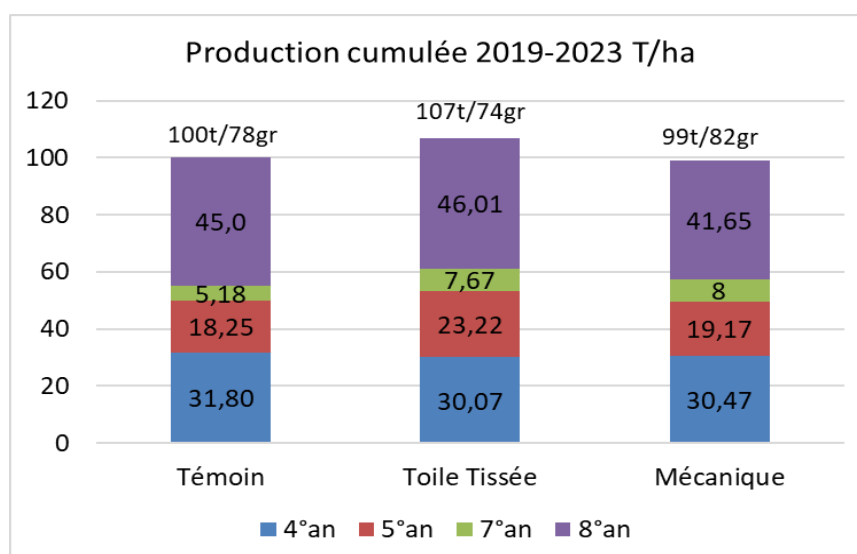
Production cumulée (depuis plantation)

La modalité toile tissée a eu une entrée en production plus lente (due à la moins bonne pousse des arbres) mais rattrape la modalité témoin, depuis la 5^{ème} année. Il n'y a donc plus d'incidence du mode d'entretien du sol sur le rang, sur la production.

Après le fort gel de 2021 (aucune production), la production a à nouveau été très affectée par des gelées en 2022 (7^{ème} année). Cette 8^{ème} année ne modifie donc pas les résultats cumulés de production.



Pour la production des arbres dans la partie entretenue par travail mécanique du sol, un comparatif peut être fait depuis 2019 (démarrage de la modalité mécanique).



Ces 4 années de suivi (manque 2021 pour cause de gel) montrent des niveaux de production assez similaires. La modalité mécanique a le même niveau de production cumulée que le témoin. Un peu moins de production qu'avec la toile tissée, mais des calibres un peu supérieurs. En résumé, pas d'incidence significative pour l'instant.

6. Conclusions de l'essai

Les premières années d'étude ont permis de chiffrer le coût d'installation d'une toile tissée positionnée sur le rang de plantation, en alternative au désherbage chimique. Le coût sera plus élevé ; on peut l'estimer au double. Sachant que la durée de vie de la toile va être d'environ 10 ans. Ici, en 8^{ème} année, des déchirements sont constatés.

Cette technique ne dispensera pas d'un désherbage complémentaire, en bordure de toile les 1^{ères} années, toutefois une faucheuse d'enherbement équipée d'un satellite par exemple, peut permettre de contenir efficacement cette partie, comme ce fut le cas ici en 2^{ème} et 3^{ème} année. La gestion des adventices qui lèvent sur la toile (des graines sont susceptibles de germer au-dessus, et de prendre racines au travers de la toile) sera plus problématique. Cela va nécessiter un entretien annuel au-dessus de la toile (balayage mécanisé des détritiques, arrachage manuel des herbes, complément herbicides), avec donc un coût additionnel.

Sans que les écarts n'aient été très importants, la toile tissée a entraîné une légère perte de vigueur et de production, les premières années. En 5^{ème} année, les niveaux de vigueur et production sont devenus proches, et ne se différencient plus maintenant. La production a été fortement perturbée par les dégâts de gel en 2021 et 2022, sans créer de biais au niveau de l'essai.

Côtés positifs, la réduction ou la suppression d'herbicides, peut-être la réduction des apports en eau, les moindres besoins en personnel (tracteuriste) en saison, et la diminution des passages d'engins (incidence sur le bilan carbone).

Par ailleurs, la toile tissée n'a pas montré d'effet favorisant sur les campagnols (pourtant présents sur la parcelle) ou le chancre bactérien (vu avec un mulch à base de BRF, dans un précédent essai Sefra).

La modalité travail du sol sur le rang a été implantée depuis 5 ans. Son coût sera assurément supérieur à l'entretien par désherbage chimique, mais inférieur à l'utilisation de la toile tissée. Les inconvénients sont de nombreux passages/an (5 à 6), avec donc un besoin en tracteuriste (qualifié), des risques de blessure des troncs, et une usure du matériel importante (donc temps de réparation à prévoir).

L'entretien du sol sur le rang uniquement par herbicides (comme il est pratiqué ici en témoin) est donc une référence en termes de coût. Mais il va être très difficile à maintenir, avec le retrait progressif de la plupart des matières actives, et la résistance de certaines adventices comme l'érigeron. Les anti-germinatifs encore homologués sont d'une rémanence faible et n'ont pas un spectre complet. Même en cas de maintien, le glyphosate sélectionne une flore qui devient résistante à ce produit.

Aucune alternative ne paraît donc satisfaisante et toutes vont entraîner une augmentation du coût de production.

Le Président de la SEFRA

B. DARNAUD