Tomate plein champ
2013
ESSAI DESHERBAGE MECANIQUE

Date : 15/01/2014
Rédacteur(s) : Angèle CASANOVA, Henri CLERC, Invenio.
Essai rattaché à l'action n° : 18.2012.05
Titre de l'action : Gestion globale des adventices en cultures légumières par des stratégies mécanique et agronomique pluriannuelles.

1. Thème de l'essai

Trouver des stratégies de désherbage fiables, rentables et durables est à ce jour une nécessité pour répondre aux exigences des politiques environnementales et pour pallier à l'apparition de résistance aux herbicides de certaines adventices. Après un inventaire du matériel déjà existant et sur une culture de tomate industrie, différents itinéraires seront comparés.

2. But de l'essai

Tester l'impact de différentes techniques de désherbage sur :
1) Le développement des monocotylédones et des dicotylédones en cours de culture.
2) La nature et la taille de la flore adventice avant récolte.
3) Le rendement et la rentabilité technico-économique obtenus pour chaque stratégie de désherbage.

3. Matériel et méthodes

- Essai réalisé en station à Sainte-Livrade-sur-Lot (47).
- Essai à 1 facteur et à 6 modalités.

31) Modalités testées :

Facteur 1 : Traitement désherbant
M0 : Témoin non désherbé.
M1 : Désherbage chimique localisé sur le rang (Cursus 60g/ha maxi en 2 ou 3 passages) + désherbage thermique.
M2 : Désherbage chimique localisé sur le rang (Cursus 60g/ha maxi en 2 ou 3 passages) + désherbage mécanique.
M3 : Désherbage mécanique guidé avec outils rotatifs sur le rang.
M4 : Désherbage chimique de toute la surface tel qu'il est pratiqué par les producteurs avec Racer à 2 l en pré plantation (+ Métriphar 70WG à 0.25 l/ha) + Cursus en post plantation 60g/ha maxi en 2 ou 3 passages + Trend 90 0.1 l/ha.
M5 (en bordure) : modalité 3 sans guidage pour vérifier le risque sur perte de plantes.

32) Conduite de l'essai :

Cet essai est conduit en s'appuyant sur la méthode CEB n° 209.

→ Voir itinéraire technique et détail de la conduite en annexe.

33) Le dispositif expérimental :

Le dispositif est un dispositif à bloc de Fisher à 3 blocs.

On dispose de 12 parcelles élémentaires au départ de 88 m² (55 m x 1,6 m). Le témoin de 4m de long est inclus dans chaque rang d'essai et est évolutif pour connaître l'efficacité de chaque passage. A ces 12 parcelles élémentaires s'ajoute une parcelle de type démonstration visant à évaluer l'impact du non guidage sur la qualité du désherbage (voir plan détaillé).

34) Plan détaillé de l'essai

Chimique localisé + thermique	Chimique localisé + mécanique	Desherbage mécanique guidé	Desherbage chimique seul	Chimique localisé + mécanique	témoin1	Irrigation (desherbage chimique)	Desherbage chimique seul	témoin1	Desherbage mécanique guidé	Desherbage chimique seul	Chimique localisé + thermique	Chimique localisé + mécanique	Desherbage mécanique non guidé
4	4	4		4	2			2					
3	3	3		3	3			3					
2	2	2		2	4			4	Chimique localisé + thermique				
témoin1	témoin1	témoin1	Desherbage chimique seul	témoin 1	Desherbage mécanique guidé				4		4	4	
									3		3	3	
									2		2	2	
									témoin1		témoin1	témoin1	
Jaune	orange + rubalise	Bleu	Orange	orange + rubalise	Bleu	orange	orange	jaune	bleu	orange	jaune	orange + rubalise	Blanc

Témoin non désherbé
Modalité 1 : Désherbage chimique localisé sur le rang (Cursus 60 g / ha maxi en 2 ou 3 passage) + désherbage thermique sur la butte et les passe-pieds
Modalité 3 : Désherbage mécanique guidé avec outils rotatifs sur le rang avec guidage
Modalité 4 : Désherbage chimique de toute la surface tel qu'il est pratiqué par les producteurs avec Racer à 2 l/ha en pré plantation (+ Métriphar 70WG à 0.25l/ha) + Cursus en post plantation 60g/ha maxi en 2 ou 3 passages + Trend 90 0,1 l/ha
Modalité 5 : Désherbage mécanique guidé avec outils rotatifs sur le rang sans guidage

35) Calendrier des applications et traitements :

- La cadence des traitements est déterminée par une observation bihebdomadaire du nombre d'adventices et de leur stade. Le stade 2 feuilles vraies est défini comme critique pour l'application du désherbage quelque soit sa nature. On privilégie un désherbage au stade filaments-cotylédons étalés. Le stade de l'adventice prime sur leur nombre. En effet, une intervention peut être réalisée même avec une faible pression d'adventice si leur stade est proche du stade critique (2 feuilles vraies). La règle de décision tient également compte des prévisions météorologiques à venir.

→ Voir détails des applications en annexe dans l'itinéraire technique ou paragraphe « 36 », Résumé des interventions ».

36) Les contrôles et mesures :

361) Efficacité sur en cours de culture :

Après chaque intervention de désherbage sur la zone venant d'être désherbée et sur le témoin de la précédente intervention sur une placette de 0,125 m² par répétition :

- Nombre de monocotylédones et de dicotylédones / m² sur le rang, la butte et la pente de passe-pied et expression de l'efficacité de chaque passage.
- Evaluation des dégâts aux cultures (nb de plantes détruites) sur la modalité mécanique non guidée.

362) Efficacité avant récolte :

Avant la récolte sur trois placettes de 0,125 m² :

- Composition détaillée de la flore de chaque témoin non traité (nature et nombre / m²).
- Evaluation visuelle du taux de recouvrement de chaque espèce d'adventices sur les zones ayant subies le plus grand nombre d'interventions (zone du dernier passage).
- Efficacité globale finale.
  La formule employée dans le calcul de l'efficacité du programme de traitement est la suivante :

% efficacité Abbott's = (Valeur témoin – Valeur produit) / Valeur témoin * 100

- Temps d'intervention.
- Coûts des intrants (gaz, estimation consommation de carburants…).
- Estimation du rendement par prélèvement de trois placettes de cinq plantes par répétition.

37) Analyse statistique

Si la pression des adventices est suffisante, les variables observées sont analysées à l'aide d'une ANOVA en comparant la référence chimique avec les autres modalités.

38) Résumé des interventions :

Variété de tomate de transformation : Perfect Peel.

Date	13-mai	27-mai	31-mai	04-juin	05-juin	11-juin	12-juin	13-juin
Traitements désherbage M1				Chimique Cursus sur rang	Thermique			Chimique Cursus sur rang
Traitements désherbage M2		Binage		Chimique Cursus sur rang + Binage				Chimique Cursus sur rang + Binage
Traitements désherbage M3		Binage		Binage				Binage
Traitements désherbage M4	Chimque Racer				Chimique Cursus			Chimique Cursus
Traitement de couverture							Traitement mildiou ChampFlo 3 l / ha + Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris	
Notations M1						x		
Notations M2		x				x + notation du 31 mai à refaire car changement protocole		
Notations M3		x				x + notation du 31 mai à refaire car changement protocole		
Notations M4		x				x + notation du 31 mai à refaire car changement protocole		

Date	17-juin	20-juin	25-juin	27-juin	28-juin	22-juil	25-juil	05-août	22-août	02-sept

Traitements désherbage	M1	Thermique		
	M2			Binage
	M3			Binage
	M4			

Traitement de couverture		Traitement mildiou Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris		Traitement mildiou Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris	Traitement mildiou Dithane neotech 2 kg / ha / En plein avec Paris	Traitement mildiou Galben M 2 kg / ha + Ranman top 0,5 l / ha / En plein avec Paris	Traitement mildiou Rémiltine 2,5 kg / ha + Ranman top 0,5 l / ha / En plein avec Paris

Notations	M1	x	x						x	x
	M2	x	x		x				x	x
	M3	x	x		x				x	x
	M4	x							x	x

4. <u>Résultats détaillés</u>

41) Notations en cours de culture :

411) Dégâts mécaniques

Aucun dégât mécanique entrainant la mort d'un plant n'a été observé lors de l'emploi des doigts Kress sur le rang en guidé ou non guidé.
Des dégâts dus à des brûlures de plants ont été cependant observés dans la modalité chimique+thermique. La présence d'un seul carter de protection de la flamme ne semble pas suffisante. Par ailleurs, rappelons que les conditions climatiques du printemps 2013 n'ont pas été favorables à l'utilisation du désherbage à l'aide d'une flamme. En effet, lors des périodes sans pluie, un vent faible à fort était présent rendant l'application de cette méthode très délicate voir impossible, le vent entraînant les flammes vers les plantes.

412) Impact du désherbage sur les populations d'adventices

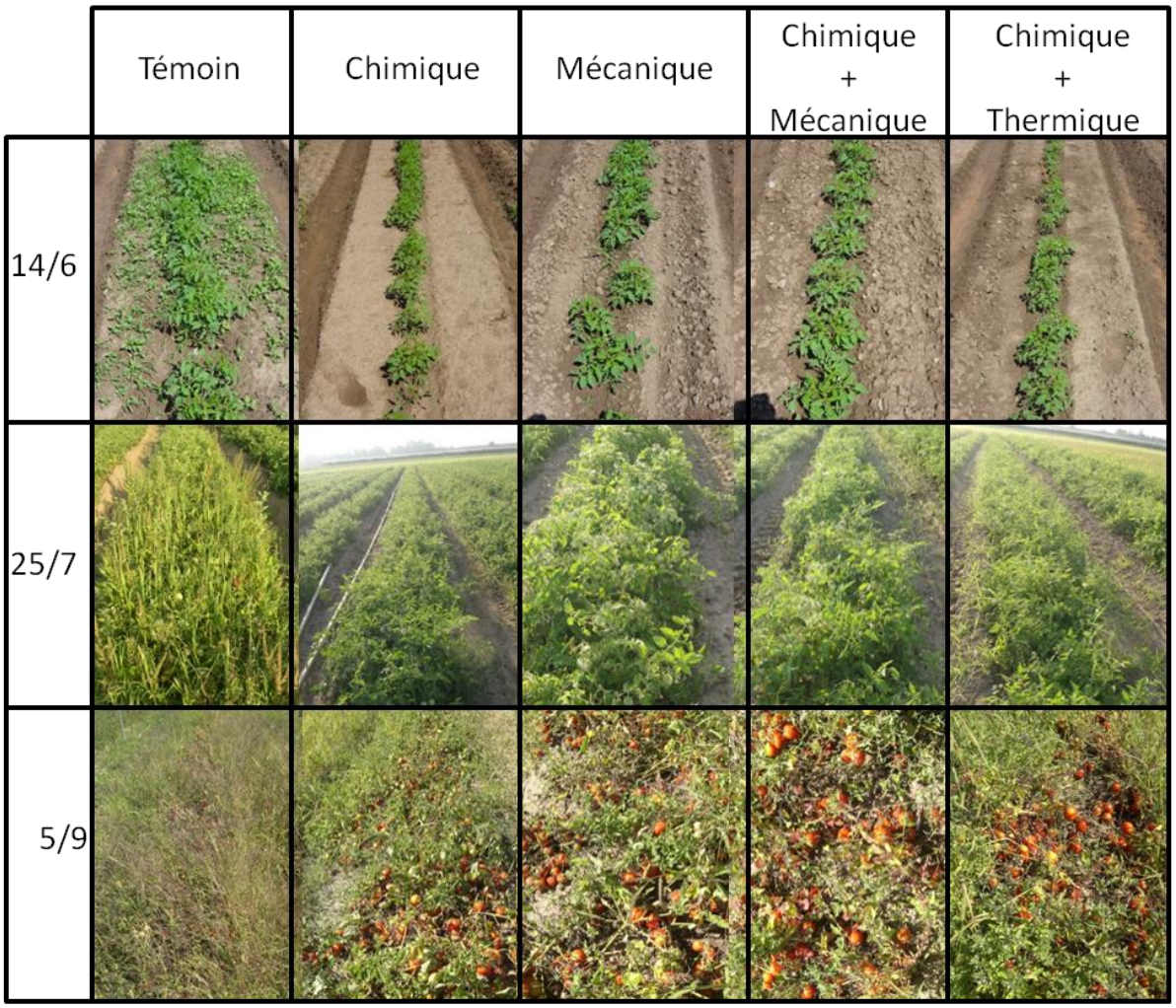


Figure : Synthèse photographique de la cinétique de développement des adventices en fonction de la stratégie de désherbage et de la date.

Commentaire :
La grande hétérogénéité entre les placettes d'observations étudiées en cours de culture n'ont pas permis d'obtenir des résultats exploitables sur les observations d'efficacité de chaque passage « d'outils ».

42) Notations à la récolte :

421) Composition de la flore des témoins avant la récolte

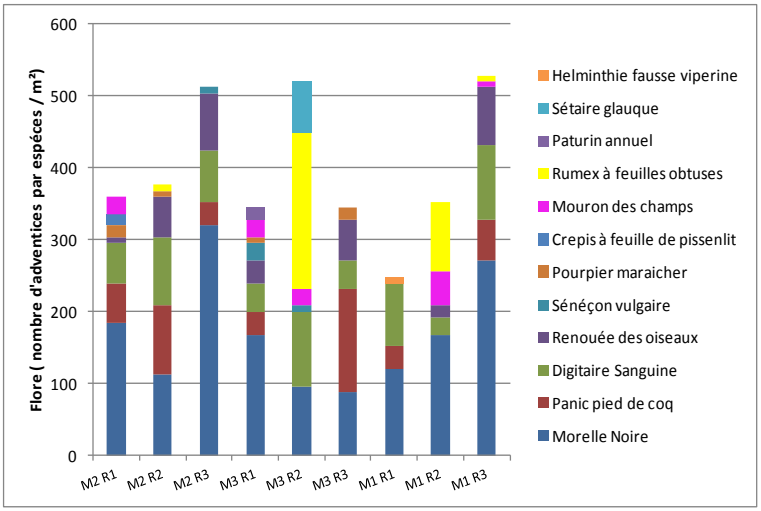


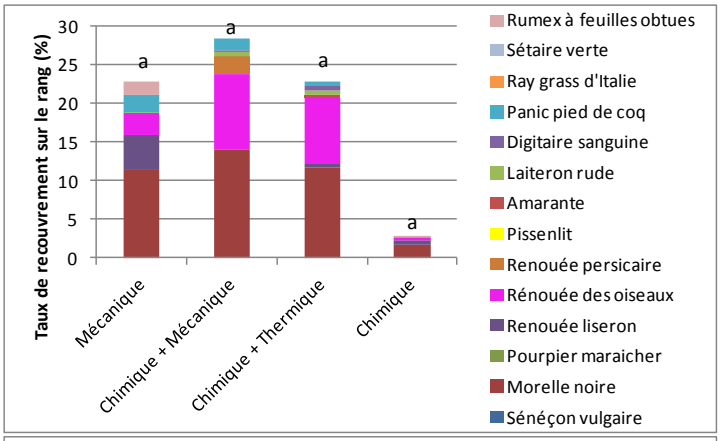
Figure : Composition de la flore adventice des témoins n'ayant jamais subis de désherbage. *Les valeurs présentées sont le nombre d'adventices par espèces au m² sur les témoins en bout de chaque rang. Pour rappel, M1=Chimique + Thermique ; M2=Chimique + Mécanique ; M3=Mécanique. M4, chimique, ne comporte pas de témoin non traité dans le plan de l'essai.*

Commentaire :

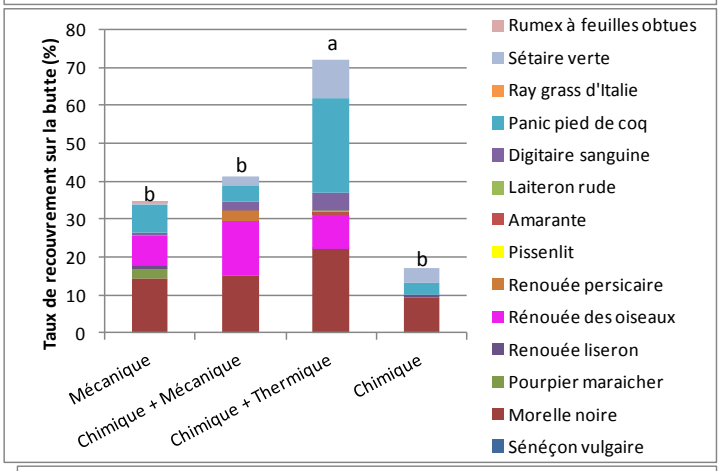
Globalement, les espèces dominantes sur les placettes témoins sont pour les dicotylédones : la morelle noire, la renouée des oiseaux et le rumex à feuilles obtuses. Concernant les graminées, il s'agit de la digitaire sanguine et du panic pied de cop. Le taux de recouvrement estimé est de 100 % au total. L'évaluation, réalisée pour chaque rang, permet de mettre en évidence au sein d'une même parcelle des disparités dans la composition de la flore adventice. Ainsi, le rang M3R2 semble plus riche en rumex à feuilles obtuses que les autres rangs. Parmi les adventices présentes, certaines sont problématiques en culture de tomate de transformation, comme par exemple, la morelle noire qui est très présente dans ces sols.

422) Taux de recouvrement total estimé avant récolte

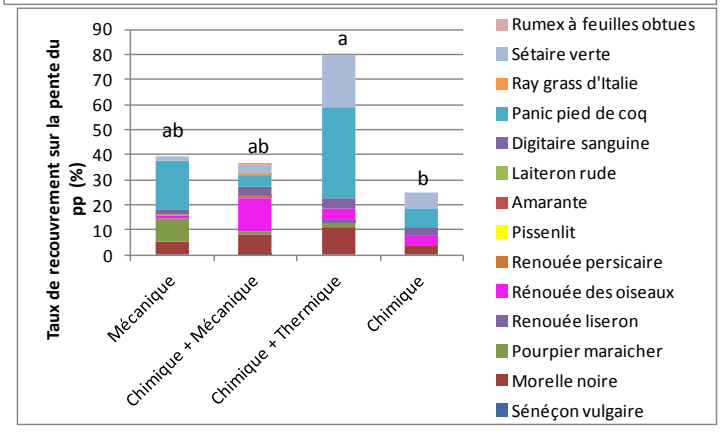
Figure : Taux de recouvrement en adventices en fonction du désherbage avant récolte.



Rang



Butte



Pente du passe-pied

Tableau : Taux de recouvrement avant la récolte en fonction de la stratégie de désherbage et du type d'adventices.

	Taux de recouvrement global							Taux de recouvrement en monocotylédones							Taux de recouvrement en dicotylédones		
	Sur le rang	Sur la butte			Sur la pente du passe-pied			Sur le rang	Sur la butte			Sur la pente du passe-pied			Sur le rang	Sur la butte	Sur la pente du passe-pied
Traitement	Moyenne	Moyenne	Dunnet	NK	Moyenne	Dunnet	NK	Moyenne	Moyenne	Dunnet	NK	Moyenne	Dunnet	NK	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Chimique (Réf.)	2,88	20	Réf.	B	25	Réf.	B	0	7,22	Réf.	B	17,22	Réf.	B	2,88	12,77	7,77
Mécanique	22,77	34,55	> Réf.	B	39,44	> Réf.	AB	2,22	8,88	> Réf.	B	23,33	> Réf.	B	20,55	25,66	16,11
Chimique + Mécanique	28,44	41,22	> Réf.	B	36	> Réf.	AB	1,77	8,88	> Réf.	B	12,33	< Réf.	B	26,66	32,33	23,66
Chimique + Thermique	22,89	71,88	> Réf.	A	79,44	> Réf.	A	1,11	39,44	> Réf.	A	61,11	> Réf.	A	21,77	32,44	18,33
*Interaction Bloc*Traitement*	*Oui*	*Non*			*Non*			*Oui*	*Non*			*Oui*			*Oui*	*Oui*	*Non*
Test F : signification au seuil de 5 %	NS	S			S			NS	S			S			NS	NS	NS
Variable transformée	Non	Non			Non			Non	Non			Non			Non	Non	Non
Ecart-type	16,57	13,77			17,43			1,56	6,5			8,99			15,11	14,39	18,85
CV en %	86,09	32,86			38,76			122,05	40,4			31,57			84,11	55,77	114,44
Puissance à posteriori en %	21	75			66			19	92			93			22	20	9

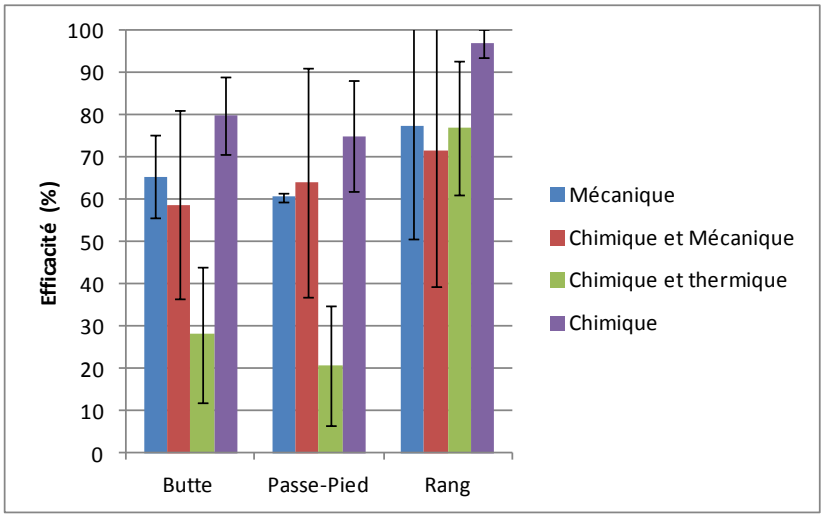


Figure : Efficacité globale sur le taux de recouvrement en adventices en fonction de la stratégie de désherbage. *Les valeurs présentées sont la moyenne des quatre blocs ± l'écart-type. L'efficacité est exprimée par l'effet de Abbott's en pourcentage du témoin non traité.*

Commentaire :

Analyse du taux de recouvrement global

- Le taux de recouvrement global par les adventices (monocotylédones et dicotylédones) est significativement supérieur sur la butte et la pente de la butte pour le désherbage thermique que pour les autres stratégies qui obtient un taux de recouvrement de 71,8 %.
- Le taux de recouvrement global en adventices suite à un désherbage mécanique de la butte est équivalent à celui d'un désherbage chimique avec un taux de recouvrement compris entre 20 % (chimique seul) et 34,5 % (chimique + mécanique)
- Sur les pentes des buttes, une tendance similaire est observée.
- La référence chimique induit un taux de recouvrement nettement inférieur au thermique (respectivement 25 % contre 79,4 %).
- Le désherbage mécanique à l'aide de disques a un impact intermédiaire.
- Par contre sur le rang, les différentes techniques ne peuvent pas être différenciées statistiquement de la référence chimique malgré des taux de recouvrement nettement supérieurs.

Taux de recouvrement par les monocotylédones et les dicotylédones :

- Lorsque l'on scinde le taux de recouvrement global en taux de recouvrement par les monocotylédones et les dicotylédones, on observe que les stratégies de désherbage évaluées n'induisent pas de différences significatives dans le taux de recouvrement des dicotylédones qu'ils s'agissent du rang, de la butte ou de la pente du passe-pied.
- Les monocotylédones sont rarement présentes sur le rang (taux de recouvrement inférieur à 2,2 %). Les stratégies de désherbage n'ont pas d'influence sur ce type d'adventices dans cette zone. A contrario, sur la butte et la pente des passe-pieds, les stratégies chimiques et mécaniques entrainent un taux de recouvrement nettement inférieur au désherbage thermique. Le désherbage thermique des monocotylédones est délicat car il dépend en grande partie de la distance entre la flamme et le plateau de tallage.

L'efficacité globale de chaque stratégie suit sensiblement les résultats obtenus pour le taux de recouvrement. L'efficacité la plus importante est rencontrée sur le rang. Avec une efficacité globale moyenne variant de 71,6±32,1 à 97,1±3,3 %. En termes d'efficacité **sur le rang** aucune stratégie ne se distingue de la référence chimique. Les efficacités dans cette zone difficile à travailler peuvent être considérées comme bonnes.
Au niveau de **la butte et des pentes de passe-pied**, l'efficacité du désherbage thermique est la plus faible avec respectivement 28,1±16,1 et 20,6±14,2 %. Les autres stratégies ont des efficacités plus élevées (> 58,8 %) et proches de celle observée pour la référence chimique.

423) Estimation du rendement

Tableau : Estimation des indicateurs de rendement en fonction de la stratégie de désherbage.

	Nombre de fruits totaux / plants	Nombre de fruits commercialisables / plants			Calibre moyen des fruits commercialisable g	Rendement Brut t / ha	Rendement commercialisable t / ha
Traitement	Moyenne	Moyenne	Dunnet	NK	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Chimique	47,73	41,5	Réf.	A	57,02	77,67	64,28
Mécanique	49,8	45,56	> Réf.	A	53,86	79,13	66,85
Chimique + Mécanique	38,8	33,2	< Réf.	A	54,07	62,11	48,85
Chimique + Thermique	36	32,43	< Réf.	A	59,35	62,46	52,01
Test F : signification au seuil de 5 %	NS	S			NS	NS	NS
Variable transformée	Non	Non			Non	Non	Non
Ecart-type	5,326	5,06			5,25	9,12	8,01
CV en %	12,36	13,27			9,36	12,98	13,82
Puissance à posteriori en %	61	62			14	40	45

Commentaire :

- Globalement, les stratégies de désherbage évaluées n'influent pas sur les indicateurs de rendement qu'il s'agisse du nombre de fruits totaux par plant, du calibre moyen des fruits commercialisables ou des rendements brut et commercialisable.
- Seul le nombre de fruit commercialisable par plant semble légèrement supérieur au témoin chimique pour la modalité du désherbage mécanique seul (respectivement 41,5 contre 45,56 pour le désherbage mécanique). Néanmoins, rappelons qu'aucun impact significatif sur le rendement n'a été mis en avant. Les rendements commercialisables de l'essai ont oscillé entre 49 et 67 t/ha selon les stratégies de désherbage.

424) Rentabilité économique

Tableau : Estimation des coûts de chaque programme de traitements de désherbage. *Les résultats présentent une estimation réalisée à partir du document « cout prévisionnel indicatif 2013 des matériels agricoles ». Le détail est présenté en annexe 5.*

	Type d'action	Coût complet pour un passage	Nombres de passage	Coût total du programme de désherbage
M1	Chimique localisé sur le rang	48,42	2	1582,58
	Thermique	742,87	2	
M2	Chimique localisé sur le rang	48,42	2	230,11
	Mécanique	33,32	4	
M3	Mécanique	33,32	4	133,27
M4	Chimique de pré-plantation	116,09	1	155,23
	Chimique de post-plantation	19,57	2	

Commentaire :

- Le programme de désherbage mécanique seul est le moins cher avec un coût estimé de 133,27 €.
- Le désherbage chimique seul a un coût proche du désherbage mécanique de 155,23 € avec une efficacité similaire.
- Le désherbage thermique a le coût le plus élevé de 1582,58 € du en majorité au coût du propane, ainsi qu'à l'important temps de travail nécessaire.

5. Conclusions

Cet essai a permis de comparer différentes stratégies de désherbage en culture de tomate de transformation : Chimique seul, mécanique seul, chimique localisé associé à du thermique et chimique localisé associé à du mécanique.

Au sein d'une même parcelle de petite taille, le stock semencier et sa composition sont variables rendant complexe la gestion globale des adventices et l'interprétation de certaines notations.

Dans ces conditions, nous avons pu démontrer que :

- Le taux de recouvrement global par les adventices (monocotylédones et dicotylédones) est significativement supérieur sur la butte et la pente de la butte pour le désherbage thermique que pour les autres stratégies. Le désherbage mécanique a un impact similaire au désherbage chimique sur la butte et les pentes des passe-pieds. Ces techniques de désherbage ne sont pas différenciables statistiquement sur l'efficacité spécifique sur le rang.

- Les stratégies de désherbage évaluées n'induisent pas de différences significatives dans le taux de recouvrement des dicotylédones qu'il s'agisse du rang, de la butte ou de la pente du passe-pied. Elles n'ont d'ailleurs pas d'influence sur ce type d'adventices dans cette zone. A contrario, sur la butte et la pente des passe-pieds, les stratégies chimiques et mécaniques entrainent un taux de recouvrement en monocotylédones nettement inférieur au désherbage thermique.

- Les stratégies de désherbage n'influent pas sur les indicateurs de rendement.

- Cependant, rappelons que nous ne pouvons juger que le taux de recouvrement sans évaluer l'impact de l'importance du nombre d'adventices présentes sur le stock semencier sur plusieurs années. Ainsi, même si à l'année N aucun impact n'est évalué sur le rendement, il reste intéressant d'évaluer l'impact des techniques de désherbage alternatives sur plusieurs années (voir essai pluriannuel sur la plate forme agroécologique de la station de Sainte Livrade sur Lot).

- L'utilisation des doigts Kreyss sur le rang n'augmente pas la perte de plants.

- Globalement, dans les conditions du printemps 2013, l'emploi du désherbage thermique a été très délicate en partie à cause du vent. Des phénomènes de brûlage de plants ont été observés mais le rendement commercialisable n'a pas été impacté.

- En terme de coût, le désherbage mécanique est le moins cher avec 133,27 € avec une efficacité équivalente au désherbage chimique dans les conditions de l'année et ceux malgré d'importants épisodes pluvieux pendant ce printemps 2013 (voir annexe 4).

Annexes

Annexe 1 : Itinéraire technique et conduite culturale

Date	Modalité 1 : Chimique localisé + Thermique	Modalité 2 : Chimique localisé + Mécanique	Modalité 3 : Désherbage mécanique guidé	Modalité 4 : Désherbage chimique total	Modalité : Désherbage mécanique non guidé
10/05/2013	Fertilisation 600 kg/ha 6-15-30				
13/05/2013	Plantation / Variété Perfect Peel / 25000 plants/ha / Butte 1,65 m				
				Désherbage total butte	
27/05/2013		1er Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille	1er Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille		1er Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille
04/06/2013	Désherbage chimique sur le rang localisé 30 g / ha de cursus	2ieme Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille Désherbage chimique sur le rang localisé 30 g / ha de cursus	2ieme Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille		2ieme Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille
05/06/2013	Désherbage thermique Réglage Jacques et Samuel			Désherbage total butte Cursus 30 g / ha	
12/06/2013	Traitement mildiou ChampFlo 3 l / ha + Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris				
13/06/2013	Désherbage chimique sur le rang localisé Cursus 30 g / ha + Trend 300 ml / ha Rq: 9 mm de pluie 4 h après application	Désherbage chimique sur le rang localisé Cursus 30 g / ha + Trend 300 ml / ha Rq : 9 mm de pluie 4 h après application 3 ieme Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille	3 ieme Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille	Désherbage total butte Cursus 30 g / ha + Trend 300 ml / ha Rq : 9 mm de pluie 4 h après application	3 ieme Binage avec lame Lelièvre + Doigts rotatifs sans herse étrille
17/06/2013	Désherbage thermique				
19/06/2013	Fertilisation 600 kg/ha 35-0-0				
20/06/2013	Traitement mildiou Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris				
25/06/2013		4 ieme Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille	4 ieme Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille		4 ieme Binage avec lame Lelièvre + Sans Doigts rotatifs sans herse étrille
28/06/2013	Traitement mildiou Dauphin 2,5 kg / ha / En plein avec Paris				
22/07/2013	Traitement mildiou Dithane neotech 2 kg / ha / En plein avec Paris				
25/07/2013	Traitement mildiou Galben M 2 kg / ha + Ranman top 0,5 L / ha / En plein avec Paris				
05/08/2013	Traitement mildiou Rémiltine 2,5 kg / ha + Ranman top 0,5 L / ha / En plein avec Paris				
02/09/2013	Récolte				

Annexe 2 : Gestion de l'irrigation

Date / Volume irrigation mm	Semaine																Somme
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Aspersion								20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	1,3		583,1
Pluie	25	8	42	77,6	94,2	97,3	78,1	2,2	0,4	0,4	2,6	0,4				13,6	

Annexe 3 : Détails des opérations de désherbage thermique et mécanique.

1) Désherbage thermique

L'espacement entre les carters de protection est fonction de la taille de la plante :
1er passage : 15 cm
2ième passage : 30 cm



Le patin est réglé de façon à ce qu'il lisse le sol. Les bruleurs sont positionnés à 2-3 cm du sol.

Remarque 1 : Lors du premier passage, les roues de terrage se trouvaient dans les passe-pieds. Un brulage des plants a été observé du fait de l'hétérogénéité de la hauteur de butte. Lors du second passage, les roues de terrage ont été placées sur la butte de façon à pallier à la variation de la hauteur de butte.

Remarque 2 : Le nombre de passages en désherbage thermique s'est limité à deux du fait des conditions climatiques délicates du printemps 2013. En effet, les périodes sans pluie étaient accompagnées de vent de faible à fort pouvant entrainer le brulage du plant préjudiciable notamment au début de la floraison.

38,5 cm du centre de la roue à l'axe.

2) Désherbage mécanique

Il est important de noter que des réglages ont été réalisés pour chaque passage de bineuse. Ces adaptations ont été de deux natures. D'une part, il s'agit de réglages dus à l'évolution de la taille du plant. Ces réglages n'ont pas fait varier la structure générale de la bineuse. D'autre part, il s'agit d'adaptation sur la structure générale de la bineuse pour améliorer son efficacité ou permettre son utilisation sur des plants plus volumineux.



NB : Les applications chimiques sur le rang n'ont pas été réalisées en même temps que le binage, pour des problèmes de réglage de dose et de sécurité de la personne mise au guidage

Passage 1 et 2

Désherbage du rang : Doigts Kreyss.
Réglage : En position de travail les doigts se croisent de 2 à 3 cm. En position de repos, les doigts se croisent à peine.

Désherbage de la butte : Lame Lelièvre + Delta plat.
Réglage : Les lames sont placées de façon à ce que le plat de la lame soit proche du rang (à l'inverse). L'espacement entre les deux plats des lames est de 10 à 13 cm et la profondeur de travail est de 2 à 3 cm. Le delta plat est placé de façon à ce que la pointe soit dans l'alignement de l'extrémité de la lame Lelièvre.

Désherbage de la pente : Disque.
Réglage : Le disque est disposé avec l'angle maximal et ramène de la terre sur la pente.

Désherbage du passe-pied : Soc droit + Cœur.
Réglage : Le soc droit est placé devant le cœur. Il travaille à environ 4 cm de profondeur.

Passage 3 et 4 :

Désherbage du rang : Doigts Kreyss.
Réglage : En position de travail les doigts s'effleurent à peine pour ne pas abimer les bas des plantes.

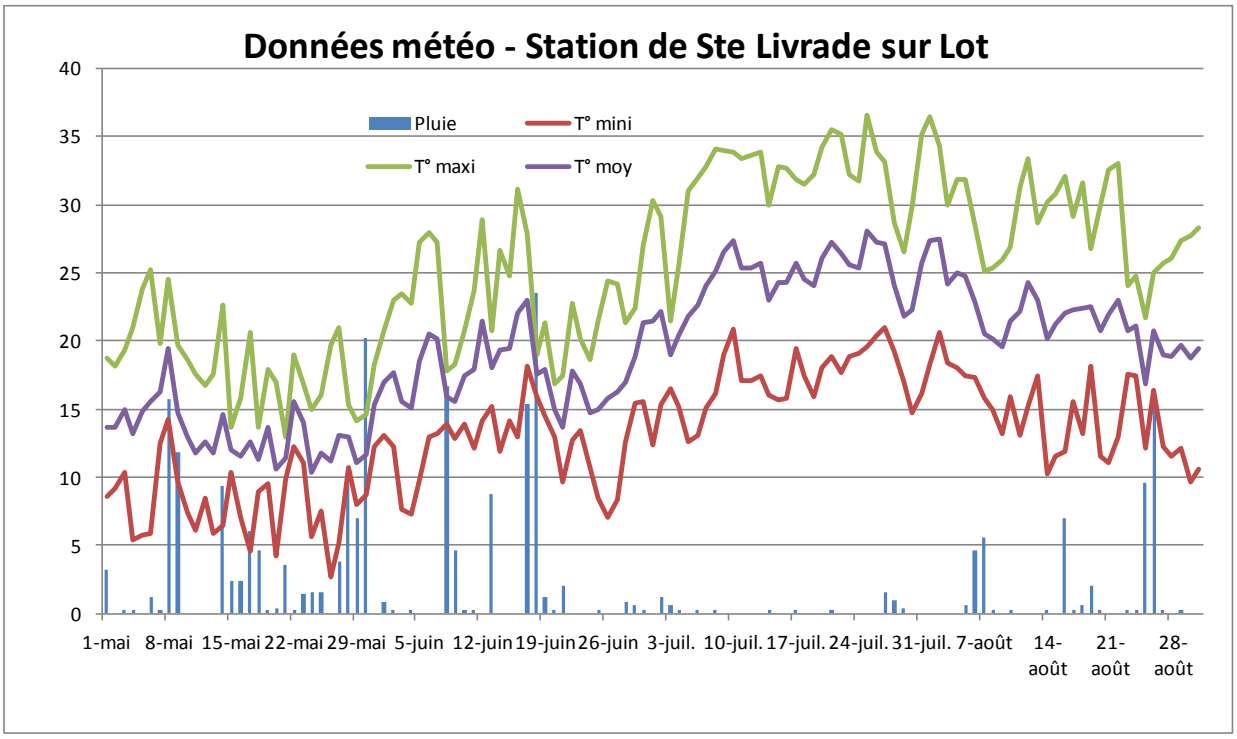
Désherbage de la butte : Lame Lelièvre + Cœur.
Réglage : Les lames sont placées de façon à ce que le plat de la lame soit proche du rang (à l'inverse). L'espacement entre les deux plats des lames est de 30 cm et la profondeur de travail est de 2 à 3 cm. Le soc en forme de cœur est placé à la suite des doigts de façon à butter sur le rang.

Désherbage de la pente : Disque.
Réglage : Le disque est disposé avec l'angle maximal.

Désherbage du passe-pied : Soc droit + Delta plat.

Annexe 4 : Conditions climatiques

Paramètre	Pluie	T° mini	T° maxi	T° moy	Paramètre	Pluie	T° mini	T° maxi	T° moy	Paramètre	Pluie	T° mini	T° maxi	T° moy
01/05/2013	3,2	8,6	18,7	13,7	11/06/2013	0,2	12,1	23,7	17,9	22/07/2013	0,0	17,7	35,1	26,4
02/05/2013	0,0	9,2	18,2	13,7	12/06/2013	0,0	14,1	28,9	21,5	23/07/2013	0,0	18,9	32,2	25,6
03/05/2013	0,2	10,4	19,3	14,9	13/06/2013	8,7	15,2	20,7	18,0	24/07/2013	0,0	19,1	31,7	25,4
04/05/2013	0,2	5,4	21,0	13,2	14/06/2013	0,0	11,9	26,6	19,3	25/07/2013	0,0	19,6	36,6	28,1
05/05/2013	0,0	5,7	23,8	14,8	15/06/2013	0,0	14,1	24,7	19,4	26/07/2013	0,0	20,4	33,9	27,2
06/05/2013	1,2	5,9	25,2	15,6	16/06/2013	0,0	12,9	31,1	22,0	27/07/2013	1,6	21,0	33,2	27,1
07/05/2013	0,2	12,5	19,8	16,2	17/06/2013	15,4	18,1	27,8	23,0	28/07/2013	1,0	19,2	28,7	24,0
08/05/2013	15,7	14,3	24,5	19,4	18/06/2013	23,5	15,9	19,0	17,5	29/07/2013	0,4	17,0	26,5	21,8
09/05/2013	11,8	9,6	19,7	14,7	19/06/2013	1,2	14,5	21,3	17,9	30/07/2013	0,0	14,7	29,8	22,3
10/05/2013	0,0	7,4	18,6	13,0	20/06/2013	0,2	13,0	16,8	14,9	31/07/2013	0,0	16,1	35,2	25,7
11/05/2013	0,0	6,1	17,5	11,8	21/06/2013	2,0	9,7	17,4	13,6	01/08/2013	0,0	18,3	36,5	27,4
12/05/2013	0,0	8,5	16,7	12,6	22/06/2013	0,0	12,7	22,8	17,8	02/08/2013	0,0	20,6	34,3	27,5
13/05/2013	0,0	5,9	17,6	11,8	23/06/2013	0,0	13,4	20,2	16,8	03/08/2013	0,0	18,4	30,0	24,2
14/05/2013	9,4	6,5	22,6	14,6	24/06/2013	0,0	10,7	18,6	14,7	04/08/2013	0,0	18,0	31,9	25,0
15/05/2013	2,4	10,3	13,7	12,0	25/06/2013	0,2	8,5	21,4	15,0	05/08/2013	0,6	17,4	31,9	24,7
16/05/2013	2,4	7,1	15,8	11,5	26/06/2013	0,0	7,1	24,4	15,8	06/08/2013	4,6	17,3	28,5	22,9
17/05/2013	6,0	4,6	20,6	12,6	27/06/2013	0,0	8,3	24,2	16,3	07/08/2013	5,6	15,8	25,1	20,5
18/05/2013	4,6	8,9	13,7	11,3	28/06/2013	0,8	12,6	21,3	17,0	08/08/2013	0,2	14,9	25,4	20,2
19/05/2013	0,2	9,5	17,9	13,7	29/06/2013	0,6	15,4	22,4	18,9	09/08/2013	0,0	13,2	25,9	19,6
20/05/2013	0,4	4,2	17,0	10,6	30/06/2013	0,2	15,5	27,0	21,3	10/08/2013	0,2	15,9	26,9	21,4
21/05/2013	3,6	9,9	12,9	11,4	01/07/2013	0,0	12,4	30,3	21,4	11/08/2013	0,0	13,1	31,2	22,2
22/05/2013	0,2	12,2	19,0	15,6	02/07/2013	1,2	15,3	29,1	22,2	12/08/2013	0,0	15,2	33,4	24,3
23/05/2013	1,4	11,1	16,8	14,0	03/07/2013	0,6	16,5	21,4	19,0	13/08/2013	0,0	17,4	28,6	23,0
24/05/2013	1,6	5,6	14,9	10,3	04/07/2013	0,2	15,2	25,5	20,4	14/08/2013	0,2	10,2	30,2	20,2
25/05/2013	1,6	7,5	16,0	11,8	05/07/2013	0,0	12,6	31,0	21,8	15/08/2013	0,0	11,5	30,8	21,2
26/05/2013	0,0	2,7	19,7	11,2	06/07/2013	0,2	13,1	32,0	22,6	16/08/2013	7,0	11,9	32,1	22,0
27/05/2013	3,8	5,2	21,0	13,1	07/07/2013	0,0	15,1	32,8	24,0	17/08/2013	0,2	15,5	29,1	22,3
28/05/2013	10,0	10,7	15,3	13,0	08/07/2013	0,2	16,1	34,1	25,1	18/08/2013	0,6	13,2	31,6	22,4
29/05/2013	7,0	8,0	14,1	11,1	09/07/2013	0,0	19,0	34,0	26,5	19/08/2013	2,0	18,1	26,8	22,5
30/05/2013	20,2	8,7	14,6	11,7	10/07/2013	0,0	20,9	33,9	27,4	20/08/2013	0,2	11,5	30,0	20,8
31/05/2013	0,0	12,2	18,3	15,3	11/07/2013	0,0	17,1	33,4	25,3	21/08/2013	0,0	11,1	32,6	21,9
01/06/2013	0,8	13,1	20,8	17,0	12/07/2013	0,0	17,1	33,6	25,4	22/08/2013	0,0	13,0	33,0	23,0
02/06/2013	0,2	12,3	23,0	17,7	13/07/2013	0,0	17,4	33,9	25,7	23/08/2013	0,2	17,6	24,0	20,8
03/06/2013	0,0	7,6	23,5	15,6	14/07/2013	0,2	16,0	30,0	23,0	24/08/2013	0,2	17,4	24,8	21,1
04/06/2013	0,2	7,3	22,8	15,1	15/07/2013	0,0	15,7	32,8	24,3	25/08/2013	9,6	12,1	21,7	16,9
05/06/2013	0,0	9,8	27,2	18,5	16/07/2013	0,0	15,8	32,7	24,3	26/08/2013	15,5	16,4	25,0	20,7
06/06/2013	0,0	13,0	28,0	20,5	17/07/2013	0,2	19,4	31,9	25,7	27/08/2013	0,2	12,3	25,7	19,0
07/06/2013	0,0	13,2	27,2	20,2	18/07/2013	0,0	17,4	31,5	24,5	28/08/2013	0,0	11,5	26,0	18,8
08/06/2013	16,7	13,9	17,8	15,9	19/07/2013	0,0	15,9	32,2	24,1	29/08/2013	0,2	12,1	27,3	19,7
09/06/2013	4,6	12,8	18,3	15,6	20/07/2013	0,0	18,0	34,2	26,1	30/08/2013	0,0	9,7	27,7	18,7
10/06/2013	0,2	13,9	20,8	17,4	21/07/2013	0,2	18,9	35,5	27,2	31/08/2013	0,0	10,6	28,3	19,5



Annexe 5 : Détails de l'estimation du coût des programmes. *Les prix utilisés dans le calcul d'investissement, ainsi que les facteurs d'utilisation sont issus du document « Cout prévisionnel indicatif 2013 des matériels agricoles », trame.org, juin 2013. Seule la vitesse d'avancement de la bineuse a été adaptée au débit de chantier plus lent de l'emploi en culture de tomate. Les prix utilisés dans les calculs sont issus des factures reçues lors de l'année 2013. Ils peuvent varier selon les années.*

	Traction			Outil 1			Outil 2			Outil 3			Coûts Méca		Coûts Intrants				Débit chantier		Coût main d'œuvre salaire brut + charges patronales		Coût total Opération
Opération culturale	type	E/heure charges fixes	E/heure entretien + essence	type	E/ha charges fixes	E/ha entretien (+ essence si autotracté)	Type	E/ha charges fixes	E/ha entretien (+ essence si autotracté)	Type	E/ha charges fixes	E/ha entretien (+ essence si autotracté)	E/ha charges fixes	E/ha CF + entretien + essence	Nom du produit	Quantité de produit / ha	Prix du produit / kg ou L	Prix du produit consommé / ha	Débit de chantier ha/h	Temps h/ha	Tx horaire chauffeur smic E/heure	coût MO E/ha	Euros/ha
Désherbage chimique localisé	tracteur 4 roues motrices, Boîte mécanique, inverseur, cabine simple, relevage mécanique, 70CV, Prix neuf 31200 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 900 ha/an	3,9	9,9	barre de guidage, Prix neuf 1250 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 200 ha/an	1	1,1	Bineuse à dents inter rang large (0,6 à 0,8m, type maïs, 6 éléments), Prix neuf 7900 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 100 ha/an	7,1	7,9	kit pulvérisation localisée, cuve 600L/DPAE/2buses rgs pour base 6 rgs de large, Prix neuf 6150 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 100	5,5	5,8	18,19	26,45	Cursus	0,03	310,10	9,30	0,85	1,18	10,77	12,67	48,42
Binage	tracteur 4 roues motrices, Boîte mécanique, inverseur, cabine simple, relevage mécanique, 70CV, Prix neuf 31200 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 900 ha/an	3,9	9,9	barre de guidage, Prix neuf 1250 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 200 ha/an	1	1,1	Bineuse à dents inter rang large (0,6 à 0,8m, type maïs, 6 éléments), Prix neuf 7900 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 100 ha/an	7,1	7,9				12,69	20,65	0	0	0	0	0,85	1,18	10,77	12,67	33,32
Herbicide préplantation	tracteur 4 roues motrices, Boîte mécanique, inverseur, cabine simple, relevage mécanique, 70CV, Prix neuf 31200 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 900 ha/an	3,9	9,9	barre de guidage, Prix neuf 1250 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 200 ha/an	1	1,1	Pulvérisateur porté 1000L rampe 12-12 m, Prix neuf 12650 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 400 ha/an	3,2	4				5,18	7,58	Racer	2,00	52,91	105,82	4,00	0,25	10,77	2,69	116,09
Traitement herbicide	tracteur 4 roues motrices, Boîte mécanique, inverseur, cabine simple, relevage mécanique, 70CV, Prix neuf 31200 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 900 ha/an	3,9	9,9	barre de guidage, Prix neuf 1250 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 200 ha/an	1	1,1	Pulvérisateur porté 1000L rampe 12-12 m, Prix neuf 12650 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 400 ha/an	3,2	4				5,18	7,58	Cursus	0,03	310,10	9,30	4,00	0,25	10,77	2,69	19,57
Désherbage thermique	tracteur 4 roues motrices, Boîte mécanique, inverseur, cabine simple, relevage mécanique, 70CV, Prix neuf 31200 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 900 ha/an	3,9	9,9	barre de guidage, Prix neuf 1250 €, Surface ammortissement ferme virtuelle 200 ha/an	1	1,1	Désherbeur thermique, 6 rangs / 7 éléments, 4 brûleurs par rangs, citerne propane 275 kg, Prix neuf 15 600 €, Surface amortissement	20	20,6				61,63	124,83	Propane	182,62	2,77	505,86	0,10	10,42	10,77	112,19	742,87