

**TITRE DU PROJET :
Essai de tamisage d'herbicides dans la culture du
concombre de champ.**

**NUMÉRO DU PROJET :
CIEL-1-13-04**

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2013 / NOVEMBRE 2014

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
**Sébastien Martinez¹, agr. M.Sc., Pierre Lafontaine¹, agr. Ph.D.
et Audrey Bouchard¹, agr. M.Sc.**

DATE : Novembre 2014

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

¹ Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL).

TITRE DU PROJET :
Essai de tamisage d'herbicides dans la culture du
concombre de champ.

NUMÉRO DU PROJET : CIEL-1-13-04

RÉSUMÉ DU PROJET (Maximum 20 lignes)

Le problème majeur auquel font face les producteurs québécois de concombres de champ est le manque d'herbicides homologués pour lutter contre les dicotylédones annuelles. Durant les saisons 2013/2014, deux essais ayant pour objectif d'évaluer plusieurs herbicides pour lutter contre les dicotylédones annuelles dans le concombre de champ ont été menés à L'Assomption (Lanaudière). En 2013, six herbicides ont été testés. Il s'agissait de deux produits biologiques : Opportune[®] (extrait de *Streptomyces acidiscabies*) et l'huile de pin, et de quatre produits conventionnels : Sandea[®] (halosulfuron-méthyl), FirstRate[®] (cloransulame-méthyl), Bétamix[®] β (phenmédiphame + desmédiphame) et Meridian[®] WDG (imazamox). En 2014, ce sont huit herbicides qui ont été testés. Sandea[®], Bétamix[®] β et Meridian[®] (en postlevée) ont été reconduits. L'huile de pin a aussi été utilisée, mais en postlevée. Zidua[®] (pyroxasulfone), Frontier[®] Max (diméthénamide) et Broadstrike[®] (flumétsulame) ont été ajoutés afin de remplacer FirstRate[®] et Meridian[®] WDG, tous deux très phytotoxiques. Opportune[®] n'a pas non plus été testé en 2014 en raison de son manque d'efficacité. Les traitements à l'étude ont été comparés à un témoin commercial (Command[®] 360), à un témoin enherbé (non-traité) et à un témoin 100 % désherbé à la main. La flore adventice sur les sites d'essai était principalement constituée par du chénopode blanc, de l'amarante à racine rouge et de la petite herbe à poux. La pression exercée par les mauvaises herbes dicotylédones annuelles a été modérée à assez forte sur les deux sites. À l'issue de ces deux saisons de recherche, seuls Command[®] et Sandea[®] ont procuré une bonne efficacité tout en étant sécuritaires pour la culture.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE (Maximum 20 lignes)

L'objectif général de ce projet était de trouver de nouveaux herbicides efficaces contre les dicotylédones annuelles et sécuritaires pour la culture du concombre de champ. Nous voulions ainsi que les producteurs de la province puissent avoir à leur disposition plus d'un produit herbicide efficace homologué afin de mieux gérer la résistance. Ce ou ces nouveaux produits pourraient permettre d'offrir des alternatives au Command[®] 360 et pourraient être utilisés en rotation avec ce dernier. Durant les saisons 2013 et 2014, deux essais ont été menés sur un site situé à L'Assomption (Lanaudière). Le cultivar utilisé était Speed-Way. Le dispositif expérimental était en blocs complets aléatoires comportant quatre répétitions. Dix traitements ont été testés lors de chacune des deux années, ce qui correspondait à 40 parcelles (4 blocs × 10 traitements). En raison de la phytotoxicité causée par certains produits en 2013, la liste des traitements testés en 2014 a été modifiée. Une parcelle était constituée de 4 rangs et mesurait 5 mètres de long. Une zone tampon de 4 mètres a été mise en place entre les parcelles afin d'éviter tout problème de dérive lors des traitements herbicides. Les parcelles ont été cultivées suivant le mode conventionnel de production du concombre de champ. Pour les traitements de post-levée des mauvaises herbes et de la culture, les traitements ont été déclenchés lorsque les adventices étaient à un stade précoce (1 à 2 vraies feuilles). Les variables qui ont été mesurées étaient : 1) le % de recouvrement global en dicotylédones annuelles, 2) le % d'efficacité sur chacune des mauvaises herbes présentes, 3) le % de phytotoxicité et la nature des dégâts, 4) le rendement (kg/ha).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS (Maximum de 3 pages)

Saison 2013

La liste des traitements testés ainsi que les dates des traitements sont présentées à l'annexe 1.

Phytotoxicité (annexe 2)

Les données démontrent que les deux herbicides biologiques (Opportune[®] et l'huile de pin) employés en post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes n'ont causé aucune phytotoxicité à la culture. Il en a été de même avec le témoin commercial Command[®] 360 et avec Sandea[®], employés en post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes. Les parcelles traitées avec FirstRate[®] (cloransulame-méthyl) et Meridian[®] (imazamox) à 18 g/ha et 36 g/ha ont été affectées par des dégâts sévères tout au long de la saison. Dans les parcelles traitées avec FirstRate[®], les symptômes se caractérisaient par un très fort retard de croissance et par la mort de plants. Dans celles traitées avec Meridian[®], que ce soit à la dose de 36 g/ha ou à celle de 18 g/ha (aucune différence significative entre les deux doses concernant l'intensité des dégâts), les symptômes se traduisaient par un très fort retard de croissance, une chlorose des plants et par une mortalité de certains plants.

Les parcelles traitées avec Bétamix[®] β (phenmédiphame + desmédiphame) ont également subi des dégâts importants (brûlures importantes au feuillage et retard de croissance). L'intensité des dégâts s'est maintenue de façon stable tout au long de la saison. Au 24 juillet, les brûlures au feuillage avaient presque totalement disparu, mais le retard plus ou moins important selon les parcelles perdurait.

Efficacité (annexes 3; 4; 5 et 6)

Les principales mauvaises herbes présentes dans les parcelles de cet essai étaient le chénopode blanc (*Chenopodium album*), l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*) et la petite herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*). La pression exercée par les mauvaises herbes dans l'essai a été modérée à assez forte. Au 10 juillet (36 jours après semis), le pourcentage de recouvrement en dicotylédones annuelles était de 56,25 % dans le témoin enherbé, pour atteindre 95 % au 24 juillet (Annexe 6).

Parmi les herbicides qui ont été très phytotoxiques sur le concombre de champ et qui ne peuvent pas être considérés comme pouvant être des solutions viables, notons que Meridian[®] utilisé en post-levée des mauvaises herbes et de la culture a globalement montré une bonne efficacité contre toutes les mauvaises herbes présentes. Le FirstRate[®] lui aussi très phytotoxique pour la culture, n'a pas procuré une efficacité satisfaisante contre le chénopode blanc. Par contre, jusqu'au 17 juillet, soit 14 jours après traitement, le contrôle de l'amarante à racine rouge et de la petite herbe à poux a été bon (supérieure à 90 %). Après cette date, le contrôle a totalement disparu contre ces mauvaises herbes avec une forte émergence d'une cohorte d'amarante et de petite herbe à poux.

L'herbicide Bétamix[®] β dont la phytotoxicité à la culture a été significative, a donné une très bonne efficacité, statistiquement similaire au témoin commercial (Command[®] 360) et au témoin 100 % désherbé pour le contrôle du chénopode blanc et de l'amarante à racine rouge jusqu'au 17 juillet. Le contrôle de la petite herbe à poux a été excellent.

L'huile de pin n'a procuré aucune efficacité contre les trois mauvaises herbes. En ce qui concerne Opportune[®] celui-ci n'aura montré qu'une efficacité partielle contre les mauvaises herbes.

Parmi tous les herbicides testés, seul le Sandea® (appliqué en post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes) a procuré à la fois un aspect sécuritaire et une excellente efficacité (statistiquement similaire au témoin commercial, Command® 360 et au témoin désherbé à la main) contre le chénopode blanc, l'amarante à racine rouge et la petite herbe à poux.

Rendements (annexe 7)

Les récoltes des concombres étaient faites deux fois par semaine et ont commencé le 31 juillet, pour se terminer le 10 septembre 2013. Au total, 14 récoltes ont été faites. Les concombres ont été classés selon les catégories commerciales habituellement utilisées : Super Sélect (numéro 1, légères imperfections acceptées (mesure : 15,2 cm à 25,4 cm (6 et 10 po); diamètre: 1 ¼ à 1 ¾ po (3,2 cm à 4,5 cm), Sélect (numéro 2, imperfections modérées acceptées (mesure : 10,2cm (4po) à 25,4 cm (10 po); diamètre: entre 25 mm et 50 mm (1 et 2 po) et rejets (déformations, trop gros, etc.).

Les traitements qui avaient engendré une forte phytotoxicité (Meridian® à 18 g/ha et à 36 g/ha et FirstRate®) ou encore une mauvaise efficacité (huile de pin et Opportune®) ont logiquement procuré les rendements en concombres commercialisables les plus faibles (annexe 7), non statistiquement différents du témoin non traité/enherbé. Ainsi, les valeurs se sont échelonnées entre 7 362 kg/ha dans le traitement 10 (Meridian® à 18 g/ha) et 13 704 kg/ha dans le traitement 5 (huile de pin) alors que le rendement en concombres commercialisables s'élevait à 69 582 kg/ha dans le traitement 3 (Command® 360) ou encore à 63 981 kg/ha dans le traitement 1 (témoin 100 % désherbé à la main).

Sandea® a procuré un rendement total commercialisable de 67 121 kg/ha, statistiquement similaire au témoin commercial, le Command 360® qui a donné 69 582 kg/ha et au témoin désherbé à la main avec 63 981 kg/ha (annexe 7). L'herbicide Sandea® démontre donc une excellente performance.

Malgré une phytotoxicité importante dans les parcelles traitées avec Bétamix® β, le rendement total commercialisable en concombres a tout de même été de 53 245 kg/ha. Ce rendement est statistiquement inférieur à ce qui a été obtenu avec Command® 360 et Sandea®, mais néanmoins statistiquement similaire au témoin désherbé à la main (63 981 kg/ha).

SAISON 2014

La liste des traitements testés ainsi que les dates des traitements sont présentées à l'annexe 8.

Phytotoxicité (annexe 9)

L'herbicide Frontier® MAX (traitement 5) a causé des dégâts importants et significatifs avec 37,5 % de dégâts le 18 juin et 62,5 % le 14 juillet. Ces dégâts étaient caractérisés par un important retard de croissance des plants. Ce retard s'est par la suite accentué au cours de la saison. Il en a été de même avec Meridian® (traitement 7) qui a causé un retard de croissance également très important (80 % de dégâts au 3 juillet) et encore plus sévère que pour Frontier® MAX. Broadstrike® (traitement 10) a lui aussi causé un fort retard de croissance et les dégâts peuvent être considérés comme non acceptables (87,5 % au 3 juillet).

L'herbicide Zidua® appliqué en post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes a engendré des dégâts très importants (99,25 % le 18 juin et 100 % par la suite) à la culture. Les symptômes étaient caractérisés par une mort très rapide des plantules de concombres.

L'huile de pin (traitement 6), utilisée en post-levée de la culture et des mauvaises herbes a causé des dégâts très importants (83,75 à 97,5 %) qui se caractérisaient par de fortes brûlures au feuillage et par la mort des plants.

Bétamix® β (traitement 8) qui a été appliqué en postlevée de la culture et des mauvaises herbes a causé des dégâts significatifs au concombre avec 18,75 % au 18 juin (7 jours après la première application) et 37,50 % de dégâts au 26 juin (3 jours après la seconde application). Ces dégâts étaient caractérisés par des brûlures modérées après application, et par un retard de croissance modéré par la suite. Comme nous le verrons plus tard, cela s'est traduit par une perte significative de rendement.

Aussi, tous les traitements à l'essai (traitements 5; 6; 7; 8; 9 et 10) ont entraîné des dommages importants et aucun ne peut être considéré comme sécuritaire pour la culture du concombre de champ.

Seuls Command® 360 (témoin commercial) et Sandea® (nouvellement homologué) ont été sécuritaires pour la culture. Sandea® n'a causé aucun dommage à la culture, tandis que Command® 360 a causé une chlorose modérée en début de saison, mais les symptômes ont disparu avec le temps.

Efficacité (annexes 10; 11; 12 et 13)

En 2014, les principales mauvaises herbes présentes étaient le chénopode blanc (*Chenopodium album*), l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*) et la petite herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*). La pression exercée par les mauvaises herbes dans l'essai a été assez forte. Au 18 juin (19 jours après semis), le pourcentage de recouvrement en dicotylédones annuelles était de 51,25 % dans le témoin enherbé, pour atteindre 92,5 % au 14 juillet (annexe 13).

Zidua® (traitement 9) appliqué en post-semis-pré-levée de la culture a procuré un excellent contrôle des trois mauvaises herbes présentes (100 % tout au long de la saison pour l'amarante et pour la petite herbe à poux, 94,50 % au 14 juillet contre le chénopode). Le pourcentage de recouvrement dans les parcelles traitées avec cet herbicide était de seulement 4 % le 14 juillet.

Bétamix® β (traitement 8) a procuré un contrôle similaire au Zidua® avec 10,75 % de recouvrement le 14 juillet. Broadstrike® (traitement 10) a aussi été très efficace avec plus de 90 % d'efficacité contre le chénopode et l'amarante. Par contre, l'efficacité a été moindre contre l'herbe à poux avec seulement 74,25 % d'efficacité au 14 juillet. Cela s'est traduit par un pourcentage de recouvrement de 15 % en fin de saison, chiffre statistiquement similaire au Bétamix® ou au Sandea®.

Les herbicides Frontier® MAX, l'huile de pin et Meridian® ont procuré une efficacité globale similaire avec un pourcentage de recouvrement en mauvaises herbes allant de 32,5 à 41,25 % au 14 juillet. Ces valeurs étaient statistiquement similaires. Ces valeurs sont tout de même supérieures aux autres traitements, ce qui démontre leur efficacité inférieure. C'est dans le contrôle du chénopode blanc que ces trois produits ont manqué d'efficacité. Par contre, l'efficacité contre l'amarante et la petite herbe à poux a été similaire aux autres traitements.

Les deux témoins commerciaux (Command® 360 et Sandea®) ont quant à eux procuré un excellent contrôle de toutes les mauvaises herbes présentes. Au 14 juillet, le pourcentage de recouvrement était de seulement 3,38 et 4,25 % respectivement, des chiffres statistiquement similaires au témoin désherbé à la main (traitement 2). Ce sont donc les deux seuls produits ayant été à la fois sécuritaires pour la culture et très efficaces tout au long de la saison.

Rendements (annexe 14)

Le rendement total en concombres de champ s'est échelonné entre 2 215,6 kg/ha (Zidua®) et 85 665,6 kg/ha dans le témoin désherbé à la main (traitement 2).

Logiquement, les herbicides ayant causé des dégâts significatifs à la culture (traitements 5; 6; 7; 8; 9 et 10), en plus de procurer une efficacité contre les mauvaises herbes non optimale pour certains (traitements 5; 6 et 7) ont procuré des rendements très en dessous du témoin 100 % désherbé à la main et des deux témoins commerciaux (Command® 360 et Sandea®). Ces rendements sont statistiquement similaires au témoin non traité (sauf pour Bétamix® β). Ainsi, Command® 360 et Sandea® ont procuré un excellent rendement total et commercialisable. Néanmoins, Command® 360, s'il a donné un rendement statistiquement similaire au Sandea® a tout de même été significativement inférieur au témoin 100 % désherbé à la main en termes de rendement total et de rendement total commercialisable.

La phytotoxicité causée par le Bétamix® β (32,5 % le 14 juillet) a causé une perte importante de rendement, environ 50 % par rapport au témoin désherbé à la main et environ 40 % par rapport au Sandea®.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE (Maximum de ½ page)

Les deux saisons de recherche n'ont pas permis de trouver d'herbicides qui soient à la fois efficaces et sécuritaires pour la culture du concombre de champ. Tous les traitements testés ont donc été trop phytotoxiques et/ou trop peu efficaces.

Aucun des produits biologiques n'a procuré de résultats intéressants, Opportune® et l'huile de pin ayant été inefficaces, lorsqu'ils ont été utilisés en pré-levée de la culture et des mauvaises herbes. En 2014, l'huile de pin utilisée en post-levée a été très phytotoxique et ne peut pas constituer une solution de désherbage.

Ainsi, seul le Sandea® a permis d'obtenir d'excellents résultats. Ce produit a été très sécuritaire pour la culture (aucun symptôme détecté en deux ans) et très efficace contre les mauvaises herbes, avec une longue rémanence. Durant la réalisation de notre projet, le Sandea® a obtenu son homologation au Canada en 2014. Ce produit a été l'équivalent du Command® 360 qui lui aussi a été très performant.

Pour toutes ces raisons, des recherches supplémentaires devraient être réalisées durant les prochaines années afin de pouvoir trouver des solutions supplémentaires de désherbage. Si le Sandea® constitue une option de désherbage supplémentaire pour les producteurs de concombres qui pouvaient déjà compter sur le Command® 360, les cultures de rotation peuvent être affectées à long terme par cet herbicide (délais de 36 mois pour la fraise et la betterave potagère par exemple, 18 mois pour le brocoli, oignons, poireaux, etc.) en raison de sa longue rémanence. Il faut donc l'utiliser en toute connaissance de cause et bien avoir planifié les cultures de rotation avant de l'utiliser.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Pierre Lafontaine, agr. Ph.D.

Tél. : (450) 589-7313 # 223

Télécopieur : (450) 589-2245

Courriel : p.lafontaine@ciel-cvp.ca

AUTRES TRAVAUX OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

Un projet de recherche a été mené par l'Université Laval en 2005 et 2006. Ce projet s'intitulait « Désherbage dans le concombre de transformation au champ avec le halosulfuron ». Le rapport de recherche est présent à l'adresse suivante : <http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/24988/ch03.html#d0e1185>

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

L'équipe de réalisation du projet tient à remercier le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) qui a donné son soutien financier dans le cadre du Programme Prime-Vert, sous-volet 11.1- Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture et sans lequel le projet n'aurait pu se concrétiser.

ANNEXE(S)

Annexe 1. Traitements herbicides effectués dans le concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	Stade d'application	Date d'application
1	Témoin non traité	-	-	-
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	-	-
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	Post-semis/pré-levée des mauvaises herbes et de la culture	5 juin
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	Post-semis/pré-levée des mauvaises herbes et de la culture	5 juin
5	Huile de pin	40 L/ha	Post-semis/pré-levée des mauvaises herbes et de la culture	5 juin
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	Post-semis/pré-levée des mauvaises herbes et de la culture	5 juin
7	FirstRate® (cloransulaméthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	Post-levée de la culture et des mauvaises herbes (stade très précoce)	3 juillet
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,75 L/ha	Post-levée de la culture et des mauvaises herbes (stade très précoce)	3 juillet
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	Post-levée de la culture et des mauvaises herbes	3 juillet
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	Post-levée de la culture et des mauvaises herbes	3 juillet

Annexe 2. Évolution du pourcentage de phytotoxicité dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% de phytotoxicité 10 juillet	% de phytotoxicité 17 juillet	% de phytotoxicité 24 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 c*	0,00 c	0,00 c
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	0,00 c	0,00 c	0,00 c
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	0,00 c	0,00 c	0,00 c
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	0,00 c	0,00 c	0,00 c
5	Huile de pin	40 L/ha	0,00 c	0,00 c	0,00 c
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	0,00 c	0,00 c	0,00 c
7	FirstRate® (cloransulame-méthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	65,00 a	95,00 a	95,00 a
8	Bétamix® β (phenmédiophame + desmédiophame)	1,75 L/ha	57,50 b	60,00 b	52,50 b
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	62,50 ab	90,00 a	90,00 a
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	60,00 ab	88,75 a	88,75 a

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 3. Évolution du pourcentage d'efficacité contre le chénopode blanc dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 10 juillet	% d'efficacité 17 juillet	% d'efficacité 24 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 d*	0,00 e	0,00 e
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	97,25 a
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	52,50 b	30,00 c	0,00 e
5	Huile de pin	40 L/ha	0,00 d	0,00 e	0,00 e
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	100,00 a	97,75 a	91,75 b
7	FirstRate® (cloransulaméthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	22,50 c	20,00 d	0,00 e
8	Bétamix® β (phenmédiophame + desmédiophame)	1,75 L/ha	97,50 a	97,50 a	82,50 c
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	92,50 a	97,75 a	86,25 c
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	94,25 a	83,75 b	37,50 d

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 4. Évolution du pourcentage d'efficacité contre l'amarante à racine rouge dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 10 juillet	% d'efficacité 17 juillet	% d'efficacité 24 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 c*	0,00 d	0,00 d
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	45,00 b	22,50 c	0,00 d
5	Huile de pin	40 L/ha	0,00 c	0,00 d	0,00 d
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	100,00 a	99,75 a	98,25 a
7	FirstRate® (cloransulaméthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	95,00 a	91,25 b	0,00 d
8	Bétamix® β (phenmédiophame + desmédiophame)	1,75 L/ha	97,50 a	98,75 a	92,50 b
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	97,50 a	97,25 a	93,75 b
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	97,25 a	91,25 b	42,50 c

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 5. Évolution du pourcentage d'efficacité contre la petite herbe à poux dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 10 juillet	% d'efficacité 17 juillet	% d'efficacité 24 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 e*	0,00 c	0,00 c
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	27,50 d	0,00 c	0,00 c
5	Huile de pin	40 L/ha	0,00 e	0,00 c	0,00 c
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	99,75 a	100,00 a	100,00 a
7	FirstRate® (cloransulaméthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	95,00 c	91,25 b	0,00 c
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,75 L/ha	100,00 a	100,00 a	97,50 a
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	98,75 ab	99,75 a	99,50 a
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	96,00 bc	98,75 a	32,50 b

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 6. Évolution du pourcentage de recouvrement en dicotylédones annuelles dans le projet désherbage dans le concombre de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 10 juillet	% d'efficacité 17 juillet	% d'efficacité 24 juillet
1	Témoin non traité	-	56,25 a*	77,50 a	95,00 a
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	0,00 d	0,00 c	0,00 d
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	0,00 d	0,00 c	2,75 d
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	18,00 c	43,75 b	65,00 b
5	Huile de pin	40 L/ha	42,50 b	80,00 a	92,50 a
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	0,50 d	1,75 c	7,00 d
7	FirstRate® (cloransulame-méthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	33,75 b	67,50 a	95,00 a
8	Bétamix® β (phenmédiophame + desmédiophame)	1,75 L/ha	2,50 d	2,00 c	13,75 d
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	4,50 d	1,75 c	10,00 d
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	4,25 d	10,00 c	30,00 c

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 7. Rendement final en concombres de champ (L'Assomption, 2013).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	Super Sélect (Numéro 1) Total saison (Kg/ha)	Sélect (Numéro 2) Total saison (Kg/ha)	Rendement total en concombres commercialisables Total saison (Kg/ha)	Rejets (pertes). Total saison (Kg/ha)	Rendement total en concombre Total saison (Kg/ha)	Proportion (%) des pertes de rendement par rapport au rendement total
1	Témoin non traité	-	3 851 c*	8 000 d	11 851 d	9 246 d	21 097 d	42,87 ab
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	23 618 a	40 363 a	63 981 ab	27 155 ab	91 136 ab	30,04 cde
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	26 195 a	43 386 a	69 582 a	32 401 a	101 983 a	31,63 bcde
4	Opportune® (MBI-005) (<i>Streptomyces acidiscabies</i> RL)	30 L/ha	9 674 b	21 343 c	31 017 c	21 921 bc	52 938 c	39,74 abc
5	Huile de pin	40 L/ha	5 257 bc	8 447 d	13 704 d	8 745 d	22 449 d	38,61 abcd
6	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	24 683 a	42 438 a	67 121 a	28 792 ab	95 913 a	29,49 de
7	FirstRate® (cloransulame- méthyl) + Agral® 90	20,8 g/ha + 0,25 % v/v	772 c	1 095 d	1 867 d	891 d	2 758 d	32,27 bcde
8	Bétamix® β (phenmédiophame + desmédiophame)	1,75 L/ha	22 096 a	31 149 b	53 245 b	18 524 c	71 769 bc	25,21 e
9	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	36 g/ha + 0,25 % v/v	3 222 c	5 342 d	8 564 d	5 368 d	13 932 d	40,22 ab
10	Meridian® WDG (imazamox) + Agral® 90	18 g/ha + 0,25 % v/v	2 603 c	4 759 d	7 362 d	4 838 d	12 200 d	39,06 abcd
Pr > F			<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0055

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 8. Traitements herbicides effectués dans le concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	Stade d'application	Date d'application
1	Témoin non traité	-	-	-
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	-	-
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	Post-semis/pré-levée de la culture	30 mai
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	Post-semis/pré-levée de la culture	30 mai
5	Frontier MAX (dimethenamide)	756 ml/ha	Post-semis/prélevée de la culture et des mauvaises herbes 3+6	30 mai
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	Post-levée de la culture/post-levée précoce des mauvaises herbes	16 juin
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	Post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes	30 mai
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	Post-levée de la culture et des mauvaises herbes (stade très précoce)	11 juin 23 juin
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	Post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes	30 mai
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	Post-semis/pré-levée de la culture et des mauvaises herbes	30 mai

Annexe 9. Évolution du pourcentage de phytotoxicité dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% de phytotoxicité 18 juin	% de phytotoxicité 26 juin	% de phytotoxicité 3 juillet	% de phytotoxicité 14 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 g*	0,00 g	0,00 e	0,00 e
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	0,00 g	0,00 g	0,00 e	0,00 e
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	18,75 f	16,25 f	3,75 e	0,00 e
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	0,00 g	0,00 g	0,00 e	0,00 e
5	Frontier MAX (dimethenamide)	756 ml/ha	37,50 e	50,00 d	52,50 c	62,50 c
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	83,75 b	95,00 a	92,50 ab	97,50 ab
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	57,50 d	63,75 c	80,00 b	85,00 b
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	18,75 f	37,50 e	35,00 d	32,50 d
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	99,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	70,00 c	77,50 b	87,50 ab	87,50 ab

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 10. Évolution du pourcentage d'efficacité contre le chénopode blanc dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 18 juin	% d'efficacité 26 juin	% d'efficacité 3 juillet	% d'efficacité 14 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 d*	0,00 d	0,00 d	0,00 d
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	99,00 a	96,00 a
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	100,00 a	99,50 a	99,50 a	95,00 a
5	Frontier MAX (dimethenamida)	756 ml/ha	90,00 b	86,25 c	71,25 c	40,00 c
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	100,00 a	94,50 b	83,75 b	57,50 b
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	78,75 c	85,00 c	77,50 bc	61,25 b
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	92,50 b	94,50 b	94,25 a	87,50 a
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	100,00 a	100,00 a	98,50 a	94,50 a
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	98,75 a	94,00 b	93,75 a	92,50 a

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 11. Évolution du pourcentage d'efficacité contre l'amarante à racine rouge dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 18 juin	% d'efficacité 26 juin	% d'efficacité 3 juillet	% d'efficacité 14 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 c*	0,00 b	0,00 c	0,00 b
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	95,75 b	96,25 a
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	100,00 a	100,00 a	98,75 ab	98,75 a
5	Frontier MAX (dimethenamide)	756 ml/ha	100,00 a	100,00 a	99,50 a	99,50 a
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	100,00 a	100,00 a	98,75 ab	98,75 a
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	97,50 b	100,00 a	100,00 a	97,50 a
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	100,00 a	100,00 a	98,75 ab	98,75 a
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	97,50 a

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 12. Évolution du pourcentage d'efficacité contre la petite herbe à poux dans la culture du concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% d'efficacité 18 juin	% d'efficacité 26 juin	% d'efficacité 3 juillet	% d'efficacité 14 juillet
1	Témoin non traité	-	0,00 b*	0,00 b	0,00 c	0,00 c
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	100,00 a	100,00 a	98,75 ab	98,75 a
5	Frontier MAX (dimethenamida)	756 ml/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	100,00 a	100,00 a	97,50 b	92,50 ab
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	100,00 a	100,00 a	99,50 ab	74,25 b

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
------------------	--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 13. Évolution du pourcentage de recouvrement en dicotylédones annuelles dans le projet désherbage dans le concombre de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	% de recouvrement 18 juin	% de recouvrement 26 juin	% de recouvrement 3 juillet	% de recouvrement 14 juillet
1	Témoin non traité	-	51,25 a*	75,00 a	83,75 a	92,50 a
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 d
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	0,00 c	0,00 d	2,00 d	3,38 d
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	0,00 c	0,38 d	2,75 d	4,25 cd
5	Frontier MAX (dimethenamida)	756 ml/ha	5,75 bc	10,00 bc	17,00 b	41,25 b
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	0,00 c	4,13 d	12,50 bc	33,75 b
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	11,50 b	11,25 b	20,00 b	32,50 b
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	5,50 bc	5,00 cd	4,75 cd	10,75 cd
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	0,00 c	0,00 d	0,38 d	4,00 d
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	1,25 c	4,25 d	12,00 bc	15,00 c

Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
--------	--------	--------	--------	--------

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Annexe 14. Rendement final en concombres de champ (L'Assomption, 2014).

# Trt	Nom du traitement	Dose d'application	Super Sélect (Numéro 1) Total saison (Kg/ha)	Sélect (Numéro 2) Total saison (Kg/ha)	Rendement total en concombres commercialisables Total saison (Kg/ha)	Rejets (pertes) Total saison (Kg/ha)	Rendement Total saison (Kg/ha)	Proportion (%) des pertes de rendement par rapport au rendement total
1	Témoin non traité	-	1 968,75 d*	2 687,50 d	4 656,25 d	3 481,25 e	8 137,50 d	46,16 a
2	Témoin 100 % désherbé à la main	-	35 884,38 a	31 918,75 a	67 803,13 a	17 862,50 a	85 665,63 a	21,02 b
3	Témoin commercial : Command® 360 (clomazone)	1,17 L/ha	26 657,81 b	25 420,31 b	52 078,13 b	11 281,25 c	63 359,38 b	17,75 b
4	Sandea® (halosulfuron-méthyl)	70 g/ha	30 478,13 ab	26 295,31 ab	56 773,44 ab	15 296,88 b	72 070,31 ab	21,57 b
5	Frontier MAX (dimethenamide)	756 ml/ha	6 428,13 d	3 625,00 d	10 053,13 d	4 185,94 e	14 239,06 d	34,18 ab
6	Huile de pin	90 L/ha pour 600 L/ha de bouillie	2 271,88 d	1 264,06 d	3 535,94 d	857,81 f	4 393,75 d	17,21 b
7	Meridian® WDG (imazamox)	18 g/ha	5 910,94 d	5 348,44 d	11 259,38 d	3 390,63 e	14 650,00 d	29,70 ab
8	Bétamix® β (phenmédiphame + desmédiphame)	1,15 L/ha	17 235,94 c	16 112,50 c	33 348,44 c	8 678,13 d	42 026,56 c	22,11 b
9	Zidua® 85 WG/KHI-485 (pyroxasulfone)	237,35 g/ha	984,38 d	854,69 d	1 839,06 d	376,56 f	2 215,63 d	20,93 b
10	Broadstrike® (flumetsulame)	20 g/ha	2 740,63 d	4 240,63 d	6 981,25 d	3 764,06 e	10 745,31 d	34,85 ab
Pr > F			<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0261

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).