

Végéphyt - 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3,4 et 5 DÉCEMBRE 2019

GESTION DE LUTTE CONTRE LES CYPERACEES INVASIVES EN SYSTEME DE CULTURE LEGUMIER.
EFFICACITE DE TRAITEMENTS DE FUMIGATION DES SOLS POUR UNE LUTTE CONTRE
***CYPERUS ESCULENTUS*.**

B. PITREL, P. BOUTTEAUX, N. DESMOUCEAUX

SILEBAN, 19 route de Cherbourg – 50760 Gatteville-Phare – FRANCE

b.pitrel@sileban.fr, p.boutteaux@sileban.fr, n.desmouceaux@sileban.fr

RÉSUMÉ

Cyperus esculentus, communément nommé Souchet comestible, est une espèce particulièrement envahissante dans les cultures basses dont les cultures légumières. Parmi les cypéracées, cette espèce à fort pouvoir de développement et de nuisibilité est en recrudescence dans différents bassins de production. Dans une démarche d'élaboration de plan de lutte régional visant à maîtriser ce type d'espèce et à maintenir durablement la capacité à produire en systèmes de production légumiers, la recherche de moyens de lutte adaptables a démontré des réponses variables dans l'efficacité des leviers mobilisables. Parmi les méthodes de lutte, les traitements par fumigation des sols ont fait l'objet d'expérimentations aux USA et en UE notamment. À l'issue d'essais réalisés régionalement en parcelles fortement infestées, cette méthode apparaît comme une nécessité d'usage, en dernier recours, permettant de garantir un contrôle en cultures légumières sensibles telles que la carotte.

Mots-clés : *Cyperus esculentus*, souchet comestible, cyperacées, plante invasive, ~~lutte souchet~~ fumigation

ABSTRACT

Cyperus esculentus (commonly called "Yellow nutsedge") is a particularly invasive species in low crops including vegetables. Among the Cyperaceae, this species with a high capacity of development and of nuisance is increasing in different basins of production. In an effort to develop a regional control plan aiming to control this type of species and to maintain sustainably the capacity of production in vegetable systems, the search for adaptable means has demonstrated variable responses in the efficiency of the methods that could be used. Among the control methods, soil fumigation treatments have been tested in the USA and in EU especially. Tested in regional trials, in highly infested fields, this type of control appears as a necessity of use, as a last resort, to ensure a real control in vegetable crops sensitive such than the carrot.

Keywords: *Cyperus esculentus*, Yellow nutsedge, Cyperaceae, invasive plant, fumigation

INTRODUCTION

Dans un contexte de retrait européen des substances actives, dont les herbicides, certaines espèces herbacées apparaissent en recrudescence dans différents systèmes de production. Plus particulièrement dans les systèmes de production légumiers, les Cypéracées invasives sont en extension dans de nombreux bassins de production français et européens.

La biologie particulière de ces espèces rend la lutte complexe et leur fort potentiel de nuisibilité se traduit dès à présent par des pertes de productivité importantes voire une remise en cause de la capacité à produire des légumes. En Suisse par exemple, des pertes de rendements liées au souchet comestible dans les cultures de betteraves sucrières ou de pommes de terre ont été estimées entre 40 et 71% (Keller et *al.*, 2015). De plus, au sein d'un bassin de production tel que celui de la côte ouest de la Manche (bassin intégré à la 2^{ème} région de production de carottes en France), un peu plus de 20% des surfaces consacrées à la production légumière sont infestées en souchet comestible dont plus d'une centaine d'hectares fortement infestés (Pitrel et *al.*, 2016). En situation de forte infestation, les impacts sur les rendements et la qualité des récoltes sont extrêmement préjudiciables (35 à 50% et plus) au point que certaines parcelles sont actuellement abandonnées pour la production de légumes.

Souvent favorisé par les conditions de terroirs et de culture (sols sableux ou légers, pratiques d'irrigation, absence d'effet concurrentiel des cultures légumières, évolution des itinéraires techniques, ...), le développement des souchets aboutit rapidement à l'établissement de stocks semenciers considérables par l'accumulation dans le sol des tubercules issus de la multiplication végétative. Pour exemple, au champ, un tubercule a formé en un an une tache de 2 m de diamètre contenant 1900 plants et presque 7000 tubercules (Tumbleson et Kommedahl, 1961).

Ainsi, c'est plusieurs centaines d'émergences par mètre carré qui peuvent se développer en phase avec l'implantation de cultures légumières dont les cycles coïncident souvent avec celui des souchets (implantations de printemps, été).

La recherche de moyens de lutte permettant d'inverser la tendance d'une augmentation du niveau d'infestation et de contrôler efficacement ce type d'espèces invasives en culture constitue donc un enjeu très important.

Dans les conditions régionales (côte ouest du département de la Manche), différents travaux d'expérimentations menées par SILEBAN (station d'expérimentation et de développement légumière de Normandie) ont permis d'améliorer la connaissance du comportement de la plante et de faire évoluer sensiblement les méthodes de lutte qui restent à l'heure actuelle perfectibles ou insuffisantes au point de rendre certaines parcelles impropres à la production de légumes.

Compte tenu de travaux réalisés à l'étranger et de résultats obtenus avec l'usage de produits fumigants pour une application ciblée contre les Cypéracées (Mc Avoy et Freeman, 2013), des travaux d'expérimentation ont été conduits, en particulier avec le disulfure de diméthyle (DMDS), dans les conditions régionales. Ces travaux ont mis en évidence un meilleur contrôle du souchet comestible par fumigation à base de DMDS combiné au Métam sodium (MS) que l'application de DMDS seul (Pitrel et *al.*, 2017). Ainsi, après un premier dispositif d'évaluation d'efficacité propre (sans culture) de cette molécule (Essai Sileban 2017) sur *Cyperus esculentus*, un dispositif expérimental plus élaboré a été conduit sur 2 campagnes d'évaluation. L'objectif de cet essai bisannuel, basé sur l'évaluation d'itinéraires techniques intégrant l'usage de traitements par fumigation du sol, est d'évaluer l'efficacité et l'intérêt des traitements par fumigation à base de DMDS ou de MS, associés ou non. Ces traitements s'inscriront en complémentarité avec d'autres moyens de lutte déjà expérimentés. En 2018, première année d'essai, les modalités basées sur l'utilisation de spécialités à base de DMDS et MS ont été mises en œuvre en phase avec une culture de carotte, culture particulièrement sensible à la concurrence exercée par les souchets et que les programmes herbicides ne permettent plus de contrôler. Ce dispositif s'est prolongé, en 2019, par une évaluation d'impact des traitements sur les émergences de souchet l'année suivant leur application.

Par ailleurs, la métribuzine, dont l'usage est autorisé sur certaines cultures légumières (dont la carotte), est parfois référencée avec un certain potentiel d'efficacité sur Cypéracées. Ainsi, son positionnement en programme de désherbage a été évalué en complément d'efficacité.

MATERIEL ET METHODE

Le protocole a consisté en un essai d'efficacité de type valeur pratique (suivant les méthodes CEB n°3 et n°209) incluant différents itinéraires techniques basés sur deux principales composantes : la pratique de fumigation du sol (dose de produit fumigant, profondeur d'incorporation, application en combinaison ou non) et le travail du sol avant mise en culture (avec ou sans labour).

L'essai a été mis en place suivant un dispositif en blocs non randomisés avec témoins non traités en bandes adjacentes incluses dans le dispositif expérimental. Le rôle des témoins est de caractériser le niveau d'infestation en souchet et d'évaluer l'efficacité des modalités traitées. En raison d'un critère d'étude « travail du sol avant mise en culture », l'essai inclus un témoin avec labour avant implantation de la culture (carotte) et un témoin sans labour avant implantation.

Le dispositif d'essai a inclus 9 modalités avec 2 répétitions ; il a été adapté en superficie par rapport au matériel de traitement utilisé, ce qui a engendré notamment des parcelles élémentaires de grande taille (240 m²).

Les produits testés (Tableau I) ont été appliqués, en conditions de Bonnes Pratiques Expérimentales (prestataires agréés BPE).

Tableau I : Produits testés dans l'essai Sileban 2018-2019
(Products tested in the Sileban 2018-2019 trial)

Code - Nom de la substance active	Concentration en substance active dans le produit testé	Formulation	Nature du produit
Sil426 - Disulfure de diméthyle (DMDS)	> 99%	Liquide à appliquer sans dilution	Fumigant du sol
MS - Métam sodium ⁽¹⁾	510 g/l	Concentré soluble	Fumigant du sol
Sil427 – Metribuzine	600 g/l	Suspension concentrée	Herbicide

(1) Produits utilisés : Trimaton Extra (MS) / Sencoral SC (SIL427)

Tableau II - Modalités de l'essai et d'application des produits testés –
(Modalities of the test and application of the tested products)

N°	Modalités	Dose fumigant (l/ha) // Profondeur incorporation (cm) ⁽¹⁾	Reprise de sol pour mise en culture de carotte	Conditions complémentaires
1	ITK-1_Sil426	380 // 30	Avec labour à 25 cm de profondeur maximum	Pose de film barrière TIF
2	ITK-2_Sil426 + MS	380 // 30 + 300 // 15		
3	ITK-3_Sil426 SL	380 // 30		
4	ITK-4_Sil426 + MS SL	380 // 30 + 300 // 15		
5	ITK-5_MS 1200	1200 // 25	Avec labour à 25 cm de profondeur maximum	Sans fil barrière
6	ITK-6_MS 300	300 // 15+		Pose de film barrière TIF
7	ITK-7_MS 300 + Sil427	300 // 15+		Pose de film barrière TIF En pré semis et en incorporation au sol sur 10 cm : traitement herbicide Sil 427 à 0,7 l/ha
8	Témoin non traité avec labour		Avec labour	
9	Témoin non traité sans labour ⁽²⁾		Sans labour	

(1) Pose de film barrière TIF (Totally Impermeable Film) après toutes modalités traitées, sauf pour la modalité 5 (sans film)

(2) Modalité incluant un traitement herbicide de pré semis à une dose non autorisée en usage
Désherbage Carotte et suivant des conditions d'emploi non recommandées.

Les modalités de l'essai (Tableau II) correspondent aux itinéraires techniques éprouvés avec une mise en œuvre des traitements par fumigation conformément aux recommandations d'usages en vigueur au moment de réalisation de l'essai ou envisagées dans le cadre de leur homologation.

L'essai a été implanté dans une parcelle fortement infestée en *Cyperus esculentus* var. *leptostachyus* Böck située dans le bassin de production légumier de la côte ouest du département de la Manche (commune de Bretteville s/Ay). Le niveau d'infestation estimé avant implantation de l'essai était supérieur à 100 tubercules /m² soit une parcelle de classe 5 dans l'échelle de sévérité d'infestation (Tableau III).

Tableau III : Echelle de sévérité d'infestation utilisée pour le référencement des parcelles du bassin
(Scale of severity of infestation used for the referencing of the plots)



Classe d'intensité d'infestation souchets (émergences)	Effectifs de plantes /m ² (1)	Niveau d'infestation exprimé	Level of infestation expressed
Classe 0	0	Parcelle saine	No presence
Classe 1	1	Faible infestation	Low infestation
Classe 2	2 à 5	Infestation moyenne	Medium infestation
Classe 3	6 à 20	Forte infestation	High infestation
Classe 4	> 20 à 100	Très forte infestation	Very High
Classe 5	> 100	Très forte infestation (100% couverture)	Very High (100 % covering)

(1) Jugement avant développement de pousses secondaires

Les surfaces correspondant aux modalités de traitement par fumigation ont été géo-référencées par outil GNSS (Global Navigation Satellite System) de précision, ainsi que les placettes de comptages, afin de permettre un suivi en retour sur point d'observation et d'analyser l'évolution des émergences.

Les notations ont ciblé spécifiquement *Cyperus esculentus*. Les comptages ont été réalisés sur 2 placettes de 1 m² par parcelle élémentaire, au sein de la culture de carotte en 2018, jusqu'à un maximum de 250 plantes de souchet dans les témoins non traités.

En 2019, les mêmes placettes de comptages ont été suivies, en l'absence de culture, afin d'éviter l'interaction d'un couvert végétal sur la lecture d'efficacité résiduelle des traitements l'année suivant leur application (comptages jusqu'à un maximum de 500 plantes de souchet dans les témoins non traités).

Le logiciel de traitement statistique Statbox version 7.4 a été utilisé pour les analyses de variance et tests de comparaison de moyennes (Test Newman Keuls au seuil de 5%).

REALISATION DE L'ESSAI

Le traitement par fumigation a été réalisé le 16 mai 2018, au moyen d'un appareil Deeper Ino (Forigo), outil à coutres permettant une répartition sur la largeur de traitement (3 m) des produits fumigants à une profondeur d'incorporation réglable. Cette machine était également équipée d'un dispositif de pose du film plastique TIF (référéncé pour le produit fumigant à base de DMDS en particulier), avec système d'encollage permettant une pose avec recouvrement des bandes plastiques, pour une couverture totale des surfaces traitées (figure 1).

La mise en œuvre des modalités avec combinaison de fumigants (Sil426 + MS) a été effectuée par un double passage de l'outil avec incorporation du MS dans un premier temps, puis du produit Sil426 (second passage) avec pose simultanée du film plastique.

En cours de traitement, les doses réellement appliquées ont été vérifiées pour chaque modalité d'application du ou des produits.

Les écarts observés entre les objectifs de doses du protocole et les doses réellement appliquées (tableau IV) permettent de valider une bonne précision des applications pour les modalités 1 à 5. Pour les modalités 6 et 7, il est apparu un surdosage supérieur à 10 %; ces modalités ayant été respectivement appliquées à 413 l/ha et 347 l/ha de MS au lieu de 300 l/ha.

Tableau IV : Doses de produits fumigants prévues au protocole et doses réellement appliquées
(Doses of fumigants provided by the protocol and doses really applied)

N°	MODALITES	Dose Fumigant (L/ha) / Profondeur incorporation (cm)	Sil426 Equivalent Dose appliquée L/ha	MS Equivalent Dose appliquée L/ha
1	ITK1_Sil426	380 / 30	375	-
2	ITK2_Sil426+MS	380 / 30 + 300 / 15	367	298
3	ITK3_Sil426 SL	380 / 30	375	-
4	ITK4_Sil426+MS SL	380 / 30 + 300 / 15	375	298
5	ITK5_MS 1200	1200 / 25	-	1196
6	ITK6_MS 300	300 / 15+	-	413
7	ITK7_MS 300 + Sil427	300 / 15+	-	347

Figure 1 - Train d'outils utilisé pour l'application des modalités de fumigation des sols
(Tools train used for the application of soil fumigation methods.)



Le traitement herbicide de pré semis avec incorporation au sol a été réalisé par pulvérisateur à la dose de 0,7 l/ha (volume de préparation 600 l/ha), sans écart avec l'objectif de dose.

Après retrait des films barrière « TIF » et mise en place de la culture de carottes (20 juin 2018), les conditions climatiques sèches et de températures élevées ont obligé à de nombreuses irrigations pour assurer les levées et le peuplement de carottes. En particulier pour les modalités 3 et 4, sans labour, le sol a été très difficile à ré humecter.

Les conditions de conduite d'irrigation et de températures ont également stimulé les émergences de souchet et une dynamique très rapide de son développement. Ainsi, un envahissement total des bandes témoins non traitées adjacentes aux modalités traitées a été observé dès 48 jours après implantation de la culture. Cet envahissement s'est limité aux bandes témoins et n'a pas impacté les modalités traitées.

RESULTATS

Au cours de la première année d'essai (2018) et en phase avec la culture de carottes, l'efficacité des traitements a été significativement mise en évidence dans la durée du cycle cultural avec des niveaux de contrôle excellents pour certaines modalités, dans un contexte de dynamique d'infestation très rapide et forte.

Globalement, tous les traitements ont montré une efficacité significative comparativement aux témoins non traités (Tableau VI).

Les applications combinant Sil 426 à 380 l/ha et MS à 300 l/ha ont apporté une très bonne efficacité quelle que soit la condition de reprise du sol après fumigation (avec ou sans labour). Ces modalités ont été conduites sans binage mécanique à la différence des autres traitements pour lesquels une intervention complémentaire en désherbage mécanique dans l'inter rang a été nécessaire pour réduire l'effet concurrentiel du souchet sur la culture.

Le comportement du traitement Sil 426 seul à 380 l/ha a été très différent en fonction de la reprise du sol, avec un effet de contrôle nettement inférieur pour la condition sans labour.

Dans la durée, le traitement 7 (Métam sodium à 347 l/ha + herbicide de pré semis incorporé au sol) a apporté une efficacité relativement intéressante mais au détriment d'un manque de sélectivité sur la culture, induite par l'application herbicide.

Enfin, dans le cas du traitement « référence » MS à 1200 l/ha sans film barrière, le comportement d'efficacité a été parmi les moins satisfaisants en fin de période d'observation (début octobre).

Sur le plan de la sélectivité, le comportement des modalités a été très satisfaisant, excepté pour la modalité incluant une application herbicide de pré semis en incorporation au sol (modalité 7) qui a engendré une phytotoxicité importante avec perte significative de peuplement de carottes. Un effet de retard de développement a également été observé pour les modalités 3 et 4, sans labour avant mise en culture, dû à la difficulté de ré humectation du sol.

Tableau V : Emergences de souchets et estimation de pourcentage d'efficacité par rapport aux témoins non traités (TNT)

(Emergence of nutsedge and estimate percentage of efficiency compared to untreated plots - TNT)

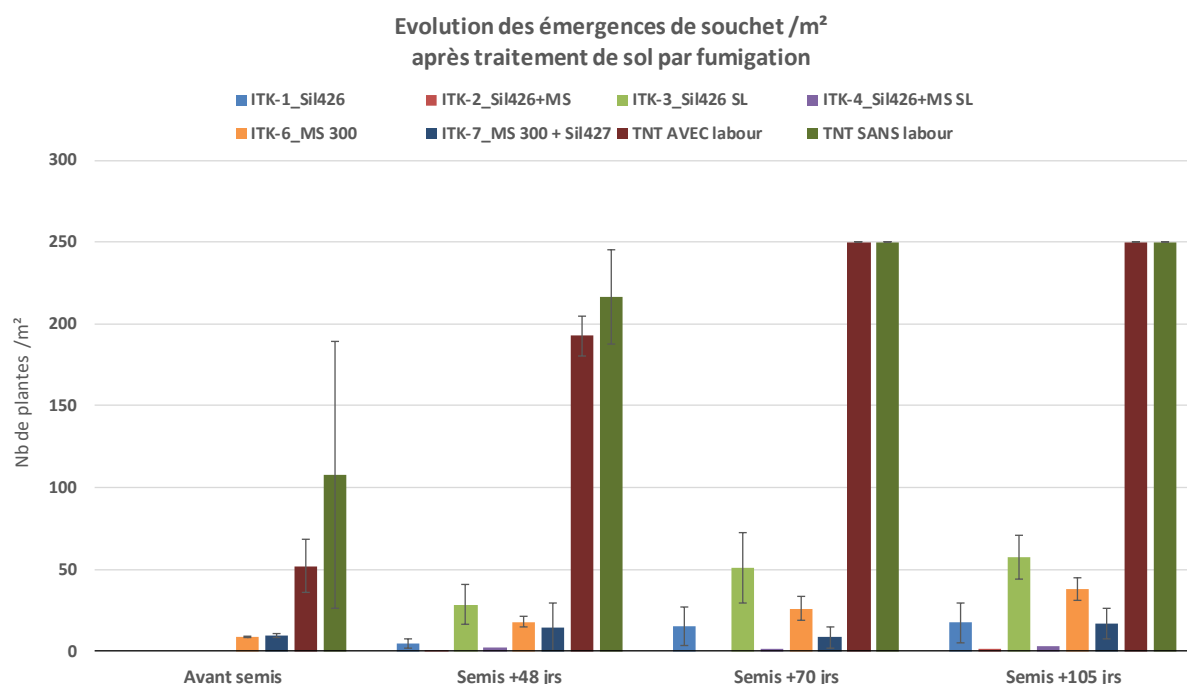
Date de notation	29/08/2018 : Semis +70 jours				03/10/2018 : Semis +105 jours			
MODALITES	Nb émergences /m²	Nb émergences /m² [Témoins Non Traités]	Estimation % Efficacité apparente / Témoins	Estimation % Couverture au sol	Nb émergences /m²	Nb émergences /m² [Témoins Non Traités]	Estimation % Efficacité apparente / Témoins	Estimation % Couverture au sol
ITK-1_Sil426	14,8 bc	250	94,1%	3%	17,3 cd	250	93,1%	17%
ITK-2_Sil426+MS	0,0 c	250	100,0%	0%	1,0 d	250	99,6%	1%
ITK-3_Sil426 SL	50,8 b	250	79,7%	16%	57,3 b	250	77,1%	58%
ITK-4_Sil426+MS SL	1,3 c	250	99,5%	0%	2,8 d	250	98,9%	2%
ITK-5_MS 1200	38,0 bc	250	84,8%	13%	40,0 bc	250	84,0%	40%
ITK-6_MS 300	26,0 bc	250	89,6%	9%	37,8 bc	250	84,9%	36%
ITK-7_MS 300 + Sil427	8,3 bc	250	96,7%	4%	16,8 cd	250	93,3%	16%
TNT AVEC labour	250 a			100%	250 a			100%
TNT SANS labour	250 a			100%	250 a			100%
Moyenne Essai	71,0		92,1%	6.4% ⁽¹⁾	74,8		90,1%	24% ⁽¹⁾
Signification	S				S			
Proba	0				0			
ET résiduel	12,9				10,5			
C.V	18,2%				14,1%			
Puissance	99%				99%			

(1) Moyennes hors témoins non traités

Figure 2 : Témoin non traité 48 jours après semis de la culture de carottes
(Untreated control 48 after sowing of the carrot crop)



Figure 3 : Évolution des émergences de souchet en phase avec le cycle de culture de carottes
(Evolution of emergence of nutsedge in phase with the cycle of carrot cropping)



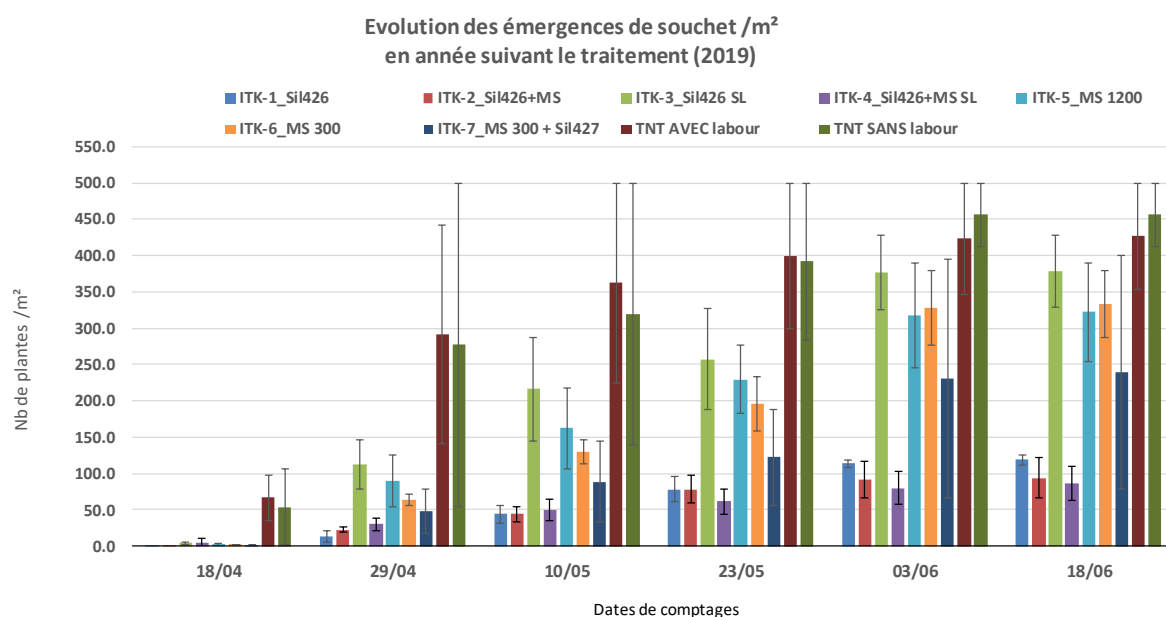
Lors de la seconde année d'expérimentation (2019), après reprise du sol et remise en culture de la parcelle d'essai en orge de printemps, les émergences de souchets ont été suivies pendant 60 jours, en l'absence de culture sur les placettes de comptages.

A partir des premières émergences (mi-avril), les levées de souchets dans les modalités témoins non traités ont suivi une augmentation relativement régulière des effectifs/m² pendant toute la période d'évaluation et ont atteint un niveau de peuplement important (plus de 400 émergences de souchet /m²) en fin de période d'évaluation (Tableau VI et Figure 4). Dans le même temps, les modalités de traitements appliquées en 2018 montrent des effets sur les ré émergences de souchet dont la dynamique a été selon les cas significativement réduite par rapport aux témoins. Dans les meilleurs cas, les émergences cumulées deux mois après les premières levées de souchet sont légèrement inférieures à 100 souchets /m² ce qui correspond à un peuplement élevé et en augmentation par rapport à 2018. A terme, aucune modalité de traitement n'a permis de réduire le potentiel d'infestation de souchets l'année suivant les applications.

Tableau VI : Comptages d'émergences de souchets /m² (1 an après traitement)
(Counts of nutsedge emergences /m² (1 year after treatment))

Modalités Traitement 2018	Emergences de souchets par date de comptage - Effectifs / m ²					
	18/04	29/04	10/05	23/05	03/06	18/06
ITK-1_Sil426	0,3	13,8	44,0	78,5 b	113,5 b	118,8 b
ITK-2_Sil426+MS	0,3	23,0	44,5	78,5 b	91,3 b	94,3 b
ITK-3_Sil426 SL	4,0	112,3	216,0	257,5 ab	376,3 ab	378,5 ab
ITK-4_Sil426+MS SL	5,3	30,5	49,8	61,8 b	80,0 b	86,8 b
ITK-5_MS 1200	2,5	90,0	162,5	229,5 ab	317,5 ab	322,5 ab
ITK-6_MS 300	2,3	63,8	129,8	195,8 ab	328,3 ab	333,3 ab
ITK-7_MS 300 + Sil427	1,5	48,5	89,0	122,3 b	230,8 ab	239,0 ab
TNT AVEC labour	67,3	292,0	362,0	400,0 a	423,3 a	426,8 a
TNT SANS labour	53,8	277,5	320,0	392,0 a	456,3 a	456,3 a
Moyenne Essai	15,2	105,7	157,5	201,8	268,6	272,9
Signification	NS	NS	NS	S	S	S
Proba	0,156	0,083	0,062	0,007	0,011	0,009
ET résiduel	26,7	113,0	95,0	70,5	84,6	81,2
CV	175,0%	106,9%	60,3%	64,9%	31,5%	29,7%
Puissance	40%	38%	60%	87%	83%	85%

Figure 4 : Evolution des émergences de souchet l'année suivant le traitement en l'absence de culture.
(Evolution of nutsedge emergence the year after treatment without culture)



DISCUSSION

En première année d'expérimentation et en phase avec la culture de carotte (2018), les traitements de sol par fumigation ont été réalisés suivant les conditions d'application prévues par le protocole (respect des températures et taux d'humidité du sol, profondeur d'application, pose de film en couverture totale, ...) et en conformité avec le référentiel BPE. Les contrôles réalisés lors des traitements ont permis de valider un bon respect des objectifs de doses sauf pour les modalités 6 (+37% par rapport à la dose objectif) et 7 (+15% par rapport à la dose objectif), écarts à intégrer dans l'interprétation des résultats.

Les conditions d'essai ont permis de valider un niveau d'infestation élevé et homogène en *Cyperus esculentus* de la parcelle de production support d'étude, et de bien éprouver l'effet de traitements.

Des différences de comportement des traitements ont tout d'abord été perçues à l'issue de la phase de fumigation (Figure 3). Ainsi, les traitements MS à 347 ou 413 l/ha ont montré un effet partiel (émergences présentes lors du retrait des films) contrairement aux autres traitements qui sont apparus totalement efficaces à ce stade de l'essai (avant semis).

En début de cycle de culture de carotte, l'effet des traitements est apparu très rapidement et significativement par rapport aux témoins non traités dont les dynamiques d'émergences et d'envahissement par le souchet ont été similaires et fortes (100 % de couverture du sol 48 jours après mise en culture).

En cours de culture, les estimations de pourcentage d'efficacité par rapport aux témoins respectifs ont varié de 77 à 99%, avant désherbage mécanique complémentaire pour les modalités à plus faible niveau de contrôle. Les différences de comportement d'efficacité entre les modalités de traitement sont restées globalement stables avec l'avancement du cycle de culture. La dernière observation d'efficacité a été réalisée début octobre (3/10/18), soit 105 jours après semis, à un stade où le résultat d'efficacité pouvait être considéré comme acquis pour le cycle de culture, compte tenu d'un arrêt des émergences à cette période de l'année.

Au stade récolte, l'efficacité de l'ensemble des traitements a été significativement démontrée comparativement aux deux témoins sans fumigation pour lesquels les pertes de rendement ont été estimés à 70%.

Dans les conditions de cet essai, des pertes de peuplement de carottes ont été enregistrées pour 2 modalités en raison d'un effet phytotoxique de l'herbicide Sil 427 appliqué en pré semis incorporé au sol et d'effet négatif de la pratique sans labour. Ces pertes de peuplement ont eu un impact négatif sur le rendement final.

En 2019, le suivi des émergences de souchets a permis d'évaluer l'impact des traitements dans la succession culturale. Globalement, malgré des dynamiques d'émergences différentes par rapport aux modalités témoins non traitées, cet essai ne permet pas de conclure à un abattement du stock semencier en situation de parcelle fortement infestée. En effet, bien que la dynamique de développement des souchets ait été significativement affaiblie pour les modalités les plus efficaces en 2018 (modalités Sil 426 + MS et modalité Sil 426 avec labour avant implantation), comparativement aux autres conditions de traitement, l'effet résiduel observé en 2019 n'a pas semblé traduire un affaiblissement du stock semencier. Ces observations sont également à relier aux conditions climatiques sèches de la période estivale et à une conduite de l'essai sans irrigation en 2019 (culture d'orge de printemps) qui ont provoqué un arrêt de développement naturel des souchets. Ainsi, ces conditions n'ont pas permis de prolonger les observations au-delà de deux mois après les premières émergences.

CONCLUSION

L'essai visait à évaluer l'efficacité de modalités de fumigation du sol, basées sur l'utilisation du Sil426 seul ou associé au MS, dans un but de lutte contre le souchet (*Cyperus esculentus*). Cet essai a été réalisé en conditions naturelles d'infestation dans les conditions pédoclimatiques du bassin côte ouest du département de la Manche (50 - Bretteville s/Ay).

L'essai a été conduit en phase avec une culture de carottes (2018) en comparant l'impact de deux conditions de reprise du sol avant implantation sur le niveau de contrôle du souchet. L'essai a également été prolongé par une évaluation d'impact des traitements sur les émergences de souchet en 2019. Sur la base d'un suivi pluriannuel, cet essai permet donc de conclure à une efficacité très intéressante des produits fumigants Sil 426 à base disulfure de diméthyle et Trimaton Extra à base de Métam sodium pour contrôler le souchet comestible en phase avec la culture de carottes. Un renforcement d'effet a été observé en combinant les deux produits en application à deux profondeurs différentes (15 et 30 cm) à l'aide de l'outil d'application spécial (Deeper Ino de Forigo), résultat également induit par des doses appliquées plus importantes pour ces traitements associant deux substances actives. La pratique du labour avant remise en culture de carottes n'a pas eu d'impact défavorable sur l'efficacité des modalités comparées sur ce critère de travail du sol.

L'analyse de l'impact des traitements dans la durée, en observant les émergences de souchet l'année suivant l'application des traitements, n'a pas permis de conclure à une forme de persistance d'effet ou de réduction du potentiel de la plante invasive pour la culture suivante, et ce malgré des différences de dynamique de développement. Globalement, en phase de remise en culture de printemps, les émergences de souchets en seconde année (2019) sont apparues en augmentation dans toutes les conditions de traitement, comparativement à celles dénombrées l'année du traitement (2018). Ce résultat a été obtenu pour une durée d'évaluation équivalente (60 jours) et sur des placettes de comptages identiques (en retour sur point GNSS) mais sur des périodes d'évaluation sensiblement différentes (mi-juin à mi-août en 2018 et mi-avril à mi-juin en 2019).

Dans cet essai biannuel, et à l'image d'autres dispositifs expérimentaux réalisés, le comportement des témoins non traités a confirmé le fort potentiel de nuisibilité et le caractère invasif de cette espèce dans les sols sableux. Ces mêmes témoins rappellent aussi le risque que représentent les souchets vis-à-vis du développement des cultures légumières. En effet, la carotte n'est pas la seule culture sensible vis-à-vis de cette problématique Cypéracées et de nombreuses autres cultures peuvent également être impactées ou empêchées dans le développement.

Enfin, ces résultats sont en cohérence avec ceux obtenus dans d'autres expérimentations en France et à l'étranger ; ils confirment le fort intérêt d'une solution de lutte en traitement par fumigation du sol face à cette problématique Cypéracées invasives, particulièrement préjudiciable et difficile à gérer en système de culture légumier. Dans ce cadre, le disulfure de diméthyle, molécule qui par ailleurs existe à l'état naturel, représente un moyen de lutte efficace qui permettrait d'améliorer considérablement la gestion de cette problématique et de façon prioritaire en situation de forte infestation.

BIBLIOGRAPHIE

Keller M., Total R. & Collet L., 2015. Erdmandelgrasbefall – massive Ertragseinbussen in Kartoffeln und Zuckerrüben. In 2. Nationale Ackerbautagung 2015. Muntelier-Löwenberg, Murten: Plattform Ackerbau Grandes cultures.

McAvoy T., Freeman J.H., 2013. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) control with reduced rates of Dimethyl disulphide in combination with totally impermeable film. *Weed technology*, 27, 515-519

Pitrel B., Boutteaux P., Davy M., 2016. Biologie et nuisibilité du souchet comestible (*Cyperus esculentus*) en cultures légumières - recherche de moyens de lutte. *Columa* 2016.

Pitrel B., Chianella M., Saathof W., van de Griend P., Santori A., Sunder P., Myrta A., 2017. Dimethyl Disulfide (DMS) is successful to control nutsedge (*Cyperus spp.*) in Europe. 3^{ème} congrès international de la fraise, Anvers.

Tumbleson M. E. and Kommedahl T., 1961. Reproductive potential of *Cyperus esculentus* by tubers. *Weeds* 9: 646-653