



**Pour contact porteur de projet :**

**STATION D'EXPERIMENTATION  
ET DE DEVELOPPEMENT LEGUMIERE  
DE NORMANDIE**

**19, route de Cherbourg**

**F - 50760 GATTEVILLE LE PHARE**

**Tél. : 02.33.23.42.10**

**E-mail : [sileban@sileban.fr](mailto:sileban@sileban.fr)**

**ANTICIPER, éviter une extension incontrôlée de la CYPéracée invasive  
(*Cyperus esculentus*) et rechercher des alternatives pour maintenir un  
développement de productions végétales en situation d'infestation et en  
bassin de production légumier normand**

# **ANTI-CYP**

**2023-2024**

**Région Normandie et Union Européenne, PEI 16.02**

**COMPTE-RENDU FINAL TECHNIQUE DU PROGRAMME D' ACTIONS**



**RÉGION  
NORMANDIE**



**UNION EUROPÉENNE**  
Fonds européen agricole pour  
le développement rural :  
l'Europe investit dans les  
zones rurales

# SOMMAIRE

<b>I. Contexte et objectifs du projet</b> .....	<b>4</b>
<b>II. Plan d'action ANTI-CYP (2023-2024 – 24 mois)</b> .....	<b>4</b>
<b>III. Bilan des réalisations</b> .....	<b>5</b>
<b>IV. Action 1 : Recherche d'alternatives de productions à évaluer en situation de parcelle infestée – définition du plan d'expérimentation</b> .....	<b>8</b>
1. Référencement des solutions alternatives à évaluer en Normandie pour la lutte contre le souchet comestible ( <i>Cyperus esculentus</i> ).....	8
a. Rotation.....	9
b. Pratiques culturales .....	11
2. Programme d'expérimentations .....	21
<b>V. Action 2 : Expérimentation des alternatives de production et nouvelles méthodes de gestion des cypéracées</b> .....	<b>22</b>
1. Essai 21-23SIL201 : Jachère noire en conditions contrôlées.....	22
a. Objectifs.....	22
b. Matériel et méthode .....	22
c. Déroulement de l'essai.....	24
d. Résultats.....	25
e. Conclusion .....	31
2. Essais 23-24SIL204 : jachère noire en parcelle .....	32
a. Objectif .....	32
b. Matériel et méthode .....	32
c. Résultats.....	40
d. Conclusion, discussion et perspectives .....	53
3. Essai 23SIL205 : germination des tubercules électrisés .....	55
a. Objectif .....	55
b. Matériel et méthode .....	55
c. Résultats et analyses .....	55
d. Conclusion .....	56
4. Essai 24SIL205 : épuisement par coupes répétées des parties aériennes .....	56
a. Objectif .....	56
b. Matériel et méthode .....	56
c. Résultats et analyses .....	60
d. Conclusion et perspectives.....	63
<b>VI. Action 3 : Evaluation d'une nouvelle machine d'extraction optimisée pour l'usage</b> .....	<b>64</b>
<b>VII. Synthèse des actions 2 et 3 et appréciation technico-économique</b> .....	<b>65</b>
<b>VIII. Action 4 : Prévention et gestion du risque de propagation</b> .....	<b>68</b>

1.	Evaluation du risque de propagation par l'avifaune sauvage .....	68
a.	Transport de tubercules via jabot .....	68
b.	Prospection sur site .....	71
c.	Conclusion et recommandations de gestion.....	73
2.	Evaluation du risque de propagation par les cartons de conditionnement.....	73
3.	Suivi sanitaire des parcelles infestées hors bassin de la Côte Ouest de la Manche .....	75
a.	Val de Saire .....	75
b.	Plaine de Caen.....	76
c.	Baie du Mont-Saint-Michel .....	76
d.	Autres.....	76
<b>IX.</b>	<b>Action 5 : Animation, coordination de projet et communication .....</b>	<b>76</b>
1.	Animation et coordination de projet .....	76
2.	Communication autour du projet .....	77
a.	Affichage du projet dans les locaux du SILEBAN et de la FREDON Normandie .....	77
b.	Présentation du projet sur les sites internet du SILEBAN et de la FREDON Normandie .....	78
c.	Articles de presse .....	80
d.	Evénements techniques.....	88
e.	Visite d'essai .....	89
f.	Animation du groupe technique national et échanges avec des acteurs internationaux .....	89
g.	Documents de sensibilisation et de communication .....	90
<b>X.</b>	<b>Conclusions du projet.....</b>	<b>98</b>
<b>XI.</b>	<b>Perspectives .....</b>	<b>99</b>
<b>XII.</b>	<b>Références bibliographiques et techniques.....</b>	<b>99</b>

# I. Contexte et objectifs du projet

Le **souchet comestible** (*Cyperus esculentus*) est une **adventice vivace invasive** fortement développée depuis une dizaine d'années en Normandie. Très problématique dans les systèmes légumiers, elle **remet en cause la production du Bassin de la Côte Ouest de la Manche** et **s'étend progressivement** dans les autres bassins normands de production légumière. Actuellement, **aucune solution de lutte** n'a été validée.

Le projet ANTI-CYP a donc pour but **d'identifier et d'expérimenter des solutions de gestion du souchet**, afin de proposer de **nouvelles pratiques agronomiques visant à réduire la pression du souchet** sur les agrosystèmes. Il a aussi pour objectif de **continuer à identifier les voies de contamination** pour mieux connaître les risques liés et améliorer la prévention. Enfin, la **communication** permet de sensibiliser autour de la problématique pour limiter son expansion.

# II. Plan d'action ANTI-CYP (2023-2024 – 24 mois)

**Tableau 1. Plan d'action du projet ANTI-CYP tel qu'apparaissant dans le document de dépôt de projet**

Phase/Étape	Contenu de l'action	Date de début et de fin	Résultats attendus / livrables	Indicateurs de réalisation
Action 1 : Recherche d'alternatives de productions à évaluer en situation de parcelle infestée Définition du plan d'expérimentation	Rechercher de nouvelles cultures et techniques de production associées potentiellement compatibles pour produire en parcelle infestée Recherche de nouvelles technologies, techniques de désherbage Identification, définition des expérimentations à conduire pour valider les alternatives identifiées avec un potentiel d'intérêt	Date de début : 01/01/2023 Date de fin : 31/12/2024	Référencement des recherches d'alternatives  Programme d'expérimentations	Références bibliographiques Nombre /type d'alternatives recensées  Nombre / type de dispositifs d'essais à réaliser
Action 2 : Expérimentation des alternatives de production et nouvelles méthodes de gestion des cypéracées	Elaborer les protocoles d'essais Réaliser le programme d'essais d'alternatives cultures et techniques associées, nouvelles technologies, méthodes et techniques de désherbage Essais réalisés en sols infesté, en conditions contrôlées ou en plein champ	Date de début : 01/01/2023 Date de fin : 31/12/2024	Protocoles et compte rendus d'essais  Synthèse de résultats  Appréciation technico économique	Données expérimentales Résultats intermédiaires
Action 3 : Evaluation d'une nouvelle machine d'extraction optimisée pour l'usage	Evaluation d'une tamiseuse cribreuse développée en partenariat avec une société privée (Kassbohrer) Version de machine optimisée lors du projet IDEAL et à évaluer sur une campagne d'expérimentation complète en itinéraires techniques	Date de début : 01/01/2023 Date de fin : 31/12/2024	Compte rendu d'essais Validation, référencement de conditions d'usage de la machine	Contacts prestataire machine d'extraction. Contrat de location machine  Relevés GNSS Interventions sur dispositifs d'évaluation
Action 4 : Prévention Gestion du risque propagation	Evaluer le risque de contamination de nouvelles parcelles du bassin côte ouest par l'avifaune sauvage ou d'autre modalité plus insidieuse que les principales déjà connues. Proposer des recommandations de mesures de gestion	Date de début : 01/01/2023 Date de fin : 31/12/2024	Protocole d'évaluation Compte rendu technique d'action Formulation de recommandations	Conditions d'évaluation (relevé GNSS) Contacts d'experts
Action 5: Animation, coordination projet et communication	<u>Action transversale :</u> Mise en œuvre d'un comité de pilotage Capitalisation des données Analyse perspective projet Réalisation et pilotage : SILEBAN Communication pour préserver les zones indemnes et sensibiliser vis-à-vis du risque de propagation Réalisation de supports de communication à destination des différents acteurs sur les alternatives, résultats d'expérimentation et potentialités	Date de début : 01/01/2023 Date de fin : 31/12/2024	Compte rendu justificatif technique et financier Articles revues techniques Supports de communication (diaporamas, vidéos...) Visite(s) d'essais Réunion(s) technique(s)	Tenue d'un comité de pilotage Envoi des justificatifs Communication : Nombre et type d'actions, public dont nombre de producteurs touchés

### III. Bilan des réalisations

Tableau 2. Bilan des réalisations du projet ANTI-CYP au 31/12/2024

Actions	Contenu	Résultats/livrables	Indicateurs de réalisation
<b>Action 1 :</b> <b>Recherche d'alternatives de productions à évaluer en situation de parcelle infestée</b> <b>Définition du plan d'expérimentation</b>	-Rechercher de nouvelles cultures et techniques de production associées potentiellement compatibles pour produire en parcelle infestée  -Recherche de nouvelles technologies, techniques de désherbage  -Identification, définition des expérimentations à conduire pour valider les alternatives identifiées avec un potentiel d'intérêt	<b>Référencement des solutions alternatives</b> à évaluer en Normandie pour la lutte contre le souchet comestible ( <i>Cyperus esculentus</i> )  <b>Programme d'expérimentations</b>	<b>68 références</b> bibliographiques et techniques  <b>18 alternatives recensées :</b> -3 expérimentées dans ANTI-CYP -12 qui pourraient être expérimentées à l'avenir (dont 9 prévues dans le projet en cours d'évaluation OPTI-CYP) -3 non expérimentables en l'état  <b>5 essais réalisés : 2/an en parcelle</b> (jachère noire) avec <b>chacun 4 à 8 modalités + 1 essai en conditions contrôlées avec 4 modalités</b> en 2024
<b>Action 2 :</b> <b>Expérimentation des alternatives de production et nouvelles méthodes de gestion des cypéracées</b>	-Elaborer les protocoles d'essais  -Réaliser le programme d'essais d'alternatives cultures et techniques associées, nouvelles technologies, méthodes et techniques de désherbage : réalisation des essais uniquement en jachère noire, pas d'essais en culture car technique et connaissances pas assez matures à l'époque pour la mise en place des expérimentations en plein champ.  -Essais réalisées en sols infesté, en conditions contrôlées ou en plein champ	<b>Protocoles et comptes-rendus</b> des essais <b>21-23SIL201, 23-24SIL204, 23SIL205 et 24SIL205</b>  <b>Synthèse des résultats</b> de l'action 2 et <b>appréciation technico-économique</b>	<b>5 fichiers de données expérimentales (1/essai)</b>  <b>~1500 photographies et vidéos</b>
<b>Action 3 :</b> <b>Evaluation d'une nouvelle machine d'extraction optimisée pour l'usage</b>	-Evaluation d'une tamiseuse cribleuse développée en partenariat avec une société privée (Kassböhrer). Version de machine optimisée lors du projet IDEAL et à évaluer sur une campagne d'expérimentation complète en itinéraires techniques	<b>Protocole et compte-rendu</b> de l'essai <b>23-24SIL204</b>  Référencement des <b>conditions d'usage de la tamiseuse</b>	<b>Contact avec le prestataire</b> de la tamiseuse (PistenBully – Kassböhrer)  <b>1 contrat de location</b> de la tamiseuse  <b>Relevés GNSS (6 quadrats/parcelle)</b>  <b>1 (2023) + 2 (2024) interventions sur 2 dispositifs</b> d'évaluation
<b>Action 4 :</b> <b>Prévention Gestion du risque propagation</b>	-Evaluer le risque de contamination de nouvelles parcelles du bassin côte ouest par l'avifaune sauvage (excréments, zone de nichage, dissection) ou d'autre modalité plus insidieuse que les principales déjà connues	<b>Compte-rendu technique de l'action 4</b> (Protocole d'évaluation, résultats, formulation de recommandations)	<b>Contacts avec le président de la société de chasse locale</b> pour récupération des corbeaux  <b>Evaluation de la présence potentielle de tubercules de souchet au pied des zones de nidification, issue des déjections</b> (pas de dissection possible car absence

	<p>-Proposer des recommandations de mesures de gestion</p>		<p>de corbeau à disséquer) (<b>relevé GNSS de la zone de nidification expertisée</b>)</p> <p><b>Evaluation de la présence potentielle de tubercules de souchet dans les cartons de conditionnement</b> des légumes non lavés prêts à vendre (1 site d'expédition à 2 dates soit 40 cartons échantillonnés)</p> <p><b>Suivi sanitaire des parcelles infestées</b> en dehors du bassin de la Côte Ouest de la Manche (5 parcelles)</p>
<p><b>Action 5 : Animation, coordination projet et communication</b></p>	<p><u>Action transversale :</u></p> <p>-Mise en œuvre d'un comité de pilotage</p> <p>-Capitalisation des données</p> <p>-Analyse perspective projet</p> <p>Réalisation et pilotage : SILEBAN</p> <p>-Communication pour préserver les zones indemnes et sensibiliser vis-à-vis du risque de propagation</p> <p>-Réalisation de supports de communication à destination des différents acteurs sur les alternatives, résultats d'expérimentation et potentialités</p>	<p><b>Compte rendu justificatif technique et financier du projet (compte-rendu complet des actions du projet)</b></p> <p><b>2 comptes-rendus de comités de pilotage et technique + diaporamas de réunion et feuilles de présence</b></p> <p><b>6 comptes-rendus de réunions techniques + diaporamas de réunion et feuilles de présence</b></p> <p><b>Poster d'affichage du financement</b> du projet</p> <p><b>4 articles de presse :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-JDL, 167, octobre 2023</li> <li>-La Presse de la Manche, 14/05/2024</li> <li>-JDL, 171, février 2025</li> <li>-La France Agricole, avril 2025 (à venir)</li> </ul> <p><b>Supports de communication :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>4 diaporamas :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1 présenté aux étudiants du BTS PH de Coutances</li> <li>-1 présenté lors de la Journée Innovation de la Région Normandie</li> <li>-1 présenté lors du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation</li> <li>-1 présenté lors des Rencontres-Débat Plantes Invasives</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>2 comités de pilotage et techniques</b></p> <p><b>6 réunions techniques</b></p> <p><b>Envoi des justificatifs en mars 2025</b></p> <p><b>Affichages du poster de financement</b> du projet dans les locaux de la FREDON Normandie et du SILEBAN</p> <p><b>Présentation du projet sur les sites internet</b> de la FREDON Normandie et du SILEBAN</p> <p><b>5 articles de presse :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1 article dans <b>Jardins du Littoral en octobre 2023</b> (295 lecteurs dont 265 producteurs)</li> <li>-1 article dans <b>La Presse de la Manche le 14/05/2024</b> (86 000 lecteurs dont nombre indéterminé de producteurs)</li> <li>-1 article dans <b>Infos CTIFL</b> en juillet 2024</li> <li>-1 article technique dans <b>Jardins du Littoral en février 2025</b> (295 lecteurs dont 265 producteurs)</li> <li>-1 article à venir dans <b>La France Agricole en avril 2025</b> (89 000 lecteurs dont nombre indéterminé de producteurs)</li> </ul> <p><b>6 présentations :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1 présentation à <b>12 étudiants de BTS Production Horticole de Coutances</b> en visite au SILEBAN le <b>20/02/24</b></li> <li>-1 présentation lors de la <b>Journée Innovation de la Région Normandie le 13/05/2024</b></li> <li>-1 présentation à <b>7 producteurs bretons et 5 conseillers</b> en visite au SILEBAN le <b>27/09/2024 ;</b></li> <li>-1 présentation lors d'une visite <b>d'étudiants</b> du lycée Le Robillard au SILEBAN le <b>03/10/2024 ;</b></li> </ul>

		<p>-1 <b>vidéo pitch</b> de 3min présentée sur le <b>site internet Forum Champs d'Innovation</b></p> <p>-1 <b>poster</b> de présentation des résultats</p> <p>-1 <b>fiche solution ANTI-CYP Forum Champs d'Innovation</b></p> <p>-1 <b>guide de recommandations de lutte</b> contre le souchet comestible mis à jour</p> <p><b>1 visite d'essai</b></p> <p>Participation aux <b>réunions du groupe national de travail sur le souchet</b> animé par le CTIFL</p>	<p>-1 présentation lors du <b>5<sup>ème</sup> forum Champs d'Innovation au lycée Le Robillard le 21/11/2024</b></p> <p>-1 présentation lors des <b>Rencontres-Débat Plantes Invasives le 15/11/2024 à Saint-Pierre-Eglise</b> (une centaine de personnes dont nombre indéterminé de producteurs)</p> <p><b>Vidéo</b> sous format de « <b>pitch 3 min</b> » produite dans le <b>cadre du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation</b></p> <p><b>Stand</b> au <b>5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation</b> (150 personnes dont 8 producteurs et 93 futurs producteurs)</p> <p><b>Poster de présentation des résultats</b></p> <p><b>Fiche solution ANTI-CYP Forum Champs d'Innovation</b></p> <p><b>Démonstration du Kwick-Finn</b> en parcelle et visite d'essai le 30 août 2023 (4 producteurs)</p> <p><b>Guide de recommandations de lutte contre le souchet comestible mis à jour</b></p> <p><b>Diffusion</b> en accès libre sur le <b>site internet du SILEBAN du compte-rendu complet d'actions et de certains livrables du projet</b></p> <p><b>Diffusion dans les Organisations de Producteurs</b> de la <b>fiche de reconnaissance du souchet et du guide de recommandations mis à jour</b></p>
--	--	--	---

## IV. Action 1 : Recherche d'alternatives de productions à évaluer en situation de parcelle infestée – définition du plan d'expérimentation

Le référencement des solutions alternatives à évaluer en Normandie a été réalisé grâce à des **recherches bibliographiques**. Les résultats de ces recherches ont été ensuite soumis à une **analyse critique par le groupe opérationnel régional composé du SILEBAN, de la FREDON Normandie et des techniciens des Organisations de Producteurs**. L'enquête auprès des producteurs du plan collectif volontaire de lutte contre *Heterodera carotae* dont les résultats devaient abonder la partie 1.a-Rotation n'a pas été réalisée pour des raisons logistiques. Son objectif était d'analyser l'impact à long terme de l'introduction de nouvelles cultures visant à contrôler le nématode sur le souchet comestible.

Le **programme d'expérimentation** du projet ANTI-CYP a été construit à partir de la **première partie des recherches bibliographiques** réalisées en 2023 et mis à jour au cours du projet.

### 1. Référencement des solutions alternatives à évaluer en Normandie pour la lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*)

Cette partie présente les **cultures ou techniques qui pourraient être évaluées dans le but d'améliorer la lutte contre le souchet comestible en Normandie**, issues de l'analyse critique de la synthèse de 68 références bibliographiques et techniques, datant de 1961 à 2025. Le **premier critère de sélection** des méthodes présentées a été la **possibilité technique de réalisation en région** (sans prendre en compte la présence d'un débouché pour les cultures dans un premier temps). Suite à cela, **18 alternatives** ont été recensées et classées comme suit :

- **3 ont été expérimentées dans ANTI-CYP** (Kvick-Finn, travail répété du sol, désherbage électrique).

- **12 pourraient être expérimentées dans un avenir proche** (alternance de cultures sensibles et tolérantes, couverts d'interculture, décalage de la date de semis, pulvérisation ultra-localisée, outil endommageant les parties aériennes pour faciliter la pénétration de l'herbicide, certaines substances actives, destruction répétée des parties aériennes, Tig'air, broyeur de cailloux, désherbage laser, solarisation, désinfection anaérobie des sols).

- **3 ne sont pas expérimentables de suite** (Root-Up 4000, vapeur, biocontrôle).

Il n'existe actuellement **aucune méthode efficace à 100% pour contrôler le souchet comestible autorisée en France**. La lutte actuelle possible réside en une **combinaison de techniques partiellement efficaces qui s'inscrit sur le long terme**.

Les techniques considérées ici comme prometteuses **diminuent le stock de tubercules présents dans le sol, limitent la multiplication végétative et/ou de différent l'émergence du souchet pour le rendre moins compétitif vis-à-vis de la culture**. Une attention a été portée dans l'analyse de ces techniques quant à leur effet sur le **nématode à kyste de la carotte (*Heterodera carotae*)** ou les **maladies telluriques**, fréquemment rencontrés dans les systèmes touchés. Dans la description des techniques, si aucune mention n'est faite à propos de ces pathogènes, cela signifie qu'aucun effet de la pratique n'est certifié à leurs propos.

Finalement, à la vue de la progression de l'infestation et des expérimentations menées ces dernières années, une **éradication totale du souchet semble irréaliste**. L'objectif actuel est de **maintenir une production agricole viable économiquement dans les bassins concernés** par la problématique.



**Les techniques présentées ici sont issues de la bibliographie, et des expérimentations en région doivent être réalisées pour valider ou non leur efficacité.**

## **a. Rotation**

Une rotation composée de cultures tolérantes et sensibles, agrémentée de couverts d'intercultures, contiendrait le développement du souchet et permettrait de construire un système économiquement viable. Cette solution ne serait pas efficace seule mais constituerait un contexte dans lequel d'autres techniques efficaces seraient employées. La rotation doit être adaptée au potentiel agronomique des parcelles et au modèle agricole dépendant de la taille de l'exploitation et des ressources humaines et techniques. Elle doit également prendre en compte les autres problématiques sanitaires rencontrées telles que la gestion du nématode à kyste de la carotte et des maladies telluriques. Le souchet étant surtout présent dans les systèmes légumiers très spécialisés, la reconception de leurs rotations en diminuant la part de cultures légumières sensibles est délicate. Des investissements conséquents de matériel ont souvent été réalisés, associés à un certain niveau de revenu qui peut être difficilement réduit.

La construction des rotations n'a pas fait l'objet de ce travail, les cultures ont seulement été classées selon les données bibliographiques et techniques qui ne proviennent pas toutes de Normandie. En dehors de l'aspect économique, les différents bassins de production présentent des contraintes qui ne rendent pas possibles l'ensemble des cultures tolérantes. Ce peut être la présence de la filière ou encore le type de sol, principalement sableux sur la Côte Ouest. Des expérimentations devront être réalisées pour confirmer cette classification en région et valider les rotations construites à partir de ces bases.

### **• Cultures sensibles**

Les cultures sensibles sont celles dans lesquelles le souchet se développe fortement et engendre d'importantes diminutions de rendement, avec des répercussions sur le reste de la rotation. Ces cultures sont : la carotte, le poireau, le panais, le persil, le cerfeuil, l'ail et l'oignon, les choux de Bruxelles, les haricots, le soja et la betterave sucrière (DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS ; KEELEY, 1987 ; GESTIPHYTO, 2017 ; TOTAL ET AL., 2018 ; BARARPOUR ET AL., 2023). En général les cultures semées sont plus sensibles (DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS ; TOTAL ET AL., 2018).

### **• Cultures tolérantes**

Les cultures tolérantes présentent une perte de rendement acceptable à un niveau moyen d'infestation (< 50-100 souchets/m<sup>2</sup>) (KEELEY, 1987). Cette tolérance est permise grâce à la concurrence des cultures mais le plus souvent grâce aux pratiques de leurs itinéraires culturaux. De ce fait, leur tolérance pourrait être remise en cause si les pratiques de leurs itinéraires culturaux venaient à évoluer (perte de substances actives, décalage de la date de semis, impossibilité de désherber). En général les cultures plantées, sarclées et couvrantes sont moins sensibles, le souchet étant sensible à la compétition pour la lumière (DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS ; KEELEY ET THULLEN, 1978 TOTAL ET AL., 2018 ; VONNEZ, 2020). Les substances chimiques herbicides autorisées sur ces cultures permettent de lutter, mais le désherbage mécanique et les spécificités de mises en culture (densité adaptée par exemple), permettent aussi de limiter la prolifération du souchet. Il faut noter que certaines substances actives sont menacées (AGRAPRESSE, 2023), ce qui impliquera probablement une modification du classement des cultures tolérantes lors du retrait de ces substances si tel est le cas.

Voici les **cultures légumières tolérantes déjà cultivées en région** :

- Les **choux** sont plantés dans les 4 bassins de production légumière: le Val de Saire, la Côte Ouest, le Mont-Saint-Michel et la Plaine de Caen, généralement dans les sols limoneux mais également en sols sableux. Le contrôle du souchet est réalisé grâce aux substances actives : métazachlore, pyridate et diméthénamide-P, et à l'implantation tardive du chou décalée de la période préférentielle d'émergence du souchet (*DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*). Le chou peut être hôte de pathogènes telluriques comme le sclerotinia ;

- Le **navet** est semé dans tous les bassins sauf la plaine de Caen en sols limoneux et sableux. Ce sont les produits phytosanitaires à base de métazachlore et diméthénamide-P qui permettent de limiter le développement du souchet (*GESTIPHYTO, 2017 ; DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*) ;

- La **pomme de terre** est plantée dans tous les bassins sauf la Côte Ouest. Les herbicides et le désherbage mécanique, accompagnés par la couverture rapide du rang sont assez efficaces (*DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*). Aux Etats-Unis et en Suisse, la perte de rendement est tolérable : -12 à -44% avec une couverture du souchet de 44% (*KEELEY, 1987 ; BOHREN, 2016 ; TOTAL ET AL., 2018*). Toutefois, en cas de fortes infestations, les rhizomes peuvent traverser les pommes de terre engendrant leur déclassement. La pomme de terre peut être hôte de pathogènes telluriques comme le rhizoctone ou le taupin.

La **tomate** et le **concombre** ne sont pas **courants en région en systèmes légumiers mais réalisables** en fonction du matériel disponible. Ils **présenteraient un intérêt**. En effet, lors de fortes infestations (400 à 1000 souchets/m<sup>2</sup>), la perte de rendement de la tomate aux Etats-Unis n'est estimée qu'à 21% (*KEELEY, 1987*). De même, une étude américaine rapporte qu'à une densité adaptée (15 plants/m<sup>2</sup>), la perte de rendement du concombre est tolérable (*JOHNSON ET MULLINIX, 1999*). Attention cependant aux herbicides de ces cultures autorisés aux Etats-Unis, non autorisés en France, qui pourraient aussi être à l'origine de ces résultats.

Des **grandes cultures tolérantes** peuvent être positionnées en alternance des légumes dans la rotation :

- le **chanvre**, a déjà fait ses preuves aux Pays-Bas. Par sa concurrence avec le souchet pour la lumière, il limite fortement la production de tubercules fils et de rhizome (*LOTZ ET AL., 1991*). Cette culture est techniquement possible en ex-Basse Normandie mais la filière reste à développer (*DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*) ;

- les **céréales à paille d'hiver**, grâce à leurs couvertures importantes et aux herbicides à base de thifensulfuron, contrôlent le développement du souchet (*GESTIPHYTO, 2017 ; SCHRÖDER ET AL., 2021*). Les céréales à paille d'hiver peuvent être hôtes de pathogènes telluriques comme le taupin ;

-les **cultures pérennes** comme la **luzerne** ou le **ray-grass**, du fait de leur concurrence pour la lumière, contrôleraient le souchet. En Normandie et en Suisse, il a été observé que le souchet se développait moins dans une prairie temporaire ou intensive (pas de floraison) (*DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS ; SCHRÖDER ET AL., 2021*). Les cultures pérennes peuvent être hôtes de pathogènes telluriques comme le taupin ;

-le **sorgho**, utilisé sur la Côte Ouest comme biofumigant contre le nématode à kyste de la carotte, limiterait la progression du souchet comestible, grâce à sa concurrence pour la lumière et aux herbicides à base de diméthénamide-P (*GESTIPHYTO, 2017 ; DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*) ;

- le **maïs**, cultivé dans les 4 bassins, est la culture la plus efficace pour limiter le souchet grâce à sa concurrence pour la lumière et aux herbicides à base de mésotrione, bentazone, pyridate et diméthénamide-P (*LOTZ ET AL., 1991*). Ce contrôle est observé en Normandie, avant une culture de carotte ou de poireau en cas d'infestation raisonnable (*GESTIPHYTO, 2017 ; DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*). Aux Etats-Unis, la perte de rendement est acceptable (-17 à 41%) pour des infestations de 300 à 1200 tubercules/m<sup>2</sup> (*STOLLER ET AL., 1979*). En Suisse, c'est la culture la plus appropriée en cas d'infestation raisonnable si le semis tardif en juin est précédé par un travail du sol répété (*SCHRÖDER ET AL., 2021*). Toutefois, pour ces deux pays il faut garder à l'esprit

que certains herbicides non autorisés en France peuvent influencer la tolérance du maïs, et que les résultats peuvent être différents en France. Le maïs peut être hôte de pathogènes telluriques comme le taupin.

- **Couverts d'interculture**

L'effet des couverts d'interculture sur le souchet est **controversé dans la littérature**. Une expérimentation menée aux Pays-Bas a montré qu'un couvert de radis semé le 17/07 à la suite de la récolte d'une orge d'hiver a permis de limiter la production de tubercules plus efficacement (-17% en plus) qu'une orge seule (LOTZ ET AL., 1991). En revanche d'autres publications ont relaté que les couverts (vesce velue, ray-grass italien, avoine, seigle, blé, trèfle) n'avaient aucun effet sur la densité de souchet (REDDY, 2001 ; TEASDALE ET ROSECRANCE, 2003). Ces résultats contradictoires peuvent s'expliquer par des **bénéfices différents en fonction du type de couvert, de son développement, de la période d'implantation ou encore du niveau d'infestation**.

Un effet sur le souchet pourrait être espéré si le couvert est **semé tôt (juin-juillet)** et/ou **reste implanté tardivement (mai)**, et qu'il **lève rapidement** pour concurrencer le souchet, en **produisant beaucoup de biomasse**. En effet la concurrence du souchet doit se faire **entre avril et septembre**. En dehors de cette période, le couvert offrira tous ses bénéfices, mais ne servira pas spécifiquement à lutter contre le souchet.

La culture de différents couverts doit donc être expérimentée en Normandie. Les **problématiques à résoudre** dans les sols sableux de la Côte Ouest sont le **choix de l'espèce appropriée** et le **niveau de soin à apporter (irrigation, fertilisation)**. En effet, il est difficile de réaliser un couvert avec un niveau de couverture suffisant en sols sableux sans irrigation ni fertilisation, et de le faire perdurer pendant l'hiver (DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS). A priori, le choix s'orientera vers le colza ou la moutarde. Le choix du couvert devra également être réfléchi en fonction des cultures de la rotation pour éviter d'intégrer de nouvelles espèces hôtes de maladies telluriques comme le sclerotinia avec les crucifères par exemple.

## **b. Pratiques culturales**

- **Décalage de la date de semis**

Le **décalage de la date de semis** peut aussi être un levier de lutte : décaler la date d'implantation de la culture peut permettre à celle-ci de **bénéficier de meilleures conditions climatiques et ainsi accélérer sa levée et son développement**. De plus, ce décalage peut entraîner un semis dans une **période où la levée du souchet est moins active** (cas du maïs semé à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine de mai au Québec ou de la courge semée fin juin aux Etats-Unis (STILWEL ET SWEET, 1974 ; GHAFAR ET WATSON, 1983)). Le décalage de la date de semis peut également avoir un **effet sur la gestion des autres adventices** sur le même principe. Des expérimentations doivent être menées en Normandie pour valider ou non la technique.

- **Lutte chimique**

Actuellement, la lutte chimique n'est **pas particulièrement efficace** à cause de la **liste courte des substances actives autorisées et de leur efficacité partielle**. Elle **risque de s'amoinrir à l'avenir** car 3 substances (*en italique*) parmi les 7 présentées ci-dessous font partie des 75 substances actives menacées (AGRAPRESSE, 2023). Les substances actives autorisées en France montrant une efficacité sur souchet sont :

- le **mélange mésotrione + bentazone** en fractionné (JACOB ET AL., 2016 ; DE RYCK ET AL., 2021), autorisé en France sur lin textile de printemps et maïs (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025) ;

- le **mélange mésotrione + pyridate** en fractionné (DE RYCK ET AL., 2021 ; FOU CART ET AL., 2023), autorisé en France sur maïs (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025) ;

-le **métazachlore** (RIEMENS ET AL., 2008), autorisé en France sur chou et navet (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025) ;

-le **diméthénamide-P** en incorporation avant semis suivi de précipitations ou d'irrigation par sprinklers, puis relayé par un traitement foliaire (DODET, 2006 ; FELIX ET ISHIDA, 2008 ; DE RYCK ET AL., 2021), autorisé en France sur maïs, sorgho, chou et navet (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025) ;

-le **glyphosate** sur des stades très jeunes et tôt en saison (DODET, 2006 ; KELLER ET AL., 2020 ; SCHRÖDER ET AL., 2021 ; BARARPOUR ET AL., 2023), autorisé en France en traitements généraux (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025) ;

-l'**halosulfuron** en fractionné (GÜNNIGMANN ET BECKER, 2016 ; BARARPOUR ET AL., 2023), autorisé en France sur riz (DONNEES E-PHY – ANSES – 21/01/2025).

Il est important de noter que l'utilisation répétée de certaines substances a engendré une **apparition de résistance du souchet** dans certains pays (LINDELL ET AL., 2024 ; VIDOTTO ET FOGLIATO, 2024). Il a aussi été démontré que la **réponse aux herbicides varie en fonction des populations génétiques** de souchet co-existant au sein d'un même territoire (RIEMENS ET AL., 2008 ; DE CAUWER ET AL., 2017). La réponse aux herbicides semble également varier en fonction de l'origine reproductive des souchets : avant 6 semaines, les souchets issus de graines pourraient être plus sensibles aux herbicides que les souchets issus de tubercules (KELLER ET AL., 2020).

Le développement de **matériel de pulvérisation ultra-localisée** (ARA de Ecorobotix), permet de reconsidérer l'utilisation d'herbicides dans la lutte contre le souchet comestible. Cette technique permettrait d'**utiliser des substances non sélectives de certaines cultures légumières en ne les pulvérisant que sur le souchet** sans toucher la culture. La **réalisation des traitements tôt en saison avant tubérisation** est également gage d'une meilleure efficacité (DODET, 2006). Une des solutions à tester pour améliorer l'efficacité des herbicides serait de **d'endommager le souchet** grâce à du matériel spécifique avant traitement pour **faciliter la pénétration de l'herbicide**. Certains outils comme ORBIS de Roll'N'sem, un rouleau FACA ou encore un outil auto construit adapté comme celui de Noël Deneuille pourraient être testés en ce sens (CNA, 2025) (Figures 1 à 3). Un échange téléphonique en fin de projet avec la société Roll'N'Sem a permis d'entrevoir la possibilité de tester ce matériel à l'avenir en région.



**Figure 1. Orbis de Roll'N'sem** (Source : rollnsem.fr)



**Figure 2. Rouleau FACA** (Source : Réussir.fr)



**Figure 3. Outil auto-construit par Noël Deneuille** (Source : Centre National d'Agroécologie)

### • Travail répété du sol

Le travail répété du sol **épuiserait le souchet et en limiterait la multiplication végétative** (TUMBLESON ET KOMMEDAHL, 1961 ; JOHNSON ET AL., 2007 ; BOHREN ET WIRTH, 2018). L'efficacité **dépend de l'outil, de la fréquence, du stade, de la durée et de la fertilisation** (RIEMENS ET AL., 2008).

Concernant la fréquence de passage, JOHNSON ET AL. (2007) montrent que le travail répété du sol hebdomadaire ou mensuel (13 ou 5 interventions) réduit le nombre de tubercules (-77%) et la densité de pousses (-99%). Cependant, nos expérimentations ont montré que même si un travail du sol répété tous les 15 jours à 3 semaines diminue le nombre de pousses (-81%), il ne limite pas la reproduction végétative. Un travail tous les 10 ou 13 jours semble donc plus approprié, résultats confortés par JAUZEIN (1996).

Concernant le stade, BOHREN ET WIRTH (2018) conseillent d'intervenir à chaque repousse dès que le souchet atteint 2 à 5 feuilles, pendant le printemps et le début de l'été.

Concernant la durée, TUMBLESON ET KOMMEDAHL (1961) montrent que cette pratique est efficace au bout de 4 ans : 99% de diminution des tubercules contre 40% au bout de 2 ans.

Concernant la fertilisation, JAUZEIN (1996) et LI ET AL. (2004) rapportent que les fumures stimulent la pousse et retardent la tubérisation, menant à un épuisement plus rapide.

Sur la base de ces connaissances, le travail répété du sol serait efficace s'il est :

- réalisé **hebdomadairement à tous les 15 jours** au maximum, à chaque fois que le souchet atteint le **stade 2-5 feuilles, à partir de l'émergence et au maximum avant tubérisation (d'avril à juillet)**, soit environ **5 à 13 passages** ;

- réalisé avec un **outil à taux de recouvrement élevé type scalpeur**, ramenant les tubercules à la **surface** du sol ;

- suivi rapidement de l'implantation d'une **culture** ou d'un **couvert** ;

- si possible en **situation de fertilisation élevée** ;

- répété **plusieurs années successives** en fonction du niveau initial d'infestation.

Ce travail répété du sol peut être envisagé dans une stratégie de **jachère noire** (BOHREN ET WIRTH, 2018) ou **avant la mise en place d'une culture semée tardivement fin juin à début juillet** (SCHRÖDER ET AL., 2021). Dans le cas de fortes infestations (~1000 pieds/m<sup>2</sup>), **1 an de jachère noire, suivie d'une ou deux années de cultures semées tardivement précédées par un travail répété du sol** comme le maïs, pourrait être envisagé comme solution. Cette technique pourrait également avoir un effet positif sur la gestion des autres adventices.

En termes d'inconvénients, un travail intensif du sol **en impacte fortement la structure**. Une **attention doit donc être portée à celle-ci**, notamment en **sols limoneux et argileux**. Les **sols sableux** dans les mielles sont également particuliers à cause du **risque de « volage »** du sable (érosion éolienne) qu'ils encourent en cas de non-couverture du sol, rendant délicate la mise en œuvre de cette technique. L'implantation d'un **couvert à la suite de cette pratique** permettrait d'en limiter les impacts. Le second inconvénient majeur est le **temps important de réalisation**. En effet, les passages doivent être réguliers dans une période où des cultures installées dans d'autres parcelles nécessitent des interventions régulières également. Enfin, le dernier inconvénient est le **risque accru de dissémination** du souchet par cette pratique. Un **nettoyage précautionneux des engins et outils** intervenant en parcelle est indispensable pour diminuer ce risque. Finalement l'efficacité de cette méthode doit être évaluée en parallèle des résultats économiques (temps investi et coût en carburant).

- **Destruction répétée des parties aériennes par fauchage**

La **destruction répétée des parties aériennes qui peut être réalisée par fauchage aurait les mêmes conséquences que le travail répété du sol** (RIEMENS ET AL., 2008 ; SUMMERLIN ET AL., 2000 ; DE RYCK ET AL., 2023). Cette technique chronophage assez similaire au travail répété du sol l'**impacterait moins**.

En effet, **moins la hauteur de coupe est importante, plus elle est réalisée au ras du sol, plus la technique est efficace**. Une coupe à 2 cm est plus efficace qu'à 5 cm (DE RYCK ET AL., 2023). SUMMERLIN ET AL. (2000) prouvent qu'une coupe à 1,3 cm 3 fois par semaine diminue la production de pousses plus rapidement (environ 4 semaines) qu'une coupe hebdomadaire à 3,8 cm. Dans cette expérimentation, aucun nouveau tubercule n'a été produit pendant les deux années d'expérimentations.

Concernant la fréquence, DE RYCK ET AL. (2023) montrent qu'une coupe répétée hebdomadaire ou toutes les deux semaines pendant 18 semaines diminue de 97% le nombre de tubercules. Cette fréquence est retrouvée dans nos expérimentations, avec une diminution de 80% des pousses au bout de 12 coupes espacées de 10 jours. Une coupe tous les 13 jours a donné des résultats similaires.

Sur la base de ces connaissances, la destruction répétée des parties aériennes du souchet par fauchage serait efficace si :

- si possible en **situation de fertilisation élevée** ;
- la **hauteur** de fauche est comprise **entre 1 et 2 cm** ;
- la **fréquence** de coupe est **hebdomadaire ou tous les 15 jours** ;
- suivie** rapidement de l'implantation d'une **culture** ou d'un **couvert couvrant** ;
- répétée **plusieurs années successives** en fonction du niveau initial d'infestation.

Le manque d'outils adaptés à une telle hauteur de coupe implique l'utilisation d'autres outils qui **devront donc être testés pour en valider l'efficacité**.

- **Outils et machines spécifiques**

- ❖ **Kvick-Finn – Lyckegård**



**Figure 4 - Kvick-Finn de Lyckegård**

Le Kvick-Finn (Figure 4), produit par Lyckegård et commercialisé en France par Agrosoil, est un **scalpeur-extracteur** qui **extraie et met les souchets en surface**, engendrant leur **dessiccation** si les conditions climatiques le permettent. Il a été expérimenté dans le cadre du projet ANTI-CYP (Partie V.2 – Essai 23-24SIL204). Il est **utilisable sur d'autres postes de l'exploitation** (destruction de couvert, lutte contre les plantes vivaces, préparation du sol, possible semis en agriculture de conservation des sols par ajout d'une trémie pneumatique). Son efficacité pour lutter contre le souchet comestible a été testée dans la Drôme et les Landes (*L'AGRICULTURE DROMOISE, 2022 ; AGROSOIL, 2025*). Dans nos expérimentations, il a réduit la densité de pousses de 84% en deux passages, et a montré une **efficacité plus importante en conditions séchantes l'été**. Cependant, il n'a un impact que sur les tubercules présents dans les 15 cm de sol travaillés. **Combiné avec des labours, il devrait permettre d'assainir toute la profondeur de sol contaminé**, ce qui reste encore à valider. Cette technique serait utilisable dans le cadre d'une **jachère noire**, mais également **avant mise en culture** de la parcelle.

- ❖ **Désherbage électrique**

Le **désherbage électrique**, même s'il **n'élimine pas le tubercule en un seul passage**, permet de **détruire les parties aériennes**, notamment sur des **souchets jeunes avec moins de 5 feuilles** (*VONNEZ, 2020 ; FEYS ET AL., 2023*). Nos expérimentations ont montré que des passages répétés de la NUCROP de NUFARM et CROP.ZONE ont diminué la densité de souchet de 85% au bout d'un an (5 passages entre mai et juillet), avec destruction des tubercules mères des plantes touchées à répétition. L'électrification post-germination pré-émergence n'a pas provoqué la mise en dormance du tubercule dans nos essais, malgré qu'elle ait donné de bons résultats dans d'autres expérimentations (*DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS*).

L'efficacité de cette technique dépendrait de **différents facteurs**. Les dégâts dans les parties souterraines des plantes touchées seraient d'autant plus importants si le **sol est sec** (*FEYS ET AL., 2023*). L'impact est **corrélé négativement avec l'âge de la plante** mais **positivement avec le temps d'électrification** (*FEYS ET AL., 2023*). Des **courants de basse tension (50-100V)** pourraient lever la dormance des tubercules comme c'est le cas chez la pomme de terre (*FEYS ET AL., 2023*). L'avantage de cette technique est qu'elle **ne travaille pas le sol** et est **moins dépendante des conditions pédoclimatiques**. Elle est **coûteuse**, mais participe à la **gestion de l'ensemble des adventices présentes sur la parcelle**. Dans la lutte contre le souchet, elle pourrait être utilisée dans le cadre d'une **jachère noire par passages répétés pour épuiser** le souchet, ou alors en **passages répétés avant mise en culture tardive**. Le nombre de passages et la période restent encore à déterminer. Des électrodes spécifiques pourraient être créées pour désherber uniquement l'inter-rang des cultures, mais actuellement aucune machine commercialisée en France n'est conçue pour cet usage.

Nos essais ont été menés avec la **NUCROP** produite par **Nufarm** et **Crop.Zone** (Figure 5) (NUCROP, 2025). 2 autres machines ont aussi été identifiées : la **XP3000** de **Zasso** (qui n'est plus commercialisée en France) et l'**Electric Weeder** de **Garford** et **Rootwave**, (prochainement commercialisée en France) (Figures 6 et 7) (ZASSO, 2025 ; GARFORD, 2025). Un échange téléphonique en fin de projet avec la société NOVAXI a permis d'entrevoir la possibilité de tester l'Electric Weeder à l'avenir en région.



Figure 5. Nucrop de Nufarm et Crop.Zone



Figure 6. XP3000 de Zasso (Source : Zasso)



Figure 7. Electric-Weeder de Garford et Rootwave (Source : Garford)

#### ❖ Laser

Le **désherbage laser** est une solution alternative au désherbage chimique prometteuse en cours de développement qui permet un **désherbage ultra-précis**, en **inter-rang** et **sur le rang des cultures plantées et semées** (GAO ET SU, 2024). Les adventices sont détectées en **temps réel par des caméras couplées à de l'intelligence artificielle**, puis sont **brûlées par un laser**. La technologie est commercialisée en France : le **LaserWeeder** de **Carbon Robotics** (Figure 8), testé en Nouvelle-Aquitaine (L'AVENIR AQUITAIN, 2024 ; CARBON ROBOTICS, 2025). Des échanges avec d'autres équipementiers développant cette solution (Cattera, Greenshield) sont en cours pour définir la possibilité de tester cette technique à l'avenir en région.





**Figure 8. LaserWeeder de Carbon Robotics** (Source : Carbon Robotics)

L'avantage de cette technique est qu'elle **ne travaille pas le sol** et est donc **moins dépendante des conditions climatiques**. Elle peut s'utiliser **de nuit comme de jour**. Cependant elle **ne permet pas de détruire le tubercule mais uniquement les parties aériennes**. Cette technique **onéreuse**, mais participant au **désherbage de l'ensemble des adventices présentes sur la parcelle**, serait utilisée pour **lutter contre le souchet comestible en culture**. Elle permettrait de **limiter sa compétition avec la culture**.

#### ❖ Root-Up 4000 – Frejma



**Figure 9. Root Up 4000 de Frejma** (Source : Aurélien Groult)

La Root Up 4000 produite par Frejma non encore commercialisée en France, est une **fraise rotative combinée à un tapis à chaînes et barrettes** séparant le sol des plantes récoltées et les **redéposant en surface pour permettre leur dessiccation** (Figure 9) (FREJMA, 2025). Le principe est semblable au Kwick-Finn mais avec un outil scalpeur différent, ici animé par une prise de force. Elle est efficace sur chiendent et **mériterait d'être testée sur souchet** (MATERIEL AGRICOLE INFO, 2022). Des échanges avec la société FREJMA sont en cours pour définir la possibilité de tester ce matériel à l'avenir en région.

#### ❖ Tig'air - Bionalan

Le Tig'air produit par Bionalan est une **arracheuse à chénopodes**, qui **coince entre ses rouleaux, arrache et de dépose au sol les adventices dépassant une culture** (Figure 10) (L'UNION AGRICOLE, 2024 ; BIONALAN, 2025). Elle mériterait d'être testée sur souchet pour déterminer si les parties aériennes sont suffisamment solides et ne se cassent pas lors de l'extirpation. Si c'est le cas, le Tig'air **pourrait être utilisé en culture pour limiter la compétition** du souchet et **faciliter la récolte de la culture** parfois gênée lorsque le souchet est présent en forte densité. Des échanges avec la société Bionalan ont permis d'entrevoir la possibilité de tester ce matériel à l'avenir en région.



Figure 10. Tig'air de Bionalan (Source : Bionalan)

### ❖ Broyeur de pierres

Un broyeur de souches a été testé dans le projet IDEAL (2021-2023) sans succès (IDEAL, 2023). Cet essai avait conduit à l'orientation vers le test d'un broyeur de pierres. Le principe de serait de **détruire les tubercules directement dans le sol par compaction mécanique**. Si la technique s'avérait efficace, elle **pourrait être utilisée avant la mise en culture** de la parcelle. Des échanges avec la société Bugnot sont en cours pour définir la possibilité de tester ce matériel à l'avenir en région.

### • Solarisation

La solarisation consiste en la **pose d'un film plastique augmentant la température du sol** pour détruire les adventices. L'efficacité **dépend du type de film utilisé**, de la **durée** et des **conditions climatiques influençant la montée en température du sol**.

La température pour rendre la solarisation efficace est haute. WEBSTER (2003) montre qu'en **conditions contrôlées** la viabilité des tubercules diminue significativement après **30h d'exposition constante à 45°C**. HEJAZI ET AL. (1980) ont déterminé en conditions contrôlées qu'il fallait **32 jours à 50°C** pour diminuer la viabilité des tubercules de 67% et **6 jours à 60°C** pour décimer l'ensemble des tubercules. En champs, une efficacité a été démontrée à partir de **4 mois à des températures de sol oscillants entre 30 et 50°C** (JOHNSON ET AL., 2007).

Les films les plus efficaces pour augmenter la température du sol sont les **transparents et ceux absorbant dans l'infra-rouge** (« thermal infrared absorbing film (TIR) ») par rapport au film en polyéthylène noir (CHASE ET AL., 1999 ; JOHNSON ET AL., 2007). De plus, la lumière traversant le film modifierait le rhizome de souchet ne lui permettant plus de transpercer le film contrairement au film noir (CHASE ET AL., 1998).

La durée de pose doit être de **plusieurs mois**. Un film en polyéthylène noir de 32 µm d'épaisseur et un film transparent de 32µm posés pendant **4 mois** en conditions contrôlées de mars à juin ont réduit respectivement de 46 et 76% le nombre de pousses et 49 et 51% le nombre de tubercules aux Etats-Unis (WEBSTER, 2005). JOHNSON ET AL. (2007) ont montré qu'une solarisation débutée en mai ou en juillet jusqu'à début octobre (**4 à 6 mois**) a diminué efficacement la densité de souchets. En revanche WADA ET AL. (2024) n'ont pas démontré l'efficacité d'une pose d'un film transparent pendant 6 semaines entre juillet et août.

Ainsi, la solarisation étant une technique dépendante de différents paramètres, **des essais doivent être menés en Normandie pour en déterminer l'efficacité et la possibilité technique dans les conditions locales**. Une efficacité pourrait être espérée avec un **film transparent ou IRT**, posé pendant **4 mois minimum entre avril et octobre**. Des échanges avec le groupe Armando Alavrez sont en cours pour définir la possibilité de tester ce type de films plastique à l'avenir en région. Cette solarisation pourrait intervenir dans une stratégie de **jachère noire, avant le semis d'une culture implantée tardivement, après la récolte d'une culture récoltée en juin ou juillet ou dans une culture**. Pour la pose sur de grandes surfaces, la **technique de pose et la tenue sur le long terme** avec les contraintes climatiques régionales (vent et précipitation) doivent être étudiées. Une **irrigation** sous les bâches serait peut-être nécessaire afin de pouvoir laisser le souchet se

développer pour qu'il puisse s'épuiser. L'utilisation en culture impliquerait de **pouvoir techniquement cultiver la culture en présence d'un film plastique**. Certaines cultures s'y prêtent (salade, céleri-branche) mais d'autres ne semblent pas l'être pour le moment (cultures semées comme la carotte ou les grandes cultures, poireau). Une **recherche concernant la mise en place d'itinéraires culturaux adaptés doit donc être réalisée**. Par exemple, pour la carotte, un bâchage de l'inter-rang en planche pourrait être imaginé pour n'avoir à gérer que le souchet présent sur le rang, et diminuer le stock de tubercules en inter-rang. Finalement, le coût des matériaux, la pose et surtout le recyclage en fin de vie est à prévoir dans le coût total de la technique.

- **Biofumigation et désinfection anaérobique des sols**

La biofumigation consiste en **l'incorporation au sol de matière végétale qui, lors de sa dégradation, libérera des composés nuisant aux adventices** présentes. La désinfection anaérobique des sols utilise le même principe mais le **sol est placé en conditions anaérobiques par bâchage ou inondation**. Les micro-organismes anaérobiques se développeront et dégraderont les semences et tubercules d'adventices dans le sol. Cette technique a aussi un impact sur d'autres ravageurs comme le nématode.

Les **isothiocyanates** sont produits par dégradation des **glucosinolates**, présents dans au moins **16 familles végétales** dont les **brassicacées** (FAHEY ET AL., 2001). Ces composés ont réduit le développement du souchet en conditions contrôlées à de fortes concentrations (entre 5000 à plus de 10000 nmol.g<sup>-1</sup> de sol), notamment le benzoyl, le 3-fluorophenyl, le phenyl et le 3-methylthiopropyl (NORSWORTHY ET MEHAN, 2005 ; NORSWORTHY ET AL., 2006). En champs, deux variétés de moutarde « Caliante » et « Pacific gold » semées en mars et détruites au stade 50-80% de remplissage des graines, incorporées au sol puis bâchées, ont montré un contrôle du souchet comestible même après 5 semaines. Leurs concentrations en glucosinolates étaient de 35 à 60 μmol.g<sup>-1</sup> de plante soit 24500 à 42000 μmol.m<sup>-2</sup> (BANGARWA ET NORSWORTHY, 2013). La multiplication végétative et le pouvoir compétitif du souchet comestible, en présence d'une culture, sont diminués par l'incorporation de particules de radis sauvage (1% du volume de sol) (*Raphanus raphanistrum*) (NORSWORTHY ET MEEHAN, 2017).

La biofumigation et la désinfection anaérobique des sols sont **prometteuses mais doivent être expérimentées** en Normandie pour **en valider l'efficacité et la technique**. Des échanges sont en cours avec la société Terrial pour définir quelles matières pourraient être utilisées pour expérimenter cette technique à l'avenir. Elles pourraient être utilisées dans le cadre d'une stratégie de **jachère noire, avant l'implantation d'une culture semée tardivement en juin-juillet**, ou alors **dans l'itinéraire cultural d'une culture plantée sur film plastique**.

- **Désinfection par la vapeur**

La **désinfection du sol par injection de vapeur contre le souchet n'est pas viable en champs**. En effet, pour qu'elle soit efficace sur l'ensemble de la profondeur de sol contaminé, la température du sol doit être maintenue à 50°C pendant 32 min ou à 75-85°C pendant 10 à 15 minutes, avec si possible une couverture du sol par un film plastique (VONNEZ, 2020 ; FEYS ET AL., 2024). En revanche, cette technique **pourrait être utilisée sur de petits volumes en contenants fermés**, par exemple pour **traiter des déchets potentiellement contaminés**.

- **Biocontrôle**

Les recherches actuelles concernant l'utilisation de pathogènes fongiques ou d'insectes ravageurs pour contrôler le souchet comestible n'ont pas abouti à des résultats probants à cause de raisons techniques et éthiques, bien que ces pathogènes infectent le souchet comestible (RIEMENS ET AL., 2008 ; BOURRET ET AL., 2024).

Concernant les champignons *Dactylaria higginsii*, *Puccinia canaliculata*, *Phytophthora cyperi*, la production d'inoculum n'est pas possible et/ou l'inoculation n'aboutit pas toujours et/ou le manque d'informations sur les plantes hôtes ne permet pas de l'utiliser en culture (RIEMENS ET AL., 2008 ; BOURRET ET AL., 2024).

Au Brésil, une infestation du souchet par la cochenille de l'oranger *Planococcus citri* a été repérée pour la première fois en 2023 (GODOI ET AL., 2024).

Des extraits de feuilles sèches de laurier rose et de thévétia du Pérou ont permis de détruire les parties aériennes du souchet comestible (BEGAM ET AL., 2020).

Le seul moyen de biocontrôle potentiellement identifié comme prometteur est l'utilisation de porcelets consommant les tubercules (TOTAL ET AL., 2022). Le pâturage pendant 8 mois a diminué de 90% le nombre de tubercules. Cette technique **doit encore être étudiée de manière approfondie avant d'être testée en Normandie**. L'utilisation de volailles consommant les tubercules n'a pas été documentée dans la bibliographie. L'utilisation d'autres animaux broutant le souchet (moutons, chevaux, vache) ne semble pas envisageable car le souchet n'est pas appétent (DIRES D'EXPERTS TECHNIQUES NORMANDS).

## 2. Programme d'expérimentations

**Tableau 3. Programme d'expérimentations du projet ANTI-CYP (2023-2024)**

Année(s)	Numéro	Objet	Objectif	Nombre d'essai(s)	Conditions	Déroulement et modalités
2023	21-23SIL201	Jachère noire en conditions contrôlées	Tester 3 méthodes de jachère noire	1	Conditions contrôlées	Poursuite de l'essai initié dans le précédent projet IDEAL (2021-2023)  Modalités chimique, mécanique et combinée
2023	23SIL205	Germination de tubercules électrisés	Evaluer la viabilité des tubercules qui ont été électrisés	1	Conditions contrôlées	Prélèvement de tubercules en parcelle dans les zones où la NUCROP est passée puis mise en germination en conditions contrôlées  Dénombrement du nombre de tubercules germés au cours du temps
2023-2024	23-24SIL204	Jachère noire en parcelle	Tester différentes techniques utilisables dans le cadre d'une stratégie de jachère noire	4	2 parcelles fortement infestées (1 essai/parcelle/an pendant 2 ans)	Techniques : tamiseuse à sable modifiée, Kwick-Finn, NUCROP, travail répété du sol  1 <sup>ère</sup> année : test des techniques 2 <sup>ème</sup> année : intégration des techniques dans un itinéraire de jachère noire  Dénombrement des densités dans des quadrats géolocalisés, photographies, relevé du stade de développement des souchets, observation des parties souterraines en fin d'essai
2024	24SIL205	Coupes répétées des parties aériennes du souchet	Déterminer la fréquence optimale de coupe dans le cadre d'une destruction répétée des parties aériennes du souchet visant à l'épuiser	1	Conditions contrôlées	3 modalités de coupe : tous les 7 jours (stade 2 feuilles du souchet), tous les 10 jours (stade 3-5 feuilles), toutes les 3 semaines (stade avancé) + témoin non traité  Relevé du stade de développement des souchets, observation des parties souterraines en fin d'essai, poursuite de l'essai en 2025

## V. Action 2 : Expérimentation des alternatives de production et nouvelles méthodes de gestion des cypéracées

5 essais ont été menés dans le cadre du projet ANTI-CYP :

- la suite d'un essai de **jachère noire en conditions contrôlées** (21-23SIL201) ;
- deux essais de **jachère noire en parcelle** (23-24SIL204) ;
- un essai de **germination de tubercules électrisés en conditions contrôlées** (23SIL205) ;
- un essai de **coupes répétées des parties aériennes du souchet visant à l'épuiser en conditions contrôlées** (24SIL205).

Concernant les essais réalisés en parcelle, les relevés GNSS des quadrats suivis ne sont pas présentés dans ce document mais sont disponibles à la demande auprès du porteur de projet.

### 1. Essai 21-23SIL201 : Jachère noire en conditions contrôlées

#### a. Objectifs

Evaluer l'**impact de différentes modalités de conduite en jachère noire**, visant à lutter contre le souchet (*Cyperus esculentus*) **sur la culture suivante de carottes**.

Dans ce dispositif, **une première phase** (2021-2022) visait à **réduire, voire à éliminer, le stock semencier** de souchet dans un sol sableux fortement infesté. Les modalités de conduite en jachère noire étaient basées sur **l'élimination mécanique** des émergences et le désherbage par **herbicides**. La **seconde phase** d'essai consiste à **évaluer l'impact des mesures de lutte mises en œuvre** en phase de jachère noire, **sur la culture de carottes et sur le développement du souchet**.

#### b. Matériel et méthode

- Type d'essai : Sélectivité & Efficacité Valeur Pratique
- Facteur étudié : Sélectivité & Efficacité de méthodes de lutte en conditions de jachère noire
- Dispositif : Essai en blocs aléatoires
- Lieu d'implantation : Serre scientifique – Cellule 1
- Modalités : 3
- Répétitions : 4
- Taille de parcelle élémentaire : 0.86 m<sup>2</sup>
- Surface de l'essai : 30 m<sup>2</sup> environ
- Nombres d'applications : Indéterminé (essai pluriannuel)

#### • Modalités

Essai sans témoin non traité.

Modalité de référence : n°1.

Support sol pour essai : Sol sableux très fortement infesté en souchet (classe 5 d'infestation), prélevé dans le bassin de la Côte Ouest de la Manche

Méthodes de lutte testées avec répétition des interventions (contrôle des émergences successives) :

- Lutte mécanique : simulation d'outil à dents, retournement ou broyage
- Désherbage chimique :
  - Roundup Evolution (450 g/l glyphosate) à 5,6 L/Ha (dose vivace)
  - Inclusion d'autres herbicides référencés avec une efficacité sur souchet

**Tableau 4. Modalités de l'essai 21-23SIL201**

N°	MODALITE	Méthode d'élimination du souchet
1	JN-Solo	Interventions mécaniques uniquement
2	JN-Combo	Interventions mécaniques combinée à des applications herbicides (pré ou post levée)
3	JN-Chim	Interventions par applications herbicides uniquement

- **Notations et observations**

**Tableau 5. Notations et observations réalisées dans le cadre de l'essai 21-23SIL201**

NOTATIONS	Taille d'échantillon
Dates et natures des interventions	p.e
Notations de développement (stades, tubercules ...)	p.e
Comptages d'émergences	p.e
Observations visuelles d'efficacité parties aériennes et souterraines	p.e

p.e = parcelle élémentaire

- **Conduite de l'essai**

L'essai est la suite du dispositif 21-22 SIL201 qui a permis d'évaluer l'effet de différentes conduites de type jachère noire basées sur l'élimination systématique des émergences de souchets (Phase 1). Les techniques d'élimination appliquées étaient basées sur des interventions par destruction mécanique (Modalités 1 et 2) et/ou une élimination par application d'herbicides (Modalités 2 et 3).

L'essai est conduit de manière uniforme selon les modalités, le sol est travaillé avant semis des carottes puis les souchets sont éliminés manuellement tout au long de l'essai. Sur cette seconde phase, la remise en culture de carottes est réalisée 225 jours après la dernière application herbicide pour les modalités concernées (2 et 3) sur une période de 100 jours à partir du semis. Les carottes sont semées sur 5 lignes par bac avec une densité de 50 graines par mètre linéaire. En phase de culture le désherbage est réalisé par sarclage manuel. Le sol est travaillé avant le semis des carottes. Aucun traitement herbicide n'est appliqué après le semis des carottes. Des notations concernant l'effectif et le stade des carottes (échelle BBCH) sont réalisées à deux dates et une dernière notation a lieu à la récolte.

### c. Déroulement de l'essai

- **Dispositif expérimental**

L'essai est réalisé dans la serre scientifique du SILEBAN dans la cellule 1.

101 M1_JN-Solo b4	102 M2_JN- Combo b4	103 M3_JN- Chim b4
<b>401</b>	<b>402</b>	<b>403</b>
201 M2_JN- Combo b3	202 M3_JN- Chim b3	203 M1_JN-Solo b3
<b>301</b>	<b>302</b>	<b>303</b>
301 M3_JN- Chim b2	302 M2_JN- Combo b2	303 M1_JN-Solo b2
<b>201</b>	<b>202</b>	<b>203</b>
401 M3_JN- Chim b1	402 M1_JN-Solo b1	403 M2_JN- Combo b1
<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>

Figure 11. Plan de l'essai 21-23SIL201

- **Interventions sur l'essai**

Tableau 6. Interventions sur l'essai 21-23SIL201

Interventions	Dates	Observations - remarques
Irrigation	03/04/2023	Irrigation manuelle à capacité au champ
<b>Mise en culture</b>	<b>07/04/2023</b>	<b>Travail de sol et semis de carottes - Variété : Maestro (Vilmorin)</b>
Notation	19/04/2023	Comptages souchets (absence de levées ) - carottes à BBCH10
Notation	19/05/2023	Comptages carottes et observations sélectivité
Notation	01/06/2023	Comptages carottes et observations sélectivité
Notation	19/07/2023	Comptages carottes et observations sélectivité
Notation finale	25/04/2023	Récolte carotte - Notations et mesures (sélectivité)



## d. Résultats

### • Suivi des émergences de souchet

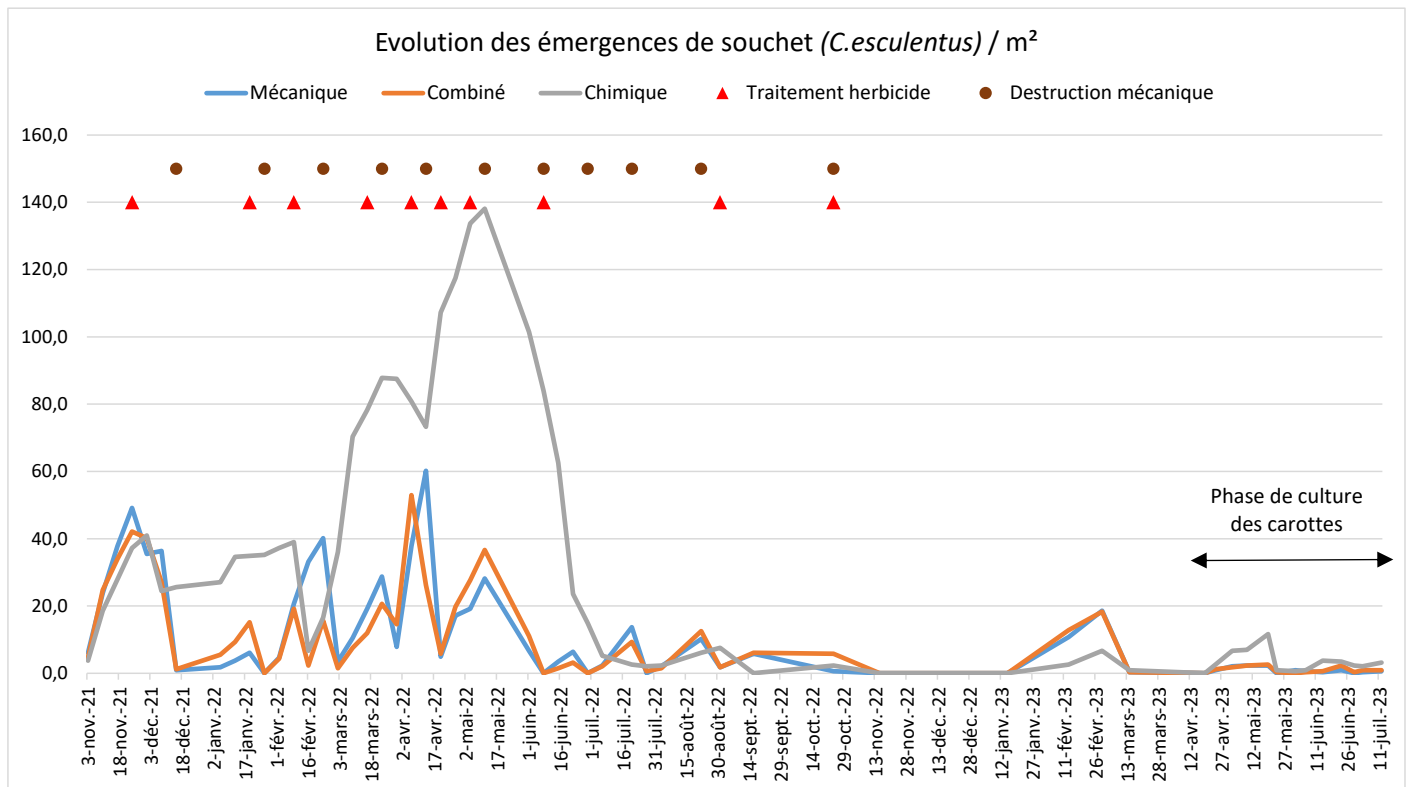


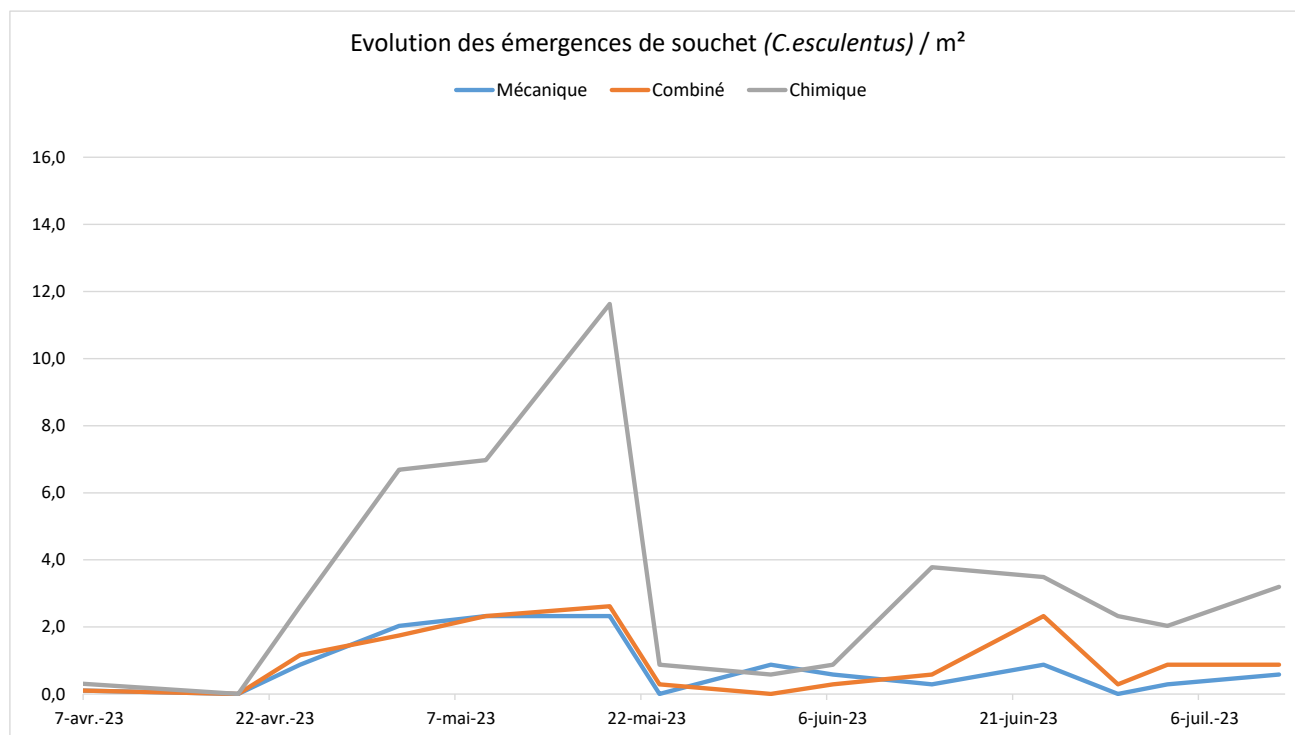
Figure 12. Comptages des émergences de souchets en phase préalable à la culture de carotte et en phase de culture de carotte

La Figure 12 ci-dessus reprend l'évolution des émergences en phase de jachère noire et en phase avec la culture révélatrice de carottes. Le suivi des émergences de souchets est réalisé par comptages au fur et à mesure des levées. De la mise en place de l'essai à fin 2022 (15 mois), 10 applications herbicides et destructions mécaniques sont réalisées.

#### Rappel des résultats en phase de jachère noire

- **Mode de lutte 100% mécanique : efficacité immédiate** avec une destruction totale des souchets présents. Néanmoins, les comptages n'indiquent **pas une baisse de capacité d'émergence du stock semencier** et une **reprise racinaire** est parfois observée 1 à 2 semaines après la destruction mécanique du souchet.
- **Mode de lutte combinée : prend les avantages des deux méthodes** puisque les applications herbicides ont agi sur le développement du souchet et les interventions de destruction mécanique ont éliminé la totalité des plantes émergées. Dans cette modalité, les reprises racinaires des souchets détruits mécaniquement ont également été empêchées.
- **Mode de lutte chimique : le glyphosate se montre inefficace** pour gérer l'émergence du souchet (reprise de végétation et résistance des souchets), alors que **d'autres traitements comme le Sil 761 et le Sil 709 (en association avec le glyphosate)** se montrent beaucoup plus efficaces sans toutefois éliminer 100% des souchets en une seule application.

- **Suivi des émergences de souchets en phase de culture de carottes**



**Figure 13. Comptages des émergences de souchets en phase de culture de la carotte**

Les émergences de souchets sont retirées manuellement tout au long de cette deuxième phase d'essai même si on constate une émergence assez faible en cours de la culture de carottes. Cependant, **les émergences sont plus importantes pour la modalité chimique que pour les modalités mécanique et combiné** (Figure 13).

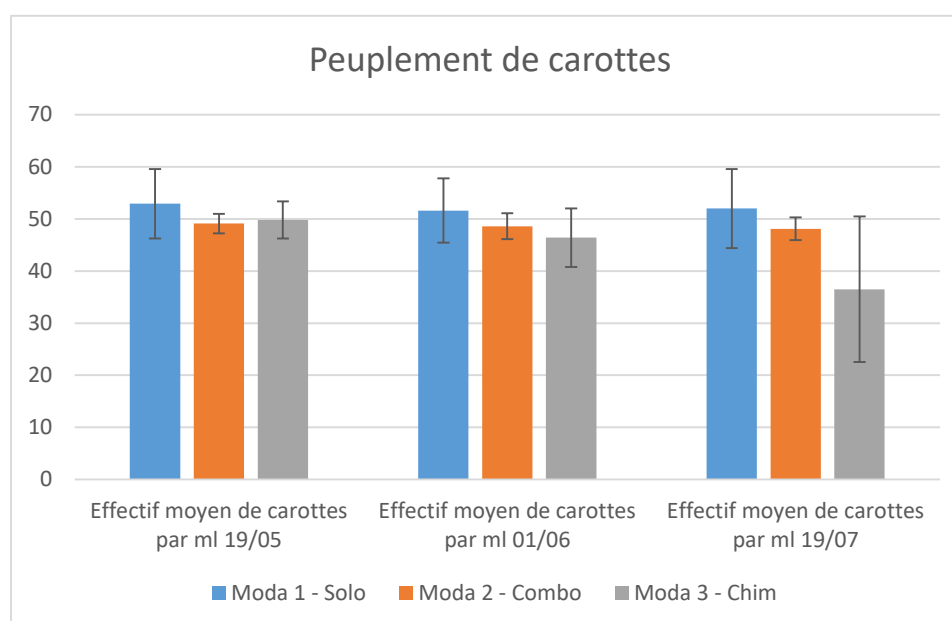
## • NOTATIONS SELECTIVITE sur CAROTTES

### • Notations de peuplement

Trois notations ont été effectuées pendant la phase de culture des carottes, le 19 mai, le 1<sup>er</sup> juin et le 19 juillet 2023.

**Tableau 7. Effectifs de carottes en fonction des modalités au cours de l'essai**

MODALITES	Effectif moyen de carottes par ml 19/05	Effectif moyen de carottes par ml 01/06	Effectif moyen de carottes par ml 19/07
Moda 1 - Solo	52.9	51.6	52
Moda 2 - Combo	49.1	48.6	48.1
Moda 3 - Chim	49.8	46.4	36.5
Moyenne	50.6	48.9	45.5
Signification	NS	NS	NS
Probabilité	0.597	0.499	0.173
Ecart-type résiduel	5.3	5.9	10.5
Coef. Variation (%)	10.5	12.1	23
Puissance (%)	11	13	29



**Figure 14. Effectifs de carotte au cours de l'essai**

A chaque date, il n'y a **pas de différences de peuplement entre les modalités** (Tableau 7, Figure 14). Cependant, les **carottes semées sur les parcelles traitées chimiquement se développent moins bien** que celles semées sur les parcelles désherbées mécaniquement ou en combinant les 2 méthodes. Elles sont présentes dans les parcelles mais **restent bloquées à un stade de croissance jeune** avec une quasi-absence de développement de l'appareil racinaire (Figures 15 à 19).

- **Illustrations du peuplement et développement des carottes**

Les photographies de la Figure 15 ont été prises le 19 mai 2023 et représentent les cultures de carottes selon les modalités mécanique (303), combiné (202) et chimique (101).

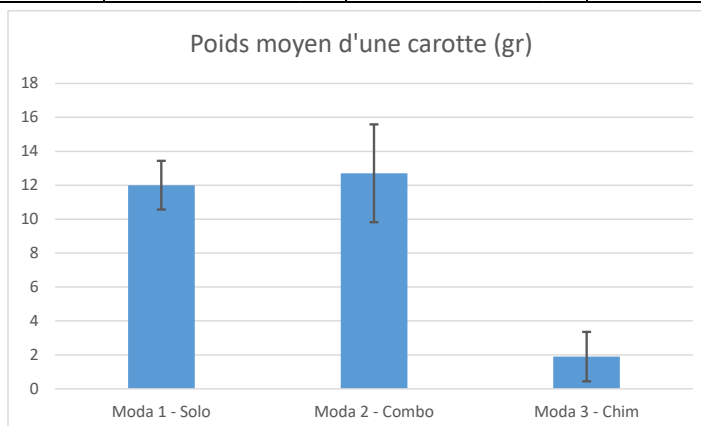


**Figure 15. Etat des carottes en fonction des modalités**

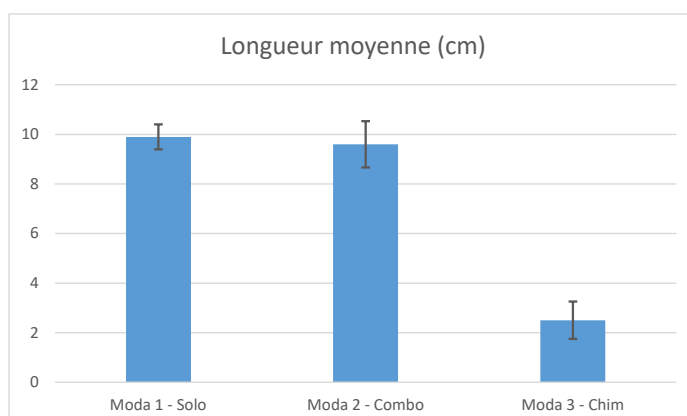
- **Notation de développement des racines – Semis + 100 jours**

**Tableau 8. Caractéristiques des carottes récoltées en fonction des modalités**

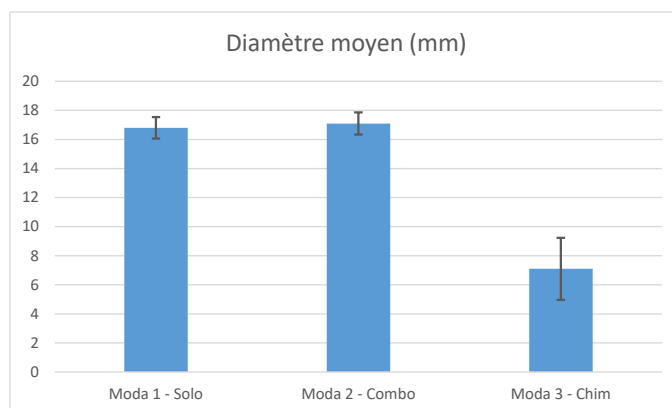
MODALITES	Poids moyen (gr)	Longueur moyenne (cm)	Diamètre moyen (mm)
Moda 1 - Solo	12 a	9.9 a	16.8 a
Moda 2 - Combo	12.7 a	9.6 a	17.1 a
Moda 3 - Chim	1.9 b	2.5 b	7.1 b
Moyenne	8.9	7.4	13.7
Signification	S	S	S
Probabilité	0.002	0	0
Ecart-type résiduel	2.6	0.9	1.7
Coef. Variation (%)	30	12	12.4
Puissance (%)	93	99	98



**Figure 16. Poids moyen final d'une carotte en fonction des modalités**



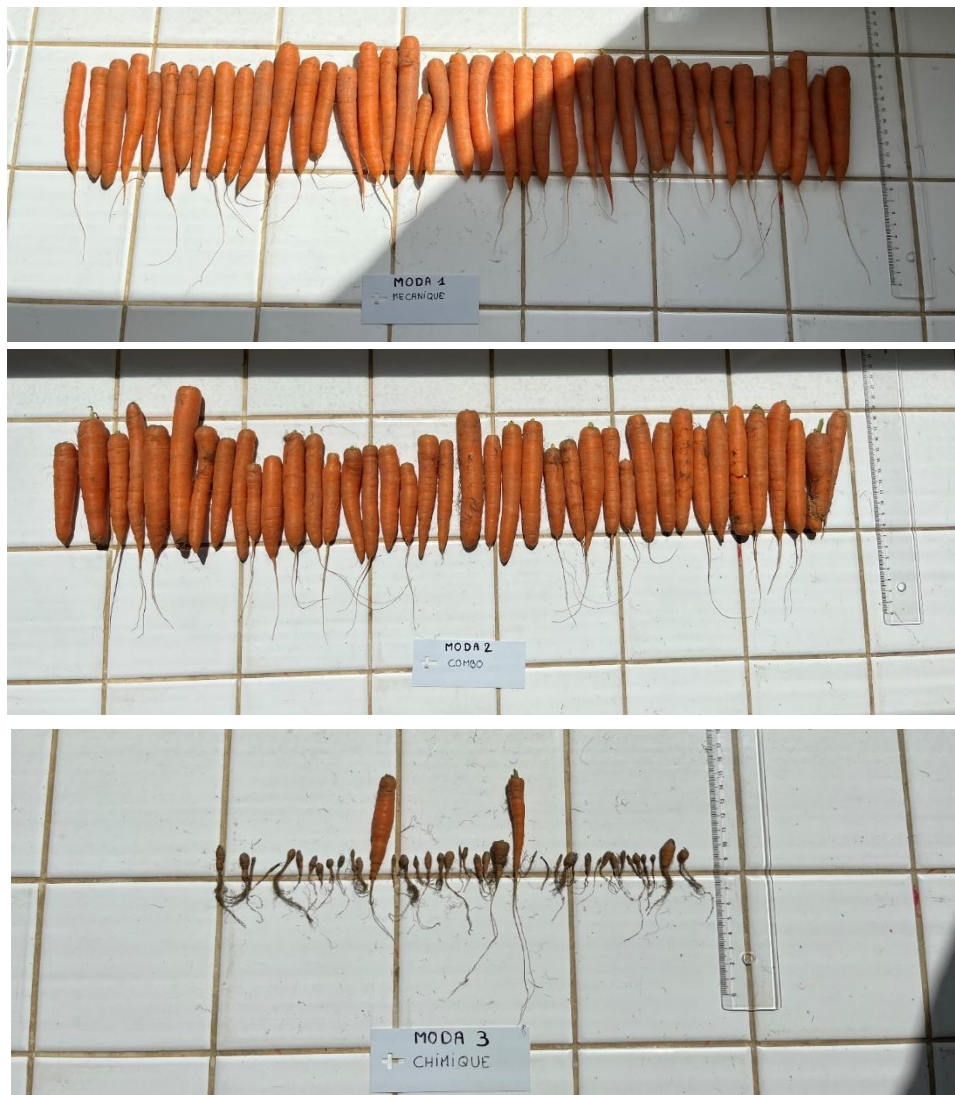
**Figure 17. Longueur moyenne finale d'une carotte en fonction des modalités**



**Figure 18. Diamètre moyen final d'une carotte en fonction des modalités**

- **Illustrations du développement des carottes – Semis +100 jours**

Chaque photographie de la figure 19 représente exactement 40 carottes selon les 3 modalités.



**Figure 19. Etat des carottes récoltées en fonction des modalités**

- **Autres effets observés sur l'essai – Semis +100 jours**

Spécifiquement dans la **modalité 3 (chimique)**, on relève la formation d'une **croûte à la surface des parcelles** ayant subi seulement les traitements chimiques (Figure 20). Elle apparaît être la conséquence de **l'accumulation des applications herbicides sans travail du sol**.



## Figure 20. Croûte de battance observée sur les parcelles de la modalité 3 chimique

Ainsi, **l'absence d'incorporation des produits herbicides semble expliquer la différence de sélectivité importante entre la modalité chimique (Modalité 3) et la modalité combinée (Modalité 2) qui a été exposée à la même dose de produits.**

### e. Conclusion

L'objectif de cet essai était d'évaluer la sélectivité sur la culture de carottes et l'impact sur les émergences de souchets en culture après mise en œuvre de différentes modalités d'élimination de l'invasive (Phase 1 d'essai). Lors de cette première phase, trois modes de conduite en jachère noire : élimination 100% mécanique, élimination mécanique combinée à l'usage d'herbicides, désherbage chimique uniquement, ont été évalués. A l'issue d'une durée de 15 mois (essai en conditions contrôlées), les différents modes de destruction du souchet ont visuellement permis de réduire les émergences de souchets et cette seconde phase d'essai avait pour but de confirmer les effets observés et d'éprouver la sélectivité sur la culture suivante de carotte.

L'essai a été mis en place le 07/04/23 soit 7 mois ½ après la dernière application herbicide pour les modalités concernées. L'essai s'est bien déroulé, sans désherbage chimique pendant le cycle de culture des carottes (sarclage manuel de l'essai). L'évaluation de sélectivité sur le développement des carottes a été réalisée sur un cycle de 100 jours après semis.

Lors de cette phase 2 de l'essai, les levées de souchet dans la culture de carottes sont apparues globalement en réduction par rapport au niveau d'infestation initial. La modalité basée uniquement sur des applications herbicides a montré une dynamique d'émergences plus forte comparativement aux conditions d'élimination mécanique et combinant désherbage chimique et mécanique. Ainsi, ces 2 dernières méthodes apparaissent pertinentes pour réduire la pression souchet avant remise en culture de carottes, sous réserve également des spécialités herbicides utilisées.

Sur le plan de la sélectivité, la combinaison de ces deux modes d'élimination des souchets (applications herbicides + élimination mécanique) a permis d'obtenir un rendement non significativement différent à celui de carottes semées dans un sol témoin n'ayant reçu aucun traitement herbicide préalable ciblant une efficacité sur cypéracées. Dans les deux cas les carottes se sont développées normalement (densité, taille et forme). La présence de produits herbicides appliqués et incorporés au sol n'a donc pas impacté la croissance des carottes dans les conditions de cet essai.

En revanche lorsque le désherbage est uniquement chimique et sans incorporation au sol (conditions d'application pratiquées dans la modalité 3 de l'essai), l'effet phytotoxique a été très important par un blocage de la croissance des carottes, aussi bien au niveau des parties aériennes que souterraines. Il est à noter que cet effet peut avoir été induit également par la formation d'une croûte à la surface du sol, probablement causée par le développement d'algues, suite aux traitements non incorporés au sol.

A l'issue de cet essai, **il semble donc préférable d'opter pour un mode de désherbage mécanique avec une répétition des interventions ou en combinant des traitements herbicides efficaces aux travaux mécaniques** pour lutter efficacement contre le souchet et maintenir le potentiel de rendement de la culture de carottes suivante.

Les analyses de résidus dans les carottes n'ont pas montré de résidus des herbicides utilisés.

Toutefois s'il faut opter pour une des deux options, **il vaut mieux privilégier le désherbage mécanique qui est assez efficace contre le souchet** (même si des reprises racinaires peuvent apparaître) et qui a l'avantage de ne pas impacter la croissance des carottes. On peut opter pour la méthode chimique si on réalise ensuite des travaux du sol visant à garantir l'incorporation des produits.

## 2. Essais 23-24SIL204 : jachère noire en parcelle

### a. Objectif

L'objectif de ces essais est d'expérimenter et d'évaluer l'efficacité de techniques alternatives de lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) dans le cadre d'une stratégie de jachère noire en parcelle fortement infestée.

### b. Matériel et méthode

#### • Description générale des dispositifs expérimentaux

- **Localisations** : les mêmes parcelles sont suivies durant les deux années d'essai (2023-2024) :
  - Parcelle 1 : Créances (proche de la mer et exposée au vent, 6 km plus au sud que la parcelle 2)
  - Parcelle 2 : Bretteville/Ay
- **Sols** : -Parcelle 1 : UTS n° 113 - Sol calcaire, peu profond, dunaire, issu de sable éolisé quaternaire, de cordon littoral, de pente hétérogène. RENDOSOL dunaire issu de sable éolisé quaternaire, de cordon littoral, de pente hétérogène sur matériau parental : SABLE EOLISE  
-Parcelle 2 : UTS n° 51 - Sol calcaire, moyennement profond, dunaire, issu de sable éolisé quaternaire, de cordon littoral, de pente nulle à faible. CALCOSOL dunaire issu de sable éolisé quaternaire, de cordon littoral, de pente nulle à faible sur matériau parental : SABLE EOLISE
- **Conduites culturales de parcelles** : parcelle 1 : fertilisation avec déchets de poireaux en mars 2024 uniquement sur la droite de la parcelle (pour éviter de gêner le futur passage de la tamiseuse) et travail du sol pour les enfouir (2 déchaumages), contrairement à la parcelle 2 qui n'a été ni fertilisée ni travaillée.
- **Saisie et enregistrement des données acquises** : Les fiches de notations ont été scannées et rangées dans le dossier informatisé d'essai et conservées dans le dossier papier. Les photographies ont été transférées, renommées avec le nom de la modalité ou ce qui est observé spécifiquement et rangées dans le dossier d'essai informatisé dans un sous-dossier nommé selon la date de l'observation.
- **Devenir de la parcelle** : A la fin de l'essai en 2024, les parcelles ont été reprises par les producteurs selon leurs volontés (dans un premier temps elles sont restées non cultivées afin de pouvoir poursuivre la stratégie de jachère noire en 2025 si le futur projet OPTI-CYP est accepté). Aucun traitement phytosanitaire n'ayant été appliqué lors de ces essais, aucune incidence n'est à prévoir sur les futures cultures. Le tas de souchet qui a été généré par la tamiseuse a été bâché.
- **Méthodes statistiques d'analyses** : Les variables qui ont été analysées sont les densités de souchet, les classes d'infestations finales, les évolutions des densités de souchet entre le début et la fin des expérimentations, l'état des tubercules mères en fin d'expérimentation, la production de rhizome et son état et la production de tubercules fils à cette même époque. Seules les évolutions des densités ont été moyennées entre les deux parcelles, les densités ont été analysées à l'échelle de la parcelle à cause de l'hétérogénéité de peuplement entre parcelles. Des tests de Shapiro-Wilk et de Levene ont été réalisés sur ces variables pour déterminer si la normalité était respectée et si leurs variances étaient homogènes, afin de choisir les tests paramétriques ou non-paramétriques adéquats. Les densités initiales et finales ont été comparées pour chaque parcelle par modalité à l'aide d'un test de Student. L'évolution des densités entre modalités, l'état du tubercule mère entre modalités, la présence de rhizome viable, mort ou son absence ainsi que la présence de tubercules fils ont été comparés grâce à des ANOVA à 1 facteur avec comparaisons multiples non paramétriques. L'ensemble des statistiques



a été réalisé avec R studio (version 4.3.2 (2023-10-31 ucrt)). Les résultats de ces tests sont présentés dans les tableaux sous forme de lettres violettes derrière les chiffres, ou exprimés dans le texte accompagnant les résultats.

**Tableau 9. Techniques testées**

<b>OUTILS/MACHINE</b>	<b>MODELE / CONSTRUCTEUR</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>PRINCIPE</b>
<p><b>Tamiseuse à sable modifiée</b></p> 	<p>BeachTech STR3000 / Kassböhler</p>	<p>Largeur de travail : 2m50 Poids à vide : 3,2 T Maille du tamis : 7 mm Vitesse de travail : 0,5 km/h Profondeur de travail : 10-15 cm</p>	<p>Extraction des tubercules par tamisage du sable et export</p>
<p><b>Scalpeur-extracteur</b></p> 	<p>Kvick-Finn / Lyckegård</p>	<p>Largeur : 4m80 Vitesse de travail : 4-5 km/h Profondeur de travail : 10-15 cm</p>	<p>Scalpage puis extraction et mise en surface des plantes pour séchage</p>
<p><b>Désherbage électrique</b></p> 	<p>NUCROP / Nufarm</p>	<p>Largeur : 6 m Longueur de parcours pour atteindre le potentiel max : 15-20 m Vitesse de travail : 3 à 6 km/h Pulvérisation d'un électrolyte favorisant la circulation du courant électrique</p>	<p>Destruction des plantes par électrisation</p>
<p><b>Scalpeur</b></p> 	<p>-</p>	<p>Largeur : 4m80 Vitesse de travail : 8-10 km/h Profondeur de travail : 20-25 cm</p>	<p>Destruction mécanique des plantes</p>
<p><b>Rotovator</b></p> 	<p>-</p>	<p>Largeur : 3 m Vitesse de travail : 4 km/h Profondeur de travail : 30 cm</p>	<p>Destruction mécanique des plantes</p>

- **Particularités du dispositif expérimental en 2023**

- **Objectifs du dispositif expérimental 2023 :**

- Obtenir des premières données sur les conditions d'utilisation des techniques et leurs efficacités afin de les inclure dans un itinéraire de jachère noire en 2024
- Mettre au point un protocole de suivi efficient pour l'évaluation des itinéraires de jachère noire

- **Dispositif expérimental 2023 :**

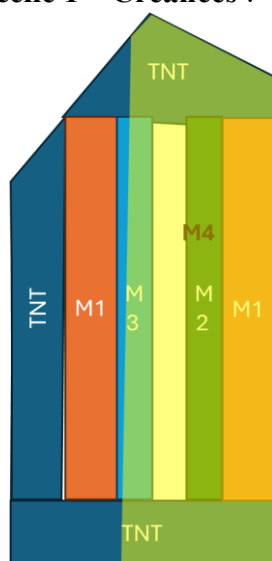
- Type de dispositif : essai en bandes
- Nombre de répétitions : 1 à 2 en fonction des modalités et de la parcelle
- Nombre de modalités : 5
- Taille des parcelles élémentaires : variable (fonction des outils testés)

**Tableau 10. Modalités mises en œuvre en 2023**

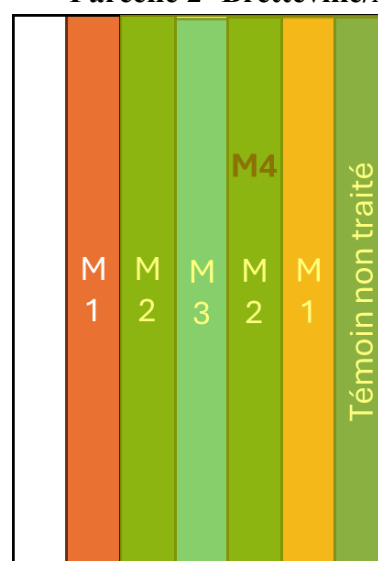
N°	MODALITE	STRATEGIES D'INTERVENTIONS	TIMING D'INTERVENTIONS	PARTICULARITES DE MISE EN OEUVRE
<b>TNT</b>	Témoin non traité	<b>Aucune intervention</b> sauf si grenaison (intervention pour limiter la grenaison)	Non concerné	
<b>M1</b>	NUCROP	<b>Destruction des plantes par électrification en 1 passage</b> , répétée 2 à 3 fois à 15-21 jours d'intervalle	Fin du printemps-début été	Réalisé par NUFARM
<b>M2</b>	NUCROP	<b>Destruction des plantes par électrification en 2 passages successifs</b> , répétée 2 à 3 fois à 15-21 jours d'intervalle	Fin du printemps-début été	Réalisé par NUFARM
<b>M3</b>	NUCROP	<b>Destruction des plantes par électrification en 2 passages successifs</b> , répétée 2 à 3 fois à 15-21 jours d'intervalle	Fin du printemps-début été	Réalisé par NUFARM
<b>M4</b>	Kvick-Finn	<b>Mise en surface</b> des organes souterrains	Eté	Sol sec pour optimisation

+ test de fonctionnement de la tamiseuse à sable modifiée

**Parcelle 1 – Créances :**



**Parcelle 2 -Bretteville/Ay :**



**Figure 21. Plans des essais en 2023**

**Tableau 11. Calendrier du déroulement des essais en 2023**

Mois	Semaine	M1-NUCROP 1 passage	M2- NUCROP 2 passages	M3- NUCROP 3 passages	M4-KF
Juin	23	8/06 : Répétition 1			
	25	21/06 : Répétition 2 (uniquement parcelle 1)			
Juillet	28	12/07 : Répétition 3			
Août	35				30/08 : Passage
Septembre	39	Passage du rotovator dans la M1 bande de gauche (uniquement parcelle 2)			

Test de fonctionnement de la tamiseuse en août 2023.

- **Déviations par rapport au protocole initial :**

Parcelle 1 : 3<sup>ème</sup> répétition de NUCROP : uniquement un passage sur la bande du milieu comprenant M2 et M3 car un vent de sable a perturbé l'ensemble de la parcelle

Parcelle 2 : Uniquement 2 répétitions de NUCROP car le 21/06 (jour théorique de la deuxième répétition), des travaux sur la voirie empêchaient l'accès à la parcelle.

La tamiseuse n'a pas pu être utilisée en 2023 sur les deux parcelles car elle présentait des problèmes (fuites...) nécessitant des réparations. Elle a été essayée sur quelques mètres dans la deuxième parcelle.

- **Observations en 2023 :**

**8 à 11 évaluations visuelles de l'état du souchet** ont été réalisées **entre le 08/06/2023 et le 06/03/2024**. Ces évaluations ont eu lieu **avant et après chaque passage** de machine et **pendant l'hiver**. La **première observation a eu lieu le 08/06/2023**, au moins **2 mois après le début d'émergence** des souchets et **avant le passage de la NUCROP**. La **dernière observation a eu lieu le 06/03/24**, **5 mois après le dernier passage** de machine.

- **Particularités du dispositif expérimental en 2024**

- **Dispositif expérimental 2024 :**

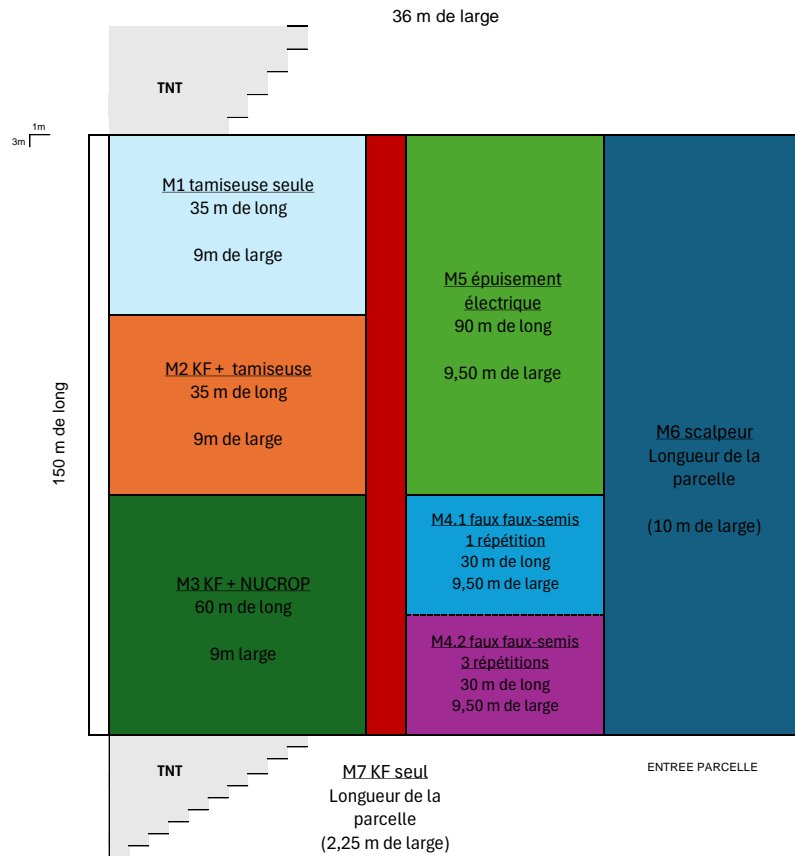
- Type de dispositif : essai en bandes
- Nombre de répétitions : 1
- Nombre de modalités : 8 (parcelle 2) et 9 (parcelle 1)
- Taille des parcelles élémentaires : variable (fonction des outils testés)

**Tableau 12. Modalités mises en œuvre en 2024**

N°	MODALITE	STRATEGIES D'INTERVENTIONS	TIMING D'INTERVENTIONS	PARTICULARITES DE MISE EN OEUVRE
TNT	Témoin non traité	Aucune intervention sauf si grenaison (intervention pour limiter la grenaison)		Non concerné
M1	STR3000 (tamiseuse)	Extraction et export des tubercules	Printemps-été	Sol sec
M2	Kvick-Finn (KF) + STR3000	Mise en surface des plantes entières (KF) et extraction puis export (STR3000)	Printemps-été	Sol sec KF mis à disposition par AGROSOIL, passé par l'agriculteur. Tamiseuse passée par ETA LAROZE
M3	KF + NUCROP	Mise en surface des plantes entières (KF) et destruction par électrification (NUCROP)	Printemps-été	Réalisé par le producteur + réalisé par NUFARM NUCROP : faire un aller-retour (2 passages successifs par répétition)
M4.1	NUCROP Pré- et post-émergence 1X	Mise en dormance par électrification à la germination en une répétition, puis épuisement par électrifications répétées des parties aériennes	Printemps-été, 1 répétition au début de la germination avant émergence puis au stade 2-5 F répété*	Réalisé par NUFARM NUCROP : faire un aller-retour (2 passages successifs par répétition)
M4.2	NUCROP Pré- et post-émergence 3X	Mise en dormance par électrification à la germination en trois répétitions, puis épuisement par électrifications répétées des parties aériennes	Printemps-été, 3 répétitions au début de la germination avant émergence puis au stade 2-5 F répété*	
M5	NUCROP	Epuisement par électrifications répétées des parties aériennes	Printemps-été, stade 2-5 F répété*	Réalisé par NUFARM NUCROP : faire un aller-retour (2 passages à la suite pour chaque répétition)
M6	Scalpeur (parcelle 1) ou rotovator (parcelle 2)	Epuisement par destructions mécaniques répétées des parties aériennes	Printemps-été, stade ~5 F répété*	Réalisé par l'agriculteur
M7 (parcelle 1)	KF	Mise en surface des plantes entières pour séchage	Printemps-été	Réalisé par l'agriculteur

\* Répétition prévisionnelle = si possible tous les 15 jours (au stade 2-5 feuilles : point de compensation = stade de sensibilité à l'épuisement selon la littérature)

## Parcelle 1 – Créances :



## Parcelle 2 – Bretteville/Ay :

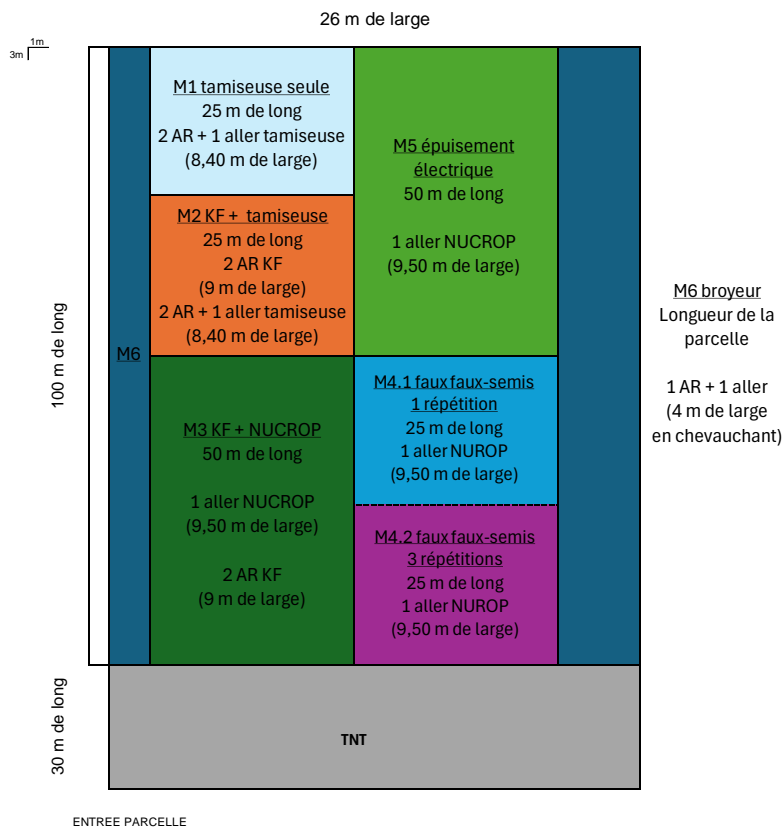


Figure 22. Plans des essais en 2024

**Tableau 13. Calendrier du déroulement des essais en 2024**

Mois	Semaine	M1-Tamiseuse	M2-KF+Tamiseuse	M3-KF+NUCROP	M4.1-NUCROP 1X	M4.2-NUCROP 3X	M5-NUCROP	M6-Travail du sol répété		M7-KF (parcelle 1)
								Parcelle 1 - scalpeur	Parcelle 2 - rotovator	
Mar	11	16/03 : Travail du sol pour enfouissement des déchets de poireaux parcelle 1 uniquement								
	14	5/04 : Déchaumage parcelle 1 uniquement								
Avril	15				12/04 : Rep 1					
	16					19/04 : Rep 2				
	17					23/04 : Rep 3				
Mai	19				7/05 : Rep 2	7/05 : Rep 4	7/05 : Rep 1			
	20							13/05 : Rep 1		
	21		21/05 : Rep 1 KF	21/05 : Rep 1 KF	23/05 : Rep 3	23/05 : Rep 5	23/05 : Rep 2		22/05 : Rep 1	21/05 : Rep 1
	22							28/05 : Rep 2		
Juin	23	4/06 : Rep 1	4/06 : Rep 1 tamiseuse							
	24			12/06 : Rep 1 NUCROP	12/06 : Rep 4	12/06 : Rep 6	12/06 : Rep 3	14/06 : Rep 3		
	26				25/06 : Rep 5	25/06 : Rep 7	25/06 : Rep 4			
Juillet	27								01/07 : Rep 2	
	29							17/07 : Rep 4		
Août	31		31/07 : Rep 2 KF	31/07 : Rep 2 KF	31/07 : Rep 6	31/07 : Rep 8	31/07 : Rep 5			31/07 : Rep 2
	35	27/08 : Rep 2	27/08 : Rep 2 tamiseuse					26/08 : Rep 5		

• **Déviations par rapport au protocole initial**

M1 et M2 : Le 3<sup>ème</sup> passage qui aurait dû être réalisé à l'automne n'a pas pu l'être car le sol était trop humide

M3 : Au vu des résultats du premier passage, il a été décidé de ne pas faire passer la NUCROP après le second passage du Kwick-Finn

M4 : Le stade germination semblait trop avancé pour que la technique soit efficace à dire d'expert. La notation initiale du nombre de pousses avant mise en place de la technique n'a pas pu être réalisée puisque la stratégie a débuté avant l'émergence des pousses.


M6 : Initialement nous souhaitions utiliser un broyeur à fanes dans la parcelle 2 (Bretteville) pour détruire régulièrement les parties aériennes du souchet, mais la hauteur du souchet n'aurait pas permis un broyage efficace donc le rotovator a été préféré. A Créances, le dénombrement précis des densités initiales avant premier passage de scalpeur n'a pas été réalisé, seule une note de classe d'infestation a été donnée (=5+). Une estimation visuelle du nombre de souchet a été réalisée grâce aux photos prises par comparaison à d'autres photos ayant une allure similaire dont les densités avaient été dénombrées.

- **Observations en 2024 :**

12 notations des parties aériennes ont été réalisées entre le 07/05/24 et le 24/09/24. Chacune des notations comprenait :

-un **comptage des densités de souchets dans un quadrat de 0,5 m<sup>2</sup>**, à raison de **3 quadrats par modalité**. Si la densité de plantes était trop importante et difficilement comptable, le quadrat a été subdivisé en 4 ou 8 et un comptage sur une plus petite zone représentative du quadrat a été effectué, puis le résultat a été multiplié par 4 ou 8 en fonction de la subdivision. Les quadrats ont été placés en évitant les bordures des modalités, et géolocalisés pour limiter le biais d'interprétation des données lié à l'hétérogénéité de la présence du souchet en parcelle. Les densités mesurées sont rapportées à une échelle de classe d'infestation :

**Tableau 14. Classes d'infestation en souchet des parcelles agricoles (issue d'un précédent projet)**

	C classe d'intensité d'infestation souchets (émergences)	E ffectifs de plantes /m <sup>2</sup> (1)	Niveau d'infestation exprimé	Level of infestation expressed	Nb max de plants /m <sup>2</sup>
	Classe 0	0	Parcelle saine	No presence	0
	Classe 1	1	Faible infestation	Low infestation	1
	Classe 2	2 à 5	Infestation moyenne	Medium infestation	5
	Classe 3	6 à 20	Forte infestation	High infestation	20
	Classe 4	> 20 à 100	Très forte infestation	Very High	100
	Classe 5	> 100	Très forte infestation (100% couverture)	Very High (100 % covering)	300

(1) Jugement avant développement de pousses secondaires

- un **relevé des stades de développement minimum, moyen et maximum** du souchet a été réalisé ;
- des **photographies de chaque quadrat** ;
- une **photographie générale de l'essai**.

Les **notations initiales** ont été réalisées le 07/05/24 pour les M4.1, M4.2, M5, le 13/05/24 pour la M6, le 20/05/24 pour les M2, M3 et M7 et enfin le 30/05/24 pour la M1. Les **notations intermédiaires** ont été réalisées **avant et après chaque intervention et au moins une fois par semaine**. La notation finale a eu lieu le 24/09/24, 1 mois après les dernières interventions.

Une **observation des parties souterraines** a été réalisée par **détassage de 15 plantes par modalité** le 21/08/24.

Il n'a pas été fait de dénombrement des tubercules dans le sol car au vu de l'hétérogénéité de leur présence dans le sol, le biais d'expérimentation engendré par ce type de manipulation délicate aurait été très important et n'aurait pas conduit à des résultats fiables.

### c. Résultats

- Données météorologiques

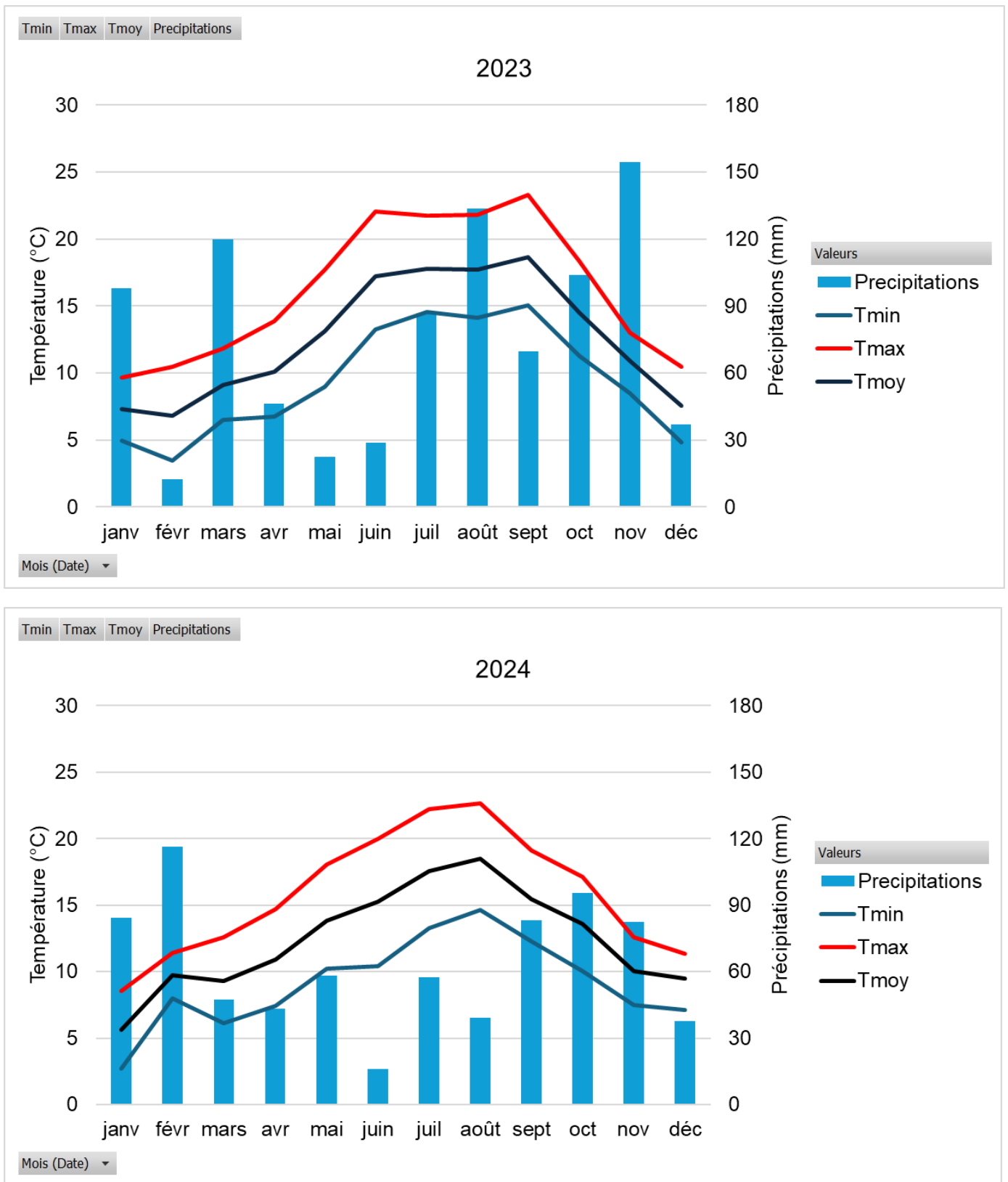


Figure 23. Données météorologiques de la station de Bretteville/Ay entre le 01/01/2023 et le 10/12/2024



La température moyenne annuelle a été de 12,6°C en 2023 et 12,4 °C en 2024. Les cumuls annuels de précipitations ont été de 913,4 mm en 2023 et 761,2 mm en 2024 (Figure 23).

- **Vues générales des parcelles**

**Parcelle 1- Créances**

**Parcelle 2- Bretteville/Ay**

26/09/23



12/04/24



13/05/24



19 et  
12/06/24



19/07/24



24/09/24



## Figure 24. Photos des parcelles d'expérimentation au cours de l'essai

- **Différences de morphologie et de physiologie des souchets entre les deux parcelles**

-La levée et le développement semblent plus précoces sur la parcelle 1 que sur la parcelle 2

-Les souchets de la parcelle 1 présentent des feuilles plus larges qui vrillent un peu (port différent), plus cireuses que sur la parcelle 2 (feuilles plus fines, port droit) (Figure 25). Ces différences sont également observées par la technicienne du GPLM entre les parcelles au nord de la Côte Ouest et celles au sud -> différences de clones ?



**Figure 25. Différence de morphologie des souchets entre la parcelle 1 Créances à gauche et la parcelle 2 Bretteville à droite**

Ces différences de morphologie ne semblent pas liées à la différence de fertilisation entre les parcelles puisqu'au sein de la parcelle 1, la fertilisation n'a pas été uniforme et aucune différence de morphologie n'a été détectée entre les plantes dans la zone fertilisée et celles dans la zone non fertilisée. Cependant, un jaunissement des plantes observé le 19/07/24 sur la bordure gauche de la parcelle pourrait être lié à un manque d'azote des plantes non fertilisées (hypothèse qui aurait pu être confirmée par des reliquats azotés non prévus).

-Sur la parcelle 1 ont été retrouvés en 2024 des plants en surface du sol présentant des rhizomes en forme de griffes, sûrement à cause du vent, non retrouvés en parcelle 2 (Figure 26)



Figure 26. Souchets avec rhizomes en forme de griffes

- **Apprentissages issus du dispositif expérimental 2023**

Pour rappel, *l'objectif du dispositif expérimental en 2023 était de tester les techniques utilisables dans des stratégies de jachère noire afin d'obtenir des premières informations quant à leur conditions d'application pour créer des itinéraires de jachère noire à expérimenter en 2024.*

❖ **NUCROP**

Tableau 15. Résultats des observations visuelles de l'état du souchet après passages de la NUCROP

Modalité	Etat du souchet après 1 <sup>ère</sup> répétition de la NUCROP (13/06/23, J+5)	Etat du souchet après 2 <sup>ème</sup> répétition de la NUCROP (Parcelle 1 : 27/06/23, J+6, Parcelle 2 : 30/07/23, J+18)	Etat du souchet après 3 <sup>ème</sup> répétition de la NUCROP (Uniquement parcelle 1 : 30/07/23, J+18)
M1 : 1 passage	Feuilles extérieures brûlées mais cœur de la pousse vert	Feuilles extérieures brûlées mais cœur de la pousse vert / <b>plantes plus vertes que dans les autres modalités</b>	Feuilles extérieures brûlées mais cœur de la pousse vert
M2 : 2 passages successifs	Idem M1 mais brûlures plus accentuées	Idem M1 mais brûlures plus accentuées / <b>Feuilles extérieures brûlées sur 75% des plantes, cœur légèrement jauni</b>	<b>Diminution de la densité d'environ 50%</b> mais nouvelles pousses
M3 : 3 passages successifs	Idem M2 mais brûlures plus accentuées	<b>Destruction totale de l'ensemble des parties aériennes</b> mais nouvelles pousses / <b>Plantes complètement brûlées mais restent viables</b>	<b>Diminution forte de la densité &gt; 50%</b> mais nouvelles pousses

Les observations visuelles (Tableau 15) démontrent qu'il **faut au moins 2 passages successifs (un aller-retour de la machine sur la parcelle le même jour) pour impacter les parties aériennes du souchet afin d'obtenir une diminution de la densité à partir de la 3<sup>ème</sup> répétition.** Cependant, **3 répétitions dans ces conditions (~tous les mois) ne suffisent pas** pour impacter l'ensemble des souchets présents puisque de

nouvelles pousses continuent à apparaître. Il faudra donc **augmenter le nombre de répétitions (>3) de 2 passages successifs** pour impacter la population de souchets présente.

L'essai mené dans la seconde parcelle a montré une efficacité moindre de la technique. Ceci peut être expliqué par le nombre réduit de répétitions (2 au lieu de 3) et la durée d'attente plus longue entre les deux répétitions (1 mois et demi). De plus, le sol n'était pas tout à fait plat dans la seconde parcelle, à cause du travail réalisé au canadien, ce qui a pu diminuer l'efficacité de la technique. En effet, **il est indispensable que le sol soit parfaitement plat** pour maximiser le contact des électrodes avec les plantes et le sol, ce qui était le cas dans la première parcelle.

### ❖ **Kvick-Finn**

Le scalpeur-extracteur Kvick-Finn a été testé pour la première fois en Normandie sur le souchet comestible dans deux parcelles d'essais le 30/08/23. La vitesse d'avancement était de 4-5 km/h, la profondeur de scalpage de 17-18 cm et la profondeur du rotor extirpateur de 5-8 cm. Le stade de développement du souchet était déjà avancé (10-12 feuilles) et de nouveaux tubercules étaient formés (Figure 27).



**Figure 27. Etat du système racinaire du souchet avant passage du Kvick-Finn le 30/08/2023**

**Le Kvick-Finn, utilisé dans ces conditions, permet une extraction et une remise en surface des plantes de souchet (Figure 28).**



**Figure 28. A gauche souchet comestible avant passage du Kvick-Finn, à droite après passage**

Cependant, **la partie racinaire extraite avec la plante ne semble pas être complète** (Figure 29), et à cette date d'utilisation, **il est possible que des tubercules néoformés soient restés dans le sol.**



**Figure 29. Etat du souchet extrait et remis en surface par le Kvik-Finn**

Une observation réalisée 7 jours après passage du KF indique que les plantes extraites ont commencé à sécher. Lors de l'observation réalisée le 13/10/23 sur la parcelle 1, soit 1 mois et demi après, il semblait y avoir moins de repousses dans la partie où le KF avait été utilisé que dans la partie témoin. Toutefois, l'absence de dénombrement, le recroisement avec les modalités électriques précédentes et les interventions tardives en saison au moment où le souchet n'est pas à son plein potentiel de repousse, ne nous permettent pas d'affirmer cette observation. Sur la parcelle 2, un rotovator a été passé environ un mois après, le passage du Kvik-Finn sur la zone témoin. L'observation du 13/10/23 indique qu'il y a moins de repousses dans la partie passée au rotovator, cependant le passage plus récent de cet outil par rapport au KF ne nous permet pas de conclure de manière fiable sur cette observation.

#### ❖ **Tamiseuse à sable modifiée**

Lors de sa première utilisation, la tamiseuse à sable modifiée a présenté des dysfonctionnements empêchant son évaluation correcte sur les deux parcelles. En revanche, des observations ont été réalisées afin de proposer des modifications pour améliorer son efficacité pour les essais en 2024. Ce sont :

- La réparation d'une fuite d'huile sur le circuit hydraulique de la machine ;
- La mise en place d'un disque de coupe incliné ou un soc renvoyant le sable à l'intérieur du pick-up au niveau du sabot de protection du moteur hydraulique du peigne rotatif ;
- Le changement du moteur hydraulique du peigne rotatif pour mettre en place un modèle plus puissant et limiter le blocage du peigne rotatif du pick-up ;
- Le réglage de la tension du 1<sup>er</sup> tapis ou son raccourcissement pour limiter les problèmes de patinage et les arrêts intempestifs.

**Ces réparations et modifications ont été réalisées pour améliorer l'efficacité de la machine en 2024.**

- **Impact des différentes techniques mises en œuvre sur le souchet en 2024**

Pour rappel, les deux essais menés en 2024 avaient pour *objectif d'évaluer l'impact de la tamiseuse à sable modifiée, du Kwick-Finn, de la NUCROP et du travail répété du sol utilisés seuls ou en combinaison, sur la densité de souchet présent en parcelles, dans une stratégie de jachère noire.*

- ❖ **Généralités**

Les tubercules ont commencé à germer à la fin du mois de mars 2024. Les premières émergences ont été observées mi-avril 2024 (Figure 30).



**Figure 30. Premières émergences de souchet comestible observées le 19/04/2024 à Créances**

Les densités initiales sont comprises entre 444 et 3360 souchets/m<sup>2</sup> (Figure 31, Tableau 16), ce qui justifie l'utilisation de la stratégie de jachère noire sur ces parcelles de classe 5.

**Tableau 16. Evolution des densités de souchet comestible au cours de l'essai** (moyenne des 3 quadrats par modalité ± écart-type). Les lettres violettes indiquent les résultats des statistiques avec un seuil de significativité de 5%.

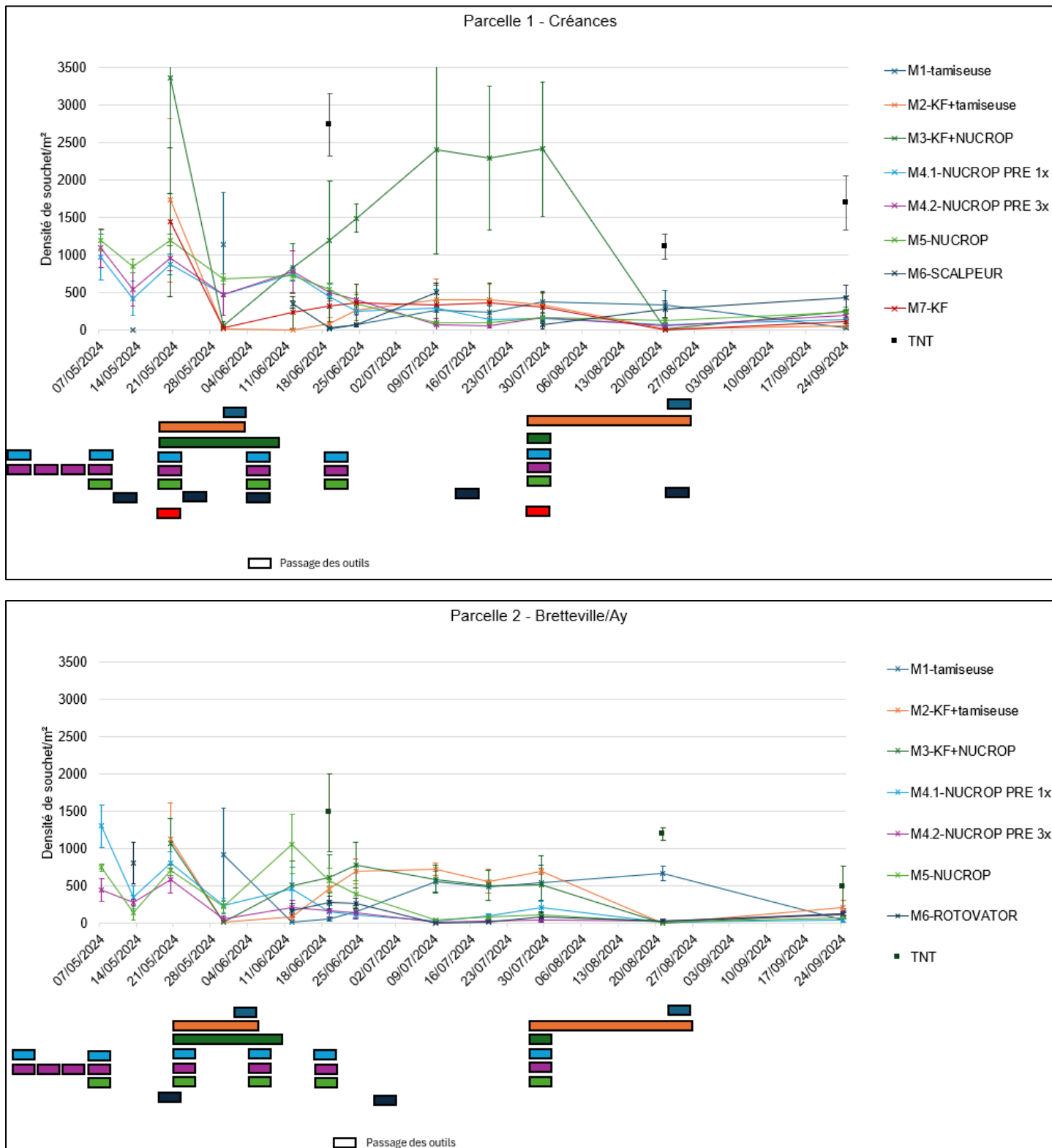
	Parcelle 1 - Créances			Parcelle 2 - Bretteville			Diminution (%)
	Densité initiale* (nbr/m <sup>2</sup> )	Densité finale** (nbr/m <sup>2</sup> )	Diminution (%)	Densité initiale (nbr/m <sup>2</sup> )	Densité finale (nbr/m <sup>2</sup> )	Diminution (%)	
M1-Tamiseuse	1136 (±692)	26 (±16)	-98 (±1) a	923 (±625)	35 (±34)	-95 (±4) a	-96 (±3) a
M2-KF+tamiseuse	1733 (±1092)	53 (±37)	-97 (±5) a	1120 (±487)	209 (±94)	-81 (±9) a	-89 (±10) a b c
M3-KF+NUCROP	3360 (±1543)	255 (±198)	-93 (±3) a	1067 (±333)	123 (±26)	-88 (±3) a	-90 (±4) a b c
M4.1-NUCROP PRE 1x	1140 (±141)	146 (±65)	-87 (±4) a	1315 (±403)	35 (±18)	-97 (±1) a	-92 (±6) a b c
M4.2-NUCROP PRE 3x	1093 (±257)	192 (±17)	-80 (±7) a	444 (±149)	115 (±46)	-72 (±12) a	-75 (±10) b c
M5-NUCROP	1200 (±139)	233 (±78)	-80 (±8) a	747 (±46)	76 (±26)	-90 (±4) a	-85 (±7) b c
M6-Travail répété du sol	2000 (±0)	427 (±167)	-79 (±8) a	800 (±277)	121 (±20)	-83 (±7) a	-81 (±7) b c
M7-KF	1440 (±999)	117 (±138)	-84 (±23) a				-84 (±23) a c
TNT	2733 (±416)	1693 (±359)	-38 (±10) a	1480 (±520)	480 (±288)	-58 (±42) a	48 (±29) b c

\*Date des densités initiales :

M4.1, M4.2, M5 : 07/05 (possiblement sous-estimées car seulement 3 semaines entre émergence et comptage) ; M6 : 13/05 ; M2, M3, M7 : 20/05 ; M1 : 30/05

\*\*Date des densités finales : 24/09/24

Les **densités relevées sont variables** à cause de l'hétérogénéité naturelle de la présence du souchet. Cette hétérogénéité semble être liée à l'impact des modalités mises en œuvre l'année précédente en 2023. Celle-ci se traduit également par une **variabilité importante** des moyennes visibles à travers les écart-types (Tableau 16, Figure 31). Celle-ci influence certainement la sensibilité des résultats des statistiques. En effet, sauf pour quelques modalités (M6 et TNT à Créances, M3 et M5 à Bretteville), la différence entre la densité initiale et la densité finale n'est pas toujours significativement différente malgré l'écart entre les moyennes, ceci à cause de la variabilité.



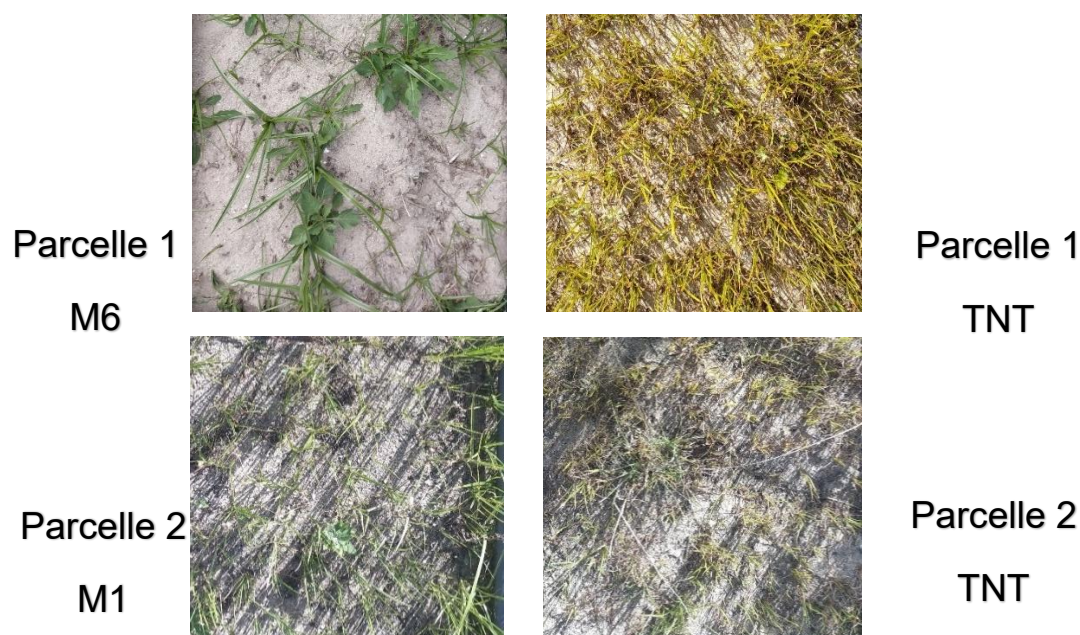
**Figure 31. Dynamiques d'évolution des densités de souchet comestible au cours de l'essai** (moyenne des 3 quadrats par modalité ± écart-type)

**Tableau 17. Observations des parties souterraines le 21/08/2024** (proportions parmi les 15 plantes prélevées par modalité). Les lettres violettes indiquent les résultats des statistiques avec un seuil de significativité de 5%.

Parcelle	Modalité	% plantes présentant un tubercule mère intact	% plantes ayant produit du rhizome viable	% plantes ayant produit du rhizome mort	% plantes n'ayant pas produit de rhizome	% plantes ayant produit des tubercules fils
Créances	1 - Tamiseuse	100 a	100 a	0 a	0 a	87 a
	5 - NUCROP	92 a	87 a	13 a b	0 a b	67 a
	6 – Travail du sol répété	100 a	100 a	0 b	0 b c	47 a
	TNT	100 a	20 a	53 c	27 a c	93 a
Bretteville	1 - Tamiseuse	80 a	100 a	0 a	0 a	80 a
	5 - NUCROP	83 a	54 a	33 b c	13 a	20 b
	6 – Travail du sol répété	100 a	80 a	0 b	20 a	7 b
	TNT	100 a	67 a	0 c	33 a	33 a b

#### ❖ Témoins non traités

L'évolution naturelle des densités dans les zones de témoin non traité (TNT) n'ayant subi aucune intervention montre une diminution de 38 ( $\pm 10$ ) à 58 ( $\pm 42$ ) % (en moyenne 48 % ( $\pm 29$ )) mais les densités finales restent très élevées (entre 480 et 1693 pieds/m<sup>2</sup>). Les parties aériennes des souchets dans les TNT se sont moins développées (stade maximal atteint = 5 à 6 feuilles, absence de montaison ou de floraison, petite taille). Cela peut être dû à la **compétition intraspécifique plus importante dans ces zones et qui est restée constante durant toute la saison**, contrairement aux zones où des modalités de gestion ont été mises en œuvre. Elle pourrait également être responsable du jaunissement des feuilles observé dans les TNT en fin de saison (Figure 32).



**Figure 32. Photos des témoins non traités en comparaison aux modalités « M6-travail du sol répété » et « M1-tamissage »**



Cependant, **cette compétition intra-spécifique n'a pas empêché la production de tubercules fils dans les TNT** (30 à 90% des pousses prélevées en présentaient) et les tubercules mères sont restés viables à la fin de la saison (Tableau 17). Dans **les TNT, les plantes ont majoritairement produit du rhizome qui est resté viable ou est mort**, ainsi que des **tubercules fils**.

#### ❖ Tamiseuse à sable modifiée

La **tamiseuse à sable modifiée (modalité M1)** est efficace pour diminuer le stock de tubercules dans la couche de sol travaillée par export, cependant quelques améliorations sont à apporter à la machine et lors de son utilisation. Elle n'a cependant aucun impact sur la multiplication végétative des tubercules qui restent en place.

En effet, il est observé une diminution des densités de souchet de 95 ( $\pm 4$ ) à 98 ( $\pm 1$ ) % (en moyenne 96 % ( $\pm 3$ )) après deux passages (juin et août). Un seul passage engendre une diminution moindre : 97 ( $\pm 1$ ) % à Créances et 42 ( $\pm 17$ ) % voire une augmentation à Bretteville.

La profondeur de travail du sol par la tamiseuse est d'environ 10 cm, ce qui ne permet pas d'extraire les tubercules situés sous cette couche de sol. De plus, la tamiseuse n'a aucun impact sur la multiplication végétative des tubercules qui restent dans le sol, ce qui explique les 100% de plantes avec du rhizome et 80 à 87 % avec des tubercules fils (Tableau 17).

Il a été compliqué de réaliser l'intervention dans de bonnes conditions puisque le passage de la tamiseuse nécessite un sol sec donc une période de plusieurs jours sans pluie, d'autant plus longue au printemps que les températures plus basses engendrent un ressuyage et un dessèchement plus long du sol. Il a été décidé de passer la tamiseuse sur des souchets ayant des parties aériennes développées pour avoir des biomasses conséquentes avec les tubercules attachés pour éviter que ceux-ci passent à travers la maille du tapis. Ceci a donc impliqué des passages entre début mai et septembre. Ainsi seuls 6 créneaux de passages étaient possibles durant cette période (créneaux contenant au moins une journée précédée de 5 jours sans ou avec peu de précipitation ( $< 1$  mm)). Un sol trop humide entraîne un mauvais tamisage du sable qui se retrouve alors avec les plantes tamisées. Ceci engendre un poids trop important dans la caisse de réception qui s'est alors bloquée à différentes reprises, ne permettant plus son déversement dans la remorque. Il a alors fallu arrêter la machine et la vider à la main. De plus, le tas extrait sera difficilement valorisable en méthanisation s'il contient trop de sable.

Après extraction, le tas de souchet contenant des plantes mais également du sable (Figure 33) a été bâché.



**Figure 33. Tas de souchet et de sable après extraction par la tamiseuse**

Il faut toutefois noter que des améliorations pourraient encore être réalisées sur la tamiseuse pour optimiser son efficacité notamment la mise en place d'une protection pour éviter que des plantes ne retombent à la jonction entre le premier et le deuxième tapis de tamisage (Figure 34).



**Figure 34. Zone de jonction entre le premier et le deuxième tapis de tamisage où des plantes retombent au sol**

Finally, a failure of the pick-up at the level of the pick-up leading to its late replacement did not allow for a normal speed. This problem, added to non-optimal application conditions, did not allow for an extrapolable site yield.

#### ❖ Kvick-Finn + tamiseuse à sable modifiée

The **modalité 2** consisted in **using the Kvick-Finn before the tamiseuse** to facilitate the passage of the tamiseuse and improve its efficiency. **The passage of Kvick-Finn before the tamiseuse does not improve the efficiency of the tamiseuse due to the evolution of air densities.** In fact, the decrease in air densities for M2 is 81 ( $\pm 9$ ) to 97 ( $\pm 5$ ) % (average 89 % ( $\pm 10$ )), not significantly different from the results of M1 (95 ( $\pm 4$ ) to 98 ( $\pm 1$ ) %) (average 96 % ( $\pm 3$ )).

#### ❖ Kvick-Finn seul

The **Kvick-Finn seul (modalité 7)** is effective for **reducing the density of stubble, especially in dry conditions in summer.** In fact, after two passages in parcel 1, the density of stubble had decreased by 84 ( $\pm 23$ ) %. Its efficiency seems reinforced by the dry conditions of summer, which allowed for a better drying of the plants brought to the surface (Figure 35).



**Figure 35. Souchet sec qui a été remis en surface par le Kvick-Finn (J+8 après passage en été)**

### ❖ Kvick-Finn + NUCROP

La **modalité 3 consistait en un passage de NUCROP après passage du Kvick-Finn** pour détruire les plantes remises en surface grâce à l'électricité. Cette combinaison n'a pas permis d'obtenir une diminution des densités de souchet significativement différente par rapport à un passage de Kvick-Finn seul (M7) : -88 ( $\pm 3$ ) à -93 ( $\pm 3$ ) pour la M3 contre -84 ( $\pm 23$ ) % pour la M7. Il faut noter que les électrodes ont hersé les plantes remises en surface sans pour autant être bourrées puisque les tas de souchet finissaient par se décrocher naturellement des électrodes de la NUCROP (Figure 36).



**Figure 36. Tas de souchet hersés par les électrodes de la NUCROP dans la modalité 3**

### ❖ NUCROP

Concernant le **désherbage électrique**, plusieurs hypothèses ont été testées. La première est qu'un passage en post-germination, pré-émergence bloquerait la germination des tubercules (testée dans les modalités M4.1 et M4.2). La seconde est qu'un passage répété régulier, si possible au point de compensation (stade 3-5 feuilles du souchet) permettrait d'épuiser la plante.

**Ici, la stratégie de blocage de la germination (M4.1 et M4.2) ne semble pas avoir fonctionné** puisque les dynamiques d'émergence sont les mêmes que pour les passages en post-émergence (M5). De plus les diminutions de -72 ( $\pm 12$ ) à -97 ( $\pm 1$ ) % ne sont pas significativement différentes des diminutions de -80 ( $\pm 8$ ) à -90 ( $\pm 4$ ) % de la M5. Ce résultat pourrait être expliqué par un stade de germination trop avancé (Figure 37) puisque dans d'autres essais menés par le GPLM à des stades de germination moins avancé, des résultats positifs semblent se dessiner, même si certains germes présentaient des symptômes d'électrisation (Figure 38).



**Figure 37. Stade de germination des tubercules avant passage de NUCROP en post-germination pré-émergence**



**Figure 38. Tubercule germé dont le germe a été touché par l'électricité lors du passage de la NUCROP en post-germination pré-émergence**

En revanche, les 5 passages répétés de NUCROP post-germination ont permis de diminuer significativement les densités de souchet de -80 ( $\pm 8$ ) à -90 ( $\pm 4$ ) % de la M5. Les conditions séchantes de l'été semblent améliorer l'efficacité de la technique. A la fin de l'été, les pieds qui avaient germés dès le printemps sont complètement secs et de nouvelles pousses semblent émerger de tubercules qui étaient restés en dormance et qui germent en fin de saison (Figure 39). Sur les **pieds secs**, la **multiplication végétative a été limitée** (en moyenne 23% des plantes prélevées sèches présentent des tubercules fils, et sur les 85% qui ont produit du rhizome, seules 22% présentent du rhizome viable). Sur les **pieds verts**, la **multiplication végétative a été plus forte** (en moyenne 94% des plantes vertes prélevées présentent du rhizome viable et 57% des tubercules fils).



Figure 39. Souchets secs et nouvelles repousses le 23/08/2024 après les passages de désherbage électrique

#### ❖ Travail du sol répété

Le travail du sol répété, à raison de 5 passages de scalpeur espacés de 15 jours de mai à juin puis une fois par mois en juillet et août, ou 2 passages de rotovator espacés d'un mois et demi, a permis de diminuer considérablement les densités de souchet relevées en parcelle : -79 ( $\pm 8$ ) et -83 ( $\pm 7$ ) %.

Le travail répété du sol ne semble pas affecter la multiplication végétative du souchet. A Créances, 100% des pousses ont produit du rhizome dont 33% avec de nouvelles pousses, et 47% ont produit des tubercules fils (Tableau 9). A Bretteville/Ay, seules 7% des pousses ont produit des tubercules fils, mais 80% ont produit du rhizome, sans nouvelle pousse (données non visibles).

#### ❖ Classes d'infestations finales

Finale, après 1 an de jachère noire, les classes d'infestation des deux parcelles ne permettent pas de les remettre en culture (rappel : densité initiale moyenne = 1241 pieds/m<sup>2</sup>) (Tableau 18).

Tableau 18. Classe d'infestation à la fin de l'essai (24/09/24) (moyenne des 3 quadrats par modalité  $\pm$  écart-type)

	Parcelle 1-Créances	Parcelle 2-Bretteville
M1-Tamiseuse	3 ( $\pm 1$ )	3 ( $\pm 1$ )
M2-KF+tamiseuse	4 ( $\pm 1$ )	5 ( $\pm 0$ )
M3-KF+NUCROP	5 ( $\pm 0$ )	5 ( $\pm 1$ )
M4.1-NUCROP PRE 1x	5 ( $\pm 1$ )	4 ( $\pm 0$ )
M4.2-NUCROP PRE 3x	5 ( $\pm 0$ )	4 ( $\pm 1$ )
M5-NUCROP	5 ( $\pm 0$ )	4 ( $\pm 0$ )
M6-Travail répété du sol	5 ( $\pm 0$ )	5 ( $\pm 0$ )
M7-KF	4 ( $\pm 1$ )	
TNT	5 ( $\pm 0$ )	5 ( $\pm 0$ )

## d. Conclusion, discussion et perspectives

- Il existe des **différences dans le cycle de développement et la morphologie** des souchets comestibles entre les deux parcelles possiblement liées aux **différentes conditions pédo-climatiques** mais aussi à **d'éventuelles différences génétiques**. Ces différences **pourraient impacter l'efficacité des méthodes de lutte** mises en œuvre. De ce fait, **une caractérisation plus fine des cycles de développement du souchet comestible au sein du bassin de la Côte Ouest**, suivant un gradient Nord-Sud, mais également Ouest-Est (plus ou moins éloigné de la mer) **doit être réalisée** pour vérifier ces hypothèses.
- L'**hétérogénéité de la présence** du souchet en parcelle entraîne une **variabilité importante** des résultats influençant la sensibilité des résultats des statistiques. Celle-ci pourrait être diminuée en **augmentant le nombre de répétitions** ou en **choisissant de positionner les quadrats dans des zones de densités homogènes, quitte à en sélectionner plus en début de saison et réduire le nombre en ciblant ceux de densités similaires**.
- Une **compétition intraspécifique** existe chez le souchet comestible, observable dans les TNT, qui semble **limiter le développement des parties aériennes sans empêcher la multiplication végétative**.
- Ces essais nous ont permis d'identifier **quatre techniques de lutttes prometteuses qui ont besoin d'être optimisées pour gagner en efficacité**. La combinaison du Kwick-Finn et de la tamiseuse, et du Kwick-Finn et de la NUCROP ne semblent pas utiles au vu des résultats de ces essais. L'optimisation des techniques **devra se faire dans l'idée de les rendre économiquement viables**. En l'état actuel des connaissances, leur appréciation technico-économique reste limitée. Ces techniques sont :
  - La **tamiseuse à sable modifiée BeachTech STR3000 de Kassböhrrer** :
    - Matériel spécifique onéreux à modifier (ici prototype) utilisable uniquement sur ce poste donc orientation sur achat en groupes ou prestation ETA
    - Modifications à réaliser :
      - Mise en place d'un disque de coupe incliné ou soc au niveau du sabot de protection du moteur hydraulique du peigne rotatif ;
      - Augmentation de la puissance du moteur hydraulique du peigne rotatif du pick-up ;
      - Réglage de la tension du 1<sup>er</sup> tapis ou raccourcissement ;
      - Mise en place d'un objet de protection pour éviter la perte de plantules à la jonction des deux tapis de tamisage.
    - Conditions d'application : sol sec
    - Efficace pour diminuer le stock de tubercules dans la couche de sol travaillée (10-15 cm) par export mais n'agit pas sur les tubercules restés dans le sol dont la multiplication végétative n'est pas impactée.
      - ↳ À combiner avec des labours
      - ↳ Tester des méthodes d'assèchement du sol pour augmenter les créneaux d'intervention (mise en andin, passage de vibroculteur mais attention au décrochement des tubercules et des plantules...)
      - ↳ Gestion du tas (sable + souchet) à travailler (méthanisation ?)
      - ↳ Etudier la faisabilité technique dans la terre
      - ↳ Intégrer la méthode dans les itinéraires culturaux des cultures locales (avant mise en place d'une culture ou après récolte en juin)
  - Le **désherbeur électrique NUCROP de NUFARM** :
    - Matériel spécifique onéreux, amortissable sur le défanage des pommes de terre et les faux-semis donc orientation sur achat en commun ou prestation ETA

- Conditions d'efficacité pour la lutte contre le souchet :
    - 2 passages successifs. Une réduction de la vitesse au maximum ( $\leq 3$  km/h) pourrait être expérimentée pour limiter le nombre de passages.
    - Sol plat
    - Passages répétés
    - Conditions séchantes (Été)
  - Efficace par destruction des plantes dont tubercules mères et limitation de la multiplication végétative dans le cas de passages répétés post-émergence (au moins 5 à 15-21 jours d'intervalle maximum)
    - ↳ Essayer de réduire le nombre de passages et mieux les positionner (été ?)
    - ↳ Caractériser le stade de sensibilité du tubercule lors de la germination en fonction des conditions du milieu, afin de trouver des indicateurs permettant d'identifier la période propice de passage pour mise en dormance éventuelle du tubercule. Faire des recherches bibliographiques pour mieux comprendre l'éventuel mécanisme sous-jacent afin d'aider le positionnement de cette technique.
    - ↳ Intégrer la méthode dans les itinéraires culturaux des cultures locales (avant mise en place d'une culture ou après récolte en juin)
- **Le scalpeur-extracteur Kvick-Finn de Lyckegård :**
- Matériel spécifique accessible, amortissable sur la reprise de sol au printemps, la gestion des vivaces par passages répétés, la destruction de couverts, luzerne et prairie et possibilité de semis en agriculture de conservation des sols par ajout d'une trémie pneumatique donc orientation sur un achat sur l'exploitation, achat en commun ou prestation ETA
  - Conditions séchantes d'été améliorant l'efficacité
  - Efficace par mise en surface et dessèchement des plantes situées dans la couche de sol travaillée (10-15cm)
  - Si passages en été sans travail pour limiter la multiplication végétative, attention au risque de perte de tubercules néoformés dans le sol car l'ensemble des parties souterraines ne peuvent être scalpées et extraites.
    - ↳ À combiner avec des labours
    - ↳ Identifier le nombre idéal de passage et leur positionnement
    - ↳ Intégrer la méthode dans les itinéraires culturaux des cultures locales (avant mise en place d'une culture ou après récolte en juin)
- **Le travail du sol répété :**
- Solution accessible à tous les producteurs puisqu'utilisation des outils présents sur l'exploitation. Plutôt avec un scalpeur qu'un rotovator qui a tendance à plus impacter le sol (notamment en terre)
  - Efficace pour diminuer les densités de souchet en parcelle, peu importe la profondeur du tubercule
  - Demande une régularité de passages et du temps
    - ↳ Augmenter la fréquence de passage à tous les 10 jours et identifier la période optimale (cf. essai 24SIL204)
    - ↳ Tester différents outils
    - ↳ Intégrer la méthode dans les itinéraires culturaux des cultures locales (avant mise en place d'une culture de printemps ou d'été ou après récolte en juin)

### 3. Essai 23SIL205 : germination des tubercules électrisés

#### a. Objectif

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'effet d'un ou de trois passages de désherbage électrique sur la capacité d'émergence des tubercules de souchet comestible.

#### b. Matériel et méthode

##### • Dispositif expérimental

- **Unité concernée** : unité « légumes » du SILEBAN
- **Localisation** : Chambre de germination du SILEBAN
- **Dispositif expérimental** :
  - Nombre de répétitions : 4
  - Nombre de modalités : 4
  - Taille des parcelles élémentaires : 2 boîtes de pétrie et 25 tubercules/boîte soit 50 tubercules
- **Nature et rôle du témoin non traité** : Le témoin non traité permet de vérifier que les conditions de culture permettent la germination normale des tubercules.
- **Modalités d'essai** :

Le 08/06/2023, la NUCROP est passée sur la parcelle d'essai 1 – Créances, en sable, sur la Côte Ouest selon 3 modalités : 1 passage, 2 passages successifs soit un aller-retour, 3 passages successifs. La machine a été passée en conditions jugées satisfaisantes par l'expérimentateur. Le 13/06/2023, soit 5 jours après, des tubercules ont été prélevés dans ces zones dans les premiers centimètres du sol et dans une zone non traitée (Témoin Non Traité = TNT), puis mis en culture dans des boîtes de Pétrie en chambre de germination.

- **Observations principales** : 2 comptages/semaine des émergences ont été réalisés pendant 1 mois, soit 9 comptages entre le 13/06/2023 et le 17/07/2023. Lors de chaque comptage, les tubercules germés étaient éliminés.
- **Méthodes statistiques d'analyses** :

Le nombre de germinations cumulées en fin d'essai entre modalités a été comparé grâce à une ANOVA à 1 facteur. Au préalable la normalité de la distribution a été vérifiée grâce à un test de Shapiro-Wilk, et l'homogénéité des variances grâce à un test de Levene.

#### c. Résultats et analyses

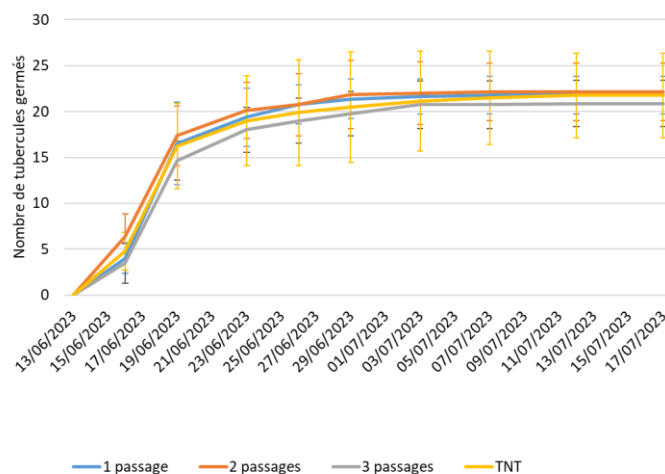


Figure 40. Nombre de tubercules germés au cours du temps (moyenne des 8 boîtes par modalité ± écart-type)

Les conditions de cultures ont permis la bonne germination des tubercules puisque le témoin non traité atteint 87% de germination des tubercules à la fin de l'essai (Figure 40).

Il n'y a aucune différence concernant les dynamiques de germination au cours du temps en fonction du nombre de passages successifs de NUCROP réalisés. Le nombre moyen de tubercules germés n'est pas significativement différent entre les modalités à la fin de l'essai :  $22 \pm 2$  pour un passage,  $22 \pm 3$  pour deux passages,  $21 \pm 3$  pour trois passages. Les taux moyens de germination atteints sont de 87-88%. Il n'y a aucune différence significative concernant cette dynamique et ces taux de germination entre les modalités traitées et les TNT.

#### d. Conclusion

Le désherbage électrique par l'application de NUCROP en un, deux ou trois passages successifs ne permet pas de limiter la germination des tubercules mères traités présents dans le sol dans nos conditions d'essai.

### 4. Essai 24SIL205 : épuisement par coupes répétées des parties aériennes

#### a. Objectif

L'objectif de cet essai est de déterminer la fréquence de coupe optimale pour épuiser le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) par coupe répétée des parties aériennes, en conditions contrôlées.

#### b. Matériel et méthode

- **Unité concernée** : unité « légumes » du SILEBAN
- **Localisation** : Cellule 4 puis 1 de la serre scientifique du SILEBAN
- **Sol** : Sableux
- **Date de mise en place** : 7/05/2024
- **Dispositif expérimental** :
  - Nombre de répétitions : 2 (TNT) ou 4
  - Nombre de modalités : 4 (avec TNT inclus)
  - Taille des parcelles élémentaires : 1 pot contenant 5 tubercules
- **Nature et rôle du témoin non traité** : Le témoin non traité permet de vérifier le bon développement des plantes en conditions contrôlées.
- **Facteurs contrôlés** :
  - **Conduite hydrique** : arrosage régulier manuel de manière à garder le sol humide
  - **Fertilisation** : absence de fertilisation
  - **Protection phytosanitaire** : absence de protection phytosanitaire
- **Déroulement de l'essai** :

Le 07/05/2024, 70 tubercules germés ayant chacun une pousse portant 2 à 3 feuilles ont été prélevés dans la zone de témoin non traité sur la parcelle 1 – Créances (Figure 41).





**Figure 41. Tubercules germés prélevés pour l'expérimentation**

Les tubercules ont été mis en pot dans du sable prélevé au même endroit à raison de 4 modalités, 4 pots/modalité et 5 tubercules/pot (sauf pour le témoin non traité (=TNT) qui ne comportait que deux pots). La profondeur initiale des tubercules a été respectée lors du repiquage. Les pots ont été placés en serre en conditions contrôlées, puis les différentes modalités ont été appliquées (Tableau 19, Figure 42).

**Tableau 19. Modalités de l'essai**

MODALITE	DESCRIPTION
M1	Coupe au stade jeune (~2 feuilles)
M2	Coupe au stade « point de compensation » (3-5 feuilles)
M3	Coupe au stade avancé (> 5 feuilles)
TNT	Témoins non traités – aucune coupe



**Figure 42. Dispositif d'essai**

Les coupes ont été réalisées manuellement dès que 50% des plantes de la modalité avaient atteint le stade désiré, grâce à une paire de ciseaux, la coupe étant effectuée au ras du sol (Figures 43 et 44).



Figure 43. Pot après coupe

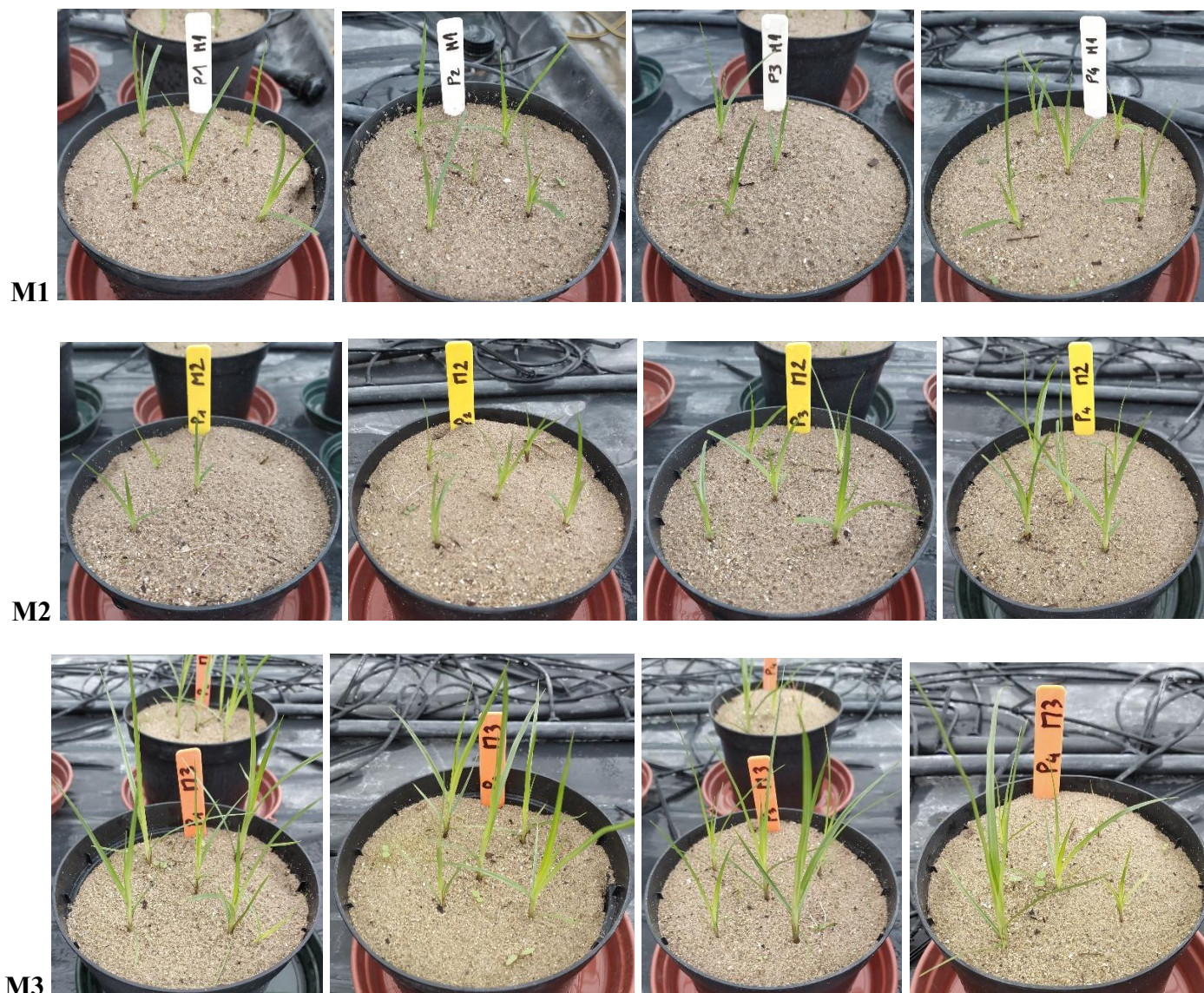


Figure 44. Pots avant coupe ayant atteint les stades désirés – exemple du 22/05/2024

La dernière coupe a été réalisée le 18/11/2024 (Tableau 20). Cette coupe ne correspondait pas à l'atteinte du stade désiré, mais à la coupe finale de l'année avant hivernage.

**Tableau 20. Date des coupes**

SEMAINE	M1	M2	M3
19	07/05/24		
20	14/05/24	14/05/24	
21	22/05/24	22/05/24	22/05/24
22	28/05/24	31/05/24	
23	07/06/24	07/06/24	
24	13/06/24		13/06/24
25	20/06/24	20/06/24	
26	28/06/24		
27		03/07/24	
28	08/07/24		
29	15/07/24	15/07/24	15/07/24
30	22/07/24		
31	01/08/24	01/08/24	
32			
33	14/08/24		
34	20/08/24	20/08/24	20/08/24
35	30/08/24		
36			
37		09/09/24	
38			
39	27/09/24		
40 à 46			
47	18/11/24	18/11/24	18/11/24

- **Observations principales :**

Une **surveillance des pots a eu lieu tous les 2 jours** pour mettre en œuvre les coupes dès que les stades désirés étaient atteints. **Lors des coupes, une notation** de l'ensemble des pots a été réalisée concernant le **stade** des pousses et le **nombre de pousses primaires et secondaires** présentes. Les *pousses primaires correspondent aux premières pousses émises par le tubercule mère*, présentes avec le tubercule lors du prélèvement. Les *pousses secondaires correspondent aux pousses émises plus tard* dans l'expérimentation. Des **photographies** des pots avant chaque coupe ont aussi été réalisées. Au total, 20 notations ont été effectuées.

Le **9/08/24, 2 pots/modalité** (1 pour le TNT) ont été retirés du dispositif, et les **plantes ont été extraites** pour **observer l'évolution des parties souterraines** dans chaque modalité. Ainsi dans chaque pot, les **pousses primaires et secondaire** ont été comptabilisées, **l'état du tubercule mère** a été observé, ainsi que la production de **rhizome et de tubercules fils**.

- **Méthodes statistiques d'analyses :**

Des tests de Shapiro-Wilk et de Levene ont permis de déterminer si la distribution des variables respectait la normalité et si les variances étaient homogènes, afin de choisir les tests paramétriques ou non paramétriques adéquats. Le nombre total de pousses, de pousses primaires et de pousses secondaires lors de l'observation des parties souterraines en août et à la fin de l'expérimentation, ainsi que les proportions de pousses présentant un tubercule mère intact, du rhizome et/ou des tubercules fils en août, ont été comparés entre modalités grâce à des ANOVA à 1 facteur avec comparaisons multiples non paramétriques. L'ensemble des tests statistiques a été réalisé grâce au logiciel R version 4.4.2 (2024-10-31-ucrt). Les résultats de ces tests sont présentés dans les tableaux sous forme de lettres violettes derrière les chiffres, ou exprimés dans le texte accompagnant les résultats.

- **Devenir :**

A l'automne (18/11/24), les **2 pots restant de chaque modalité ainsi que le pot restant du TNT** ont subi une **dernière coupe** puis ont été **mis à l'extérieur de la serre dans des caisses ajourées pour l'hivernage**. Ils seront rentrés en serre au printemps 2025 pour poursuivre l'expérimentation.

### **c. Résultats et analyses**

**Tableau 21. Caractéristiques des coupes réalisées**

<b>Modalité</b>	<b>Nombre total de coupes</b>	<b>Fréquence de coupe</b>	<b>Stade moyen au moment de la coupe</b>
M1 – Coupe au stade jeune	17	10 jours ( $\pm 6$ )	2 feuilles
M2 – Coupe au point de compensation	11	13 jours ( $\pm 5$ )	5 feuilles
M3 – Coupe au stade avancé	5	30 jours ( $\pm 7$ )	6 feuilles

**Durant les 29 semaines d'expérimentation, 17 coupes ont été réalisées dans la modalité 1, 11 coupes dans la modalité 2 et 5 coupes dans la modalité 3** (Tableau 21).

La fréquence moyenne de coupes a été de 10, 13 et 30 jours respectivement pour les modalités 1, 2 et 3. Il faut toutefois noter que le nombre de jours pour atteindre le stade désiré a eu tendance à augmenter au fur et à mesure des coupes et/ou du temps pour toutes les modalités, mais est plus marqué pour les modalités 2 et 3 (Figure 45).

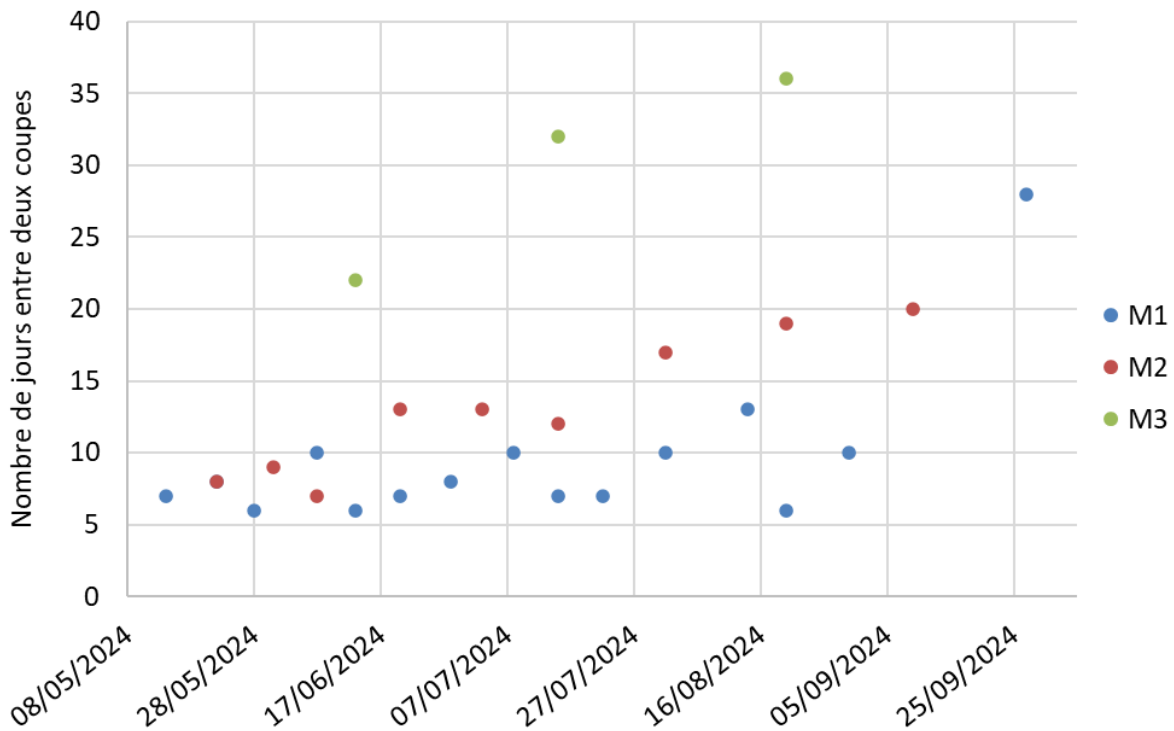


Figure 45. Evolution de la fréquence de coupes en fonction du temps

Les stades atteints au moment des coupes correspondent en moyenne aux stades désirés (Tableaux 19 et 21).

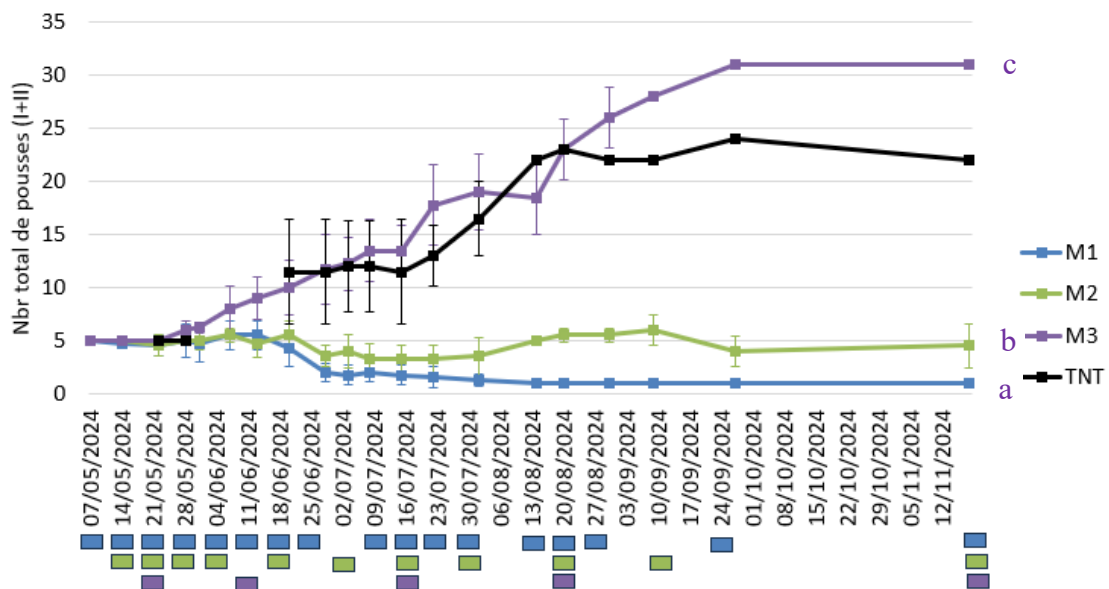
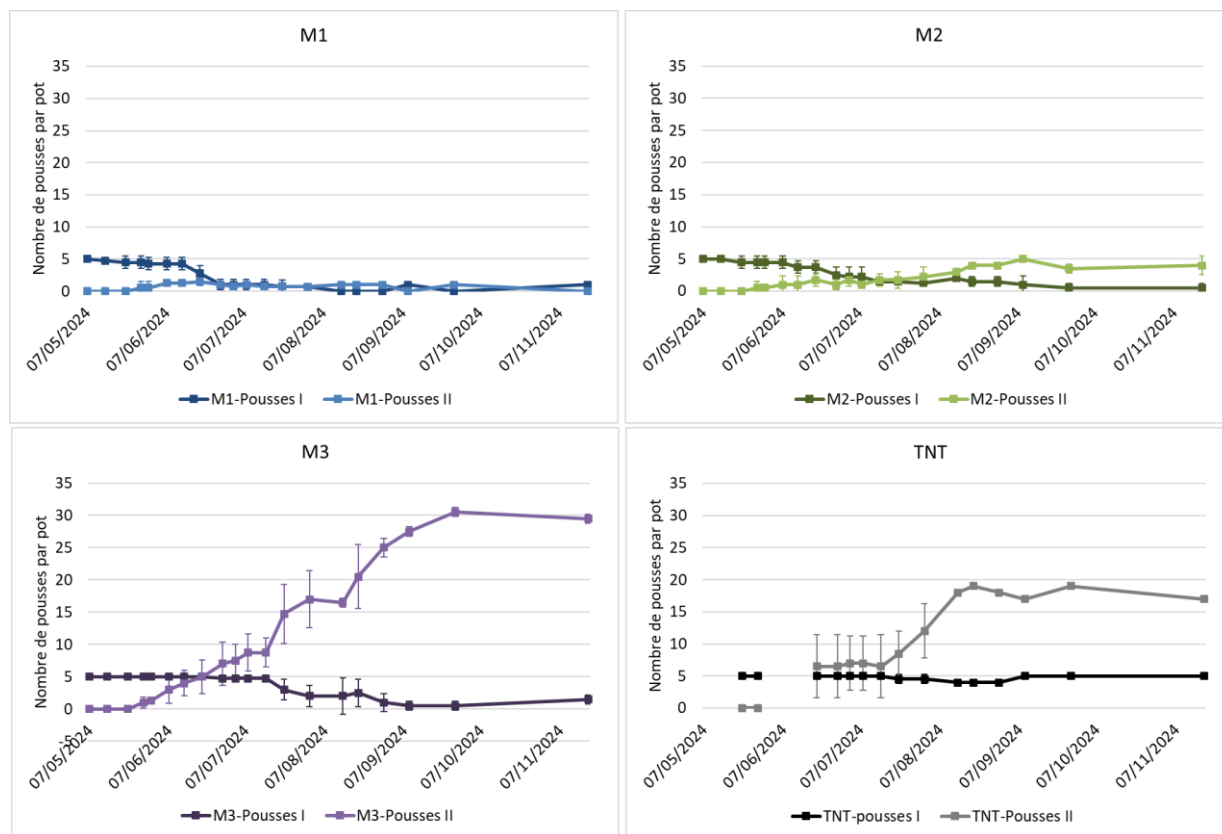


Figure 46. Nombre total de pousses (primaires et secondaires) en fonction du temps. Les rectangles de couleur correspondent aux coupes des différentes modalités. Les lettres violettes indiquent les résultats des analyses statistiques avec un seuil de significativité de 5%.

Selon l'évolution du nombre total de pousses en fonction du temps présentée en Figure 6, **seules les modalités 1 et 2 permettent de contrôler le souchet comestible**. En effet, la dynamique d'émission de pousses de la modalité 3 suit celle du TNT.

Pour rappel, au départ de l'expérimentation, 5 tubercules soit 5 pousses étaient présents par pot. A la fin de l'expérimentation le 18/11/24, il ne reste plus que 0,5 pousse par pot pour la modalité 1, significativement plus faible que la modalité 2 avec 4,5 pousses. En revanche, le nombre de pousses a significativement augmenté pour la modalité 3 avec 31 pousses et pour le TNT avec 22 pousses.

Ces variations du nombre de pousses sont expliquées par l'émission de pousses secondaires, à partir de rhizomes émis par la pousse primaire et le tubercule mère (Figure 47).



**Figure 47. Evolution du nombre de pousses primaires (I) et secondaires (II) en fonction du temps**

**Naturellement, le souchet émet rapidement des pousses secondaires** même si les pousses primaires ne sont pas perturbées (TNT, Figure 47).

Une coupe tous les 10 jours (modalité 1), engendre une **diminution du nombre de pousses primaires à partir de la 8<sup>ème</sup> coupe** et un **contrôle des pousses secondaires émises** (M1, Figure 47).

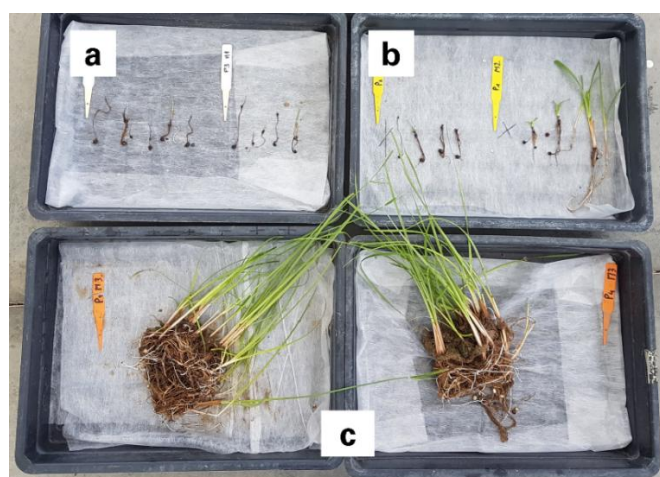
Cette **même diminution** est observée dans la modalité 2 lors d'une coupe tous les 13 jours, à partir de la 7<sup>ème</sup> coupe, cependant les **émissions des pousses secondaires semblent moins bien contrôlées** que dans la modalité 1 (M2, Figure 47).

Les coupes réalisées tous les 30 jours (modalité 3) permettent de **limiter le nombre de pousses primaires à partir de la 4<sup>ème</sup> coupe**, mais ne contrôlent pas les émissions de pousses secondaires qui dépassent le nombre de 30 en fin d'expérimentation (M3, Figure 47), engendrant un **développement plus important** de ces pousses que pour le TNT.

L'observation des parties souterraines de la moitié des pots de chaque modalité nous a permis de caractériser l'impact des modalités sur la multiplication végétative du souchet (Tableau 4, Figure 48). Les écart-types importants observés résultent du petit nombre d'échantillons, et entraînent un manque de sensibilité des tests statistiques.

**Tableau 22. Observations des parties souterraines le 09/08/2024.** Les lettres violettes indiquent les résultats des tests statistiques avec un seuil de significativité de 5%.

Modalité	Nombre de pousses par pot	Proportion des pousses présentant un tubercule mère intact	Proportion des pousses présentant un développement de rhizome	Proportion des pousses présentant des tubercules fils
TNT	30 ( $\pm 0$ ) <b>b</b>	100 ( $\pm 0$ )	100 ( $\pm 0$ )	100 ( $\pm 0$ )
M1 – Coupe au stade jeune	2 ( $\pm 0,7$ ) <b>a</b>	63 ( $\pm 53$ ) <b>a b</b>	10 ( $\pm 14$ ) <b>a</b>	10 ( $\pm 14$ ) <b>a</b>
M2 – Coupe au point de compensation	3 ( $\pm 3$ ) <b>a b</b>	13 ( $\pm 18$ ) <b>a</b>	30 ( $\pm 42$ ) <b>a</b>	0 ( $\pm 0$ ) <b>a</b>
M3 – Coupe au stade avancé	21 ( $\pm 4$ ) <b>a b</b>	100 ( $\pm 0$ ) <b>b</b>	100 ( $\pm 0$ ) <b>b</b>	100 ( $\pm 0$ ) <b>b</b>



**Figure 48. Observations des parties souterraines le 09/08/2024 (a=M1, b=M2, c=M3)**

Ces résultats confirment que seules les modalités 1 et 2 permettent de lutter contre le souchet comestible, puisqu'elles limitent la production de rhizome et de tubercules fils, et permettent la dégradation du tubercule mère, sûrement par épuisement des ressources.

#### **d. Conclusion et perspectives**

Seules des coupes répétées à un stade jeune ou au point de compensation (entre 2 et 5 feuilles), tous les 10-13 jours, permettent de contrôler significativement le souchet comestible, en limitant son développement et sa multiplication végétative.

Concrètement, cela impliquerait entre 11 et 17 passages entre mai et novembre, ce qui est chronophage et coûteux pour le producteur. De plus, cet essai ayant été mené en conditions contrôlées, des essais en parcelle doivent être menés pour affiner cette étude, en testant notamment différents outils. Il serait également intéressant de tester une modalité avec une coupe toutes les semaines pendant 2 mois puis des coupes plus espacées pour voir si le même résultat pourrait être atteint.

## VI. Action 3 : Evaluation d'une nouvelle machine d'extraction optimisée pour l'usage

L'évaluation de la tamiseuse à sable modifiée dans le cadre d'une extraction des tubercules de souchet a été réalisée dans le cadre des essais 23-24SIL204 (cf. V.2. Essais 23-24SIL204 : jachère noire en parcelle). Cet essai **confirme définitivement l'intérêt de l'utilisation de cette technique**. Il montre également que les expérimentations ont besoin d'être poursuivies pour optimiser la technique et la rendre technico-économiquement viable.

Le tableau 23 présente le référencement des conditions d'usage de la tamiseuse mis à jour suite à ces expérimentations.

**Tableau 23. Référencement des conditions d'usage de la tamiseuse** (tableau issu du projet GESTI-Cyper 2017-2020 mis à jour)

	Conditions recherchées	Remarques
Période	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Printemps à privilégier</b> (avant formation des tubercules fils)</li> <li>• <b>Possible</b> pendant toute la <b>période estivale</b> et le <b>début de l'automne</b></li> </ul>	En <b>fonction des conditions climatiques</b> et du <b>stade</b> de développement du souchet
Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol <b>sableux</b></li> <li>• Sol <b>assoupli</b> pour favoriser les levées et l'assèchement</li> <li>• Sol <b>assez plat</b></li> <li>• Sol <b>asséché sur la profondeur travaillée</b> pour optimiser l'efficacité de la machine et limiter l'exportation de sable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La machine n'a pas été testée dans la terre</li> <li>• Il serait intéressant de tester des méthodes d'assèchement du sol (andainage, passages répétés de vibroculteur...)</li> </ul>
Stade du souchet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stade minimum 3-4 feuilles</b> du souchet, en début de développement des réseaux de rhizomes, pour maintenir le tubercule avec les parties aériennes et éviter qu'il ne passe à travers les mailles du tamis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La machine n'a pas été testée sur des stades très avancés avec une végétation très développée</li> </ul>



## VII. Synthèse des actions 2 et 3 et appréciation technico-économique

Le Tableau 24 présente la synthèse des résultats des essais des actions 2 et 3, ainsi qu'une première appréciation technico-économique. Quelques remarques :

- Les techniques étant en cours d'optimisation, l'appréciation technico-économique reste **très sensible et succincte**. Certaines machines sont des prototypes non commercialisés, comme la tamiseuse à sable, modifiée pour les besoins de l'expérimentation. Ceci ne nous permet pas de donner un prix final exact de la machine. De même, les vitesses de passage n'ont pas été optimisées lors de ces premiers essais. Enfin, les conditions d'utilisation doivent encore être améliorées (exemple : réduction du nombre de passages et repositionnement dans la saison). Ainsi, cette première appréciation technico-économique **évoluera probablement à l'avenir** ;
- Les **conditions optimales d'utilisation présentées ici pourront donc évoluer** en fonction des résultats des futures expérimentations ;
- Les 4 techniques présentées ont permis des diminutions importantes des densités de souchet comprises entre -81 et -96% en un an. Cependant, les densités finales obtenues, entre 30 et 274 plantes/m<sup>2</sup>, ne permettent pas la remise en culture des parcelles puisque trop importantes. De plus, certaines techniques n'ayant travaillé qu'une seule couche de sol contaminée, les tubercules non perturbés pourraient engendrer une ré-augmentation des densités l'année suivante. **Ces techniques sont donc prometteuses mais ont encore besoin d'être optimisées et évaluées pour être définitivement validées. A ce jour, il n'existe donc toujours pas de méthode de lutte fiable et efficace contre le souchet comestible en culture légumière, mais uniquement des pistes prometteuses.**

Tableau 24. Synthèse des actions 2 et 3 et appréciation technico-économique

	<i>Tamiseuse à sable modifiée BeachTech STR3000/KASSBÖHRER</i>	<i>Scalpeur-extracteur Kvick- Finn/LYCKEGÅRD</i>	<i>Désherbeur électrique Nucrop/NUFARM</i>	<i>Travail répété du sol Scalpeur ou rotovator</i>
Principe	Extraction et exportation	Extraction et remise en surface pour séchage	Destruction des plantes par électrification	Destruction mécanique des plantes
Dimensions	Largeur de travail : 2m50 Maille du tamis : 7 mm Poids à vide : 3,2T	Largeur : 4m80 Poids : 1,5T	Largeur : 9m Poids : ~2T	En fonction de l'outil
Caractéristiques souhaitables du tracteur	A partir de 74 kW, 100 chevaux	A partir de 90 chevaux, simple effet hydraulique, prise de force en 540/750/1000 tr/min	A partir de 150 chevaux, système hydraulique avant et arrière, 1 double effets, prise de force arrière 84 kW, 1000 tr/min, systèmes 3 points à l'avant et à l'arrière du tracteur	A partir de 60 chevaux, avec prise de force arrière 540 tr/min si rotovator
Profondeur de travail	10-15 cm	10-15 cm	Quelques cm	20-30 cm
Vitesse de travail	0,5 km/h	4-5 km/h	3-6 km/h	4-10 km/h
Coût	104 900 € + modifications à réaliser	A partir de 29 000 € neuf (différents modèles)	~ 240 000 € pour le modèle « Défanage de pomme de terre »	< 5 000 € pour un rotovator et ~10 000 € pour un scalpeur d'occasion
Présence actuelle en région	Non présente	Non présent	Non présent	Présents dans toutes les exploitations

	<b>Tamiseuse à sable modifiée BeachTech STR3000/KASSBÖHRER</b>	<b>Scalpeur-extracteur Kvick- Finn/LYCKEGÅRD</b>	<b>Désherbeur électrique Nucrop/NUFARM</b>	<b>Travail répété du sol Scalpeur ou rotovator</b>
Autres utilisations possibles	Extraction de parties souterraines de plantes vivaces, de pierres	Gestion des adventices en général et des vivaces (rumex, chardon, laiteron), destruction de couverts et prairies, semis en agriculture de conservation des sols par ajout d'une trémie pneumatique	Défanage des pommes de terre, destruction de couverts, gestion des adventices	Préparation du sol, destruction de couverts, gestion des adventices
Conditions optimales d'utilisation	Printemps-été-automne Uniquement en sol sableux Sol sec (5-10 jours sans précipitation avant passage), assoupli et plat Stade minimum du souchet 3-4F, avant la production de tubercules fils (possible après mais augmentation du risque de laisser des tubercules dans le sol)	Eté Conditions séchantes (5-10 jours sans précipitation après passage) Stade minimum du souchet 3-4F, avant production de tubercules fils (après augmentation du risque de laisser des tubercules dans le sol)	Printemps-été-automne Sol plat Conditions séchantes 2 passages successifs (un aller-retour) répétés	Passages répétés tous les 10-13 jours de mai à septembre Outil avec un recouvrement maximal
Fréquence des créneaux possibles d'intervention en conditions optimales sur les 5 dernières années	De début mai à fin septembre, en moyenne 5 créneaux d'intervention	De début mai à fin septembre, en moyenne 6 créneaux d'intervention	De début mai à fin septembre, 7-10 créneaux d'intervention	De début mai à fin septembre, 12 créneaux d'intervention
Modalités d'utilisation dans les essais	Jachère noire 2 passages : juin et août	Jachère noire 2 passages : mai et juillet	Jachère noire 5 passages à 15-21 jours d'intervalles entre mai et juillet	Jachère noire 2 à 5 passages de mai à août
Efficacité dans les conditions d'essais	Diminution du stock de tubercules uniquement dans la couche de sol travaillée (10-15 cm) par export mais n'agit pas sur les tubercules restés dans le sol	Mise en surface et dessèchement effectif des plantes situées uniquement dans la couche de sol travaillée (10-15cm) mais n'agit pas sur les tubercules en dessous	Destruction effective des plantes dont les tubercules mères et limitation de la multiplication végétative dans le cas de passages répétés	Diminution des densités de souchet en parcelle, peu importe la profondeur du tubercule
Avantages	Efficacité importante dans nos conditions d'essai (-96%) Exportation des tubercules contenus dans la couche de sol travaillée	Efficacité importante dans nos conditions d'essai (-84%) Amortissable sur d'autres postes	Efficacité importante dans nos conditions d'essai (-85%) Utilisable en conditions humides si la machine peut entrer en parcelle Limite le travail du sol Amortissable sur d'autres postes	Efficacité importante dans nos conditions d'essai (-81%) Limitation de la multiplication végétative Amortissable sur d'autres postes
Inconvénients	Nécessite des modifications de la machine Créneaux d'intervention limités Ne travaille pas toute la couche de sol contaminée en un passage	Créneaux d'intervention limités Ne travaille pas toute la couche de sol contaminée en un passage	Nécessite des passages répétés Pas d'impact de la profondeur du tubercule	Nécessite des passages répétés avec une régularité rigoureuse Pas d'impact de la profondeur du tubercule

	<i>Tamiseuse à sable modifiée BeachTech STR3000/KASSBÖHRER</i>	<i>Scalpeur-extracteur Kvick- Finn/LYCKEGÅRD</i>	<i>Désherbeur électrique Nucrop/NUFARM</i>	<i>Travail répété du sol Scalpeur ou rotovator</i>
	<p>Ne limite pas la multiplication végétative des tubercules restés dans le sol</p> <p>Nécessite un moyen de gestion du tas de souchet extrait</p> <p>Non amortissable sur d'autres postes</p> <p>Uniquement utilisable en sol sableux</p>	<p>Ne limite pas la multiplication végétative des tubercules restés dans le sol</p>		<p>Impact important sur le sol car travail répété (risque pour la structure en terre)</p>
Optimisations envisageables	<p>Combiner avec des labours pour travailler l'ensemble du sol contaminé</p> <p>Faire précéder de techniques d'assèchement du sol pour améliorer le tamisage</p> <p>Identifier le nombre idéal de passages</p> <p>Intégrer dans les itinéraires cultureux</p>	<p>Combiner avec des labours pour travailler l'ensemble du sol contaminé</p> <p>Identifier le nombre idéal de passages</p> <p>Intégrer dans les itinéraires cultureux</p>	<p>Réduire le nombre de passages en les repositionnant en été</p> <p>Caractériser le stade de sensibilité du tubercule lors de la germination</p> <p>Intégrer dans les itinéraires cultureux</p>	<p>Identifier le nombre idéal de passages et la période</p> <p>Intégrer dans les itinéraires cultureux</p>
Appréciation technico-économique	<p>Technique efficace mais matériel onéreux et à modifier, utilisable uniquement sur ce poste et en sol sableux donc achat en commun ou prestation ETA + créneaux d'intervention limités à cause des conditions pédoclimatiques =&gt; accessibilité limitée. Nécessite de gérer les tubercules de souchet extraits. Cependant nombre réduit de passages donc temps de travail réduit, d'autant plus si prestation d'ETA.</p>	<p>Technique efficace, matériel amortissable sur différents postes donc achat sur l'exploitation, en commun ou prestation ETA + créneaux d'intervention limités à cause des conditions pédoclimatiques =&gt; accessibilité acceptable. Cependant nombre réduit de passages donc temps de travail réduit.</p>	<p>Technique efficace mais matériel très onéreux, amortissable sur différents postes donc achat en commun ou prestation ETA. Nombre important de passages cependant pas de limitation par les conditions climatiques. Temps de travail réduit si prestation ETA.</p>	<p>Technique efficace la plus accessible aux producteurs, amortissable sur différents postes, nécessite un nombre important de passages et une régularité durant toute la saison =&gt; temps de travail conséquent et coût élevé en carburant. Nécessite une vigilance quant à la possible dégradation de la structure du sol en terre.</p>

## VIII. Action 4 : Prévention et gestion du risque de propagation

### 1. Evaluation du risque de propagation par l'avifaune sauvage

Biologiquement, les oiseaux ne peuvent pas digérer certains aliments qu'ils ingurgitent, comme les poils, les os, les graines dures, ... Afin que ces substances ne s'amassent pas dans leur tractus digestif, l'oiseau régurgite cette masse. Cette masse se désintègre généralement rapidement, mais certaines espèces (principalement des oiseaux qui mangent beaucoup de petits mammifères et ont donc beaucoup de poils dans l'estomac) produisent des boulettes qui persistent plus longtemps dans l'environnement (pelotes de réjection chez les rapaces notamment).

#### Objectifs :

Il s'agit pour cette étude de répondre à trois questions :

- **Est-ce que les corvidés qui fréquentent les parcelles légumières de la côte Ouest de la Manche consomment des bulbilles de souchet comestible ?**
- **Les bulbilles de souchet consommées sont-elles, par régurgitation, susceptibles de contaminer des parcelles indemnes ?**
- **Et ainsi étendre les foyers de souchet comestible ?**

Pour répondre à ces objectifs, deux modalités sont étudiées :

- 1 -Observation de la présence ou non de souchet comestible dans le jabot à l'aide d'une dissection de corbeaux.
- 2 -Observation de la présence ou non de souchet comestible dans une zone de nidification des corbeaux.

#### **a. Transport de tubercules via jabot**

Les objectifs de cette modalité sont de **vérifier si la consommation de bulbilles par les corbeaux est avérée et si celle-ci est avérée, le pouvoir germinatif de ces tubercules** ingurgités sera étudié.

#### • **Méthode**

Afin de réaliser cette action un contact téléphonique a été pris avec la société de chasse locale via son président afin qu'il nous prévienne et nous garde au congélateur des corbeaux lors des demandes de tirs faites par les agriculteurs du secteur dans le but que l'on puisse procéder à une dissection jusqu'à obtenir le jabot.

Un appel par mois entre avril et juillet a été effectué afin de maintenir notre demande durant la période de présence des corvidés dans les parcelles en cours de préparation du sol ou en cours de semis. C'est en effet à cette période que les bulbilles sont plus facilement disponibles pour les oiseaux.

**Echantillonnage** : dans l'idéal opération à effectuer sur 15 à 20 corbeaux.

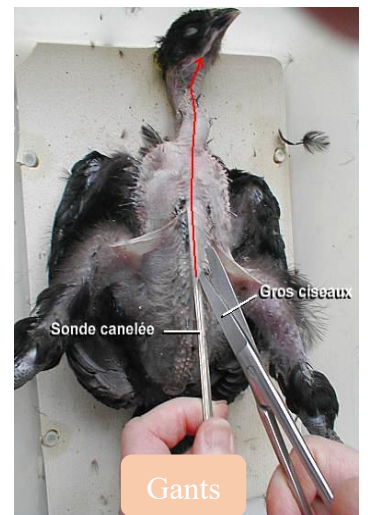
**Méthode de dissection :** Le protocole de dissection est adapté du site : <http://eric.lacouture.free.fr/dissect/poussin/pous05.htm> Origine : FRANCE - Académie de Rennes - site SVT - <http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/svt>  
Ce document est mis à disposition par l'Académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr/>)

En attendant leur étude, les corbeaux collectés sont mis dans un sac en kraft avec un numéro 2024/anticyp/XXX, dans le congélateur de FREDON Normandie.

- 1- Mettre des gants
- 2- Sortir le corbeau du congélateur 4 heures avant la manipulation.
- 3- Le corbeau est mis sur le dos, dans le fond de la cuvette de dissection.



- 4- Le corbeau étant placé sur le dos, pratiquer une boutonnière en avant de l'orifice cloacal.



- 5- Inciser la peau de la boutonnière à la base du bec à l'aide de gros ciseaux et d'une sonde canelée.

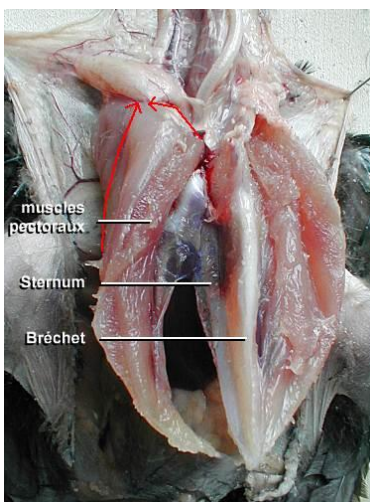
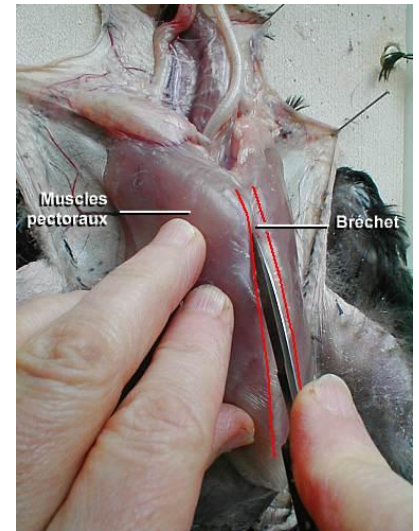


- 6- Détacher la peau à plat avec le scalpel en faisant attention au jabot à la base du cou. Inciser la peau perpendiculairement à la 1e incision au niveau des ailes et des pattes.



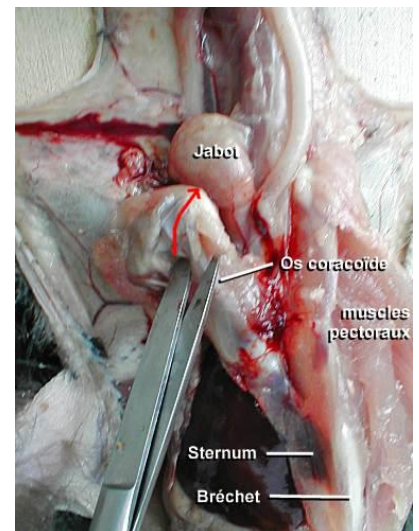
7- Épingler l'animal sur le fond de la cuvette.

8- A l'aide d'un scalpel, couper les muscles pectoraux de chaque côté du bréchet.



9- Enlever le sternum. Pour cela, séparer le sternum des côtes en remontant vers les épaules en glissant un gros ciseau sous celui-ci.

10- Désarticuler les os coracoïdes.



11- Détacher délicatement le jabot en dilacérant puis le séparer en coupant l'œsophage et le proventricule.

12- Observation immédiate : le jabot est incisé délicatement. Le contenu est observé à la recherche de bulbilles de souchet comestible.

13- En cas de présence de bulbilles de souchet, ceux-ci sont prélevés en vu de réaliser un test de germination.

## • Résultats

Cette action n'a pas été réalisée à cause de l'absence de corbeaux transmis à FREDON Normandie.

## b. Prospection sur site

L'objectif de cette modalité est d'observer de la présence ou non de souchet comestible dans une zone de nidification des corbeaux.

### • Méthode

La méthodologie employée est basée sur une **prospection pédestre d'une zone de nidification** afin de vérifier s'il y a présence ou non de pousses de souchet comestible.

Cette prospection a été réalisée le 1<sup>er</sup> octobre 2024.

Le site prospecté se situe dans la zone protégée du conservatoire du littoral du Havre de Lessay sur la commune de St Germain sur Ay. Il a été choisi car désigné comme abritant des corbeaux. Les relevés GNSS de la zone inspectée ne sont pas présentés dans ce document mais sont disponibles à la demande auprès du porteur de projet.

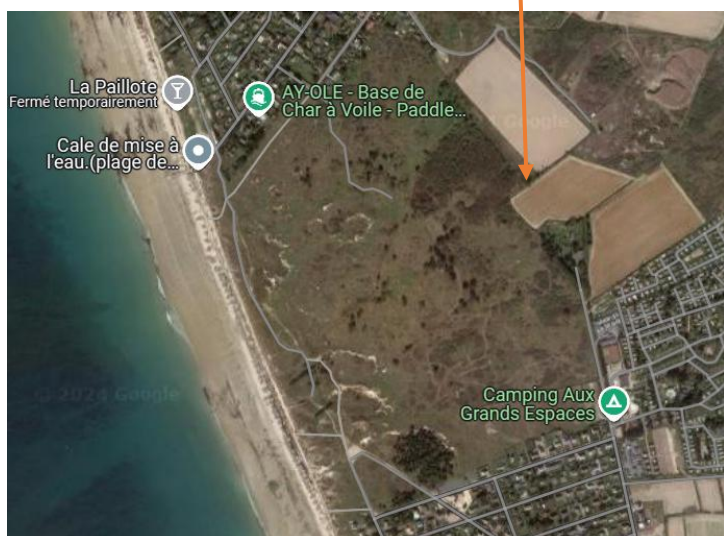


Figure 49. Zone de nidification des corvidés prospectée

- **Résultats**

Lors de cette prospection, aucune pousse de souchet comestible *Cyperus esculentus* n'a été observée dans la zone naturelle.

Zone boisée et pieds des arbres



Zone herbeuse



En revanche, cette adventice est bien présente à proximité de la zone naturelle dans une des parcelles cultivées limitrophes.

**Figure 50. Zone de nidification des corvidés**





**Figure 51. Zone cultivée à proximité du site de nidification**

À la vue de la forte présence de souchet à l'entrée de la parcelle, la voie de contamination principale des parcelles se fait à l'évidence *via* l'utilisation de matériel contaminé.

### **c. Conclusion et recommandations de gestion**

Au vu de la faible fréquentation des corvidés et de l'absence totale de souchet au niveau du dortoir de corvidés, au cœur historique de la zone contaminée, on peut **exclure le risque de propagation des bulbilles par les oiseaux**.

**Recommandations : aucune** au-delà de la nécessité de protéger les cultures de la déprédation par les oiseaux.

## **2. Evaluation du risque de propagation par les cartons de conditionnement**

### **• Objectif**

L'objectif de cette action est d'**explorer le risque de contamination par la présence de bulbilles dans les emballages des carottes non lavées prêtes à vendre**. Les carottes non lavées sont récoltées manuellement ; elles sont également conditionnées manuellement au champ.

### **• Méthode**

Afin de réaliser cette action un rendez-vous avec le service qualité d'une coopérative a été pris. Les visites ont eu lieu les 19 et 26 mars 2024.

**Echantillonnage** : à chaque visite, 5 colis (5 ou 12 kg) provenant de 5 producteurs différents de la zone ont été observés.

**Méthode d'observation** : Les cartons ou caisses ont été sélectionnés au hasard sur les palettes. Pour chacun, les carottes ont été retirées puis replacées dans leur emballage, après inspection soigneuse de celui-ci et du sable restant.

## • Résultats

Date	Lot observé	Type d'emballage	Poids	Echantillon	Présence ou absence de souchet
19/03/2024	Lot 1	Colis	12 kg	5	Absence
19/03/2024	Lot 2	Carton	5 kg	5	Absence
19/03/2024	Lot 3	Carton	5 kg	5	Absence
19/03/2024	Lot 4	Caisse	5 kg	5	Absence
26/03/2024	Lot 5	Carton	5 kg	5	Absence
26/03/2024	Lot 6	Carton	5 kg	5	Absence
26/03/2024	Lot 7	Caisse	12 kg	5	Absence
26/03/2024	Lot 8	Caisse	5 kg	5	Absence



Figure 52. Caisse et cartons de carotte

## • Conclusion et recommandations de gestion

Sur les 40 emballages observés, aucun tubercule de souchet comestible n'a été observé, ni dans le sable résiduel ni dans les replis de l'emballage.

Les emballages de carottes non lavées prêts à vendre, ne sont pas source de dissémination de cette adventice. Le risque de dissémination des bulbilles par les emballages de carotte non lavées est donc également à écarter.

### Recommandations :

- **Emballages** : aucune au niveau des emballages neufs.
- **Transport de carottes non lavées** : une vigilance est à apporter lors du remplissage des bennes pour le transport de carottes non lavées en vrac. En effet, lors du transport, il a été observé la perte de marchandise sur un rond-point et le long de la route.
- Une vigilance est aussi à apporter lors de transport de carottes non lavées en pallox non neuf et au devenir de ces pallox utilisés lors de ces transports.

### 3. Suivi sanitaire des parcelles infestées hors bassin de la Côte Ouest de la Manche

L'objectif de ce suivi est **d'évaluer l'évolution de l'infestation en souchet comestible des bassins légumiers de la Manche et du Calvados, hors Côte Ouest**. Il permet de **garder le contact avec les producteurs touchés pour discuter des mesures à mettre en place** pour gérer les contaminations.

#### a. Val de Saire

L'infestation par le souchet **dans le Val de Saire s'intensifie**. Aucune nouvelle parcelle n'a été identifiée, cependant la présence de surfaces importantes de choux, dans lesquels le souchet s'exprime peu s'il est présent en densités modérés, pourrait masquer le problème. De ce fait, ces éléments nous portent à croire que le niveau de contamination pourrait être plus important qu'identifié. **4 parcelles**, identifiées comme contaminées dans le Val de Saire, sont suivies par le SILEBAN :

##### **-Parcelle 1 :**

Date d'observation de la contamination : 2015

Mesures mises en place : Prélèvement manuel et exportations des plantes avec leurs parties souterraines, puis cultures non multiplicatrices

Evolution de la contamination en 2024 : **Augmentation de l'infestation**

##### **-Parcelle 2 :**

Date d'observation de la contamination : 2015

Mesures mises en place : implantation d'une culture pérenne concurrentielle (miscanthus)

Evolution de la contamination en 2024 : **Il n'y a plus de souchet comestible observé**, uniquement du souchet long. Cependant **la prudence reste de mise** car la morphologie du souchet comestible peut avoir évolué face à la concurrence et l'identification peut être devenue délicate.

##### **-Parcelle 3 :**

Date d'observation de la contamination : 2018

Mesures mises en place : Curage du sol à la mini-pelle sur 30 cm de profondeur et exportation du sol puis implantation d'une prairie

Evolution de la contamination en 2024 : **Il n'y a plus de souchet comestible observé**. Cependant **la prudence reste de mise** car la morphologie du souchet comestible peut avoir évolué face à la concurrence et l'identification peut être devenue délicate.

##### **-Parcelle 4 :**

Date d'observation de la contamination : Non connu

Mesures mises en place : Epanchage des effluents de laverie potentiellement contaminés et implantation en ray-grass / parcelle condamnée et mesures d'hygiène des engins qui y pénètrent

Evolution de la contamination en 2024 : **Le souchet comestible est présent**, renouvelant l'intérêt de cette parcelle pour la gestion des effluents de laverie potentiellement contaminés. Cependant l'hygiène imposé aux engins qui y pénètrent, et l'absence de contamination en souchet des parcelles environnantes montrent que **la situation est actuellement maîtrisée dans ces conditions**.

## **b. Plaine de Caen**

L'infestation en souchet comestible **ne s'intensifie pas dans le bassin de la plaine de Caen, la situation semble maîtrisée pour le moment. Une parcelle** contaminée est suivie par la FREDON Normandie. Les souchets y avaient été arrachés manuellement et exportés. **Aucun souchet n'y a de nouveau été observé.**

## **c. Baie du Mont-Saint-Michel**

En 2024, le **bassin de production de la Baie du Mont-Saint-Michel est toujours indemne de contamination.** Les techniciens des organisations de producteurs qui y évoluent sont parfois appelés pour identifier des plantes douteuses qui ne se sont jamais avérées être du souchet comestible.

## **d. Autres**

**Une parcelle** de grandes cultures et cultures légumières a été **identifiée** en 2024 comme fortement contaminée par le souchet comestible dans le secteur du bocage de Valognes. Au vu de la dispersion du souchet dans celle-ci, **la contamination semble dater de plusieurs années**, sans pouvoir en déterminer l'origine de manière certaine. Elle semble **avoir été masquée par les grandes cultures présentes sur celle-ci.** Le souchet **s'est exprimé lors de la mise en culture d'une culture sensible** (carotte). Cette parcelle est actuellement suivie par le SILEBAN et la FREDON de Normandie, et des mesures de gestion sont en cours de réflexion avec le producteur.

# **IX. Action 5 : Animation, coordination de projet et communication**

## **1. Animation et coordination de projet**

Le **groupe opérationnel régional** créé lors des précédents projets autour de la thématique du souchet comestible **a été maintenu** dans la réalisation d'ANTI-CYP. Il est composé du **SILEBAN**, de la **FREDON Normandie** et des **techniciens des Organisations de Producteurs AGRIAL** et le **GPLM** qui sont le plus confrontés à la problématique.

Au cours des deux années de projet, **2 comités de pilotage et techniques** se sont déroulés le 09/11/2023 et le 23/09/2024. Rassemblant le **SILEBAN** et la **FREDON Normandie**, ils avaient pour objectifs de faire le **bilan des expérimentations passées, définir les expérimentations à venir** et la **suite du projet ANTI-CYP.**

**6 réunions de travail** rassemblant le **SILEBAN**, la **FREDON Normandie**, les **techniciens des Organisations de Producteurs** et parfois un **équipementier** se sont déroulées les 06/12/2023, 12/01/2024, 23/02/2024, 11/03/2024, 25/03/2024 et 25/07/2024. Leurs contenus étaient ciblés sur des **thématiques plus précises** : présentation des **résultats des essais**, **organisation des essais de désherbage électrique**, production des **documents de communication**, **analyse critique des alternatives** recensées.

Les **diaporamas, comptes-rendus et feuilles d'émargement** de ces comités et réunions ne sont pas intégrés dans ce compte-rendu mais sont **disponibles à la demande auprès du porteur de projet.**

## 2. Communication autour du projet

La communication autour du projet a été réalisée par différents moyens et a eu pour but de **sensibiliser différents types de public (producteurs légumiers, producteurs d'autres filières, étudiants, jardiniers amateurs, institutions scientifiques, élus locaux...)** autour de la problématique du souchet comestible afin de limiter son expansion.

Le projet a été **affiché et présenté dans les locaux des partenaires financés** du projet (Figures 53 et 54) ainsi que **sur leurs sites internet** (Figures 55 et 56). **5 articles de presse**, dont un à venir en 2025, ont été diffusés dans des **revues techniques professionnelles régionale et nationale de la filière légumière** (Jardins du Littoral, Infos CTIFL), mais également dans une **revue technique agricole toutes filières** (La France Agricole) et dans la **presse grand public** (La Presse de la Manche). Des **participations à différents évènements techniques** ont eu lieu. Une **visite d'essai** a été organisée. Plusieurs **documents de sensibilisation** (fiche de reconnaissance du souchet éditée dans un précédent projet, guide de recommandations mis à jour, poster de présentation des résultats) ont été **distribués dans les Organisations de Producteurs et auprès des producteurs**. Le **compte-rendu complet d'action du projet et certains livrables** seront également **diffusés sur les sites internet de la FREDON Normandie et du SILEBAN, en libre accès**.

Pour progresser sur la thématique, une **participation aux réunions du groupe de travail national sur le souchet animé par le CTIFL** a eu lieu et des **échanges avec les chercheurs suisses** ont été initiés.

### a. Affichage du projet dans les locaux du SILEBAN et de la FREDON Normandie



Figure 53. Affichage du projet dans les locaux de la FREDON Normandie



Figure 54. Affichage du projet dans les locaux du SILEBAN

## b. Présentation du projet sur les sites internet du SILEBAN et de la FREDON Normandie



Figure 55. Présentation du projet ANTI-CYP sur le site internet de la FREDON Normandie (disponible sur <https://fredon.fr/normandie/nos-missions/programme-anti-cyp>)

Archives des Régionaux - Sileban

sileban.fr/categorie-experimentation/programmes/regionaux/

Microsoft 365 Copil... Outils internes SILE... Météo Google Scholar Outlook Outils agronomiques ResearchGate Pixabay CRISCO - Dictionnai... DeepL Traduction... Linguee | Dictionnai...

En savoir +

2023 - 2024

**AUTRES CULTURES**

**Anti-Cyp : ANTICIPER, éviter une extension incontrôlée de la CYPÉRACÉE invasive (Cyperus esculentus) et rechercher des alternatives pour maintenir un développement de productions végétales en situation d'infestation et en bassin de production légumier normand.**

Le projet ANTI-CYP a pour vocation à expérimenter de nouvelles méthodes de gestion du souchet (Cyperus esculentus) dont une nouvelle machine d'extraction et à renforcer la communication sur les mesures de prophylaxie des zones non encore infestées. Il consiste en la recherche et l'expérimentation de nouvelles méthodes de gestion des cypéracées, notamment du souchet comestible [...]

En savoir +

2022 - 2024

Gestion des services 1

Figure 56. Présentation du projet ANTI-CYP sur le site internet du SILEBAN (disponible sur <https://sileban.fr/experimentation/anti-cyp/>)

## c. Articles de presse

- Jardins du Littoral n°167 octobre 2023 – revue professionnelle technique régionale

### ÉVOLUTIONS PHYTOSANITAIRES



Illustration 1 - Dispositif d'essai en phase de jachère noire pour une lutte contre le souchet, en conditions contrôlées.

### ÉVOLUTIONS PHYTOSANITAIRES



Evolution des émergences de souchet (*C.esculentus*) / m<sup>2</sup>

— Mécanique — Combiné — Chimique — Jachère noire — Post Jachère noire

## TOUTES CULTURES

# Projet IDEAL & ANTI-CYP: l'intérêt de la **jachère noire** pour améliorer le contrôle du souchet

**PLANTES INVASIVES** Face à un constat d'impasse établi pour contrôler efficacement les souchets (*Cyperus esculentus*) en phase de cultures légumières, le principe d'une jachère noire présente-t-il un intérêt pour réduire la capacité d'émergence du stock semencier? Premiers éléments de réponse par une expérimentation centrée sur cette méthode et ciblée sur l'invasive...

**Malgré les inconvénients** qu'elle représente, cette méthode pourrait se justifier en situation de parcelle fortement infestée. En effet, alors qu'un contrôle en culture devient parfois ingérable et dans la perspective d'une augmentation du risque (évolution de fréquence et intensité du parcellaire touché), cette perspective de gestion de lutte peut être pertinente. Dans ce sens, une première phase d'expérimentation a permis d'obtenir des résultats intéressants et qui invitent à approfondir cette méthode.

**Trois conduites de jachère noire déployées**

Dans un premier cadre d'essai réalisé en conditions semi contrôlées, à partir d'un sol naturellement infesté en souchet (Classe 5 = niveau d'infestation le plus élevé : couverture totale),

**Définition de la jachère**

Etat d'une terre labourable laissée régulièrement sans récolte pendant un temps relativement court, de quelques mois à une année. Pendant la jachère, le sol subit différentes façons culturales (labour, hersage ...) qui ont pour objet de l'ameublir et de le nettoyer (adventices ou autres bio agresseurs) en vue de la culture suivante.

**Des résultats positifs qui restent à consolider**

Dans les conditions d'essai, les conduites en jachère noire par mode d'élimination mécanique et combinant mécanique et applications herbicides de post levée ont agi efficacement sur les émergences de souchet. Puis, après la phase jachère noire, ces deux dernières modalités ont permis de concilier efficacité, sélectivité et maîtrise du risque résidus de pesticides sur la culture de carotte. Dans le cadre de l'expérimentation, les applications herbicides ont été anormalement renforcées en raison de l'insuffisance d'efficacité des traitements à base de

glyphosate seul. L'inclusion de spécialités herbicides véritablement efficaces sur cypéracées a permis de réduire le nombre d'applications et d'obtenir un contrôle des émergences. Toutefois, il apparaît que les usages Traitements Généraux Jachères et cultures intermédiaires ne permettent pas d'agir de façon efficace sur l'invasive.

Les résultats obtenus avec une conduite basée uniquement sur des interventions de désherbage chimique ont montré l'incidence directe et forte de la nature des substances actives utilisées. Dans les conditions d'essais, un réel effet d'élimination des émergences a été obtenu après plusieurs tests, indépendamment de la notion d'usage. Après la phase de jachère noire, cette conduite « JN Chimique » a généré une phytotoxicité importante sur la culture révélatrice de carottes par arrêt de croissance. Dans les conditions d'essai, ce mode de conduite n'a donc pas abouti à un résultat satisfaisant, d'autant plus que les levées de souchet ont été plus importantes pendant le cycle de la carotte.

Néanmoins, l'essai a montré des effets intéressants pour le mode de conduite destruction mécanique, en combinaison ou non avec une lutte chimique pour réduire le potentiel d'émergences du stock semencier. Cet effet a été obtenu sans impact sur le potentiel de rendement de la culture de carottes à suivre. Après la période de jachère noire, la réduction de capacité d'émergence a pu être estimée à plus de 90%, ce résultat ayant été obtenu à partir d'un niveau d'infestation élevé,



Evolution des émergences de souchet par m<sup>2</sup> (*C.esculentus*) en phase de culture de carottes

Phase	Jachère noire			Culture carottes		
	Méca. <sup>1</sup>	Comb. <sup>2</sup>	Chim. <sup>3</sup>	Méca. <sup>1</sup>	Comb. <sup>2</sup>	Chim. <sup>3</sup>
Durée par phase (jours)	483			100		
Modalité JN >	Méca. <sup>1</sup>	Comb. <sup>2</sup>	Chim. <sup>3</sup>	Méca. <sup>1</sup>	Comb. <sup>2</sup>	Chim. <sup>3</sup>
Cumul des émergences éliminées/m <sup>2</sup> et taux de réduction sur remise en culture	251	233	216	11	13	45
				-96%	-94%	-79%

Tableau 1 - Cumuls des émergences (nombre/m<sup>2</sup>) éliminés au cours des deux phases de l'essai. Légendes: 1. Mécanique; 2. Combinée; 3. Chimique.

Bruno PITREL  
br.pitrel@skleban.fr

Jardins du Littoral #167 – Octobre 2023 3

Jardins du Littoral #167 – Octobre 2023 4



**ÉVOLUTIONS PHYTOSANITAIRES**



**Figure 3** - Tamiseuse cribleuse pour exportation des organes de multiplication du couchet

supérieur à 200 couchets /m<sup>2</sup> (cf tableau 1). L'impact sur la culture de carotte a été mesuré sur une durée de cycle suffisante (100 jours) pour évaluer l'importance des repousses jusqu'à couverture du sol par la culture et la sélectivité sur le développement des racines.

**Intégrer l'extraction**

L'exportation des organes de multiplication de la cypéracée invasive est un moyen mobilisable en dehors des cycles de cultures. C'est donc une intervention qui pourra être privilégiée dans un cadre de jachère noire et dans les prochains travaux d'expérimentation et d'évaluation de cette méthode de lutte en conditions de plein champ. Au cours des dernières années, l'évaluation de différents prototypes a permis d'adapter un matériel optimisé pour cet usage. Une nouvelle tamiseuse cribleuse sera testée en 2024 pour les producteurs du bassin fortement touché par cette problématique. La préparation du sol

avant passage de la machine et les conditions d'intervention sont bien identifiées et simples à mettre en œuvre, mais seront importantes à respecter. Souhaitons que ce nouveau matériel donne satisfaction dans sa contribution potentiellement importante à réduire le stock semencier en parcelle.

**La perspective des nouvelles technologies**

De nouvelles technologies de désherbage sont en cours de développement dont certaines ont pu être récemment évaluées spécifiquement en efficacité sur couchet comme le désherbage électrique. Le coût d'accès à ces technologies pourra parfois représenter un frein mais ces nouveaux moyens pourront sans doute simplifier la lutte, y compris dans le cadre d'une jachère noire, face à des espèces particulièrement difficiles à maîtriser. Ainsi, ces nouveaux modes d'action se profilent pour étayer les moyens existants et contribuer à faciliter la gestion de l'invasif. Compte tenu de l'intérêt démontré à l'issue d'une première phase d'évaluation, cette démarche expérimentale mérite d'être poursuivie en conditions de plein champ. Il faut en effet obtenir une confirmation des résultats obtenus en conditions semi contrôlées pour les différents itinéraires de conduite en jachère noire. Des moyens complémentaires pourront aussi être intégrés dont notamment l'extraction mécanique avec un matériel optimisé spécialement pour cet usage. Enfin, sur la base d'une parcelle fortement infestée support d'étude, la durée nécessaire pour réduire la nuisibilité de l'invasif à un seuil acceptable pour remettre en culture de carottes (culture référence pour sa sensibilité à la concurrence vis-à-vis du *Cyperus*) sera une donnée importante.

Projet réalisé avec le concours financier de:

Nos partenaires:



**Illustration 2** - Désherbeur électrique NUCROP sur culture de Terapur avec présence de couchet

• La Presse de la Manche 14/05/2024 – presse quotidienne grand public

À CAUSE D'UNE MÉTÉO DÉFAVORABLE

Un début de saison décevant pour le tourisme

Page 6

PASSAGE DE LA FLAMME OLYMPIQUE LE 31 MAI

Près de 11 000 scolaires attendus sur le parcours

Page 5



Une publication de l'Association pour le Soutien des Principes de la Démocratie Humaniste

Mardi 14 mai 2024 - N° 24367

80e ANNIVERSAIRE La Manche a accueilli la Flamme de la Liberté



Page 8

EUROPÉENNES C'est quoi, être eurodéputé ?

Page 7

BASKET Trois jeunes joueuses arrivent à l'USLG



Page 32

Le souchet : une plante qui ravage nos cultures



Dans le bassin maraîcher de la côte ouest de la Manche, mais aussi dans le Val de Saire, le souchet, une plante méconnue, fait des dégâts dans les cultures de légumes, particulièrement celles de carottes. Invasive, elle gagne progressivement les terres. Mais les moyens de lutte sont à ce jour inefficaces et inconnus.

Page 3

**JOB dating**  
Emploi & formation

MERCREDI 15 MAI DE 10H À 17H  
Salle des fêtes de CARENTAN-LES-MARAIS

**actu.fr**  
LA PRESSE DE LA MANCHE

Fait du jour

AGRICULTURE. Autour de Bretteville-sur-Ay, la plante invasive prend de plus en plus d'ampleur et inquiète les producteurs de légumes

Le souchet : la problématique qui monte chez les maraîchers

ELLE PARCOURT le route touristique au volant de sa voiture avec prudence. Dominique Diaz, conseillère culture sur la côte ouest pour le Groupement des producteurs de légumes de la Manche (GPLM), s'arrête les talons et les parcelles des yeux. « Il est là-dedans. Le souchet est planté partout ! »

En ce mois de mai, dans les environs de Créances, cette plante à un vert vif de jeune pousse sort de terre. Pour l'instant, elle ne présente aucune difficulté et rassurée à de l'herbe, elle n'appelle pourtant à faire des coupes dans certaines cultures, et particulièrement celles des carottes en cours de semis. Car Cyprien accultiver est une autre qu'une plante de destruction massive. « Le souchet est une espèce invasive aujourd'hui présente dans le monde entier et dans tous les bassins de production de France, explique la technicienne. Il est considéré comme le 4<sup>e</sup> peste mondiale. »

**10 hectares**  
Ce sont les espaces rendus incultes sur la côte ouest selon les estimations du GPLM.

À Derville, le maraîcher à la retraite Alan Langlois brule une parcelle dévastée aux carottes hâchées non plantées et démolies exploitées par sa fille. Corinne d'autres, longtemps, il n'a pas porté attention à ces « souffles » qu'il assaiet ici là. « Chardent, morilles, humières, panic... »

Une expansion sans aucun frein

La première force du souchet réside dans sa capacité à vrompiriser le terrain, particulièrement celle des bassins légumes, en se multipliant rapidement. « Il est capable de germer sur 40 cm de profondeur. Un seul brin envahit des lignes entières partout dans le sol. Les rhizomes ressortent à l'air libre et un nouveau brin pousse. explique Dominique Diaz. Le souchet comporte aussi des tubercules de la taille d'un petit pois, un brin peut en produire une cinquantaine et il peut rester en terre jusqu'à 7 ans. Plus tard, même carottes de terre peuvent être infestées dans un champ en une saison. »

Le système racinaire du souchet est tel qu'il élimine tout développement possible de la culture. « Il y a trois niveaux de souchet par an, note la technicienne. Le premier, le plus gros, a lieu en automne. Mais il y a deux autres niveaux de tubercules de tous les âges dans le sol, on ne distingue plus ces périodes. »



Dominique Diaz et Julie Leroy à Créances, sur une parcelle infestée. Elles sont très investies dans la recherche de solutions pour freiner cette plante invasive.

« On a essayé de faire un peu la pression. Là 100 % des parcelles sont infestées. On a une dizaine d'hectares qui sont incultes sur la côte ouest, des producteurs de carottes qui ont abandonné des parcelles, dit Dominique Diaz. Le premier bassin d'infestation que j'ai observé était à Bretteville-sur-Ay. Aujourd'hui, je le vois des Pas-de-Calais, du département de la Somme, de la Seine-Maritime et de l'Indre-et-Loire. Le souchet est partout. »

« C'est insupportable et irresponsable, pense un autre maraîcher des environs. La perte de compétitivité est énorme. »

Vaines tentatives

En 25 ans de présence dans le bassin de production de la côte ouest, Dominique Diaz, observatrice paternelle, pragmatique et passionnée, a essayé tout ce qu'elle pouvait pour percer le secret du souchet et déceler ses failles : rotation et introduction de nouvelles cultures, concours d'intrants, désherbage électrique, tannage, produits phytosanitaires, labour en profondeur, brayage du sol, sarclage manuel, huiles essentielles, passage des tubercules au micro-onde et au four, inspection de milliers de fientes... En vain. Le souchet repart toujours de plus belle et dit sa loi. « Le désherbage au laser commence à se développer dans certains pays mais les coûts sont prohibitifs et les réglementations ne sont pas encore abouties car il agit d'irradiation artificielle, ajoute-t-elle. Avec le désherbage électrique, on peut rendre une terre inculte en deux ans. Il faut à tout prix qu'on trouve une solution, sinon c'est fini. Mais il se développe beaucoup trop vite et selon moi, il y a toujours un biais de dispersion qui nous délogue. »

Dans les milieux de Créances, ces sables cultivés qui côtoient la mer de part et d'autre des dunes, Dominique Diaz raconte l'histoire de ces parcelles gagnées par la main de l'homme, hôte des emblématiques carottes et poireaux des sables :

« Les anciens étaient venus des terres pour cultiver dans le sable car le désherbage était plus gênable. Le souchet, qui se plaît dans un terrain sablonneux, n'y est attendu au fil du temps. Parmi les parcelles préservées, partiellement abandonnées, l'histoire par le souchet, elle sert désormais de parcelle d'essai au Sileban, la station d'expérimentation et de développement légumes de Normandie (lire ci-dessous), pour mener de nouvelles expérimentations. »

« Le souchet peut rendre une terre inculte en deux ans. Il faut à tout prix qu'on trouve une solution, sinon c'est fini. »

DOMINIQUE DIAZ  
Conseillère culture au GPLM

Un espoir ? Peut-être. Mais il y a encore. Car la troisième force du souchet est sa redoutable capacité d'adaptation. « Ma théorie est que cette plante est une avaleuse de jardin, estime Dominique Diaz. Le premier bassin d'infestation que j'ai observé était à Bretteville-sur-Ay. Aujourd'hui, je le vois des Pas-de-Calais, du département de la Somme, de la Seine-Maritime et de l'Indre-et-Loire. Le souchet est partout. »

« C'est insupportable et irresponsable, pense un autre maraîcher des environs. La perte de compétitivité est énorme. »

• Ludovic LAMERCE

Une course contre la montre pour contrer sa dispersion



Des pousseuses de souchet dans les dunes de Créances.

« Le souchet est présent sur tous les continents, la France, contrairement au Canada ou à la Suisse, très active, à l'instar de l'impag, qui n'est pas d'origine française. L'impag est surtout de taille petite, il diminue les rendements des cultures maraîchères et des grandes cultures. Dans la Manche, le Sileban mène son 4<sup>e</sup> programme sur cette plante invasive. » De Bretteville-sur-Ay à Agon-Coutainville, mêlée-elle dans sa dernière édition, le souchet est présent dans 36 % des 1 000 hectares de production du bassin de la côte ouest, soit une augmentation de 15 % par rapport à 2015. Les surfaces fortement infestées représentent 12,5 % du bassin. »

Tests à Créances

Julie Leroy, responsable du programme avec le GPLM et Agnel, avec un foyer principal sur la côte ouest et quelques-uns dans le Val de Saire. Avec ses conseils techniques, elle travaille à approfondir les connaissances sur la biologie de cette plante, à la recenser et à rechercher des solutions pour protéger les cultures. « Les produits phytosanitaires ne donnent rien, constaté-t-elle. On fait remonter le problème aux frères mais on ne trouve pas de molécule autorisée en France qui soit efficace. » Sur le terrain, des expérimentations sont en cours, comme à Créances. Elles combinent désherbage électrique et tannage du sol avec plusieurs outils d'extraction.

Passager clandestin

La dispersion du souchet, originaire du bassin méditerranéen, demeure étonnante. Il peut voyager clandestinement dans des bulbes, notamment d'Espagne aux États-Unis. À cette hypothèse s'ajoute une certitude : il colonise annuellement les champs en se cachant dans les machines, les pneus ou les chaussures. « Il y a un travail de sensibilisation pour préserver les zones indemnes, ajoute Julie Leroy. Mettre à jour le matériel pour éviter toute nouvelle contamination. Plus on attend, plus il y a de risques pour d'autres zones. Il faut signaler sa présence aux conseillers techniques et à la Fédération Régionale de la culture de légumes de Normandie (lire ci-dessous) et aux organismes multiples, NDLRU. »

• Infos CTIFL n° 401 juillet 2024 – revue professionnelle technique nationale

INFOSCTIFL | 401

## Le souchet comestible, une gestion difficile en cultures légumières

Une problématique en expansion

 Yellow nutsedge, a difficult weed to manage in vegetable crops – A growing problem



Le souchet est une adventice très concurrentielle des cultures légumières semées. Des solutions de lutte chimiques et alternatives sont évaluées mais ne permettent pas un contrôle suffisant. Plusieurs leviers de prophylaxie sont donc proposés, essentiels pour prévenir son expansion au-delà des parcelles où il est déjà présent.

Auteur(s)  
Julien Enouf  
CTIFL

Co-auteur(s)  
Marie-Laure Blanc,  
David Philippart  
FREDON Normandie  
Julie Leroy  
SILEBAN

# Mots-clés  
#désherbage mécanique  
#mauvaise herbe  
#méthode de lutte

Les données clés à retenir

Le souchet comestible est une adventice en pleine expansion très problématique en cultures légumières. Sa reproduction végétative forte produit de nombreux tubercules qui rendent son éradication presque impossible une fois établi. Son émergence est rapide et ses effets allélopathiques le rendent très compétitif, affectant surtout les cultures semées à levée lente, vulnérables aux premiers stades de développement. Les solutions chimiques actuelles éliminent les parties aériennes sans atteindre les souterraines et leur sélectivité est parfois limitée comme en culture de carotte. Les interventions mécaniques ne ciblent que les parties aériennes et dispersent les tubercules dans la parcelle. Le projet IDEAL explore des alternatives de lutte pour améliorer la prophylaxie et gérer le problème sur le long terme, notamment par des rotations culturales adaptées.

Key points

Yellow nutsedge is a fast-growing weed that is highly problematic in vegetable crops. Its strong vegetative reproduction produces numerous tubers, making it almost impossible to eradicate once established. It emerges rapidly and its allelopathic effects make it highly competitive, affecting especially slow-emerging sown crops, which are vulnerable in the early stages of development. Current chemical solutions eliminate the above-ground parts without reaching the below-ground parts, and their selectivity is sometimes limited, as in the case of carrots. Mechanical treatments only target the above-ground parts and disperse the tubers throughout the plot. The IDEAL project is exploring alternative control methods to improve prophylaxis and manage the problem in the long term, in particular through appropriate crop rotation.

57

Technique

INFOSCTIFL | 401

Le souchet comestible, une gestion difficile en cultures légumières  
Une problématique en expansion

### Une adventice nuisible en cultures légumières

Le souchet comestible, *Cyperus esculentus*, est une adventice présentant un fort impact sur les cultures légumières. Il génère de la concurrence par ses capacités d'envahissement très élevées et ses effets allélopathiques. Il est inscrit sur la liste des plantes invasives de l'EPPO depuis 2004. Cette adventice problématique est présente historiquement sur trois secteurs légumiers français : le bassin de production légumier de la côte ouest du Cotentin, la zone s'étalant du nord des Pyrénées-Atlantiques aux Hautes Landes et enfin la Sologne (Dodet, 2006). Les cultures comme la carotte, semée au printemps et à l'été, dont le développement végétatif est peu concurrentiel en début de culture, y sont particulièrement sensibles. Mais le souchet comestible est aussi problématique dans certaines cultures plantées telles que le poireau. Les herbicides chimiques de synthèse historiquement utilisés comme le linuron et le bromure de méthyle permettaient une gestion correcte du souchet. Le retrait de ces substances actives a entraîné une propagation de la plante, engendrant une augmentation du sarclage manuel et du stock de tubercules dans les bassins concernés. La prospection de solutions alternatives y a été accélérée pour trouver un nouveau mode de gestion. Le projet IDEAL, réalisé entre 2021 et 2023, en partenariat avec la station régionale SILEBAN et la FREDON Normandie a eu pour objectifs : la mobilisation d'un groupe opérationnel régional concernant la

problématique ; l'actualisation d'une précédente enquête réalisée en 2015 sur le bassin de la côte ouest de la Manche, majoritairement concerné par la problématique pour la région Normandie ; l'évaluation de méthodes limitant la multiplication du souchet ; la gestion des déchets de laveries et d'exportations afin de limiter les nouvelles contaminations

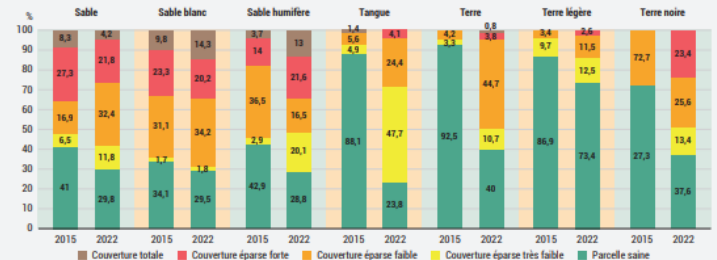
### Une inquiétante expansion dans le bassin de la côte ouest de la Manche

En 2015, dans le cadre d'un précédent projet, une enquête a été réalisée pour évaluer le niveau d'infestation dans le bassin ouest de la Manche. Sept ans plus tard, une nouvelle enquête fait état d'une augmentation significative de la problématique tant en proportion de surfaces concernées que par le niveau d'infestation. Détaillées dans l'article de la revue du SILEBAN Jardin du Littoral n° 166, les données d'infestation sont recueillies sur environ 1 000 ha. Elles concernent la localisation des surfaces enquêtées, la nature du sol, le niveau d'infestation, les rotations effectuées et les méthodes de lutte utilisées. L'analyse des infestations et du type de sol des parcelles enquêtées fait état d'une expansion de la problématique liée au souchet. Principalement concentrée sur les sols sableux en 2015, elle s'est étendue aux sols plus lourds (limons) en 2022 qui semblent, a priori, moins favorables à son développement (Figure 1).

### Des méthodes alternatives de gestion à l'efficacité insuffisante

Le projet étudie différentes méthodes ou moyens innovants de lutte contre le souchet comestible. Différents essais sont menés, notamment en travaillant en dehors des cycles de cultures, pour réduire les émergences dans la culture suivante. Ils s'attellent à la réduction du nombre de tubercules et de leur pouvoir germinatif. Un broyeur multifonction est évalué sur son potentiel de destruction des organes de multiplication dans une parcelle très fortement infestée. Les résultats de suivi des émergences après passage de la machine selon différentes modalités, entre 0 et 3 passages successifs de la machine et décompactage de sol préalable ou non, montrent une efficacité insuffisante dans nos conditions d'essai. Une évaluation de la désinfection anaérobie des sols en conditions contrôlées, faisant varier le type d'amendement organique apporté (Orgastar et Orgatec), n'a montré aucune réduction significative du nombre de tubercules et des repousses dans nos conditions d'essai. Enfin un essai comprenant différentes modalités d'élimination répétée des parties aériennes (jachère noire) se basant sur une élimination chimique, mécanique ou combinée est mis en place en conditions contrôlées dans des bacs de sables contenant les tubercules de souchet. Les applications chimiques, principalement concentrées sur le glyphosate en début d'essai, n'ont

Figure 1 | Proportion de surfaces par type de sol, en fonction des classes d'infestation par le souchet en 2015 et en 2022



58

pas permis de limiter le développement du souchet. Le glyphosate a donc été combiné à d'autres herbicides (Spotlight Plus, Calligrime Xtra, Lentagran et Katana) utilisés dans un cadre expérimental. La modalité mécanique et la modalité combinée (chimique + mécanique) ont toutes les deux la même efficacité sur les cinétiques d'émergence. À l'issue de la période de jachère noire, sur ces modalités, les émergences ont été fortement réduites mais restent à un nombre élevé toujours limitant pour une culture de carotte. De plus, l'essai mené dans le cadre du projet ANTI-CYP, suite du projet IDEAL porté par le SILEBAN, montre une forte toxicité de la modalité chimique lors de la remise en culture des carottes qui ne se sont pas développées. Cette toxicité n'est pas retrouvée dans la modalité combinée dont les travaux de destruction mécanique par travail du substrat ont pu faciliter l'incorporation des produits au sol. Ce projet évalue également la stratégie de jachère noire avec différentes méthodes de destruction mécanique et d'exportation des tubercules en plein champ.

**Une limitation des sources de contaminations par la prophylaxie**

Les méthodes de lutte actuelles contre le souchet ne permettent pas d'éradiquer la problématique mais au mieux la contiennent : limiter au maximum les nouvelles contaminations est essentiel. Ainsi, sur le bassin normand, la FREDON Normandie et le SILEBAN recensent toute nouvelle infestation localisée hors du bassin de la côte ouest de la Manche mais également toute parcelle nouvellement contaminée à l'intérieur de ce bassin. Une veille de l'évolution de l'infestation dans certaines parcelles comprenant des pratiques de gestion spécifiques sur le long terme, par exemple les cultures pérennes, est également réalisée par ces organismes. Au sein du bassin de la côte ouest, des recommandations de gestion des abords de parcelles, de nettoyage des outils et des roues des engins permettent de limiter les nouveaux points d'infestation. Ces recommandations sont largement diffusées aux producteurs. Enfin, une attention particulière est portée dans les laveries de carotte, avec la mise en place de filtres pour capter les tubercules et les bulbillles lors des lavages et obtenir des eaux et des limons exempts de souchet comestible. Les déchets verts ainsi captés

font l'objet d'une gestion particulière. Deux méthodes de gestion de ces déchets verts sont évaluées : le compostage et la méthanisation. La FREDON, chargée de cette action, a sollicité l'APESA (centre technologique en environnement et maîtrise des risques) pour procéder à une étude

de l'impact de ces deux méthodes sur le pouvoir germinatif des tubercules présents dans les déchets après traitement. Dans les conditions de compostage et de méthanisation de l'étude, aucune reprise de la germination n'est constatée après un mois de méthanisation ou quatre mois de

**La biologie du souchet explique la difficulté de sa gestion en culture légumière**

Le souchet est une adventice à fort développement végétatif, très concurrentiel des cultures. Il est difficile à contenir car il produit des tubercules également appelés bulbillles (Figure A). Ces tubercules permettent la reproduction de la plante lorsque ses parties aériennes sont détruites. Les spécificités des tubercules sont diverses :

- Un unique tubercule, une fois le plant développé, source de plusieurs centaines de tubercules en une campagne ;
- Dormance avec survie jusqu'à -17 °C ;
- Longévité moyenne de 3,5 à 6 ans selon la profondeur dans le sol ;
- Taille de 7 à 8 mm, influençant la vigueur de la plante et rendant les opérations d'extraction difficiles ;
- Capacités d'émergence jusqu'à 40 cm de profondeur ;
- Plusieurs levées successives à partir du même tubercule ;
- Binage mécanique et autres travaux de sols, source de propagation des tubercules sur la parcelle dans le sens de travail du sol.

Figure A | Cycle de développement du souchet d'après Jauzein P, 1996  
D'après Phytoma 484 p. 27-31

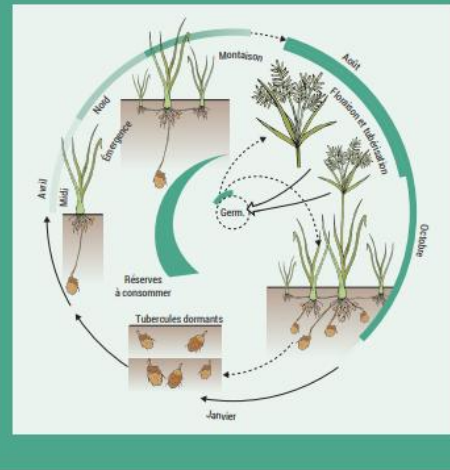
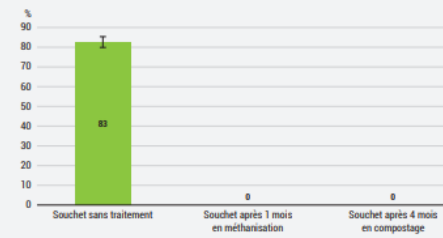


Figure 2 | Essais de reprise végétative  
De gauche à droite : bulbillles non traitées, bulbillles après compostage et bulbillles après méthanisation  
Source : APESA



Figure 3 | Résultats des essais de reprises végétatives  
Source : APESA



compostage (Figures 2 et 3). Ce résultat apporte ainsi de potentielles pistes de gestion des tubercules exportés des parcelles. Des travaux dans d'autres conditions de méthanisation et compostage devront confirmer cette première observation avant une mise en œuvre efficace.

**Des recommandations de lutte contre le souchet**

Ce projet a conduit à la rédaction d'un guide de recommandations de lutte contre le souchet. Au-delà des conseils de prophylaxie précédemment développés, il fournit des mesures de lutte pour des cultures légumières (carotte, poireau) et aussi pour des cultures non-légumières (sorgho, maïs). La mise en place de jachères noires, qui consiste en la destruction systématique des parties aériennes lors d'une année sans culture, et de jachères vertes, consistant en la mise en place d'un couvert permanent étouffant les adventices, y est également développée. Concernant la jachère noire, diverses méthodes de lutte mécanique par extraction, labour, outils rotatifs ou à dents, en combinaison avec des solutions chimiques sont proposées. Enfin dans le cas de la jachère verte, sont proposées des cultures pérennes comme le miscanthus et des cultures fourragères telles que du ray-grass ou des mélanges d'espèces. En production de carotte, seul un faible niveau d'infestation par les souchets est compatible avec la culture. Le désherbage mécanique reste la solution la plus recommandée, même si c'est une solution

partielle. Ce désherbage mécanique doit être complété par un sarclage manuel sur le rang. En cas de gros volumes horaires, cette mesure devient rapidement non viable économiquement. Ce projet a identifié des herbicides à efficacité limitée sur le souchet ou induisant un risque de non-sélectivité et/ou de résidus. Pour le poireau, une mise en culture n'est recommandée qu'avec des niveaux d'infestation faibles à moyens. Le désherbage mécanique complété d'un sarclage sur le rang est aussi conseillé. Aucune substance active, même à efficacité partielle, n'y est répertoriée. Dans le cas de cultures de sorgho et de maïs, des éléments de programmes de désherbages sont proposés, avec peu de connaissances actuelles sur l'efficacité de ces programmes en sol sableux, notamment pour le sorgho.

**Perspectives**

Les principaux enseignements du projet sont que la problématique du souchet comestible reste d'actualité. Sur les parcelles fortement infestées, les solutions pour le moment disponibles ont une efficacité limitée et ne permettent pas de réaliser des cultures légumières sans risque acceptable. Ce dernier enseignement se vérifie par l'arrêt de production légumière sur les parcelles les plus touchées dans les bassins aquitains et normands. La France n'est pas le seul pays concerné par la problématique, la Suisse est notamment fortement mobilisée sur ce sujet. Il est d'autant plus indispensable de travailler sur le souchet que les grandes

cultures comme le maïs, le sorgho et le riz qui sont inclus dans les rotations des bassins de production de carotte, font également face à une réduction des substances actives efficaces contre le souchet. Si l'impact de ces retraits est peu connu pour les grandes cultures mentionnées, à l'échelle de la rotation, la perte de ces substances actives accentue le risque d'augmentation du stock de tubercules et in fine de la pression du souchet en culture à risque. L'approfondissement des connaissances sur la biologie de cette adventice ainsi que sur les leviers alternatifs en développement comme le désherbage électrique et le désherbage laser semblent essentiels pour limiter les impacts de cette adventice en cultures légumières. L'extraction des tubercules, la jachère noire et la prospection de solutions chimiques ou de biocontrôle restent des thématiques qui doivent être évaluées et intégrées dans des combinaisons de leviers. Enfin, un travail de sensibilisation et de recensement des nouveaux foyers de contamination doit être effectué, y compris sur les bassins non concernés historiquement par la problématique car de nouveaux bassins remontent l'observation de petits foyers de souchets.



ÉVOLUTIONS PHYTOSANITAIRES

ÉVOLUTIONS PHYTOSANITAIRES

PLANTES INVASIVES

# ANTI-CYP: des pistes de lutte contre le souchet

**AUTRES CULTURES** Quatre techniques alternatives de lutte contre le souchet comestible ont été expérimentées en 2023 et 2024 dans le cadre du projet ANTI-CYP. Celles-ci se sont révélées prometteuses, mais ont encore besoin d'être optimisées. En parallèle, les recherches bibliographiques ont abouti à l'identification de dix-huit techniques de production alternatives dont trois ont été expérimentées et douze pourraient l'être à l'avenir. La dispersion du souchet par voie aviaire ou transfert de tubercules contenus dans les cartons de carottes non lavées prêtes à vendre n'est pas avérée.

Le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) est une adventice invasive problématique dans de nombreux pays. Identifié dans plusieurs régions françaises dans les années 1980, il pose d'importants problèmes dans les systèmes légumiers de l'ex-Basse-Normandie depuis une dizaine d'années. Auparavant contrôlé par des produits phytosanitaires dont l'usage a été interdit, il prolifère rapidement puisqu'aucune solution curative efficace n'existe. Cette adventice vivace ressemble aux graminées locales, rendant son identification difficile

et entraînant un retard dans la mise en œuvre des mesures d'éradication qui en deviennent inefficaces. Ses parties souterraines, composées de nombreux tubercules de petite taille et de rhizomes, lui confèrent d'inquiétantes capacités de multiplication et de dissémination. Lorsqu'il est présent, le souchet cause de graves pertes de rendement et de qualité. Les plantes se multiplient, jusqu'à atteindre des densités de plusieurs milliers de pieds par mètre carré, rendant la parcelle incultivable, alors laissée en jachère (photo ci-dessous). Jusqu'alors, seuls les systèmes



Parcelle fortement touchée par le souchet devenue incultivable en quelques années.



Machine de désherbage électrique MUCROP, expérimentée dans le cadre de la stratégie de jachère noire.

légumiers semblaient impactés, mais le souchet se développe dans toutes les cultures. La littérature nous laisse à penser que les grandes cultures seront impactées par des densités importantes à l'avenir. Depuis presque dix ans, le SILEBAN travaille en partenariat avec la FREDON Normandie pour mieux connaître cette adventice et trouver des moyens de lutte. Quatre projets ont été menés par ces instituts, en partenariat avec l'association des organisations de producteurs Jardins de Normandie, les organisations de producteurs Agrial et le GPLM. Les producteurs de légumes normands mettent à disposition leurs parcelles pour réaliser les essais. Ces projets ont été co-financés par la région Normandie et l'Union européenne. Ce sont Gestiphyto (2016-2017), Gesti\_Cyper (2018-2021), Ideal (avec le CTIFL, 2021-2023) et enfin ANTI-CYP (2023-2024).

### Dix-huit alternatives de techniques de production recensées

Les trois premiers projets ont notamment permis l'amélioration de l'identification de l'adventice parmi la flore indigène et la constatation de l'évolution inquiétante de la problématique. Les contaminations par les effluents de laverie ont été limitées et de premiers tests de gestion des résidus par la méthanisation et le compostage ont été réalisés. Une méthode de lutte en début d'infestation a été validée et un prototype d'extraction et d'exportation du souchet a été évalué. Le dernier projet ANTI-CYP s'est terminé en décembre 2024. Il avait pour but d'identifier des techniques alternatives de production à mettre en place en parcelles infestées, d'expérimenter celles qui pouvaient l'être, et de continuer à étudier les voies

de contamination et les cas de nouvelles infestations. La sensibilisation a été poursuivie puisque la dernière enquête réalisée dans le projet Ideal a mis en évidence que les personnes non concernées par la problématique ne la connaissaient pas, mettant en danger leurs systèmes en cas de contamination. Ce sont les résultats du projet ANTI-CYP qui sont résumés dans cet article.

Dix-huit alternatives de techniques de production ont été recensées grâce aux recherches bibliographiques et aux discussions avec les partenaires du projet et les producteurs. Trois ont été expérimentées dans le projet: le travail du sol répété, l'utilisation de la machine de désherbage électrique Nucrop et l'utilisation du scalpeur-extracteur Kvik-Finn de Lyckegård. Les résultats sont présentés dans le paragraphe suivant.

Le scalpeur-extracteur Kvik-Finn de l'entreprise suédoise Lyckegård et importé par Agrossol était initialement conçu pour les problématiques de vivaces en agriculture biologique.





La tamiseuse à sable BeachTech STR 3000 de Kässbohrer, dont certains éléments ont été transformés pour répondre aux besoins identifiés dans les précédents projets.

Douze techniques pourraient être testées à l'avenir, car le niveau de connaissance dans la littérature est suffisant et le matériel nécessaire est disponible. Ce sont :

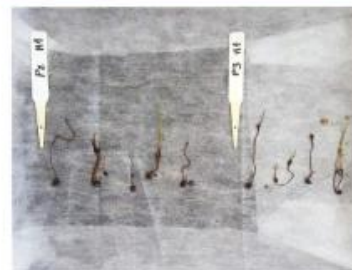
1. la reconception des rotations en équilibrant cultures de rente sensibles au souchet et cultures tolérantes (chou, navet, courge, céleri, pomme de terre, maïs, sorgho, chanvre, lin, luzerne, sarrasin...);
2. l'utilisation de couverts en association avec les cultures;
3. l'utilisation de films de paillage sélectionnant les longueurs d'onde lumineuses;
4. le décalage des semis;
5. la désinfection anaérobie des sols;
6. l'écimuse Tig'Air de Bionalan;
7. le robot désherbeur Maverick de Odd.Bot;
8. le désherbage mécanique de précision;
9. le pulvérisateur ultra-localisé Ara de Ecorobotix;
10. le travail répété du sol avant mise en culture;
11. le tamisage du sol avant mise en culture;
12. l'utilisation d'un broyeur à cailloux.

Dix de ces techniques devraient être expérimentées dans le futur projet OPTI-CYP, sous réserve d'acceptation. Enfin, trois alternatives semblent intéressantes, mais demandent encore quelques recherches et/ou des améliorations logistiques (disponibilité du matériel) avant d'envisager un essai : l'utilisation de porcelets pour consommer les tubercules en parcelle, l'utilisation de la Root-Up 4000 de FREJMA et l'implantation de certaines cultures.

En parallèle de la recherche d'alternatives, des techniques de lutte ont été expérimentées dans le cadre de stratégie de jachère noire (un à trois ans sans culture avec actions visant à diminuer le stock semencier de l'adventice).

#### Objectif: destruction définitive de la plante ou limiter la production de rhizomes et tubercules-fils

Deux parcelles fortement infestées (plus de 1000 pieds au mètre carré) ont servi de support aux expérimentations pendant deux ans. Sur celles-ci, quatre techniques ont été expérimentées seules ou en combinaison. Un suivi de l'évolution des densités de souchet tout au long de l'expérimentation a été mené dans des quadrats géolocalisés. Une évaluation de l'état des parties souterraines a été réalisée à la fin des essais pour déterminer si les modalités avaient eu un impact sur la multiplication végétative de l'adventice. En effet, il était recherché la destruction définitive de la plante entière et/ou une limitation de la production de rhizomes et de tubercules fils. La tamiseuse à sable modifiée est une BeachTech STR 3000 de Kässbohrer, dont certains éléments ont été transformés pour répondre aux besoins identifiés dans les précédents projets. Elle nécessite un sol sec pour être efficace. La présence de feuilles et de quelques racines facilite l'extraction du souchet dont les tubercules ne passent alors plus à travers les mailles du tapis. Le point faible de la technique est la profondeur de travail (entre 10 et 15 cm) qui ne permet pas de travailler l'ensemble de la couche de sol potentiellement infestée par le souchet



Après trois mois de culture en conditions contrôlées (pots), seules les coupes hebdomadaires (gauche) ou celles intervenues tous les dix jours (à droite) ont permis de limiter le développement du souchet.

en un seul passage. Une combinaison avec des labours reste donc à tester. Une étude de la gestion du tas de souchet extrait est également à mener. Le Kwick-Finn permet le scalpage des plantes et leur remise en surface par propulsion dans un rotor alimenté par la prise de force du tracteur. Le passage en conditions sèches est nécessaire pour assurer un bon dessèchement des plantes après passage, impliquant son utilisation plutôt en été. La Nucrop a été utilisée dans le cadre de cinq passages successifs pour épuiser le souchet par destruction électrique répétée des parties aériennes. Les conditions sèches de l'été optimisent à nouveau le dessèchement des plantes et la destruction des parties souterraines. Cette technique semble aussi limiter la multiplication végétative du souchet. Finalement, le travail du sol répété pour épuiser la plante a été fait avec un scalpeur ou un rotovator, à raison d'un passage mensuel environ. Le scalpeur semble plus approprié, car il présente moins de risque de fragmentation des rhizomes, tout en restant suffisant dans le niveau de destruction des plantes.

#### La culture en pots pour observer les bénéfices des pratiques

Pour compléter les expérimentations, un essai en conditions contrôlées a consisté en la mise en culture de tubercules de souchet dans des pots en serre. L'objectif était de déterminer à quelle fréquence il faut détruire de manière répétée les parties aériennes pour épuiser le tubercule et détruire la plante. Trois fréquences ont été testées : tous les sept jours (correspondant au stade deux feuilles du souchet), tous les dix jours (stade cinq feuilles, soit le point de compensation ou stade de sensibilité du souchet) et toutes les trois semaines (stade avancé).

Après trois mois de culture, seules les coupes hebdomadaires ou tous les dix jours ont limité le développement du souchet, en engendrant la mort du tubercule mère et en limitant la production de rhizomes (pousses secondaires) et de tubercules fils. Une coupe tous les dix jours présente l'avantage d'économiser six passages en parcelle par rapport à une coupe hebdomadaire. Les résultats de cette expérimentation poussent à réitérer l'expérimentation du travail répété du sol en parcelle avec passage tous les dix jours. Finalement, les quatre techniques testées ont diminué les densités de souchet de 81 à 96 % par rapport à la densité initiale, en conservant toutefois des densités finales (30 à 274 pieds/m<sup>2</sup>) ne permettant pas la remise en culture de la parcelle. D'autres expérimentations pour optimiser ces techniques sont



L'observation des plantes soumise à des coupes toutes les trois semaines confirme finalement l'efficacité des techniques testées, qui permettent d'enregistrer une diminution des densités de souchet de 81 à 96 % par rapport à l'état initial.

donc indispensables afin d'améliorer leur efficacité et de les rendre technico-économiquement viables. Par exemple le nombre de passages pourrait être diminué en les plaçant au bon moment. De plus, une seconde année d'application de ces techniques améliorées est au moins nécessaire pour retrouver un état cultivable de la parcelle.

#### Prolonger l'expérimentation des techniques prometteuses identifiées par le projet ANTI-CYP

Une étude des nouvelles voies de dissémination a été menée par la FREDON Normandie pour identifier si les corbeaux pouvaient être vecteurs du souchet et si les emballages des carottes non lavées prêtes à vendre pouvaient contenir des tubercules. Aucun corbeau n'a pu être disséqué pour observer son contenu stomacal, faute de prélèvement de corvidé. L'observation de la flore et des excréments au bas des zones de nidification n'a pas montré de présence de tubercules ou de repousses, invalidant cette théorie. Aucun tubercule n'a été retrouvé dans les emballages de carottes non lavées prêtes à vendre, rassurant également sur cette voie. Les parcelles infestées en dehors du bassin de la Côte Ouest ont continué à être suivies. Certaines contaminations de longue date (plus de 10 ans) peuvent n'être détectées que plusieurs années après, lors de l'implantation d'une culture sensible permettant au souchet de s'exprimer. La méfiance reste donc de mise.

Pour faire suite au projet ANTI-CYP, le projet OPTI-CYP est en cours d'évaluation par les financeurs. Son objectif est de continuer l'expérimentation des techniques prometteuses identifiées dans ANTI-CYP pour les optimiser et les rendre technico-économiquement viables. Elles continueront à être travaillées dans le cadre de jachère noire, mais également intégrées dans les itinéraires culturaux dans le cadre d'infestations moindres, pour exercer une pression sur le souchet tout au long de la rotation. Cela permettra d'éviter le plus possible d'atteindre des niveaux nécessitant le passage en jachère noire, perte économique pour le producteur, mais qui reste la seule solution partiellement aboutie pour le moment. Une étude plus poussée du développement du souchet en région, notamment des différences inter et intrabassins de production permettra d'identifier les meilleurs créneaux et possibilités d'intervention. La sensibilisation à l'ensemble des acteurs du monde agricole, toutes filières confondues, sera un axe important de travail du projet, pour continuer à limiter l'expansion de la problématique. Réponse à venir début 2025...

En attendant, en l'absence de solution de lutte efficace, le seul levier d'action reste la prophylaxie. La commercialisation et l'implantation du souchet comestible par les particuliers comme plante ornementale doivent être évitées. Il est nécessaire de se former à l'identification afin de pouvoir surveiller ses parcelles et intervenir dès le début de l'infestation, même s'il ne semble pas y avoir de risque de contamination. En cas de nouvelle infestation, il est essentiel d'en identifier l'origine afin de l'éradiquer. La limitation des nouvelles contaminations se fait par le nettoyage minutieux des outils, roues de véhicules, machines de récolte et la gestion correcte des écarts de tri et déchets de récolte. Dans l'idéal, l'ordre de travail des sols et de circulation entre parcelles doit se faire des parcelles saines vers les parcelles les plus infestées. Une vigilance est à envisager lors du recours à une entreprise de travaux agricoles, avec un nettoyage avant et après accès à l'exploitation.

En cas de contamination, la mise en place des moyens de lutte palliatifs est réalisée en fonction du niveau d'infestation. En cas de début d'infestation (quelques taches localisées, inférieur à 5 pieds/m<sup>2</sup>), un curage mécanique du sol et export sur parcelle déjà contaminée ou élimination des plantes individuellement tôt en saison (déterrage des parties souterraines à la bêche) est recommandé. Il faut ensuite surveiller et réitérer si besoin pendant 5 à 10 ans après le dernier arrachage de plante. En cas d'infestation moyenne (5 à 20 pieds/m<sup>2</sup> répartis dans la parcelle), il est nécessaire de limiter au maximum les cultures sensibles au profit des cultures tolérantes. Celles-ci permettent une action sur le souchet grâce aux programmes phytosanitaires et/ou un travail du sol régulier (trois à quatre passages minimum espacés de 10 à 15 jours maximum) avant, pendant ou après mise en culture. En cas de forte infestation (plus de 20 pieds/m<sup>2</sup>), il est conseillé de conduire la parcelle en jachère noire au moins une année avec implantation d'un couvert d'interculture à la fin de l'été. L'ensemble des résultats et livrables du projet ANTI-CYP et des précédents projets, dont le guide complet de recommandations de lutte contre le souchet comestible, sont disponibles gratuitement sur le site Internet du SILEBAN et ceux des partenaires, ainsi qu'à la demande, à partir de mi-2025. Pour plus d'informations, en cas de doute concernant l'identification ou pour signaler une nouvelle infestation, n'hésitez pas à contacter le SILEBAN, la FREDON Normandie ou vos techniciens d'OP.



#### d. Evénements techniques

Différentes présentations du projet et de ses résultats ont été réalisées au cours du projet. Les **niveaux d'informations étaient différents et plus ou moins complexes pour être adaptés aux publics visés**. Les **diaporamas** ne sont pas présentés dans ce document mais **peuvent être demandés auprès du porteur de projet**.

-Une présentation à **12 étudiants du BTS Production Horticole de Coutances et leur professeur** lors d'une visite au SILEBAN le 20/02/2024 ;

-Une présentation à **différents expérimentateurs et membres d'institutions** lors de la **Journée Innovation de la Région Normandie** à Caen le 13/05/2024 ;

-Une présentation orale sans diaporama à **7 producteurs légumiers et 5 conseillers de Bretagne** en visite au SILEBAN le 27/09/2024 ;

-Une présentation orale à des **étudiants du Lycée Le Robillard et leurs professeurs** lors d'une visite au SILEBAN le 03/10/2024 ;

-Une présentation à une **centaine de personnes type grand public comprenant de nombreux jardiniers amateurs mais aussi quelques institutions** (Office Français de la Biodiversité, Conservatoire d'Espaces Naturels de Normandie...) et des **élus locaux** lors des **Rencontres-Débat Plantes Invasives** organisées par l'association Cotentin Nature-Qualité de vie à Saint-Pierre-Eglise le 15/11/2024 ;

-Une présentation à des **expérimentateurs et producteurs** (toutes filières de production confondues) lors du **5<sup>ème</sup> forum Champs D'Innovation** au lycée Le Robillard à Saint-Pierre-en-Auge le 21/11/2024.

Un **stand** a également été tenu lors du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation qui a réuni 150 personnes dont 8 producteurs et 93 futurs producteurs) (Figure 57). Certains documents de sensibilisation comme la fiche de reconnaissance du souchet comestible éditée dans un précédent projet ont pu y être distribués.



Figure 57. Stand de sensibilisation à la problématique du souchet comestible tenu lors du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation



## e. Visite d'essai

Une **visite d'essai** lors de la **démonstration du Kvick-Finn** en 2023 a été proposée et a rassemblé 4 producteurs le 30/08/2023 (Figure 58).

**Lutte souchet—Démonstration d'un matériel**

**Mercredi 30 août 2023 A partir de 14h00**  
**sur parcelles À Créances puis à Bretteville sur Ay)**

*Merci d'activer les liens Internet ci-dessous*  
*pour accès au parcelles*

Parcelle 1—Créances RDV à partir de 14 heures	Parcelle 2 — Bretteville sur Ay RDV à partir de 16 h 30
--	--

<https://goo.gl/maps/5rtJCpVFfSLQ2Zcwi9>      <https://goo.gl/maps/ApVd1ZL7yVt3MaMu6>



**Projet ANTI CYP**  
ANTICIPer, éviter une extension incontrôlée de la CYPéracée invasive (*Cyperus esculentus*) et rechercher des alternatives pour maintenir un développement de productions végétales en situation d'infestation et en bassin de production légumier normand.

Démonstration réalisée dans le cadre du projet <b>ANTI CYP</b> porté par le SILEBAN en partenariat avec la FREDON Normandie et avec le soutien de la Région Normandie	<b>Contact:</b> <a href="mailto:b.pitre@sileban.fr">b.pitre@sileban.fr</a> 06.72.95.31.09
---	--



Figure 58. Invitation à la démonstration du Kvick-Finn le 30/08/2023

## f. Animation du groupe technique national et échanges avec des acteurs internationaux

Initialement, l'animation du groupe technique national autour du souchet devait être reprise dans ce projet par le SILEBAN. Le CTIFL, ayant des liens étroits avec le SILEBAN de par la position d'un ingénieur détaché en station, a partagé sa volonté d'animer le groupe de travail national sur la problématique. Le SILEBAN a donc **participé à différentes réunions dans ce groupe de travail national autour du souchet, qui a donc été animé par le CTIFL.**

Des échanges avec les chercheurs suisses travaillant sur la problématique ont également été initiés.

## g. Documents de sensibilisation et de communication

### • Fiche solution Forum Champs d'Innovation

Une **fiche solution Champs d'Innovation** a été produite dans le cadre du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation. Elle est **disponible sur le site internet** : <https://champs-innovation.fr/solution/anti-cyp/>

## ANTI-CYP

Des pistes de solutions de lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*)



**Contrôler les populations de souchet comestible (*Cyperus esculentus*)**

Etude bibliographique des pistes de lutte alternative, expérimentation de techniques prometteuses à optimiser dans le cadre de jachère noire (forte infestation) et étude des voies de dissémination du souchet




- ♦ Etude bibliographique regroupant des **pistes de méthodes de lutte alternative qui pourraient être étudiées plus finement et expérimentées** :
  - Rotation combinant des cultures de rente souvent sensibles au souchet et des cultures tolérantes (chou, navet, courge, céleri, pomme de terre, maïs, sorgho, chanvre, lin, luzerne, sarrasin)
  - Pâturage par des porcelets
  - Films de paillage sélectionnant certaines longueurs d'ondes lumineuses (films IRT)
  - Désinfection anaérobie des sols
  - Décalage des semis/plantations
  - Outils innovants : Root-Up 4000 de FREJMA
- ♦ **Techniques de lutte prometteuses** expérimentées pendant un an dans le cadre d'une stratégie de jachère noire (forte infestation), permettant de diminuer les densités de souchet et limiter leur multiplication végétative, **qui doivent être optimisées** et/ou intégrées dans les itinéraires **culturels des cultures locales** :
  - Tamiseuse à sable modifiée
  - Scalpeur-extracteur (Kvick-Finn)
  - Travail répété du sol
  - Désherbage électrique (NUCROP)
- ♦ Etude des **voies de dissémination du souchet** :
  - Aucune dispersion par voie aérienne avérée
  - Aucune dispersion par transport des emballages des légumes prêts à vendre
  - Possibilité de contamination datant de plusieurs années, non identifiée dans une prairie ou des grandes cultures, mais présente et révélée par une culture dite sensible (ex : culture légumière)

## + Bénéfices et recommandations

En l'absence de technique de lutte efficace, privilégier la prophylaxie :

- surveillance régulière des parcelles
- limitation des nouvelles contaminations par nettoyage des outils, roues de véhicules, machines de récolte, gestion correcte des écarts de tri et déchets de récolte...
- identification des nouvelles contaminations et de leur origine
- mise en place du moyen de lutte adapté en fonction du niveau d'infestation



## - Inconvénients

Aucune technique de lutte testée n'a permis de diminuer assez la pression du souchet en parcelle pour permettre la remise en culture de la parcelle au bout d'un an dans les conditions d'essai

- ⇒ Nécessitent d'être poursuivies une seconde année et optimisées

### A noter :

Toutes les cultures peuvent être touchées, pas uniquement les cultures légumières. Le souchet étant présent dans 3 des 4 bassins de production légumière => surveiller l'ensemble de vos parcelles !

En cas de doute concernant l'identification ou les mesures à mettre en place, ne pas hésiter à contacter le SILEBAN ou la FREDON Normandie.

### Conditions de réussite

- Limitation des nouvelles contaminations : respect strict des mesures de prophylaxie
- Méthodes de lutte à adapter en fonction du niveau d'infestation :
  - Début d'infestation = faibles densités très localisées (quelques taches, entre 1 et 5 pieds/m<sup>2</sup>) : curage mécanique du sol et apport sur parcelle déjà contaminée ou élimination des plantes individuellement tôt en saison (déterrage des parties souterraines à la bêche) puis surveillance et réitération si besoin pendant 5 à 10 ans après le dernier arrachage de plante
  - Infestation moyenne (5 à 20 pieds/m<sup>2</sup> répartis dans la parcelle) : limiter au maximum les cultures sensibles au profit des cultures tolérantes permettant une action sur le souchet grâce au programme phytosanitaire et/ou un travail du sol régulier (3 à 4 passages minimum espacés de 10 à 15 jours maximum) avant, pendant ou après mise en culture
  - Forte infestation (> 20 pieds/m<sup>2</sup>) : conduire la parcelle en jachère noire au moins une année avec implantation d'un couvert d'interculture

### Contact

**Julie LEROY** – 06 77 69 92 07 – [j.leroy@sileban.fr](mailto:j.leroy@sileban.fr)  
**Marie-Laure BLANC** – 06 89 81 75 08 – [marie-laure.blanc@fredon-normandie.fr](mailto:marie-laure.blanc@fredon-normandie.fr)

Financé par l'Union Européenne (FEADER) et la région Normandie

En partenariat avec :



- **Guide de recommandation de lutte contre le souchet comestible mis à jour**

Le guide de recommandations de lutte contre le souchet comestible édité dans les précédents projets régionaux portant sur ce sujet a été mis à jour. Il est disponible auprès du porteur de projet.



Pour contact chef de file :  
**STATION D'EXPERIMENTATION ET DE  
 DEVELOPPEMENT LEGUMIERE DE  
 NORMANDIE**  
 19, route de Cherbourg  
 F - 50760 GATTEVILLE LE PHARE  
 Tél. : 02.33.23.42.10  
 E-mail : [sileban@sileban.fr](mailto:sileban@sileban.fr)



**GUIDE de RECOMMANDATIONS de LUTTE contre le SOUCHET  
 COMESTIBLE  
 (Cyperus esculentus)**

Version de la fin du projet ANTI-CYP (2023-2024) du 31/12/2024

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne et la Région Normandie



SOMMAIRE

**I/ GENERALITES** ..... 3

1. *Biologie du souchet comestible (Cyperus Esculentus)* ..... 3

2. *Risques liés au développement du souchet comestible dans les cultures légumières* ..... 4

**II/ ETAT D'INFESTATION DES BASSINS NORMANDS (2024)**..... 5

1. *La côte Ouest du département de la Manche* ..... 5

2. *Autres bassins normands* ..... 6

**III/ MESURES DE LUTTE RECOMMANDEES (2024)** ..... 7

1. *Mesures de lutte contre le souchet comestible en bassins de production légumière normands : prophylaxie et surveillance* ..... 7

a. *Prophylaxie au niveau des exploitations agricoles* ..... 7

b. *Prophylaxie au niveau des coopératives et structures de stations de lavage – conditionnement* ..... 8

c. *Mesures de surveillance et de suivi* ..... 8

2. *Modalités de gestion de produits et déchets infestés* ..... 9

a. *Gestion des effluents de laveries* ..... 9

b. *Gestion des produits d'exportation générés par extraction en parcelle infestée* ..... 11

**IV/ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** ..... 12

## I/ GENERALITES

### 1. Biologie du souchet comestible (*Cyperus esculentus*)

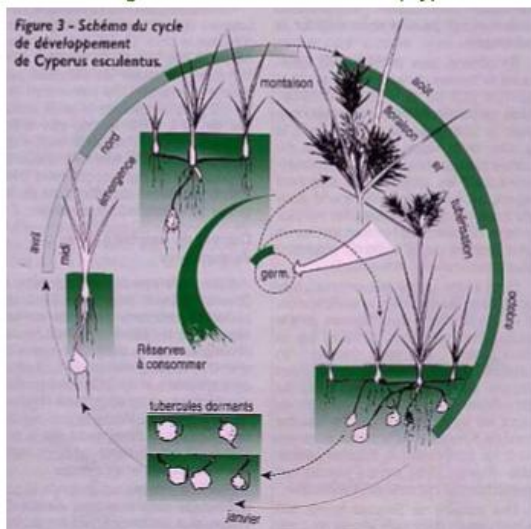


Figure 1 - Cycle du cycle de *Cyperus esculentus* d'après Jauzein (1996)

tous types de sols légers. Apprécie une bonne humidité du sol. Les sols riches en azote favorisent sa croissance. Résiste au gel (survie dans le sol jusqu'à -17°C). Le pH du sol n'est pas un facteur limitant.

**Cycle de vie (Figure 1) :** Au printemps, les tubercules (qui possèdent 2 à 3 bourgeons en moyenne) présents dans le sol germent lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales. Dans un premier temps, ils forment un rhizome qui pousse vers la surface et développent un bulbe basal à quelques centimètres du sol. Le bulbe possède les réserves énergétiques nécessaires à la formation d'une jeune plante qui va pouvoir développer des parties aériennes. A l'aisselle de chaque feuille se trouve un bourgeon. Une fois son système végétatif développé, la plante va former un rhizome horizontal à partir d'un des bourgeons. Ce rhizome va permettre de former un nouveau bulbe basal qui développera à son tour des parties aériennes. Une fois ce premier réseau formé, les bourgeons de la plante « mère » vont pouvoir former de nouveaux rhizomes horizontaux et profonds. Les rhizomes profonds sont capables de former de nouveaux tubercules. Il a été estimé que le rhizome profond est capable de former des tubercules lorsque la plante possède 9 feuilles. Il en résulte des entrelacs de tiges souterraines reliées les unes aux autres, et pouvant occuper rapidement le volume de sol. Lorsque les conditions climatiques restent favorables les tubercules continuent leur croissance. Ils rentrent naturellement en dormance une fois leur formation achevée.

**Spécificité des tubercules :** Les tubercules sont les principaux organes de multiplication de la plante. Survie dans le sol jusqu'à -17°C, germe à partir de 10-12°C. La longévité augmente avec

3

**Nom :** *Cyperus esculentus*

**Famille :** Cyperacées

**Type :** Plante herbacée rhizomateuse vivace

**Nom commun (nombreuses dénominations) :** souchet comestible, souchet terreux, souchet maritime, souchet sucré, amande de terre, etc ...

**Climat :** d'origine subtropicale, les cypéracées se sont adaptées dans le monde entier et sous un large spectre de température (germe à partir de 10-12°C). Préfère les climats à forte humidité. Les tubercules sont insensibles à la photopériode.

**Sol :** Prédilection pour les sols sableux mais se développe dans

leur profondeur dans le sol (en moyenne de 3,5 à 6 ans). Leur taille influence la vigueur de la future plante. Plus le tubercule est profond, plus il s'épuise et moins il sera ensuite capable de produire un grand nombre de pousses feuillées vigoureuses.

### 2. Risques liés au développement du souchet comestible dans les cultures légumières

Le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) envahit gravement les bassins de production légumière de Normandie, particulièrement le bassin de la côte Ouest de la Manche, à l'image de nombreuses autres zones de productions légumières en France et à l'étranger. De par sa biologie, son mode de reproduction quasi exclusivement par voie végétative, le souchet possède un très fort pouvoir de multiplication et de concurrence au sein des cultures légumières (Figure 2).



Figure 2 - Exemple de conséquence du développement des rhizomes de souchet : arrêt de croissance des racines de carotte

Le développement de cette plante en parcelle réduit très fortement le potentiel de production des cultures légumières. En l'absence de lutte, l'extension du souchet au sein des parcelles peut être très rapide (1 à 2 ans) et envahir totalement les cultures.

Au cours des dernières campagnes, le nombre de parcelles et de zones infestées est en nette augmentation et impose, en parallèle du respect des mesures de prophylaxie, d'adapter des mesures de gestion contre cette plante invasive.

4

### III/ ETAT D'INFESTATION DES BASSINS NORMANDS (2024)

#### 1. La côte Ouest du département de la Manche

Ce bassin est le plus infesté, les premières parcelles avec une présence significative de souchets (considérées comme infestations primaires) ayant été relevées en 2007-2008 dans le secteur de Bretteville s/Ay. En 2022, il apparaît que la contamination s'étend au moins sur 40 km de distance, de Portbail à Agon-Coutainville. Par rapport à une superficie de 1830 hectares consacrée aux cultures légumières, un peu plus de 1000 Ha ont été enquêtés. Sur ceux-ci, 657 Ha ont été classés comme contaminés soit pratiquement 36% de la surface totale de la côte Ouest. Entre 2015 et 2022, les surfaces infestées ont progressé de 15%. Cette progression est visible dans chaque secteur pris individuellement, hormis Portbail où l'infestation n'a pas évolué et reste très ponctuelle, quel que soit le type de substrat. Sur ce territoire, en 2024, des retours de professionnels (techniciens et agriculteurs) font état d'une augmentation des infestations sur le territoire de Portbail. Une aggravation est également constatée au niveau de l'intensité d'infestation du parcellaire touché. Les surfaces fortement attaquées à fin 2022 représentent 12.5% de la superficie du bassin soit une augmentation estimée à +2.7 % par rapport à l'état 2015. Les secteurs les plus sévèrement infestés sont ceux de St Remy des Landes, Surville et Bretteville-sur-Ay. Le souchet initialement présent dans les parcelles plutôt sableuses est maintenant retrouvé dans les parcelles limoneuses dans les terres.

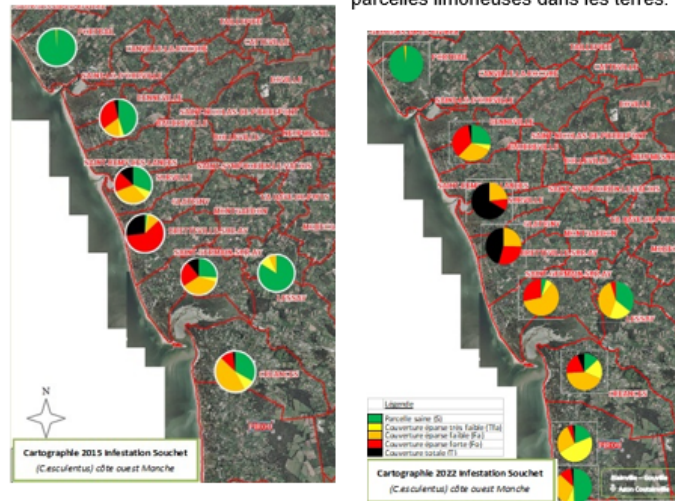


Figure 3 - Cartographies comparatives 2015 – 2022 de niveau d'infestation par le souchet comestible (*C.esculentus*) dans les différents secteurs étudiés de la Côte Ouest de la Manche

Légende : Classes de sévérité d'infestation utilisées pour diagnostic parcellaire :

S	Parcelle saine, indemne de souchet
Tfa	Parcelle très faiblement infestée, présence éparse.
Fa	Parcelle faiblement infestée, présence éparse.
Fo	Parcelle fortement infestée, présence de foyers.
CT	Parcelle très fortement infestée, couverture totale ou présence de foyers importants

#### 2. Autres bassins normands

Dans le département de la Manche, les autres bassins de productions légumières sont directement concernés par un risque de propagation du souchet, notamment par les flux de produits, dans certains cas potentiellement infestés en souchets, acheminés entre les zones de production et les travaux agricoles en parcelles (ETA, matériel en commun, etc...). Les autres zones de production légumières font donc l'objet d'un suivi de l'évolution de l'infestation. Ainsi, la situation peut être résumée de la manière suivante :

##### \* Bassin Val de Saire : Infestations référencées depuis 2015

- 3 parcelles de production infestées. Ces parcelles sont identifiées et géolocalisées. Elles font l'objet de mesures spéciales et sont maintenues sous surveillance afin d'empêcher une extension de l'infestation à de nouvelles parcelles :

- Parcelle 1 : curage mécanique de la zone d'infestation identifiée (infestation ponctuelle). Parcelle actuellement en jachère (2024). Le souchet ne semble plus y être présent.
- Parcelle 2 : Mise en culture de plante pérenne (*Miscanthus*). Le souchet comestible ne semble plus y être présent.
- Parcelle 3 : Arrêt de production légumière. Parcelle consacrée pour cultures de céréales, souchet encore présent.

\*Bocage de Valognes : une parcelle nouvellement identifiée (2023)

\*Secteur Surtainville – Le Rozel : infestation

\*Secteur Lingreville : infestation

\*Bassin Baie du Mont Saint Michel : pas d'infestation identifiée actuellement

\*Autres département normands :

Un nouveau secteur a été identifié en 2022 en infestation primaire dans le département du Calvados. Il s'agit d'une infestation isolée de faible intensité au nord de Caen qui semble avoir été gérée par arrachage et élimination des plantes mais reste sous surveillance.

### III/ MESURES DE LUTTE RECOMMANDÉES (2024)

Les mesures de lutte recommandées ont pour but de limiter la multiplication des souchets dans les terroirs et les territoires normands. Seules les mesures dont l'efficacité a été prouvée sont recensées ici. Il faut noter que les mesures de lutte efficaces sont actuellement quasi inexistantes. Seules des pistes ont été identifiées à l'échelle locale mais ne sont pas présentées ici. Elles sont consultables dans les comptes-rendus des différents essais des projets passés. La prophylaxie est actuellement la seule mesure de lutte sûre connue.

#### A l'échelle régionale, ces mesures ont pour objectifs :

- De ne pas étendre la contamination au sein du bassin et vers d'autres bassins de production ;
- De ne pas multiplier et étendre le développement du souchet au sein des parcelles touchées ;
- De retrouver une situation de maîtrise vis-à-vis du développement de cette espèce afin de maintenir le potentiel de production des bassins et de la filière régionale ;
- De réduire la viabilité du stock semencier existant.

#### 1. Mesures de lutte contre le souchet comestible en bassins de production légumière normands : prophylaxie et surveillance

Des mesures de prophylaxies et de surveillance sont définies de façon commune pour l'ensemble de la filière régionale. Ces mesures préventives sont recommandées en vue de limiter une extension plus large et plus intense de la plante invasive. Les mesures de surveillance visent à contrôler l'étendue de la contamination des parcelles en suivant l'évolution de l'infestation en fréquence et en intensité au sein des différents secteurs touchés, voire à détecter l'infestation de nouvelles zones.

La prophylaxie et la surveillance sont effectives jusqu'à disparition complète de la plante invasive du bassin contaminé ou jusqu'à l'adaptation de moyens de lutte efficaces, technico économiquement intégrables dans les itinéraires techniques des productions développées dans le bassin. Elles concernent les exploitations des zones contaminées, mais également celles dans des zones qui ne le seraient pas.

##### a. Prophylaxie au niveau des exploitations agricoles

- Nettoyer au champ les outils et engins après utilisation en parcelle infestée ;
- Procéder au travail et à la récolte des parcelles contaminées en dernier ;
- En cas de travaux par un tiers, informer sur le risque sanitaire lié au souchet comestible et veiller au nettoyage des outils et engins avant changement de parcelle ;
- Eliminer les émergences précocement en retirant les parties souterraines (~30 cm de profondeur) afin d'éviter la multiplication de la plante ;
- Exporter les résidus de sarclage et les regrouper en vue de leur destruction (ne pas utiliser le compost agricole) ;

7

- Ne pas épandre de limons ou résidus de tri contaminés de stations de lavage – conditionnement ou d'atelier de lavage de l'exploitation sur des parcelles saines ;
- Utiliser uniquement des parcelles fortement contaminées pour l'épandage de ces limons de station et résidus de tri.

Pour éviter le développement de souchet sur les talus, chemins d'accès et abords de parcelle, il est recommandé de :

- Broyer régulièrement les parties aériennes ;
- Ne pas déposer de résidus de sarclage sur les talus.

#### Sur nouvelle infestation ou nouveau foyer détecté (hors bassin Côte Ouest) :

- Signaler la parcelle au référent SILEBAN ou FREDON Normandie ;
- Exporter les plantes de la parcelle en essayant de récupérer les tubercules mères ;
- Géo référencement du nouveau point d'infestation.

#### b. Prophylaxie au niveau des coopératives et structures de stations de lavage – conditionnement

##### Ces mesures consistent principalement à :

- Avoir une vigilance particulière vis-à-vis du transport de lots de légumes non lavés entre bassins et destinés à un passage en atelier de lavage – conditionnement industriel. Eviter le remplissage des camions et bennes pour éviter la perte de matériel végétal lors du transport ;
- Considérer une contamination possible par le souchet des effluents de laveries d'ateliers ayant reçu des lots de légumes en provenance des bassins contaminés ;
- Disposer de filtre fin (idéalement <1mm) en sortie de laverie pour pouvoir libérer les eaux et les limons exempts de bulbilles et ainsi simplifier leur gestion ;
- Orienter les déchets verts et les écarts de tri vers une plateforme de compostage ou un méthaniseur ;
- Orienter les effluents d'épierrage et de déterrage vers le BTP (Bâtiment Travaux Publics), hors zone de production agricole ;
- A défaut de filtre, exporter les limons de station de lavage hors zone agricole. Au pire, faire épandre les limons de station de lavage sur des parcelles déjà fortement contaminées, ainsi condamnées ;
- Gérer un plan d'épandage (enregistrement, contrôle) des limons de station et des écarts de tri avec identification systématique des parcelles recevant des effluents de stations de lavage –conditionnement.

#### c. Mesures de surveillance et de suivi

La surveillance concerne tous les bassins de production.

##### Cette surveillance pourra se faire par :

- Le signalement (même en cas de doute) et référencement systématique de toute nouvelle parcelle passant d'un état sain (totalement indemne d'émergence de souchet) à un état infesté (1 plante observée dans la parcelle). Ces informations pourront être remontées à la FREDON

8

Normandie ou au Sileban via les services techniques d'OP ou de façon individuelle par le producteur ;

- Le renouvellement périodique d'enquête de réferencement des parcelles infestées (état et intensité d'infestation) ;
- Le suivi des effets produits par les mesures de lutte visant à réduire le potentiel de développement du souchet (jachère noire, introduction de culture intermédiaire, adaptations techniques au sein des itinéraires culturaux) ;
- Le suivi des cahiers d'épandage des limons de station de lavage et résidus de tri ;
- Le suivi des cahiers d'épandage des digestats de méthanisation.

## 2. Modalités de gestion de produits et déchets infestés

### a. Gestion des effluents de laveries

L'épandage des limons de station et produits d'ateliers de lavage – conditionnement de légumes, potentiellement infestés par le souchet, au niveau des exploitations agricoles (ateliers à la ferme) ou d'entreprises (stations de lavage – conditionnement de légumes) doivent faire l'objet de mesures de gestion particulières. Ils représentent un risque de contamination intra et inter bassin de production. En particulier et par exemple, ce risque s'est concrétisé par l'évolution de l'état d'infestation de la région Val de Saire passant d'un bassin non infesté à infesté en 2015 (parcelles infestées par des épandages de résidus de laveries). La présence de bulbillés à différents points de sorties des chaînes de lavage et notamment de chaîne de carotte (Figure 4) est avérée.

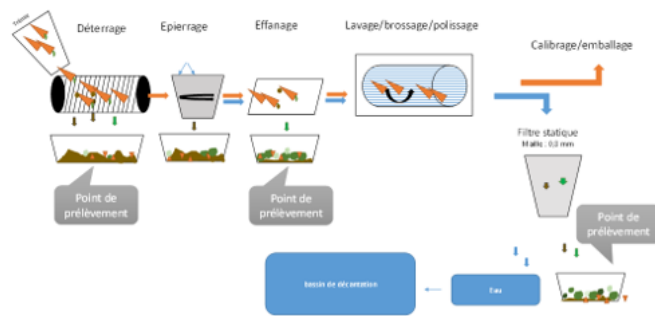


Figure 4. Chaîne de lavage de carotte et point de sortie

Le logigramme de gestion des effluents (Figure 5) a été mis à jour à partir des résultats positifs des essais de compostage et de méthanisation permettant une gestion sécurisée des déchets verts. Il s'applique à tous les modèles de laveries, qu'elles soient collectives ou sur l'exploitation, qu'elles concernent la carotte, le poireau ou tout autre légume, en secteur contaminé par le souchet, et quelle que soit l'importance de la contamination, si minime soit-elle.

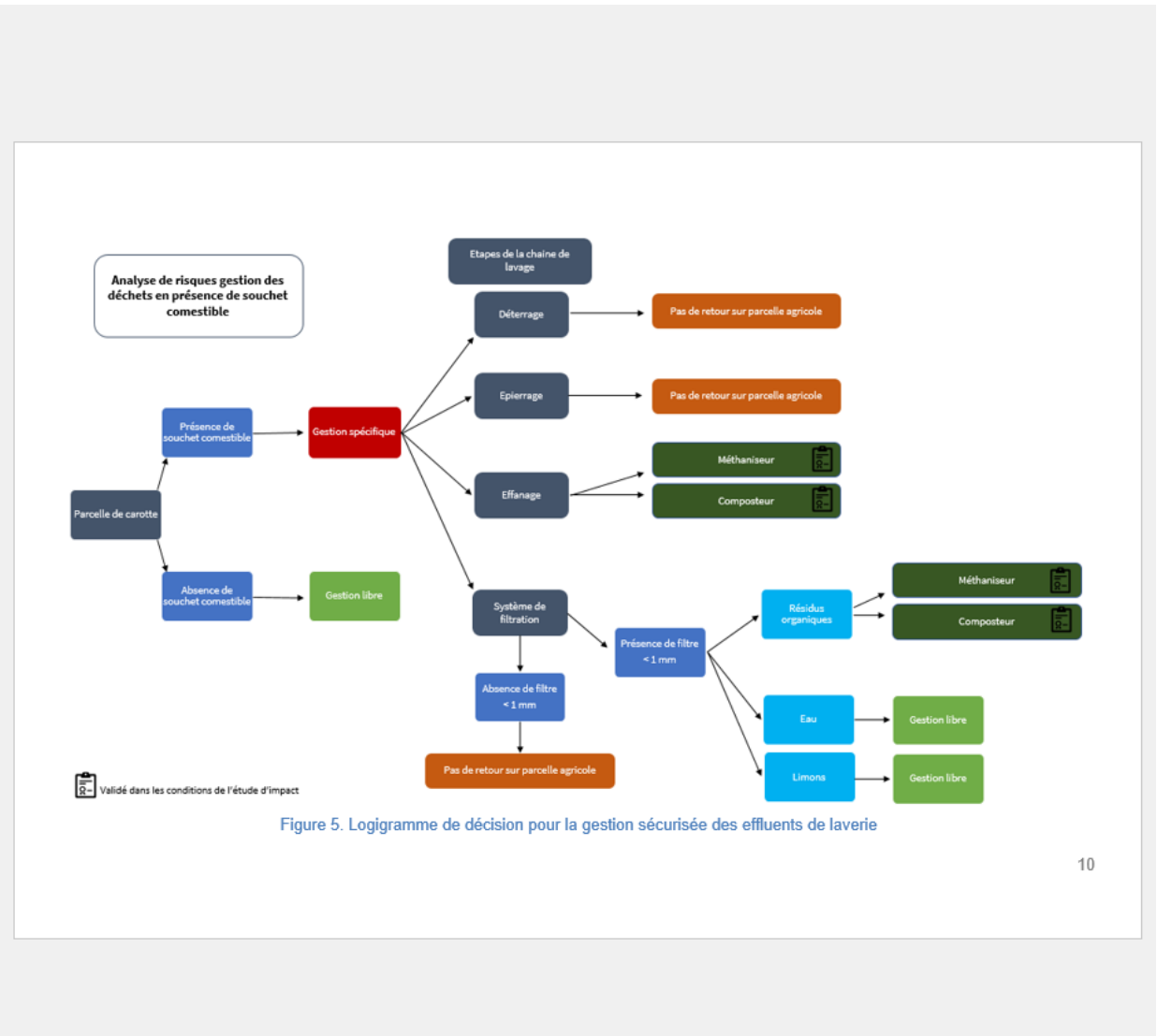


Figure 5. Logigramme de décision pour la gestion sécurisée des effluents de laverie

#### b. Gestion des produits d'exportation générés par extraction en parcelle infestée

Pour rappel, cette méthode est en phase expérimentale et représente un moyen de lutte permettant d'agir directement sur le stock semencier. Cette méthode génère donc des produits d'exportation infestés par le souchet (mélange de plantes entières, rhizomes, tubercules) avec le moins de sol exporté (sable) possible du fait du tamisage. La gestion de ces volumes de déchets infestés en souchet est à relier au même schéma décisionnel que celui des déchets issus d'effluents de laveries.

#### Remarques générales - Guide de recommandation :

- En l'état actuel, il n'y a pas de méthode établie permettant de garantir un retour à une situation de parcelle indemne ou à un seuil très bas de risque d'émergence de souchet à partir d'un état contaminé, y compris à un niveau faible.
- Dans de nombreux cas, il existe un manque de références techniques pour optimiser les méthodes de lutte. Ainsi, plusieurs moyens et méthodes font l'objet d'expérimentations en cours dans le but d'améliorer la lutte.
- Par ailleurs, dans le cas d'une plante invasive, le plan d'action ne peut concerner uniquement la filière légumière, et nécessite d'intégrer également la gestion d'autres sources de dissémination, à l'échelle du territoire.

## IV/ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bell R.S., Lachman W.H., Rahn E.M. and Sweet R.D. (1962) Life history studies related to weed control in the Northeast. I. Nutgrass. Rhode Island Agric. Exp. Stn. Bull., n° 364.
- Bendixen L. E. et Nandihalli U. B. (1987) Worldwide distribution of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). Weed Technology, Volume 1, p. 61-65
- Bohren C. et Wirth J. (2013) Souchet comestible (*Cyperus esculentus* L.) : situation actuelle en Suisse. Recherche Agronomique Suisse 4 (11-12) : 460-467
- Bryson C. T. et Carter R. (2008) The significance of Cyperaceae as weeds. Chapter 2 p. 15-101.
- Contreras, A., Jr, Laguerre, G., & Hanson, B. D. (2024). Evaluation of Pyroxasulfone Crop Safety and Weed Control for California Tree Nut Orchards. HortScience, 59(9), 1422-1427. Retrieved Jan 27, 2025, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17963-24>
- Davy M. et Pitrel B. (2014) Combiner les moyens de protection contre le souchet. Infos CTIFL n° 302, p. 58-63
- De Ryck, S., Reheul D., De Cauwer, B. (2021) Impacts of herbicide sequences and vertical tuber distribution on the chemical control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). Weed Research, 00, 1-11. DOI: 10.1111/wre.12502
- Drost D. C. et Doll J. D. (1979) The Allelopathic effect of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) on Corn (*Zea mays*) and Soybean (*Glycine max*). Weed Science, Vol. 28 p. 229-233
- Foucart, G., Renard, F., Mazy, J.P., Mary, M. (2023) Désherbage du maïs : contre les vivaces, les solutions actuelles conservent leur efficacité. <https://www.sillonbelge.be/10784/article/2023-04-06/desherbage-du-mais-contre-les-vivaces-les-solutions-actuelles-conservent-leur>
- Keller M., Total R., Bohren C. et Baur B. (2013) Agroscope, Fiche technique - Gestion du problème « souchet comestible » : repérage précoce, lutte à effets durables
- Li B., Shibuya T., Yogo Y. and Hara T. (2000) Effects of Temperature on Bud-Sprouting and Early Growth of *Cyperus esculentus* in the Dark. Journal of Plant Research, Volume 113, p. 19-27
- Li B., Shibuya T., Yogo Y., Hara T. and Matuso K. (2001) Effects of light quantity and quality on growth and reproduction of a clonal sedge, *Cyperus esculentus*. Plant Species Biology 16, 69-81.
- Lorougnon G. (1969) Etude morphologique et biologique de deux variétés de *Cyperus esculentus* LINN. (Cypéracées). Cah. ORSTOM, sér. Biol., n°10, p. 35-63
- Mulligan G. A. et Junkins B. E. (1976) The biology of Canadian weeds. 17. *Cyperus esculentus* L. Canadian journal of Plant Science. 56; 339-350.
- Reekie E. G. (1991) Cost of seed versus rhizome production in *Agropyron repens*. Canadian Journal of Botany, Volume 69 n°12, p. 2678-2683
- Schonbeck M. (2013) Weed profile : Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) and Purple Nutsedge (*C. rotundus*). Organic agriculture. [En ligne] Disponible sur: <http://articles.extension.org/pages/66868/weed-profile:-yellow-nutsedge-cyperus-esculentus-and-purple-nutsedge-c-rotundus>
- Thomas S. H., Schroeder J. et Murray L.W. (2004) *Cyperus* tubers protect *Meloidogyne incognita* from 1, 3-Dichlorpropene. Journal of Nematology 36(2) 131-136
- Tumbleson M. E. and Kommedahl T. (1961) Reproductive potential of *Cyperus esculentus* by tubers. Weeds 9: 646-653
- Weill A. (2007) Moyens de lutte au souchet comestible (*Cyperus esculentus*) en production biologique. [En ligne] Disponible sur : <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/>



- Vidéo

Une vidéo de 3 min a été réalisée dans le cadre du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation et est disponible sur Youtube et le site internet du Forum : <https://www.youtube.com/watch?v=KBkPn1iKOqw>

- Poster

Le poster de présentation des résultats du projet (Figure 59) a été présenté lors du 5<sup>ème</sup> Forum Champs d'Innovation et est maintenant présent en accès libre dans les locaux du SILEBAN.



RÉGION NORMANDIE  
UNION EUROPÉENNE  
Fonds européens agricoles pour le développement rural  
"Europe investit dans les zones rurales"

# ANTI-CYP

(2023-2024)



CHAMPS D'INNOVATION

Le projet ANTI-CYP a pour but d'identifier et d'expérimenter des alternatives de production en situation de parcelles infestées par le souchet comestible (*Cyperus esculentus*), et d'étudier les voies de contamination possibles afin de prévenir l'expansion de la problématique.



Zones où la présence du souchet comestible a été déclarée en 2024 en ex-Basse-Normandie

### Le souchet comestible, une problématique majeure, mieux comprise mais qui continue dangereusement à s'étendre

- Forte multiplication végétative (jusqu'à 2300 tubercules et 633 nouvelles pousses (rhizome) /plante/an/m<sup>2</sup>) et jusqu'à 6 ans de survie dans le sol (Tumbliason et Kommasdahl, 1961; Dadié, 2008)
- Tous types de sol (sable et terre)
- Toutes cultures (très problématique en cultures légumières)
- Dissémination par : outils et machines de récolte, roues, déchets de laverie et de récolte... (pas de dissémination avérée par voie aviaire)



Parcelle fortement touchée devenue incultivable en quelques années



Techniques de lutte expérimentées

### Des techniques prometteuses expérimentées en jachère noire qui ont besoin d'être optimisées

- Diminution importante des densités (-81 à 96%)
- Densités finales ne permettant pas la remise en culture de la parcelle au bout d'un an
- Optimisations à expérimenter :
  - Augmenter la fréquence de passage du travail du sol = tous les 10 jours
  - Combiner avec des labours pour travailler toute la couche de sol présentant des tubercules (=30 cm, travail des outils à 10-15 cm max)



Souchet après 3 mois de coupes répétées à différentes fréquences (F) (conditions contrôlées)

### Evolution des densités de souchet au bout d'un an de jachère noire (moyenne des 2 parcelles d'expérimentations ± écart-type)

Modalité	Densité initiale (nbr /m <sup>2</sup> )	Densité finale (nbr /m <sup>2</sup> )	Evolution des densités
Tamiseuse	1138 (±320)	30 (±24)	-96% (±3)
NUCROP	973 (±265)	154 (±101)	-85% (±7)
Kvick-Finn	1440 (±999)	117 (±138)	-84% (±23)
Travail du sol répété	1400 (±680)	274 (±198)	-81% (±7)



**Un répertoire de pistes à réfléchir et peut-être à expérimenter :**

Rotation combinant cultures de rente souvent sensibles et cultures tolérantes (chou, navet, courge, céleri, pomme de terre, maïs, sorgho, chanvre, lin, luzerne, sarrasin), pâturage par porcelets, films IRT, désinfection anaérobie des sols, décalage des semis/plantations, outils innovants : Root-up 4000 de FREJMA, ...

**La prophylaxie reste la solution la plus efficace :** surveillance, nettoyage des outils, roues, ..., gestion correcte des déchets de laverie et de récolte

**Contacts :**  
Julie LEROY – 06 77 69 92 07 – [j.leroy@sileban.fr](mailto:j.leroy@sileban.fr)  
Marie-Laure BLANC – 06 89 81 75 08 – [marie-laure.blanc@fredon-normandie.fr](mailto:marie-laure.blanc@fredon-normandie.fr)

Projet porté par :



En partenariat avec :



Un grand merci aux producteurs partenaires qui ont accepté de mettre à disposition leurs parcelles et leurs temps pour l'expérimentation !

Figure 59. Poster de présentation des résultats du projet ANTI-CYP

## X. Conclusions du projet

Le projet ANTI-CYP, d'une durée de **24 mois (2023-2024)**, porté par le SILEBAN, a rassemblé la FREDON Normandie et les **Organisations de Producteurs AGRIAL et le GPLM** autour de la problématique de la **gestion du souchet comestible en Normandie**. Il a été financé par la **Région Normandie et l'Union Européenne**.

Ce projet a permis d'identifier **3 techniques de lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) qui ont été expérimentées, 12 techniques qui pourraient être expérimentées à l'avenir et 3 intéressantes mais ne pouvant pas être expérimentées en l'état**. Ainsi, le Kwick-Finn, le travail répété du sol et le désherbage électrique ont été mis en œuvre dans des essais de jachère noire en parcelle. L'alternance de cultures sensibles et tolérantes, les couverts d'interculture, le décalage de la date de semis, la pulvérisation ultra-localisée, un outil endommageant les parties aériennes pour faciliter la pénétration de l'herbicide, certaines substances actives, la destruction répétée des parties aériennes, le Tig'air, un broyeur de cailloux, le désherbage laser, la solarisation et la désinfection anaérobie des sols pourraient être expérimentées à court terme. **L'expérimentation future de ces alternatives sera essentielle afin de valider leur efficacité et leur faisabilité technique dans nos conditions locales de production, elles ne représentent en aucun cas des solutions de lutte efficaces recommandables à ce stade**. En revanche, l'utilisation de la Root-Up 4000, l'utilisation de la vapeur pour désinfecter les déchets et le biocontrôle ont montré des résultats intéressants dans la bibliographie mais ne peuvent pas être expérimentés en l'état actuel des connaissances et des moyens techniques.

Ce projet a également permis **d'identifier les pistes de lutte prometteuses que sont l'utilisation d'une tamiseuse à sable modifiée, le désherbage électrique répété, l'utilisation du Kwick-Finn et le travail répété du sol**. Les résultats des expérimentations ont montré une efficacité satisfaisante au bout d'une année de mise en place dans le cadre d'une stratégie de jachère noire. Cependant la **mise en œuvre de ces techniques reste coûteuse et non viable technico-économiquement à ce stade**. Des **pistes d'optimisation ont été proposées afin d'améliorer encore leur efficacité et de les rendre utilisables par les producteurs**.

**L'étude des voies de dissémination potentielles du souchet a mis hors de cause les corvidés et les emballages de carottes non lavées prêtes à vendre**. En revanche, il a été montré que **certaines contaminations datant de plusieurs années ne sont révélées qu'à la mise en culture de la parcelle par une culture sensible**. De ce fait, l'étendue de l'infestation connue actuellement est peut-être sous-estimée par rapports aux contaminations réelles. Le suivi des parcelles infestées en dehors du bassin de la Côte Ouest de la Manche a montré une **progression de l'infestation dans le Val de Saire, une contamination du bocage de Valognes, une stabilisation dans la plaine de Caen et une absence de contamination dans la Baie du Mont Saint-Michel**.

Une **communication intense autour du projet** a été réalisée par la participation à des événements techniques diversifiés, l'organisation d'une visite d'essai, la diffusion d'articles de presse techniques et grand public, la production de documents de communication variés sous différents formats (poster, guide de recommandation, fiche solution, vidéo...). Elle a permis de poursuivre la sensibilisation autour de la problématique.

Des **échanges avec d'autres instituts en France mais également en Suisse** ont été initiés et poursuivis pour accélérer la progression et le partage des connaissances sur ce sujet.

## XI. Perspectives

A la fin du projet ANTI-CYP, en 2024, le **souchet comestible** reste une **problématique majeure importante dont l'expansion en Normandie progresse et reste inquiétante** du fait du **manque de solution de lutte efficace** et du **risque important de dissémination**. Il remet toujours en cause la **capacité de production agricole régionale** et engendre la **dégradation du potentiel agronomique du territoire**. Touchant particulièrement les systèmes légumiers, il **risque de s'étendre rapidement aux autres systèmes de production agricole**.

Des **pistes de lutte prometteuses** ont été identifiées et expérimentées dans le cadre d'une stratégie de jachère noire. Leur **expérimentation doit être poursuivie pour en observer l'efficacité à long-terme**, les **optimiser** car elles ne sont pas viables technico-économiquement en l'état et les **intégrer dans les itinéraires culturaux des cultures locales**. Des observations lors de ces essais ont montré **qu'une caractérisation plus poussée du cycle biologique du souchet comestible est nécessaire** pour mieux adapter les nouvelles techniques de lutte. Des **solutions alternatives expérimentables ont été identifiées et doivent également être expérimentées**. Finalement, la **communication** autour de la problématique, bien que très présente dans ce projet, **doit être encore intensifiée et poursuivie**. Un **nouveau projet OPTI-CYP**, d'une durée de 24 mois, a été déposé en ce sens auprès des mêmes financeurs et est **en cours d'évaluation**.

## XII. Références bibliographiques et techniques

1. AGRAPRESSE (2023) Liste des 75 substances actives menacées de retrait. 31/05/2023. [https://www.agra.fr/agrapresse/sites/agrapresse/files/2023-11/molecules\\_ecophytos\\_agra.pdf](https://www.agra.fr/agrapresse/sites/agrapresse/files/2023-11/molecules_ecophytos_agra.pdf), indiquée sur la page ECOPHYTOPIC/PARSADA <https://ecophytopic.fr/pic/prevenir/parsada-anticiper-le-potentiel-retrait-europeen-de-substances-actives>
2. Agrosoil (2025) Comment gérer le problème du souchet ? <https://agrosoil.fr/souchet/>
3. Bangarwa SK, Norsworthy JL. (2013) Brassicaceae Cover-Crop Effects on Weed Management in Plasticulture Tomato. *Journal of Crop Improvement*, 28, 145-158
4. Bararpour T., Korres N E., Argenta J., Tseng T M. (2023) Evaluation of Herbicides for the Control of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) and Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) Under Non-Crop Conditions. *Journal of Agricultural Science*, 15(3), doi:10.5539/jas.v15n3p1
5. Bionalan (2025) <https://www.bionalan.fr/nos-produits/le-tig-air>
6. Begam. U.J., Srikrishnah S., Sutharsan. S. (2020) ALLELOPATHIC EFFECTS OF SELECTED PLANT EXTRACTS ON THE GROWTH OF YELLOW NUTSEDGE (*Cyperus esculentus* L.). *Proceedings of the 9th YSF Symposium - 2020*
7. Bohren, C. (2016) Fiche technique Agroscope – Souchet comestible. N°47
8. Bohren C., Wirth J. (2018) Implementation of control strategies against yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) into practice. 28. *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung*, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig. DOI 10.5073/jka.2018.458.027
9. Bourret, T.B., Blomquist, C.L., Mohan, S.K., Sampangi, R., Ho, H.H., Mohammed, I.A. (2024) First Detection of the Obligate Biotroph *Phytophthora cyperi* Causing Disease on Yellow Nutsedge in the United States, and Establishment of Molecular Barcoding Sequences for the Species. *PhytoFrontiers*. doi/10.1094/PHYTOFR-02-24-0013-R
10. Carbon Robotics (2025) LaserWeeder-AI Precision Weed Control. <https://carbonrobotics.com/laserweeder>
11. Chase, C.A., Sinclair, T.R., Shilling, D.G., Gilreath, J.P., Locascio, S.J. (1998) Light effects on rhizome morphogenesis in nutsedges (*Cyperus* spp.): implications for control by soil solarization. *Weed Science*, 46, 575-580
12. Chase, C.A., Sinclair, T.R., Chellemi, D.O., Olson, S.M., Gilreath, J.P., Locascio, S.J. (1999) Heat-retentive Films for Increasing Soil Temperatures during Solarization in a Humid, Cloudy Environment. *HortScience*, 34(6), 1085-1089
13. CNA (2025) WEBINAIRE : Couverts végétaux, fertilisation, désherbage - RETOURS ESSAIS 2023-2024, Martin ROLLET. [WEBINAIRE : Couverts végétaux, fertilisation, désherbage - RETOURS ESSAIS 2023-2024, Martin ROLLET - YouTube](#)
14. Contreras, A., Jr, Laguerre, G., & Hanson, B. D. (2024). Evaluation of Pyroxasulfone Crop Safety and Weed Control for California Tree Nut Orchards. *HortScience*, 59(9), 1422-1427. Retrieved Jan 27, 2025, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCII7963-24>
15. De Cauwer, B., De Ryck, S., Claerhout, S., Biesemans, N., Reheul, D. (2017) Differences in growth and herbicide sensitivity among *Cyperus esculentus* clones found in Belgian maize fields. *Weed Research Society*, 57, 234-246
16. De Ryck, S., Reheul D., De Cauwer, B. (2021) Impacts of herbicide sequences and vertical tuber distribution on the chemical control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Research*, 00, 1-11. DOI: 10.1111/wre.12502

17. De Ryck, S., Reheul, D., De Cauwer, B. (2023) Impact of regular mowing, mowing height, and grass competition on tuber number and tuber size of yellow nutsedge clonal populations (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Research*, 63(6), 371-381. <https://doi.org/10.1111/wre.12600>
18. Dires d'experts techniques normands : observations réalisées par les techniciens des organisations de producteurs AGRIAL et GPLM ainsi que des expérimentateurs du SILEBAN
19. Dodet, M. (2006) Diversité génétique et phénologie de *Cyperus esculentus* L. (CYPERACEAE) pour une gestion intégrée de l'espèce dans les cultures de Haute-Lande. Thèse soutenue le 4 décembre 2006 à l'Université de Bourgogne.
20. Données E-PHY-ANSES mise à jour le 21/01/2025, consulté le 28/01/25 sur <https://ephy.anses.fr/>
21. Fahey, J.W., Zalcmann, A.T., Talalay, P. (2001) The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56, 5-51
22. Felix et Ishida (2008) PRELIMINARY EVALUATION OF ACTIVATED CARBON TO DETOXYFY PRE-EMERGENCE APPLIED HERBICIDES IN DRY BULB ONION. Malheur Experiment Station Annual Report 2008, 77-80
23. Feys, J.; De Cauwer, B.; Reheul, D.; Sciffer, C.; Clercx, S.; Palmans, S. (2023) Impact of Electrocutation on Shoot and Tuber Vitality of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Agriculture*, 13, 696. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030696>
24. Feys J, De Ryck S, Sciffer C, Reheul D, Latré J, Callens D, De Cauwer B. (2024) Impact of Hood Steaming on Tuber Vitality of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Agronomy*, 14(5):918. <https://doi.org/10.3390/agronomy14050918>
25. Foucart, G., Renard, F., Mazy, J.P., Mary, M. (2023) Désherbage du maïs: contre les vivaces, les solutions actuelles conservent leur efficacité. <https://www.sillonbelge.be/10784/article/2023-04-06/desherbage-du-mais-contre-les-vivaces-les-solutions-actuelles-conservent-leur>
26. Frejma (2025) Root-up 4000. <https://frejma.dk/en/products/root-up-4000/>
27. Gao W-T, Su W-H. *Weed Management Methods for Herbaceous Field Crops: A Review*. *Agronomy*. 2024; 14(3):486. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030486>
28. Garford (2025) RootWave and Garford join forces to develop eWeeding technology. <https://garford.com/2024/06/11/rootwave-and-garford-join-forces-to-develop-eweeding-technology/>
29. GESTIPHYTO (2017) Compte-rendu complet d'actions Programme GESTIPHYTO 2016-2017
30. Ghafar Z, Watson AK. (1983) Effect of Corn (*Zea mays*) Seeding Date on the Growth of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Science*. 1983;31(4):572-575. doi:10.1017/S0043174500069599
31. Godoi Junior, M.A., Sousa, R.N., Mendes, K.F., Pinto, C.M.F., Ribeiro, W.S. (2024) First report of infestation by *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Cyperus esculentus* (Poales: Cyperaceae). *Brazilian Journal of Biology*, 84, e284933 | <https://doi.org/10.1590/1519-6984.284933>
32. Günnigmann A., Becker D. (2016) Permit – Ein neues Herbizid zur Bekämpfung von *Cyperus esculentus* in Mais. *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung*, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig
33. Hejazi, M. J. and Kastler, J. D. and Norris, R. F. (1980) Control of yellow nutsedge by tarping the soil with clear polyethylene plastic. *Conference paper, (Volume 33), Proceedings of the Western Society of Weed Science.*, (120–126), 19802332309
34. IDEAL (2023) Compte-rendu final technique du programme d'actions IDEAL 2021-2023
35. Jacob, L., Hebbinckuys, T., Ferre, A., Jouannic, R., Deogratias, J-M. (2016) Elaboration d'une stratégie de lutte durable contre le souchet en période d'interculture. *Poster*
36. Jauzein, P. (1996) Les souchets tubéreux – « Comestible » ou « rond » il faut apprendre à les connaître. *Dossier mauvaises herbes, Phytoma – La Défense des Végétaux*, n°484
37. Johnson, W.C., Mullinix, B.G. (1999) *Cyperus esculentus* interference in *Cucumis sativus*. *Weed science*, 47 :327-331
38. Johnson, W.C., Davis, R.F., Mullinix, Jr. (2007) An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain. *Crop Protection*, 26, 1660-1666
39. Keeley, P.E., Thullen, R.J. (1978) Light Requirements of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) and Light Interception by Crops. *Weed Science*, 26(1), 10-16
40. Keeley, P.E. (1987) Interference and Interaction of Purple and Yellow Nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with Crops. *Weed technology*, (1), 74-81
41. Keller M., Krauss J., Total R., Neuweiler R. (2020) Efficacy of herbicides against yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) plants originating from seeds. 28. *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung* 3. – S. März 2020 in Braunschweig
42. L'Agriculture Drômoise (2022) Lutte contre le souchet : déchaumeurs et scalpeurs en démonstration. 12 août 2022. <https://www.agriculture-dromoise.fr/articles/12/08/2022/Lutte-contre-le-souchet-dechaumeurs-et-scalpeurs-en-demonstration-88684/>
43. L'Avenir Aquitain (2024) Du nouveau pour le désherbage des carottes. 24/07/2024. <https://www.avenir-aquitain.com/fr/article/374-du-nouveau-pour-le-desherbage-des-carottes>
44. Li, B., Shibuya, T., Yogo, Y., Hara, T. (2004) Effects of ramet clipping and nutrient availability on growth and biomass allocation of yellow nutsedge. *Ecological Research*, 19, 603-612
45. Lindell HC, Prostko EP, McElroy S, et al. Evaluation of ALS-Resistant Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) in Georgia Peanut. *Weed Science*. Published online 2024:1-23. doi:10.1017/wsc.2024.87

46. Lotz, L.A.P., Groeneveld, R.M.W., Habekotte, B., Van Oene, H. (1991) Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. *Weed Research*, 31, 153-160
47. L'Union Agricole (2024) On en pince pour la Tig'air. 29/11/2024. <https://www.union-agricole.fr/en-pince-pour-la-tigair>
48. Matériel Agricole Info (2022) Frejma : une fraise rotative pour le désherbage mécanique nommée Root Up 400. <https://www.materielagricole.info/travail-du-sol-semis/article/834316/frejma-une-fraise-rotative-pour-le-desherbage-mecanique-nommee-root-up-400#:~:text=La%20jeune%20entreprise%20danoise%20Frejma,tapis%20%C3%A0%20cha%C3%A0nes%20et%20barrettes>
49. Norsworthy, J.K., Meehan, J.T. (2005) Use of isothiocyanates for suppression of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*), pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*), and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Science*, 53 :884-890
50. Norsworthy JK, Malik MS, Jha P, Oliveira J. (2006) Effects of isothiocyanates on purple (*Cyperus rotundus* L.) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Biology and Management*, 6, 131-138
51. Norsworthy, J.K., Meehan, J.T. (2017) Wild radish-amended soil effects on yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) interference with tomato and bell pepper. *Weed science*, 53(1)
52. Nucrop (2025) NUCROP – Hybrid Electric Crop Protection. <https://www.nucrop.com/>
53. Reddy KN. (2001) Effects of Cereal and Legume Cover Crop Residues on Weeds, Yield, and Net Return in Soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 15, 660-668
54. Riemens M.M., Van Der Weide R.Y., Runia W.T. (2008) Biology and Control of *Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*, review of a literature survey. *Plant Research International B.V.*, Wageningen, april 2008
55. Schröder, A., Heyer, J., Hochstrasser, M., Brugger, D., Wirth, J. (2021) Souchet comestible : quelles sont les stratégies de lutte qui fonctionnent dans la pratique ? Policy Brief, Agroscope, 7/12/2021
56. Stilwell, E. K. and Sweet, R. D. (1974) 19750327964, English, Conference paper, (Vol. 28), Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Philadelphia., (229–233), Competition of squash cultivars with weeds.
57. Stoller, E.W., Wax, L.M., Slife, F.W. (1979) Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) competition and control in corn (*Zea mays*). *Weed science*, 27(1), 32-37
58. Summerlin, J.R., Coble, H.D., Yelverton, F.H. (2000) Effect of mowing on perennial sedges. *Weed Science*, 48, 501-507
59. Teasdale, J. J. R. and R. R. C. Rosecrance (2003). "Mechanical versus herbicidal strategies for killing a hairy vetch cover crop and controlling weeds in minimum-tillage corn production." *American journal of alternative agriculture* 18(2): 95-102.
60. Total, R., Collet, L., Heyer, J., Keller, M. (2018) Yield losses in vegetable and arable crops caused by yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) in farmers fields in Switzerland. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig. DOI 10.5073/jka.2018.458.070
61. Total, R., Schmid, M., Keller, M., (2022). Utilisation of old, extensive pig breeds for yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control - A non-chemical and appealing approach. Tagungsband: 30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung 182. <https://doi.org/10.5073/20220117-140810>
62. Tumbleson M.E., Kommedahl T. (1961) Reproductive Potential of *Cyperus esculentus* by Tubers. *Weeds*, 9(4), 646-653
63. Vidotto, F., Fogliatto, S. (2024) Herbicide resistance in Italian rice cropping systems. The workshop "Sustainable Weed Management in Mediterranean Cropping Systems" European Weed Research Society 4 - 6 December 2024 Antalya, Turkey
64. Vonnez (2020) Rapport final relatif au projet OFAG – stratégies de lutte contre le souchet comestible. AGRIDEA
65. Wada N, Berry PA, Hill B, Mallory-Smith C and Parke JL (2024) Soil solarization as a non-chemical weed control method in tree nursery production systems of the Pacific Northwest, USA. *Front. Agron.* 5:1321372. doi: 10.3389/fagro.2023.1321372
66. Webster, T.M. (2003) High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. *Weed Science*, 51, 1010-1015
67. Webster, T.M. (2005) Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 53, November-December 2005
68. Zasso (2025) <https://zasso.com/fr/portfolio/domaine-dapplication/>

Pour plus d'informations : [sileban@sileban.fr](mailto:sileban@sileban.fr)

Projet porté par :



En partenariat avec :

