



HAL
open science

Réduire fortement les phytosanitaires en cultures maraîchères c'est possible, mais à quel prix ?

Louise Astie, Vianney Estorgues, Maët Le Lan

► To cite this version:

Louise Astie, Vianney Estorgues, Maët Le Lan. Réduire fortement les phytosanitaires en cultures maraîchères c'est possible, mais à quel prix?. Innovations Agronomiques, 2024, 94, pp.175-189. 10.17180/ciag-2024-vol98-art12 . hal-04816754

HAL Id: hal-04816754

<https://hal.inrae.fr/hal-04816754v1>

Submitted on 3 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Réduire fortement les phytosanitaires en cultures maraîchères c'est possible, mais à quel prix ?

Louise ASTIE¹, Vianney ESTORGUES², Maët LE LAN¹

¹ Station d'Auray, CAB, Route du Bono, 56400 Auray, France

² CAB, 126 rue de Brest, 29250 Saint Pol de Léon, France

Correspondance : maet.lelan@bretagne.chambagri.fr

Résumé

Les problématiques sanitaires et d'enherbement en maraîchage sont intrinsèquement liées aux caractéristiques de la filière : diversité des cultures, occupation continue des parcelles, peu de mécanisation etc. Le projet Syst'M-OR vise à évaluer les performances d'un système de culture plein champ peu consommateur en produits phytosanitaires, excluant les produits classés CMR, (Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique) pour la production de légumes exempts de résidus. Les objectifs environnementaux et économiques ont été atteints mais l'impact social n'est pas à négliger. La diversification des moyens de gestion des bioagresseurs entraîne une augmentation de la charge de travail, qui se concentre sur quelques mois déjà chargés, et dans des conditions de travail pouvant être délétères à la santé du producteur ou de ses salariés (pénibilité physique, TMS (Troubles musculosquelettiques), stress et charge mentale).

Mots-clés : maraîchage, réduction phytosanitaire, charge de travail, pénibilité, vivabilité

Abstract : It is possible to drastically reduce the use of phytosanitary products in market gardening, but at what cost?

Weed, pest and disease management in market gardening are linked to the characteristics of this sector : diversity of crops, continuous occupation of plots, little mechanization, etc. The Syst'M-OR project aims to assess an open-field cropping system that uses few pesticides, excluding products classified as CMR, for the production of residue-free vegetables. The environmental and economic objectives have been achieved, but the social impact should not be overlooked. The diversification of pest management methods leads to increase the workload, which is concentrated in a few already busy months, and in working conditions that can be deleterious for the health (arduousness, MSD, stress and mental load).

Keywords : market gardening, phytosanitary reduction, workload, arduousness, sustainability

1. Contexte du projet Syst'M-OR

3.1. La filière du maraîchage diversifié

L'activité de maraîchage connaît un certain engouement ces dernières années et est l'une des filières les plus dynamique à l'installation (1^{ère} filière à l'installation en Bretagne avec 31 % des installations aidées entre janvier et septembre 2023 (Observatoire de l'installation aidée, 2023)). Le maraîchage se caractérise par la production d'une gamme importante de légumes sur une petite surface de production et est en général basé sur un mode de commercialisation en circuits courts. Les maraîchers étant au contact direct des consommateurs, sont très régulièrement questionnés sur leurs pratiques phytosanitaires. Nombreux sont ceux qui souhaitent réduire l'usage des produits de traitement pour répondre à cette demande sociétale ainsi qu'aux enjeux environnementaux et de santé dont ils ont pleinement conscience. Le rapide retour des cultures dans la rotation, voire la difficulté logistique à mettre en place des rotations agronomiques ainsi que le chevauchement de plusieurs cycles culturels sur une surface réduite, entraînent une pression importante en maladies et ravageurs



souvent polyphages. La gestion des adventices reste un des principaux freins à lever : une occupation quasi-continue des parcelles au printemps et en été, une succession intensive de cultures légumières sans coupure possible ou encore une irrigation systématique engendrent des difficultés à gérer bon nombre d'adventices estivales. De plus, la diversité de cultures et d'itinéraires, inhérente au maraîchage entraîne un investissement matériel limité, car jugé trop coûteux ou trop peu polyvalent. Il en résulte une part importante d'opérations culturales gérées manuellement, avec le plus souvent des postures pénibles associées. Au-delà des problématiques sanitaires, les conditions de travail sont un autre enjeu de la filière. En 2016, la MSA (Mutualité Sociale Agricole) publie un observatoire national des troubles musculo-squelettiques (TMS) des actifs agricoles, résultats d'enquêtes réalisées entre 2009 et 2013. Les résultats soulignent que le maraîchage est classé en seconde position de la catégorie « culture spécialisée » la plus pénible, (Nossant, 2016). Des enquêtes conduites plus récemment montrent que le stress psychologique et l'épuisement professionnel ont une prévalence élevée dans la population des exploitants agricoles : 34 % des agriculteurs (toutes filières confondues) présentent un risque d'épuisement professionnel (Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire en 2019). Les chiffres liés aux installations en agriculture publiés par la MSA en décembre 2023 présentent notamment le taux de maintien dans l'activité agricole dans les six ans suivant l'installation. Ainsi, toutes filières confondues, 77 % des chefs d'exploitation installés en 2016 exercent encore en qualité de chef d'exploitation en 2022. Cependant, pour la filière du maraîchage, 6 ans après l'installation, un tiers environ ont cessé leur activité (Les statistiques de la MSA, 2023). L'enjeu est donc de taille en maraîchage pour pérenniser des systèmes à bas intrants phytosanitaires tout en préservant la santé physique et psychologique des producteurs.

3.2. Les objectifs du projet Syst'M-OR

Dès l'écriture du projet Syst'M-OR s'est posé la question du choix des cultures à étudier dans le cadre de la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires en maraîchage diversifié. Ainsi, il fallait répondre aux interrogations suivantes : Quelles cultures sont les plus problématiques à gérer d'un point de vue sanitaire ? Quels sont les IFT de référence pour cette filière ? Quelles cultures comportent les plus grands IFT ?

Deux principaux constats ont ainsi émergé :

- Il n'existait pas d'IFT de référence pour la gamme maraîchère. En effet, les références Agreste sur les IFT par culture correspondent à des zones spécialisées pour la ou les cultures concernées. Ils ne sont pas transposables aux systèmes maraîchers diversifiés existants et ne correspondent pas aux pratiques de terrain observées.
- De nombreux leviers ont été testés avec plus ou moins de succès sur la gestion des adventices et contre un grand nombre de maladies ou ravageurs des cultures légumières mais uniquement avec une approche par culture. L'enjeu en maraîchage porte sur la combinaison de ces leviers dans une rotation maraîchère diversifiée et intensive.
- Il a été fait le choix de travailler en agriculture conventionnelle et uniquement en plein champ.

L'ambition de Syst'M-OR a donc été d'une part, d'obtenir des références pour cette filière et d'autre part, d'être au plus près des pratiques des maraîchers diversifiés. Ainsi, plus de 12 espèces ont été choisies dont certaines travaillées en multiples séries et pour d'autres sur plusieurs créneaux, ce qui représente au final 24 cultures. L'idée est ainsi de permettre une évaluation plus pertinente et fiable des leviers étudiés, ainsi que leurs combinaisons dans un assolement maraîcher complet de plein champ.

L'objectif de Syst'M-OR est de créer un système de culture qui permette de :

- **ne pas utiliser de produits classés CMR ;**
- **produire des légumes avec « zéro résidu¹ » en produits phytosanitaires ;**
- **réduire l'utilisation de produits phytosanitaires dans un système maraîcher complet de 50 à 100 %** par rapport à un système de référence (lui aussi mis en place) selon les cultures et les années, le but étant leur utilisation en ultime recours.

¹ La terminologie « zéro résidu » de pesticides signifie une absence de résidu de pesticides sur les légumes au stade de la consommation, dans la limite de quantification (plus petite valeur quantifiable par les laboratoires avec une précision "acceptable", soit 0,01 mg/kg).



Pour tenir ces objectifs, une **vingtaine de leviers** sont actionnés et combinés sur la rotation avec des stratégies d'évitement, d'action sur l'inoculum, d'atténuation, de lutte génétique, de lutte physique et avec utilisation de produits de biocontrôle. L'objectif final est de proposer aux maraîchers une rotation sur 5 ans, intégrant 12 des principaux légumes, qui puisse constituer un exemple de système de culture maraîcher utilisant un minimum de produits phytosanitaires. Ce modèle décrit un nouveau système de culture ainsi que les règles de décision permettant la gestion des principaux bioagresseurs des cultures maraîchères de la moitié Nord et Ouest de la France.

2. Matériels et méthodes

2.1. Les partenaires

Le projet Syst'M-OR est porté par la Chambre d'agriculture de région Bretagne (CAB) sur sa **station expérimentale en maraîchage d'Auray**. La CAB a rassemblé au sein de ce projet **les conseillers spécialisés en maraîchage des Chambres d'agriculture** de Bretagne, Normandie, Hauts-de-France, Ile-de-France, Pays de la Loire, Loir-et-Cher et Indre-et-Loire. Deux des conseillers sont par ailleurs ingénieurs territoriaux du réseau DEPHY et ont assuré le lien avec les groupes DEPHY FERME en maraîchage de leur zone respective. De plus, un expert en approche système de la CAB, par ailleurs membre du groupe « système » du GIS-PiClég, a participé au projet, en particulier en tant qu'animateur des ateliers de travail en début et fin de projet. Enfin, l'**INRAe** s'est également engagé dans le projet via l'unité expérimentale en Maraîchage (Alenya, 66) en tant que partenaire scientifique.

2.2. Les ateliers de co-conception

Au démarrage du projet, les partenaires se sont réunis afin de concevoir les deux systèmes étudiés (système de référence - SDR et système bas intrants - SBI). Ainsi, ont été précisés pour chacun d'eux, l'assolement, les rotations, la fertilisation et les Règles de Décision (RdD) qui ont permis de piloter ce projet sur 5 campagnes. Lors de ces ateliers plus de 250 RdD ont été rédigées. Elles ont été partiellement révisées en comité de pilotage à l'issue de la première année et actualisées chaque année suivante au regard des changements de réglementation sur les homologations de produits phytosanitaires, notamment.

2.3. Dispositif expérimental

L'essai système a été installé sur une surface de 2 500 m² sur les parcelles de la station expérimentale en maraîchage d'Auray (Morbihan, figure 1). Le choix est fait dès le début du projet de ne pas avoir de répétitions spatiales, mais des répétitions temporelles pour valider les RdD et réaliser les évaluations les plus fiables possibles (temps de travaux, coût de production, respect des attentes du pilote...). Ainsi, l'essai est mis en œuvre sur 5 saisons (2018-2023) afin d'évaluer la robustesse du système bas intrants aux aléas climatiques des différentes années. Tous les termes de la rotation sont vus chaque année.



Figure 1 : Vue aérienne de la station d'Auray. La parcelle « Syst'M-OR » est encadrée en jaune (crédit photo Lemonprod).

2.4. Le choix de l'assolement et des rotations

Les systèmes de culture de Syst'M-OR intègrent 12 des principaux légumes maraîchers de plein champ en rotation sur 5 ans. Le choix des cultures, des séries et de l'assolement a été validé en ateliers de co-conception. Les cultures irriguées sont regroupées sur une même parcelle. Les cultures cultivées sous voiles sont également regroupées sur une même parcelle. Les couverts végétaux et engrais verts sont implantés lorsque le planning le permet. La rotation ainsi que les surfaces par culture sont illustrées sur la figure 2.



2.6. Evaluation des performances des systèmes de cultures

Toutes les données du projet sont saisies dans SYSTERRE®, un outil d'évaluation des performances techniques, économiques et environnementales de productions végétales, développé par l'institut technique Arvalis. Un travail conséquent a été engagé dès le début du projet par Marie Coquet, alors animatrice du Réseau DEPHY Expé - Ecophyto, pour adapter l'outil à Syst'M-OR. Aujourd'hui elle est chef de projet SYSTERRE® et continue de faire évoluer l'outil afin de l'adapter à notre filière.

2.6.1. Performances environnementales

- Objectif 1 : Réduction de l'Indice de Fréquence de Traitement

Les IFT sont calculés par le logiciel Systerre® à partir des doses de traitement entrées dans l'outil lors de la saisie. La dose de référence utilisée dans le calcul est issue de la base de données gouvernementale, accessible sur le site de l'Atelier de calcul de l'IFT à l'adresse suivante : <https://alim.agriculture.gouv.fr/ift/>.

- Objectif 2 : Production de légumes sans résidus

L'objectif 0 résidu est défini comme « 0 résidu détectable », soit inférieur à la limite de quantification de 0,01 mg/kg. La recherche de résidus s'est faite en priorité sur les cultures d'automne, généralement plus consommatrices de produits phytosanitaires. Les analyses multirésidus ont été réalisées par le laboratoire GIRPA (Beaucouzé) sur les campagnes 2019, 2020, 2021 et 2022.

- Objectif 3 : Pas d'utilisation de produits CMR

L'objectif étant de ne pas utiliser de produit classé Cancérigène – Mutagène – Reprotoxique (CMR), aucun n'est prescrit dans les RdD du SBI. Il reste tout de même nécessaire de vérifier à la fin du projet si l'objectif a été respecté sur les 5 campagnes culturales.

2.6.2. Performances économique

- Les rendements et les chiffres d'affaires

Le rendement ne pouvant être exprimé qu'à l'échelle de la culture, c'est l'évaluation de la performance économique des deux systèmes qui rend compte de la performance agronomique, notamment via leur chiffre d'affaires. Les deux systèmes de cultures sont simulés pour un même bassin de production. Des prix de vente identiques ont donc été appliqués dans les deux systèmes de culture à partir des prix de vente de l'année définis sur le site Réseau des Nouvelles des Marchés (RNM). Seul le marché « France : Fruits et légumes bio – grossistes » présentait une base de données complète pour l'étude. Pour simplifier la méthode de calcul, nous avons également posé l'hypothèse suivante : tous les légumes commercialisables sont récoltés et tout ce qui est récolté est vendu.

2.6.3. Performances sociales

Temps de travail

Tous les temps d'intervention hors récolte ont été enregistrés sur la station au cours du projet. Pour la récolte, les temps mesurés sur la station sont incomplets et biaisés par les comptages et mesures associées. Les débits de récolte ont donc été déterminés à dire d'experts et sont issus de recherches bibliographiques (Le Lan et al., 2023). Ces temps de travaux pour les opérations de récolte ont été validés par les partenaires en comité de pilotage en janvier 2023. La charge totale de travail, exprimée en h/ha, est calculée comme la somme des temps pour chaque intervention, rapportés à la surface du système. La charge de travail peut également être répartie en fonction des mois.

- Approche de la pénibilité



La Station d'Auray mène des travaux sur l'amélioration des conditions de travail en maraîchage depuis 2015. Ainsi, une évaluation de la pénibilité a été possible grâce à la création d'une grille de caractérisation des postures établie en partenariat avec un conseiller en prévention des risques et une ergonome de la MSA des Portes de Bretagne (**tableau 2**). Pour établir cette grille, les troubles musculo-squelettiques (TMS) associés à l'activité maraîchère ont été répertoriés. Les données utilisées pour établir les seuils de pénibilité sont issues lorsqu'elles existent et sont pertinentes, du Code du Travail (Décret n° 2014-1159 du 9 octobre 2014 relatif à l'exposition des travailleurs à certains facteurs de risque professionnel) et des travaux de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

Tableau 2 : Grille d'observation mise en place pour analyser les vidéos des opérations et caractériser la pénibilité, (Le Lan, Cordonnier et Robic, 2016).

		Acceptable	Non recommandé	A éviter
Gestes et postures de travail	Dos	Inclinaison de 0 à 20°	Inclinaison de 20 à 45°	Inclinaison supérieure à 45° Ou torsion du dos Ou extension vers l'arrière
	Épaules	Élévation inférieure à 20° dans le plan sagittal ou frontal	Élévation entre 20° et 60° dans le plan sagittal ou frontal	Élévation supérieure à 60° dans le plan sagittal ou frontal Ou extension
	Poignets	Extension ou flexion entre -10° et 30° dans le plan sagittal	Extension ou flexion entre -10° et -70° et entre 30° et 80° dans le plan sagittal	Extension supérieure à 80° ou flexion inférieure à -70° dans le plan sagittal
	Genoux	Position debout ou genoux pliés à - de 90°	Position accroupie ou genoux pliés à 90° ou plus	Position à genoux
	Répétitivité des gestes	Temps de cycle > 1min et moins de 30 actions techniques réalisées/min	Temps de cycle ≤ 1min ou si temps de cycle > 1min, 30 actions techniques ou plus réalisées/min	Temps de cycle ≤ 1min ou si temps de cycle > 1min, 30 actions techniques ou plus/min et action répétée plus de 900h/an
Charges portées et effort de traction	Charge portée (poids)	Inférieure à 500g	Entre 500g et 15 kg portés	Plus de 15 kg portés ou 10 tonnes cumulées portées sur 8h
	Traction	Force initiale inférieure à 10 daN ou force de maintien inférieure à 6 daN	Force initiale comprise entre 10 et 19 daN ou force de maintien entre 6 et 9 daN	Force initiale supérieure à 19 daN ou force de maintien supérieure à 9 daN
Chocs et Vibrations	Nombre d'â-coups	Exposition quotidienne inférieure à 2,5 m.s-2	Exposition quotidienne entre 2,5 et 5 m.s-2	Exposition quotidienne supérieure à 5 m.s-2
Environnement de travail	Température	Entre 19 et 27°C	Entre 5° et 19°C et entre 27° et 30°C	Inférieure à 5°C ou supérieure à 30°
	Hygrométrie	Entre 35 et 60% d'humidité relative	Entre 0 et 35% ou entre 60 et 80% d'humidité relative	Plus de 80% d'humidité relative
	Luminosité / Luminance	Niveaux d'éclairage et de luminosité adaptés	Intensité lumineuse forte	Éblouissement et luminosité faible ?
	Poussière	Faible	Moyenne	Plus de 10 mg.m-3 de poussières inhalables Ou plus de 5mg.m-3 de poussières alvéolaires
	Bruit	Entre 0 et 80 décibels sur 8h	Entre 80 et 85 décibels sur 8h	Plus de 85 décibels sur 8h
Aspect cognitif / Charge mentale	Charge mentale ressentie	Faible / acceptable	Élevée	Exagérée
	Stress / Enjeux ou coût associé	Faible / acceptable	Élevé	Exagéré



Dans le cadre de Syst'M-0R, les facteurs de risques suivants ont été notés : gestes et postures de travail, charges portées et efforts de traction, chocs et vibrations, environnement de travail, charge mentale et enfin nous avons ajouté le facteur exposition à des substances nocives. Pour chaque opération culturale, nous avons identifié si l'opérateur était exposé ou non à ces facteurs de risques (tableau 3) et noté le temps de travail associé. Pour les traitements phytosanitaires, dans l'environnement de travail nous avons intégré le port d'équipements de protection individuels (EPI) pour lesquels l'opérateur se plaint d'un inconfort lié aux températures élevées ressenties.

Tableau 3 : Exposition aux facteurs de pénibilité par intervention

Intervention	Exposition a des substances nocives	Gestes et postures de travail	Charges portées et efforts de traction	Chocs et vibrations	Charge mentale	Environnement de travail	
						Port d'EPI	Conditions climatiques
Outils de travail du sol (canadien, cultirateur, gyrobroyeur...)							Soumis aux conditions climatiques lors de l'opération culturale (températures et hygrométrie)
Roto bêche				Oui			
Plantation		Oui	Oui				
Semis manuel		Oui					
Semis manuel avec semoir					Oui		
Pose et dépose microclimat/filet/bâche			Oui		Oui		
Pose microclimat/filet/bâche			Oui		Oui		
Binage classique 2 ou 4 rangs, kress					Oui		
Brulage thermique			Oui		Oui		
Désherbage manuel		Oui					
Fertilisation minérale	Oui	Oui	Oui				
Fertilisation organique		Oui	Oui				
Traitement phytosanitaire	Oui		Oui		Oui	Oui	
Arrachage culture		Oui					
Evacuation déchets		Oui	Oui				
Récolte		Oui	Oui				
Suivi de culture		Oui			Oui		

3. Résultats / performances

3.1. Un système bas intrants stable économiquement

3.1.1. Des objectifs atteints chaque année

Aucun CMR utilisé : Sur les 21 produits phytosanitaires utilisés, l'objectif de non-utilisation de produits classés CMR dans le SBI a été respecté sur les cinq campagnes culturales. Quant au SDR, 15 produits classés CMR ont été fléchés dans les RdD et un tiers d'entre eux ont été utilisés.

Des légumes 0 résidu : Sur la campagne 2019-2020, des résidus de *fosétyl-aluminium* sont détectés dans la laitue d'automne du SBI à hauteur de 0,73 mg/kg (limite de quantification à 0,05 mg/kg). Cette molécule présente dans le fongicide ETONAN a confirmé les suspicions de traçage de ce produit. En accord avec la RdD initiale, le traitement a été réalisé 8 jours après plantation en raison des conditions humides et pour prévenir le développement de *Bremia*. Par conséquent, le fongicide a été retiré des RdD. Sur la campagne 2022-2023, des résidus de *lambda-cyhalothrine* sont détectés sur poireaux d'automne suite à un traitement au KARATE ZEON contre chenilles phytophages. Le traitement a été effectué 21 jours avant la récolte soit exactement le DAR préconisé pour cet usage. Toutes les autres analyses montrent que le SBI atteint l'objectif du 0 résidu de pesticides. L'objectif est donc partiellement atteint avec 2 cultures présentant des résidus (même si inférieur à la



LMR) sur 20 légumes analysés. Pour ce qui est du SDR, 8 matières actives sont détectées au-delà du seuil de 0,01 mg/kg.

Réduction de l'IFT de -87 % hors biocontrôle : L'objectif (-50 à -100 %) est atteint, avec une réduction moyenne au cours des 5 campagnes de 87 % passant d'un IFT de 4,6 dans le SDR à 0,6 dans le SBI. Cet objectif est atteint chaque année, fluctuant de -84 % à -89 %. A l'échelle des cultures, 2 posent plus de difficultés : la pomme de terre primeur ainsi que les poireaux. Ainsi, l'IFT de la pomme de terre primeur est réduit de 56 % par rapport à la conduite de référence. Ce sont principalement des problématiques doryphores et mildiou qui ont induit la nécessité des traitements. Seules les cultures de poireaux d'automne et d'hiver n'atteignent pas l'objectif de Syst'M-0R, puisqu'elles enregistrent des baisses d'IFT en moyenne de 43 % et 46 % respectivement. Cette baisse insuffisante de l'IFT trouve une explication dans les traitements insecticides contre les problématiques récurrentes de la mouche mineuse et de thrips.

3.1.2. Rendements et chiffres d'affaires stables

Concernant le rendement, notre objectif était d'être proche de celui de notre système de référence (de -10 % à +10 %) ; avec un rendement moyen supérieur de 8 %, l'objectif est atteint. Le chiffre d'affaires suit la même logique.

Le système bas intrants n'a pas d'incidence sur le chiffre d'affaires. En moyenne sur les 5 campagnes, les résultats supposés de la vente de légumes passent de 40 500 €/ha à plus de 43 000 €/ha, sans que cette augmentation soit significative (figure 4).

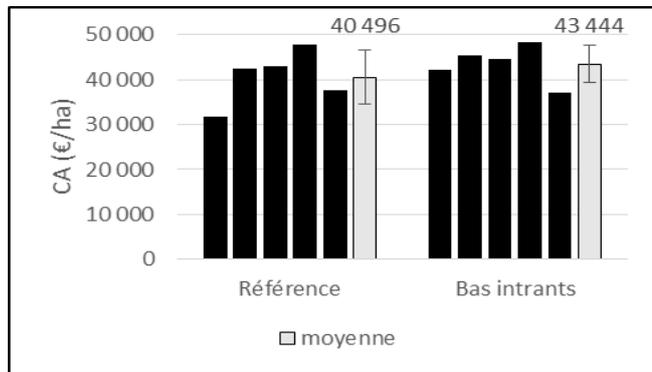


Figure 4 : Résultats du chiffre d'affaires dans les deux systèmes sur les 5 saisons et en moyenne

3.2. Une augmentation de la charge de travail totale

3.2.1. Charge de travail totale

Le temps total à consacrer au système bas intrants est augmenté par rapport au système de référence (significatif au seuil de 5 %). Cette surcharge est de 58 h/ha/an et représente l'équivalent de 8 jours de travail supplémentaires pour 1 ha sur l'année (figure 5).

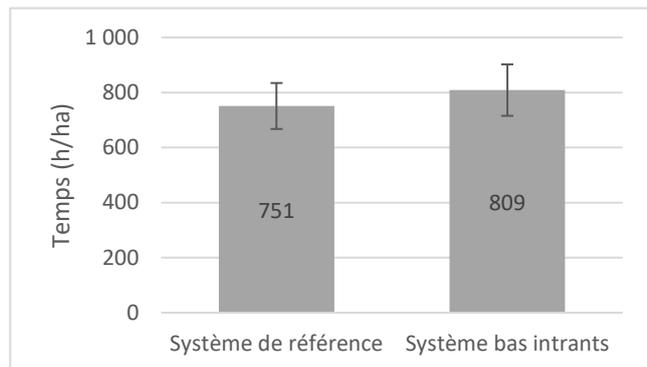


Figure 5 : Augmentation de la charge de travail annuelle dans le système bas intrants

La figure 6 illustre le temps de travail par catégorie d'intervention pour chaque système.

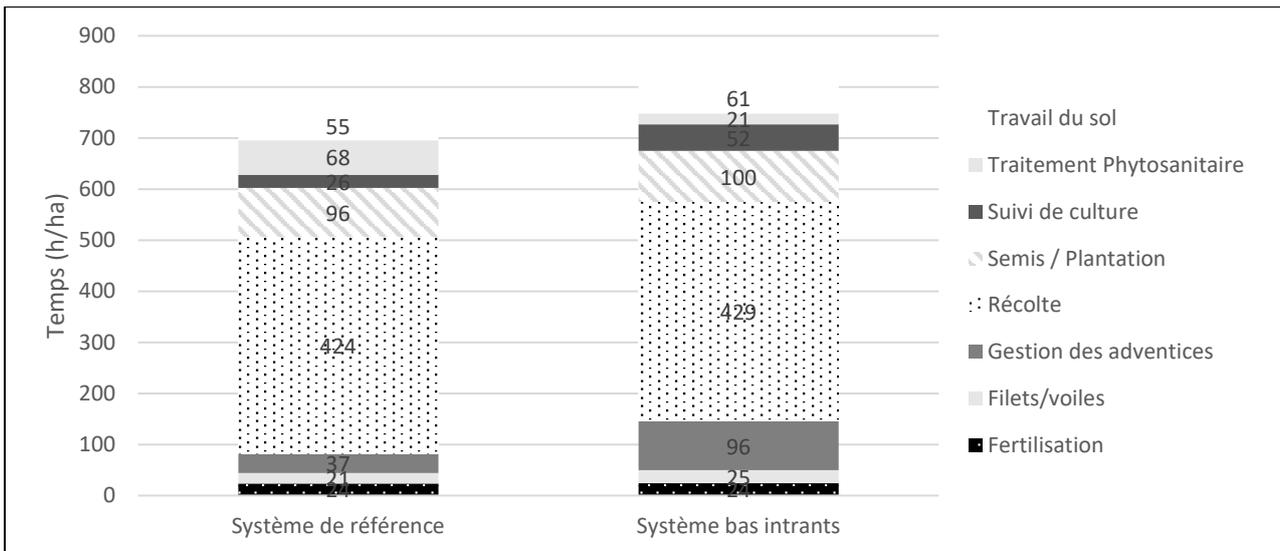


Figure 6 : Temps de travail en h/ha par catégorie d'intervention et par système

Deux principales opérations culturales participent à cette augmentation globale de la charge de travail. Tout d'abord, le temps consacré à la gestion des adventices dans le SBI a presque triplé passant de 37 h/ha dans le SDR à 96 h/ha dans le SBI. Cette augmentation représente plus de 8 jours de travail en plus à l'hectare sur une année et est le plus souvent liée à des opérations de désherbage manuel. Par ailleurs, le temps du suivi de culture est doublé dans le SBI avec environ 52 h/ha contre 26 dans le SDR. Pour rappel, ce suivi de culture est un levier actionné dans le SBI afin d'anticiper les problèmes sanitaires et de piloter le système. Ce suivi de culture est un prérequis à la mise en œuvre sur le terrain des leviers actionnés dans le SBI. A l'inverse, le temps passé à traiter est diminué de 70 % dans le SBI.

3.2.2. Une répartition mensuelle plus contraignante

L'augmentation de la charge annuelle de travail diffère selon les mois de l'année (figure 7) avec une surcharge significative (au seuil de 5 % - cf astérisque) pour les mois de février, mars, juillet et décembre. Toutefois, on enregistre une tendance à l'augmentation de la quantité de travail pour 10 mois de l'année, principalement de mars à août qui représente une période clé déjà chargée pour la plupart des cultures (mise en place, protection, désherbage, récolte, gestion des cultures sous abris, commercialisation).

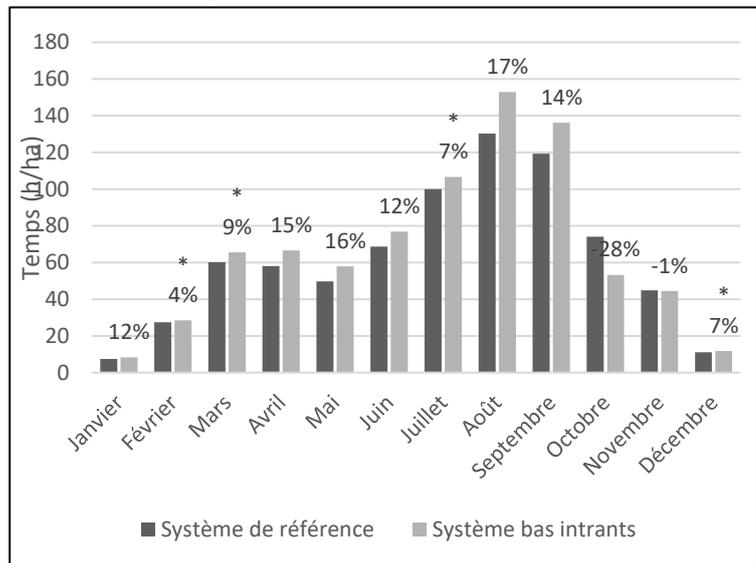


Figure 7 : Modification de la charge de travail mensuelle



3.3. Une pénibilité dégradée

La figure 8 illustre le temps de travail total à l'hectare exposé à au moins un facteur de pénibilité.

Le premier résultat est que, quel que soit le système, plus de 90 % du temps de travail est du temps exposé à au moins un facteur de risque. S'il l'on compare les 2 systèmes, il faudra compter 45 h/ha de plus en conditions pénibles dans le SBI soit l'équivalent d'une semaine supplémentaire de travail. Ne sont pas considérées comme pénibles, les opérations de semis à la volée ou encore toutes les opérations de travail du sol lorsque les conditions climatiques sont-elles mêmes non pénibles.

La figure 9 précise le temps d'exposition aux différents facteurs de pénibilité en fonction des opérations culturales et pour chacun des systèmes.

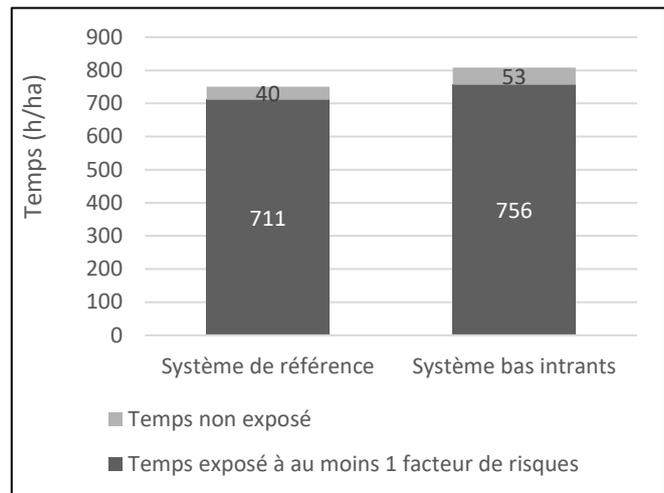


Figure 8 : Temps exposé aux facteurs de risques par système

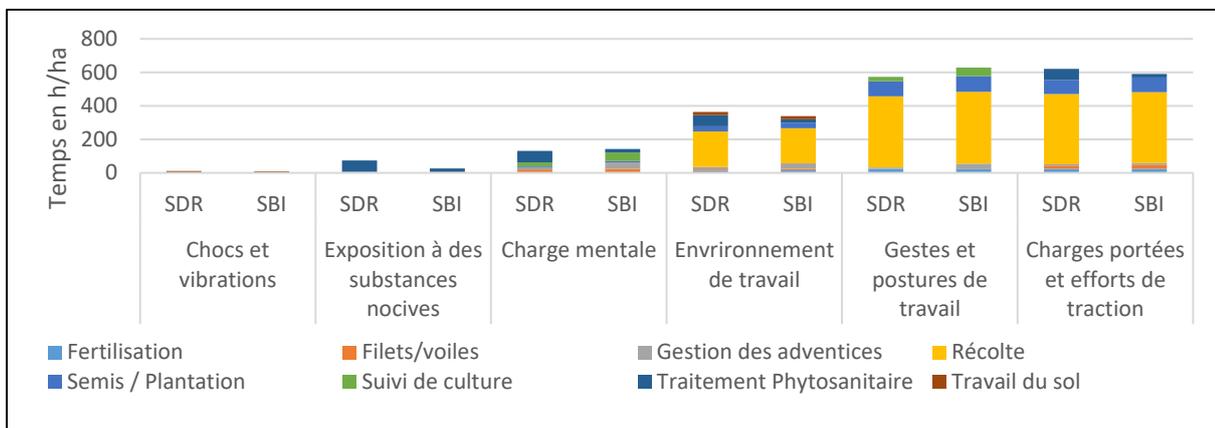


Figure 9 : Temps d'exposition aux facteurs de pénibilité par système et fonction des opérations culturales

En majorité les 2 systèmes sont concernés par 3 facteurs de pénibilité : environnement de travail, gestes et postures de travail et enfin charges portées et efforts de traction. Ce sont les opérations de récolte qui participent en grande partie à ces résultats sans grande différence entre les 2 systèmes. Ainsi, pour les gestes et postures, les opérations de récolte représentent plus de 74 % du temps passé pour le SDR et 68 % pour le SBI.

Par contre, d'autres opérations culturales diffèrent entre les 2 systèmes et pèsent différemment sur les facteurs de pénibilité, il s'agit :

- D'une part, des traitements phytosanitaires : logiquement plus représentés dans le SDR, ils impactent directement 4 facteurs de pénibilité : l'exposition aux substances nocives évidemment, la charge mentale liée à la mise en œuvre des traitements et ses risques associés, l'environnement de travail avec le port d'EPI inconfortables et la température ressentie, et enfin les charges portées et efforts de traction avec la gestion du pulvérisateur et des contenants.
- D'autre part, et dans une moindre mesure, les opérations de désherbage dans le SBI, qui impactent différemment 3 facteurs de pénibilité : la charge mentale, l'environnement de travail et enfin les gestes et postures. Pour ce dernier facteur, il s'agit précisément du temps passé au désherbage manuel.



Quatre facteurs sont significatifs d'un point de vue statistique (au seuil de 5 %) :

- L'exposition aux substances nocives et les charges portées et charges tractées sont significativement moins importantes dans le SBI.
- Par contre, les gestes et postures de travail ainsi que la charge mentale sont significativement plus importantes dans le SBI.

La figure 10 illustre le temps passé pour chaque système en fonction du nombre de facteurs de pénibilité.

Les opérations culturales oscillent entre 0 facteur de pénibilité (opérations non pénibles) et au maximum peuvent en cumuler 4. Près de la moitié du temps passé dans nos systèmes concernent des opérations cumulant 2 facteurs avec une différence significative de 61 h/ha au détriment du SBI. Les différences de temps de travail à 0, 1 ou 4 facteurs de pénibilité sont également significatives. Ainsi, il y a 32 heures de plus à l'hectare à prévoir en SBI pour des opérations avec un facteur de pénibilité mais 46 heures de moins pour des opérations cumulant 4 facteurs de pénibilité. Comme vu précédemment, la seule opération culturale cumulant 4 facteurs est le traitement phytosanitaire.

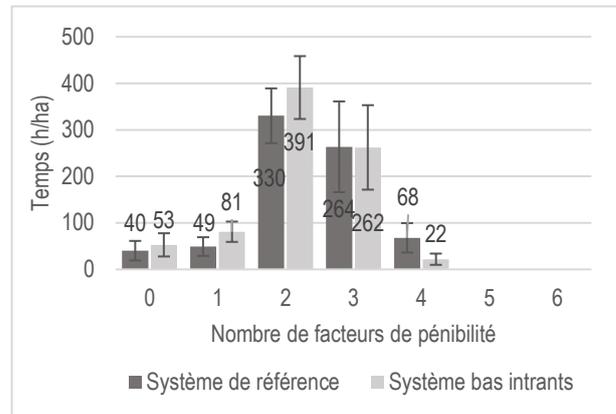


Figure 10 : Temps d'exposition en fonction du nombre de facteurs de pénibilité par système

4. Discussion des résultats

4.1. L'urgence de consolider nos références technico-économiques en maraîchage

Avant même le démarrage sur le terrain du projet Syst'M-OR, nous avons déjà capitalisé sur un certain nombre de références technico-économiques pour notre filière en écrivant pour le SDR l'intégralité des pratiques les plus répandues chez nos maraîchers. Ces références n'existaient pas précédemment. Ainsi, au démarrage du projet, nous avons déjà édité un premier livrable : le livret de RdD, traçant par système et par culture les choix variétaux pertinents et la gestion globale des bioagresseurs prévue. Six ans après, nous avons pu consolider certaines références (IFT, résidus, temps de travaux, rendements moyens) mais nous constatons encore le manque de certaines références pour évaluer au mieux nos résultats.

Pour commencer, l'analyse des rendements moyens des cultures des 2 systèmes du projet sur les 5 campagnes montrent pour un certain nombre de cultures des résultats en dessous des attentes prévisionnelles. L'occasion de réaliser que bien souvent les rendements renseignés dans les fiches techniques doivent être appréhendés comme des objectifs à atteindre « quand tout va bien » plutôt que comme des rendements moyens attendus. Ainsi, afin d'évaluer la performance technique de notre système ou encore sa résilience face aux 5 campagnes, il aurait été intéressant de le comparer à des rendements types attendus dans notre filière. Cela étant dit, les rendements de ce projet sur plus de 24 cultures sur 5 campagnes pourront servir de base réaliste comme prévisionnel pour des candidats à l'installation.

Par ailleurs, les temps de travaux liés aux récoltes qui représentent les $\frac{3}{4}$ de la charge de travail ne sont pas issus de notre projet et ont été estimés par ailleurs (à dire d'experts principalement). En raison des contraintes d'expérimentation, nous n'avons pas pu les comptabiliser au risque de les surestimer. Etant donné leurs importances dans les temps de travaux totaux, ces temps de récolte devraient faire l'objet d'une étude complémentaire en maraîchage diversifié afin de les évaluer plus précisément.

4.2. Comment passer du système de culture à l'échelle du système d'exploitation ?

Le temps de travail évalué dans cette étude ne tient pas compte du temps consacré aux cultures sous abris, au lavage des légumes, au conditionnement, à la commercialisation et aux tâches administratives, pourtant



essentielles au fonctionnement de l'exploitation. Cela sous-estime la charge de travail totale d'un système d'exploitation en maraîchage diversifié. Plus gênant, cela pourrait changer les résultats de nos systèmes. En effet, se pose la question de la priorité donnée par le producteur aux leviers à actionner en plein champ si ces derniers entraînent en concurrence avec des opérations culturales sous abri, dont le chiffre d'affaires est sans commune mesure avec celui des cultures de plein champ. Pour une vue plus complète, plus honnête, il serait utile d'inclure ces aspects dans les futures analyses.

Enfin, les chiffres d'affaires sont calculés avec des hypothèses qui surestiment les ventes (100 % de ce qui est récoltable est vendu). Dans la réalité, les systèmes maraîchers génèrent toujours des pertes en raison de l'inadéquation de l'offre et de la demande : légumes non ramassés faute de main d'œuvre ou de débouchés, invendus du marché, perte en conservation, etc. Malgré ce biais, les chiffres d'affaires des 2 systèmes sont plutôt stables sur les 5 campagnes. S'il l'on regarde les résultats à la culture, les saisons se suivent mais ne se ressemblent pas. Suivant les années et les systèmes, ce ne sont jamais les mêmes cultures qui sont ratées ou réussies. Mais chaque année, et quel que soit l'année climatique, le chiffre d'affaires est assuré. Ce résultat illustre un des avantages du jeu de la diversification et est rassurant.

4.3. Une approche de la pénibilité à finaliser

Les temps de travaux liés aux récoltes sont considérés comme des temps très exposés aux facteurs de pénibilité (charges portées et/ou tractées et postures de travail pénibles) et participent aux $\frac{3}{4}$ du temps passé en conditions pénibles. Or, pour ces opérations de récolte nous n'avons pas différencié la pénibilité en fonction des cultures. Dans notre approche, la posture de travail ou la charge portée d'une récolte de courgettes est aussi pénible qu'une récolte de haricots ou de laitue.

L'augmentation de la charge de travail totale est due en grande partie à la gestion des adventices, des opérations culturales qui exposent régulièrement l'opérateur à des facteurs de risque. Bien que masquée par le temps de récolte, cette augmentation causée par le désherbage physique ne peut être négligée, étant trois fois plus importante dans le SBI. La gestion du salissement est donc une problématique qui reste encore à travailler dans la rotation.

Par ailleurs, en cherchant à objectiver la pénibilité, les facteurs de risque n'ont pas été hiérarchisés entre eux. Autrement dit, aucun facteur n'est considéré comme plus à risque qu'un autre. Mais est-il possible de hiérarchiser ces facteurs de pénibilité entre eux ? Est-ce qu'une mauvaise posture de travail est plus pénible qu'un environnement de travail très humide ? Les conséquences sur la santé dépendent alors à la fois du temps d'exposition mais aussi de chaque opérateur (perception, antécédent, santé, etc.) et ne sont pas abordées dans ce projet.

Cela étant dit, l'approche de la pénibilité en fonction des facteurs de risque prédéfinis est intéressante. A chiffre d'affaires équivalent, les 2 systèmes montrent des expositions plus importantes à plusieurs facteurs de risques. Mais quel est l'impact sur l'Homme au travail ?

Les conséquences sur la santé sont reconnues par le régime de protection sociale agricole : ces facteurs de risques font partis des éléments pris en compte dans la reconnaissance des maladies professionnelles (tableau du régime agricole) et sont souvent sous-déclarées par les victimes elles-mêmes. Mais l'usure prématurée des opérateurs due à ces conditions de travail difficiles dans la filière du maraîchage occasionnent des réorientations, des inaptitudes, des incapacités partielles ou permanentes (CCMSA, 2022). Ces expositions répétées provoquent également de la fatigue physique et mentale, des difficultés de recrutement, du *turn over* chez les saisonniers, salariés permanents et chefs d'entreprise. Il sera essentiel à l'avenir de parvenir à prendre en compte l'intensité et la fréquence de ces expositions aux facteurs de risques.

4.4. Transférabilité des RdD

La partie charge mentale n'est qu'une ébauche et n'est pas exhaustive. Nous parlons de complexité de système avec 30 techniques à maîtriser en SBI contre 20 en SDR. Une autre façon d'aborder cette complexité serait une approche par nombre d'interventions par système. Cette variable pourrait être déclinée à l'année, au mois ou à

la semaine et nous permettrait d'appréhender une éventuelle lourdeur de gestion de système. Systerre® ne nous permet pas cette approche, et au contraire surestime les nombres d'interventions. En effet pour de nombreuses opérations, comme le binage d'allées par exemple, elles sont effectuées à l'échelle du système mais sont saisies dans Systerre® à l'échelle de la culture.

Au-delà des résultats qu'il apporte, Syst'M-OR c'est aussi un ensemble de RdD standardisées spécifiques des cultures et des bioagresseurs. Ces RdD rédigées en début de projet peuvent constituer un outil permettant de réduire drastiquement l'utilisation de produits phytosanitaires. Par contre, la gestion actuelle des RdD est complexe tant sur le fond et que sur la forme. La transférabilité en l'état d'un tel système chez un maraîcher est donc difficile à imaginer. Ce pilotage par RdD serait du rôle d'un chef de culture, poste qui n'existe pas toujours et qui demanderait tout de même du temps supplémentaire à prévoir. La transformation de ce recueil de RdD en un format plus accessible et plus pratique (sous forme d'application numérique) pour une prise en main optimale de l'outil est d'ailleurs travaillée dans le cadre du **projet MEMENTO** (AAP Reflex, 2024-2025). Il vise à faciliter l'appropriation des différentes méthodes de protection des cultures maraîchères par les conseillers des Chambres d'agriculture afin de proposer un conseil personnalisé à chaque exploitation, culture et situation dans un objectif de gestion intégrée des cultures.

5. Conclusion

Les résultats du système bas intrants sont mitigés. Si l'utilisation des produits phytosanitaires est fortement réduite et la performance économique satisfaisante par rapport à un système représentatif des pratiques maraîchères conventionnelles, la diversification des moyens de gestion des bioagresseurs entraîne une augmentation de la charge de travail associée à plus de temps pénible.

La figure 11 illustre l'approche multicritère du SBI, la description des seuils de satisfaction est détaillée dans le tableau 3. Ainsi avec ce système il faut prévoir un peu plus de temps de travail, mal réparti sur l'année et un peu plus exposé aux principaux facteurs de pénibilité, dans un système déjà très chargé ! Est-ce tenable ? Est-ce transférable ? Une étude récente sur les freins aux changements a été conduite en Bretagne dans des exploitations légumières de plein champ (Boulangier et al., 2023).

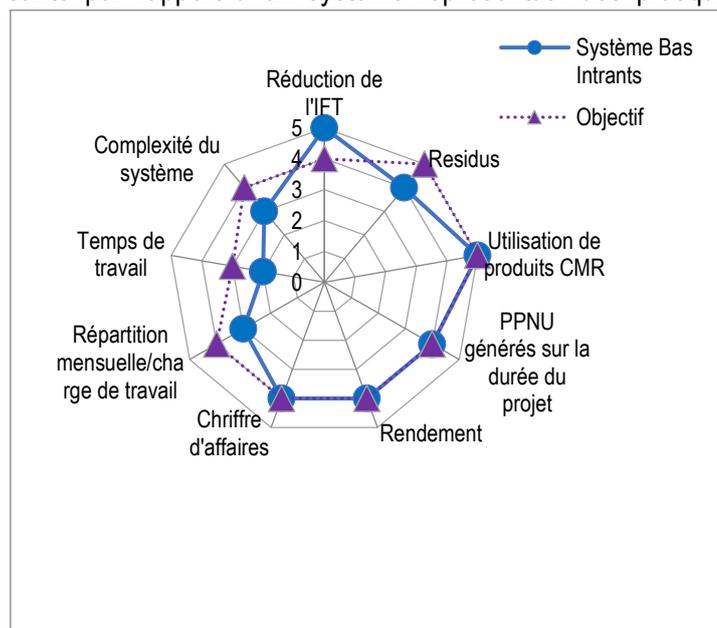


Figure 11 : Evaluation multicritère d'un système de cultures à bas niveau d'intrants phytosanitaires

Parmi ces freins, 3 grandes catégories sont identifiées : les peurs ou craintes, la méconnaissance ou encore la hiérarchisation des priorités. Si l'on s'attarde sur cette dernière catégorie, les résultats de l'enquête montrent, entre autres, que parmi les aspirations des exploitants 1/3 souhaite réduire le temps de travail à un niveau acceptable afin de préserver une vie à côté de son travail, de conserver ses week-ends ou encore de pouvoir partir en vacances. Diminuer la pénibilité est également listé pour 33 % des réponses, enfin pour 25 % d'entre elles, trouver et fidéliser des salariés est essentiel. En effet, une étude récente sur les projets de recrutement dans la filière du maraîchage illustre ce problème d'attractivité de nos métiers (figure 12). Ainsi, les résultats du système bas intrants de Syst'M-OR peuvent légitimement questionner sur la durabilité dans nos exploitations maraîchères d'un tel système.

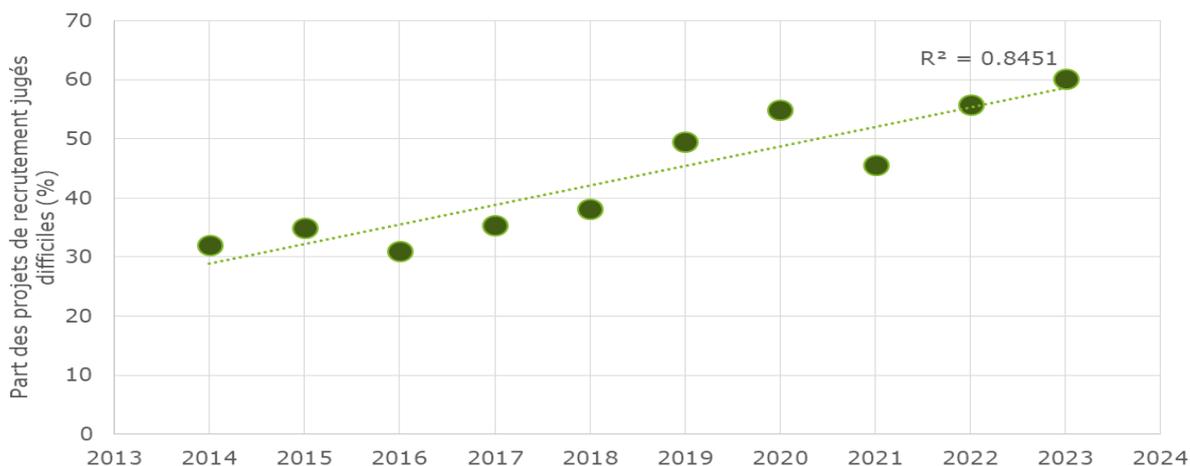


Figure 12 : Difficultés à recruter des salariés pour le secteur du maraîchage et de l'horticulture (2014-2023),
Source : Enquête Besoins en Main-d'Œuvre de Pôle Emploi, 2023

Tableau 3 : Seuils de satisfaction pour l'évaluation du système bas intrants comparé au système de référence

	1 – Très défavorable	2 - Défavorable	3 - Peu favorable	4 - Favorable	5 - Très favorable
Réduction de l'IFT	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
Résidus	> 25 %	20 – 25 %	10 – 20 %	< 10 %	0 résidu
Utilisation de CMR	> 10 %	5 – 10 %	2 – 5 %	0 – 2 %	0 %
PPNU générés	> 15 %	10 – 15 %	5 – 10 %	0 – 5 %	0 %
Rendements	Inférieurs de plus de 25 %	Inférieurs de 10 à 25 %	Inférieurs de 10 %	Equivalents (±10 %)	Supérieurs de 10 % ou plus
Chiffre d'affaires €/ha	< 30 000	30 000 à 35 000	35 000 à 38 000	38 000 à 42 000	> 42 000
Répartition mensuelle du travail	Surcharge plus de 6 mois sur 12	Surcharge sur 3 à 6 mois	Surcharge sur 1 à 2 mois	Aucun mois surchargé	1 ou plusieurs mois moins chargés
Temps de travail h/ha	> 800	750 – 800	700 – 750	500 – 700	< 500
Complexité du système : nombre de techniques à maîtriser	> 40	30 – 40	20 – 30	10 – 20	< 10

Pour en savoir plus sur le projet : <https://ecophytopic.fr/dephy/concevoir-son-systeme/projet-systm-0r>

Ethique

Les auteurs déclarent que les expérimentations ont été réalisées en conformité avec les réglementations nationales applicables.

Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles

Les données qui étayent les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

Les auteurs n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.



Contributions des auteurs

Maët Le Lan a rédigé l'article, Louise Astié a rédigé le résumé, Vianney Estorgues a contribué à la conception des systèmes et à leur analyse.

Déclaration d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas travailler, ne conseiller, ne pas posséder de parts, ne pas recevoir pas de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclarent aucune autre affiliation que celles citées en début d'article.

Remerciements

L'auteur remercie l'ensemble des partenaires du projet ainsi que toute l'équipe de la station d'Auray

Déclaration de soutien financier

Action du plan Ecophyto piloté par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et de la recherche, avec l'appui technique et financier de l'Office français de la Biodiversité »

Références bibliographiques :

Caisse Centrale de la Mutuelle Sociale Agricole. 2022. « Convention nationale d'objectifs de prévention du secteur d'activité maraichage », 14 p

Chambre d'agriculture de Saône et Loire, Observatoire de la santé du dirigeant agricole, 2020.

Enquête « Besoins en Main-d'Œuvre de Pôle Emploi » <https://statistiques.pole-emploi.org/bmo/bmo?fg=AB&la=0&pp=2024&ss=1>

V. Estorgues, E. Boulanger, V. Faloya. 2024. « Etude des freins internes aux exploitations agricoles face aux changements de pratiques imposées par la réglementation. Volets « Azote » et « Phytosanitaires »

INSEE, et Agreste. 2023. « Indices IPAMPA mensuels et annuels base 2005 en 2025, par produits, France y compris DOM et régions (définition 2006) - Disar-Saiku ». https://agreste.agriculture.gouv.fr/agrestesaiku/?plugin=true&query=query/open/D_0049#query/open/D_0049.

M. Le Lan, J.-P. Calmet, M. Salaün. 2023. « Cultures maraîchères en Bretagne : Calendrier culturaux – Données techniques et économiques en Agriculture Biologique ».

M. Le Lan, M. Cordonnier, T. Robic. 2016. « Grille d'observation mise en place pour analyser les vidéos des opérations et caractériser la pénibilité »

MSA, Info Stat, les statistiques de la MSA, 2023.

J.-M. Nossant, D. Eugène. 2016. Observatoire des troubles musculo-squelettiques des actifs agricoles, Mutualité Sociale Agricole, 114 p



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue Innovations Agronomiques et son DOI, la date de publication.