



MARFOREST

RAPPORT D'ESSAI 2023



Thème : Etude de la faisabilité de cultures maraîchères en verger d'abricotier et d'amandier biologique en production.

Lieu : Torreilles

Campagne : 2023

Rédigé le : 19/01/2024

Rédacteurs : **Aude LUSETTI, Emma MAURY, Romane RICCI**

SICA CENTREX - Chemin du Mas Faivre - 66440 TORREILLES

Contact : alusetti.centrex@orange.fr

Tel : +33(0)6752534702

Table des matières

I. Présentation du projet	3
1. Contexte	3
2. Objectif généraux 2023	3
3. Matériel et méthodes	3
4. Observations et mesures	4
5. Traitement statistique des résultats	4
II. Bilan maraichage 2022/2023	5
1. Mise en place	5
a) Cultures et plan de la parcelle	5
b) Calendrier des actions cultures maraichères 2022 - 2023	6
c) Fertilisation de fond	7
d) Suivi sanitaire des cultures	8
2. Résultats généraux	9
a) Suivis nitrates	9
a) Suivis maladies et ravageurs	9
b) Durées de culture :	14
c) Impact de l'association culturale sur la protection phytosanitaire	14
d) Météorologie hiver 2022/2023	15
3. Rendements Maraichage hiver / printemps	16
a) Brocolis et Fenouils	16
b) Fèves	16
c) oignons	17
4. Conclusions saison hiver/printemps 2022/2023	19
III. Synthèse été et conclusions 2023	20
1. Ete 2023	20
a) Récolte abricots	20
b) Résultats Amandes	20
c) Résultats Sainfoin	21
IV. Conclusions cultures hiver + été 2023	22
a) Apports d'eau 2023	22
b) Conclusions technico-économiques	22
V. Mise en place Automne 2023	24
1. Objectif généraux 2024	24
2. protocoles automne 2023	24
a) Matériel et méthode	24
b) Observations et mesures	24
c) Traitement statistique des résultats	25
d) Cultures maraichères et plan de la parcelle	25
3. Mise en place juillet - décembre 2023	27
a) Calendrier des actions période de juillet à décembre 2023	27
b) Fertilisation	28
c) Suivi sanitaire des cultures	29
4. Premiers RESULTATS Automne 2023	30
a) Suivis nitrates	30
b) Doses de cuivre appliquées	31
Table des illustrations	32

I. PRESENTATION DU PROJET

1. CONTEXTE

Dans un contexte foncier tendu, notamment dans les Pyrénées Orientales (PO), la relocalisation d'une partie de la production agricole suscite une forte demande pour des systèmes qui associent cultures arboricoles, légumières et céréalières, dans le but d'obtenir un système écologiquement intensif.

La mise au point d'un système de production innovant répond à une demande professionnelle. Que ce soit en circuit long ou en circuit court, ce système permet une diversification des produits offrant un atout commercial, mais aussi une garantie de sécurisation du revenu. Par ailleurs, la diversité d'un tel système de production amorti les risques sanitaires et climatiques tout en favorisant la biodiversité.

L'introduction de cultures maraichères dans l'inter-rang du verger est une solution qui permettrait des apports de revenus complémentaires à minima avant l'entrée en production des vergers. L'agroforesterie est un levier essentiel qui permettrait de répondre à la transition agroécologique pour mettre en place des systèmes de production résilients.

Dans le cadre de ce projet, nous avons fait le choix de 2 espèces fruitières conduites en bio : l'abricotier dont la culture en bio représente déjà 30% du verger départemental et l'amandier qui est une culture en développement grâce à sa rusticité et sa faible exigence en traitements phytosanitaires.

2. OBJECTIF GÉNÉRAUX 2023

Les objectifs 2023 sont de :

- Poursuivre les plantations de cultures maraichères entre les arbres fruitiers (abricot et amande) et de les comparer à des cultures maraichères cultivées dans les mêmes conditions en plein champs pour évaluer l'impact des arbres en hiver et en été
- D'observer les rendements des arbres fruitiers afin de pouvoir évaluer les résultats économiques du système en comparaison d'un verger seul.
- D'acquérir des références sur le potentiel de production de plusieurs espèces maraichères intercalées sur le rang ou entre rang de verger d'abricotiers et d'amandiers sur un verger de 5 ans.
- D'approfondir l'étude de l'impact des cultures légumières sur les populations de ravageurs et d'auxiliaires et la maîtrise de l'enherbement

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif : Verger en production d'abricotier (x 5 rangs) et d'amandier (x4 rang) planté en 2018 comparée à une parcelle maraichère de plein champ

Matériel végétal : 60 abricotiers de variété Koolgat, 40 amandiers de variété Lauranne

Taille des parcelles en maraîchage : 283 m²

Nombre de parcelles en maraîchage : 4

Implantation des cultures maraichères : Les cultures maraichères sont plantées entre les lignes d'arbre, écartées de 1,5 m des arbres fruitiers.

Paillage : Selon les cultures, paillage biodégradable ou absence de paillage.

Conduite des cultures : Le verger sera conduit selon les pratiques d'Agriculture Biologique.

Irrigation : goutte à goutte et aspersion.

4. OBSERVATIONS ET MESURES

Fertilité des sols

- Réaliser des nitrates 1 fois par mois sur les arbres fruitiers et les cultures maraichères. Les résultats permettront d'ajuster les fertilisations et de suivre la dynamique de l'azote dans le sol.

Observation de la biodiversité

- Les lombricidés : test bêche entre janvier et avril (période d'activité des lombrics. La température doit être inférieure à 12°C et il doit y avoir plu quelques jours avant. Faire des observations sur une zone homogène (éviter les bordures) ou de manière à être représentatif de l'hétérogénéité du milieu (bande fleurie, culture, bande enherbée). On comparera la richesse spécifique (nombre de taxon / m²) et l'abondance des lombrics
- Maladies : Suivi sanitaire toutes les deux semaines sauf si forte attaque toutes les semaines. Identification et estimation du niveau d'attaque en pourcentage de feuille atteinte ou bien en note sur 5 (5 correspondants à l'attaque maximale).
On comparera / analysera :
 - La différence de sensibilité aux maladies
 - L'évolution de la maladie au cours de temps

Rentabilité économique = land equivalent ratio (LER)

- Coût des fournitures : récupérer toutes les factures des intrants et la quantité utilisée (produits phyto, engrais, fertilisants, plants, eau...)
- Récoltes : évaluer le poids brut et commercialisable pour les différentes cultures. Lorsque c'est possible les comparer à la modalité plein champs.
- Pour les arbres fruitiers, Calculer un poids par hectare et comparer à un rendement théorique habituellement observé sur les cultures bio de même variété, même âge et même climat.
- Récupérer les temps de travaux « agricoles » au sein des parcelles et construire un calendrier montrant la répartition du temps de travail sur l'année.

Enregistrements météorologiques

A chaque observation seront noté la date, la température, la météo et l'heure. Les données météorologiques (pluviométrie, température, hygrométrie) seront récupérées à partir de la station météorologique de Torreilles.

5. TRAITEMENT STATISTIQUE DES RÉSULTATS

Le logiciel d'analyses statistiques utilisé est StatBox Agri. Selon les recommandations des méthodes générales OEPP et CEB et de la méthode CEB 111, les variables sont soumises à une analyse de la variance et une comparaison des moyennes (Newmann – Keuls).

II. BILAN MARAICHAGE 2022/2023

1. MISE EN PLACE

a) Cultures et plan de la parcelle

Les cultures plantées à l'automne 2022 sont :

- Fève : variété Aguadulce, semée le 26/10/2022
- Brocoli : variété Tirreno, planté le 14/09/2022 (M) les 7 et 21/09/2022 (PC)
- Fenouil : variété Castore planté le 14/09/2022 (M), le 07/09/2022 (PC)
- Oignon : variété Frieking planté le 09/03/2023 (M), le 10/03/2023 (PC) parcelle IR7 après le Brocoli.

Le tableau 1 récapitule les densités de plantation, la figure 1 le plan du verger et la figure 2 l'implantation des cultures de fèves, brocolis, fenouils et poireaux sur Marforest (M)

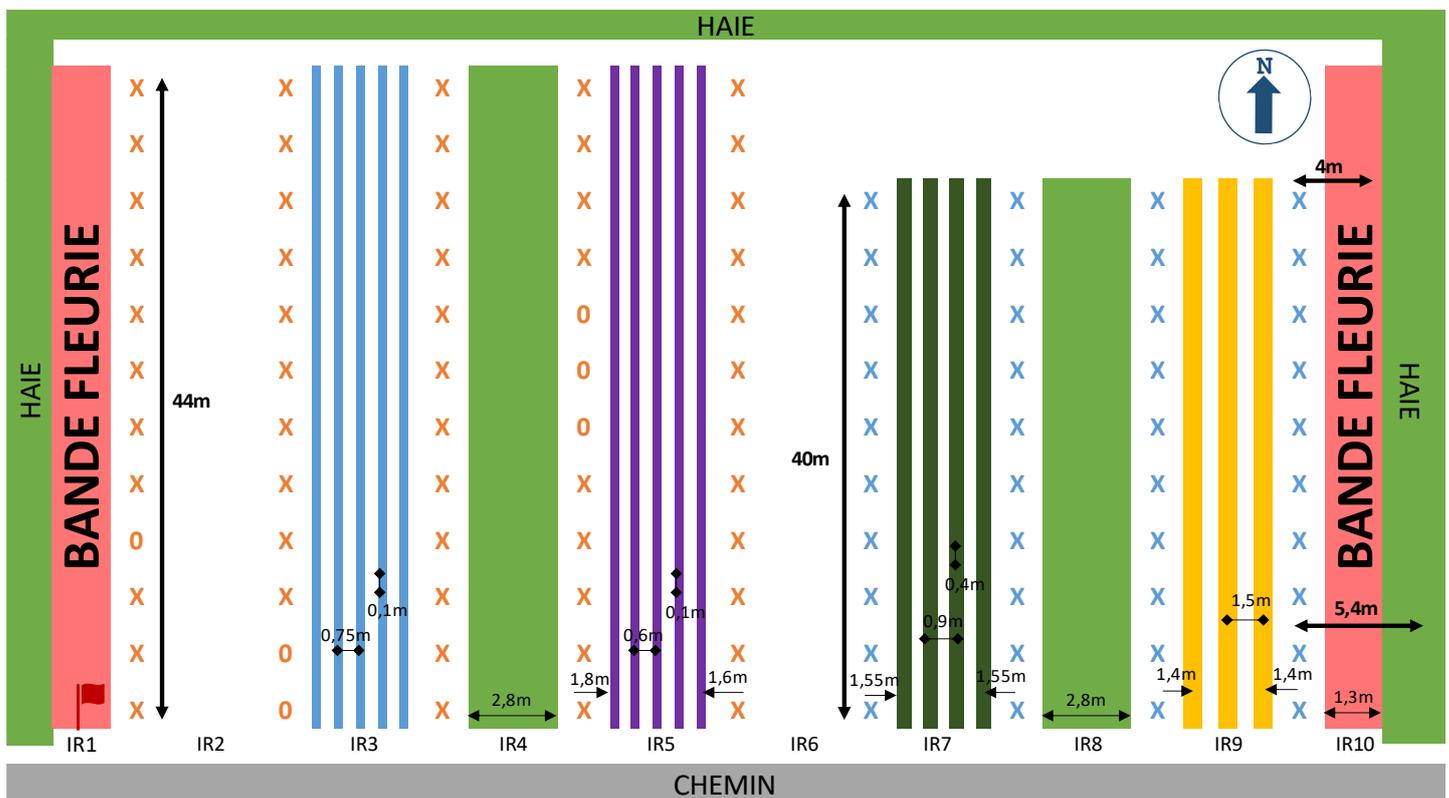
Tableau 1 : Densités de plantation automne 2022/ printemps 2023

	Nb planche	Nb ligne	Inter-planches (m)	Inter-lignes sur planche (m)	Inter plants (m)	Longueur planche (m)	Surface cultivée (m ²)	Densité cultivée (plt/m ²)	Largeur occupée (m)	% occupation verger
Brocoli	4	4	0.9	-	0.4	40	144	2.78	3.6	30.5 %
Fenouil	3	6	1.5	0.25	0.15	40	180	8.89	4.5	38.1%
Fèves	5	5	0.75	-	0.1	44	165	13.3	3.75	31.8%
Oignon	3	6	1.5	0.25	0.15	40	180	26.7	4.5	38.1%

Figure 1 : Plan d'implantation des cultures maraichères automne 2022

Parcelle MARFOREST Hiver 2022-2023

Planté en 2018



Légende X Arbre sain 0 Arbre manquant / Arbre affaibli

X Abricotiers (Koolgat) X Amandiers (Lauranne)

Culture ■ Fèves ■ Sainfoin ■ Poireau ■ Brocolis ■ Fenouil

Variété Aquadulce Lupinella Oslo Tirreno Castore

Inter rangs x 0.75 x 0.1m 107 kg/Ha 0.6 x 0.1m 0.9 x 0.4m 0.25 x 0.15m

GPS : Latitude : 42.754432 Entre rang : 6 m
 Longitude : 2.984340 Sur le rang : 4 m
 Altitude : 5 m Densité : 416 arbres/ha
 Angle par rapport Nord : 355 °

Figure 2 : Cultures Marforest 10/01/2023 : Fève (20a), Brocoli (20b), Fenouil (20c), Poireau (20d)



b) Calendrier des actions cultures maraichères 2022 - 2023

Le tableau 2 présente les actions mises en place sur les cultures d'hiver 2022-2023.

Tableau 2. Calendrier des actions

Date	Action
29/08/2022	Travail du sol et engrais sur brocolis et fenouils
14/09/2022	Plantation fenouils et brocolis
16/09/2022	Pose Tinytags sur brocolis
11/10/2022	Semi bande fleurie
26/10/2022	Semi fèves
Du 04/01/2023 au 12/01/2023	Récolte fenouil plein champs
Du 10/01/2023 au 16/01/2023	Récolte Brocolis plein champs
Du 13/01/2023 au 13/02/2023	Récolte Brocolis Marforest
Du 14/02/2023 au 07/03/2023	Récolte fenouil Marforest
09/03/2023	Plantation oignon Marforest
10/03/2023	Plantation oignon Plein champ
Du 03/04/2023 au 16/05/2023	Récolte fèves
13/06/2023	Récolte oignons plein champs
22/06/2023	Récolte oignon Marforest (lignes Est et milieu)
30/06/2023	Récolte oignons Marforest (lignes ouest)
10/07/2023	Broyage sainfoin et épandage matière fraîche sur 25 % de IR9

c) Fertilisation de fond

Des tests nitrates ont été faits avant la mise en place des cultures afin d'évaluer les reliquats azote dans le sol. Le tableau 3 présente les apports réalisés. La culture de Brocoli sur Marforest a débuté avec une réserve d'azote plus élevée que la culture plein champs. Les oignons plein champ quant à eux, ont bénéficiés de reliquats azotés importants dans le sol (125 unités) contrairement aux oignons de Marforest.

Tableau 3 : synthèse des apports de fond sur les cultures d'hiver 2022/2023

Date de l'apport	Nom engrais	Composition du produit			Quantité engrais kg/ha	Unités N,P,K apportées à l'ha			MARFOREST				PLEIN CHAMP				
									IR3	IR7	IR9	IR7					
		N	P	K		N	P	K	FEVE	Brocoli	Fenouil 14/09/22	Oignon	FEVE	Brocoli 07/09/22	Fenouil 07/09/22	Oignon	
29/08/22	Tourteau ricin	5	2	1	2000	90	40	20									
29/08/22	Actimus	4	3	5	1250	50	38	62,5									
29/08/22	Tourteau ricin	5	2	1	2000	90	40	20									
29/08/22	Actimus	4	3	5	750	30	23	37,5									
29/08/22	Sulfate de K	0	0	50	170	0	0	85									
18/10/22	Actimus	4	3	5	1500	60	45	75									
24/10/22	Orgaliz	7	4	11	750	53	30	82,5									
24/10/22	Tourteau ricin	5	2	1	250	11	5	2,5									
07/03/23	Orgaliz	7	4	11	1000	70	40	110									
07/03/23	Actimus	4	3	5	1000	40	30	50									
<i>Reliquat azote avant fertilisation de fond</i>									47	70	68	54	36	22	22	125	
UNITES AZOTE APPORTEES (N)									64	200	120	110	64	200	120	110	
UNITES PHOSPHORE APPORTEES (P)									35	123	63	70	35	123	63	70	
UNITES POTASSE APPORTEES (K)									85	158	143	160	85	158	143	160	
Total unités azote (sol + apports)									111	270	188	164	100	222	142	235	
<i>Besoin estimé culture</i>									150	230	230	185	150	230	230	185	

d) Suivi sanitaire des cultures

Le tableau 4 présente la protection phytosanitaire réalisée sur les cultures maraichères 2022-2023.

Tableau 4 : protection des cultures maraichères

Date	Cible	Nom produit	Matière active	Dose /ha	MARFOREST				PLEIN CHAMP					
					Fève	BROCCOLI 14/09/22	FENOUIL 14/09/22	Oignon	Fève	Brocolis 07/09/2022	Brocolis 21/09/2022	Fenouil 07/09/2022	Oignon	
09/09/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg						1				
09/09/2022	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
16/09/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31				1				
22/09/2022	SEPTORIOSE	BB RSR*	Sulfate de cuivre	4 Kg		0.31	0.38			1	1	1		
22/09/2022	CHENILLES	SUCCESS 4	Spinosad	0,2 L		0.31				1	1			
04/10/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31				1	1			
04/10/2022	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
13/10/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31				1	1			
19/10/2022	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
19/10/2022	PUCERONS NOIR	SAVOLOGIC	savon noir	2%			0.38						1	
27/10/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31				1	1			
27/10/2022	SEPTORIOSE	BB RSR*	Sulfate de cuivre	4 Kg		0.31				1	1			
02/11/2022	BACTERIOSE	NORDOX 75 WG	CUIVRE	3,3 Kg		0.31				1	1			
03/11/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31				1	1			
09/11/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg		0.31					1			
17/11/2022	CHENILLES	DELFIN	B. thuringiensis	0,6 Kg							1			
17/11/2022	SEPTORIOSE	BB RSR*	Sulfate de cuivre	4 Kg		0.31								
30/11/2022	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
09/12/2022	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
09/12/2022	PUCERONS NOIR	SAVOLOGIC	savon noir	2%	0.32					1				
03/02/2023	SEPTORIOSE	BB RSR*	Sulfate de cuivre	4 Kg	0.32					1				
22/02/2023	SEPTORIOSE	LABICUPER	Biostimulant	3 L										
Indice de fréquence de traitement (IFT) Fongicide biocontrôle					0.32	1.24	0.38	0	1	3	3	1	0	
Indice de fréquence de traitement (IFT) Insecticide biocontrôle					0.32	2.17	0.38	0	1	7	7	1	0	
Indice de fréquence de traitement (IFT) Total biocontrôle					0.64	3.41	0.76	0	2	10	10	2	0	

*BB RSR = Bouillie bordelaise RSR

Aucun traitement phytosanitaire n'a été nécessaire sur oignons. Pour les autres cultures, les traitements ont été envisagés en fonction de l'observation des maladies et ravageurs présents sur les plants. Globalement, les traitements ont été identiques en plein champs et sur le verger Marforest à l'exception du brocoli sur Marforest qui a reçu 1 application fongicide de plus qu'en plein champ en raison de la durée de culture plus longue.

Pour calculer les indices de fréquence de traitement, les doses appliquées sur légumes ont été rapportées à la surface réellement occupée par la culture.

Le tableau 5 récapitule les doses de cuivre métal apportée sur le verger en 2022 en fonction de l'association culture légumière /arbre fruitiers sur Marforest.

Tableau 5 : Dose cuivre totale apporté sur verger en 2022

		Dose cuivre (kg Cu métal/ha) 2022
IR 3	Abricot + Patate douce + fève	2.345
IR 5	Abricot + Poireaux	2.55
IR 7	Amande + Fenugrec + Brocoli	1.51
IR 9	Amande + pois chiche + fenouil	0.306

La somme des doses de cuivre métal, apportées sur les arbres fruitiers et sur les cultures légumières, restent inférieures à 4 kg/ha de cuivre métal pour toutes les associations de culture.

2. RÉSULTATS GÉNÉRAUX

a) Suivis nitrates

Les nitrates ont été suivis tout au long de la culture sur les brocolis, les fenouils et les fèves. La figure 2 présente les résultats.

Quel que soit la culture, le taux d'azote dans le sol diminue un peu plus tardivement sur Marforest en comparaison du plein champ. Cette tendance peut s'expliquer par une croissance des plantes retardée sur Marforest (cf. chapitre rendements)

a) Suivis maladies et ravageurs

Les maladies et ravageurs ont été suivi par observation de 15 plants, tous les 15 jours et comptage de la fréquence et de l'intensité d'attaque. La fréquence d'attaque est exprimée en pourcentage moyen de plants atteints sur la période d'observation et l'intensité en nombre d'individus moyens observés ou note de classe moyenne d'attaque. Note de 0 : pas d'attaque à 5 attaque sévère, produits morts ou non commercialisable.

Le tableau 6 présente la fréquence d'attaque moyenne par des bioagresseurs des plants de brocolis, fenouils et fèves sur leur période de culture. Globalement, nous observons peu de différence du nombre de plants attaqués par les bioagresseurs sur la saison entre le plein champ et Marforest avec cependant des différences notables entre les espèces. Les fèves sont les plantes les plus sensibles aux bioagresseurs alors que le fenouil est l'espèce qui a subi le moins d'attaques.

Figure 2 : Evolution des nitrates du sol sur brocoli (a), fenouil (b) et fève (c), comparaison Marforest, plein champs

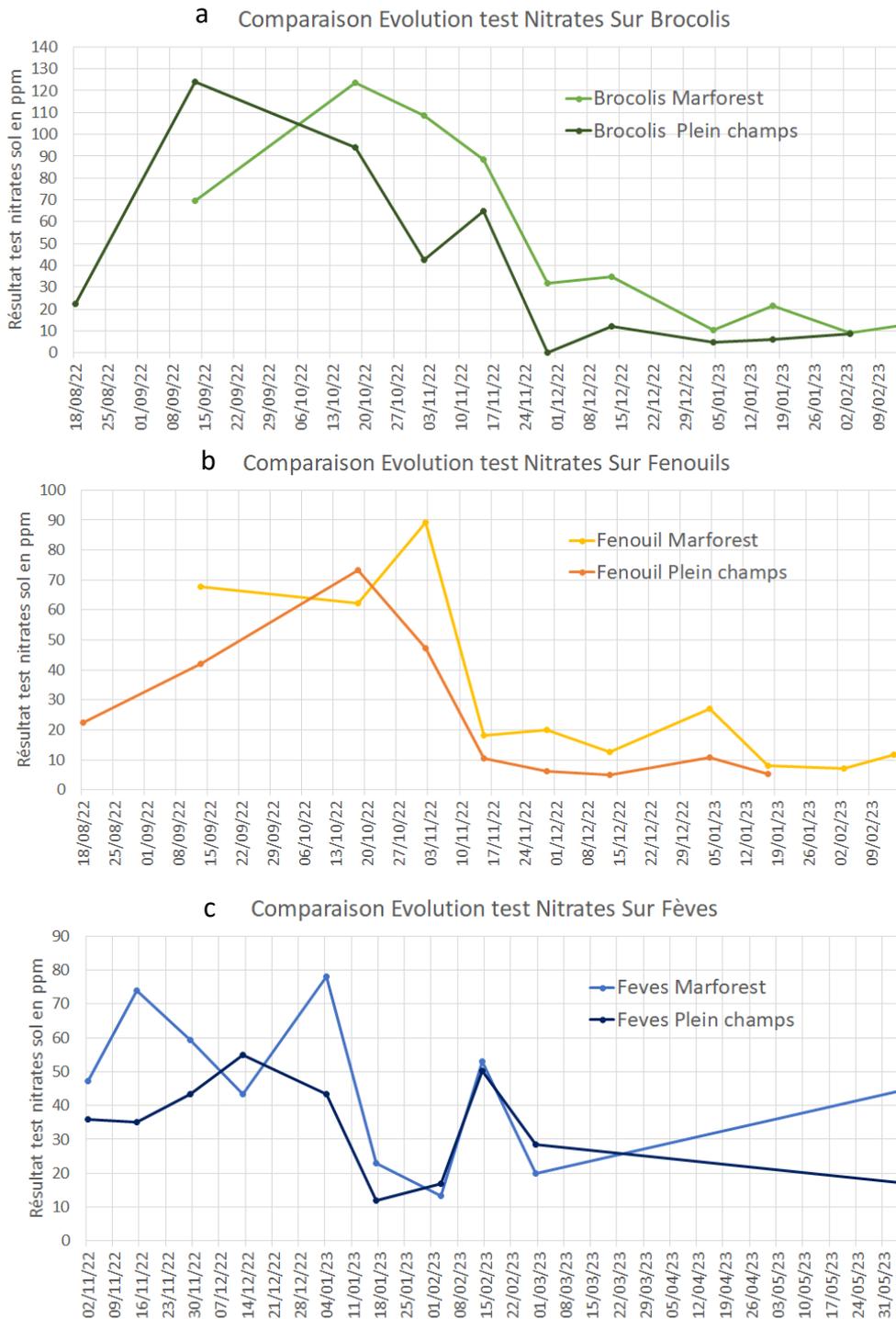
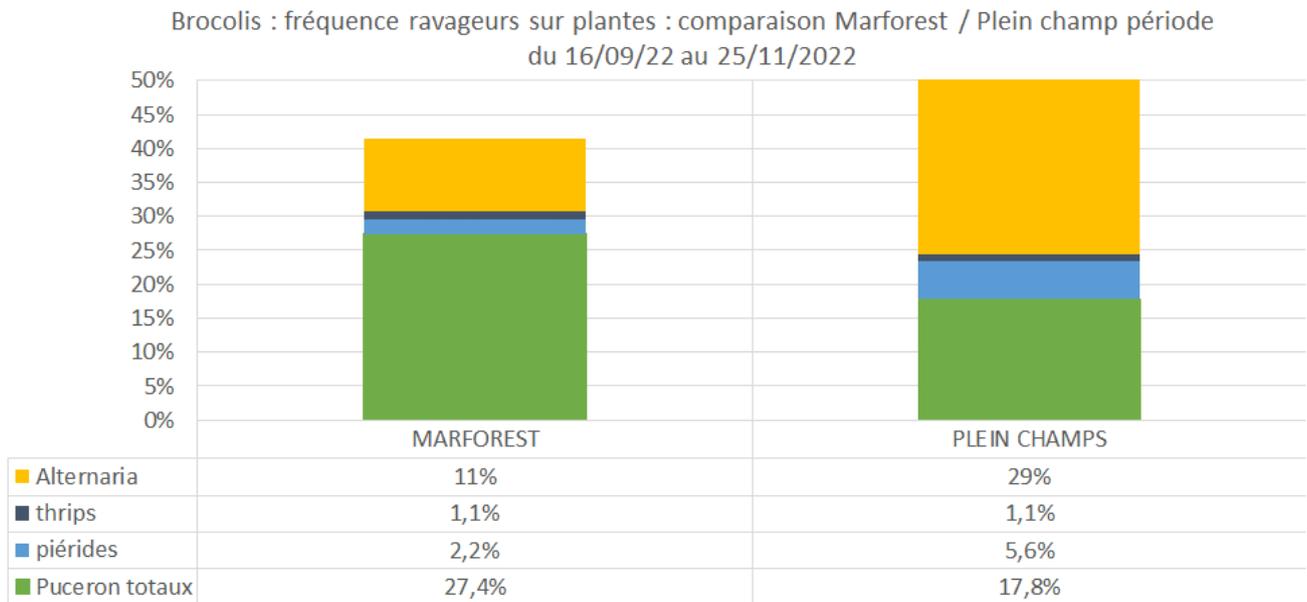


Tableau 6 : Fréquence moyenne d’observation de plants atteints par des bioagresseurs (toutes maladies et ravageurs observés) sur la période de culture.

	Périodes observées	Pourcentage moyen de plants atteints par des bioagresseurs	
		MARFOREST	PLEIN CHAMPS
Fenouil	16/09/2022-06/01/2023 (Moy. 8 observations)	13%	17%
Brocolis	16/09/2022-03/02/2023 (Moy. 10 observations)	32%	33%
Fèves	25/11/2022 - 14/04/2023 (Moy. 10 observations)	40%	37%

Les figures 3 à 5 présentent la fréquence moyenne d’attaque des bioagresseurs sur une période donnée pour chaque espèce en culture.

Figure 3 : Brocolis : Fréquence d'attaque ravageurs et maladies sur brocolis, comparaison Marforest / Plein champ



Fève : Fréquence d'attaque maladies et ravageurs, comparaison Marforest et Plein champ, période du 25/11/22 au 28/04/23

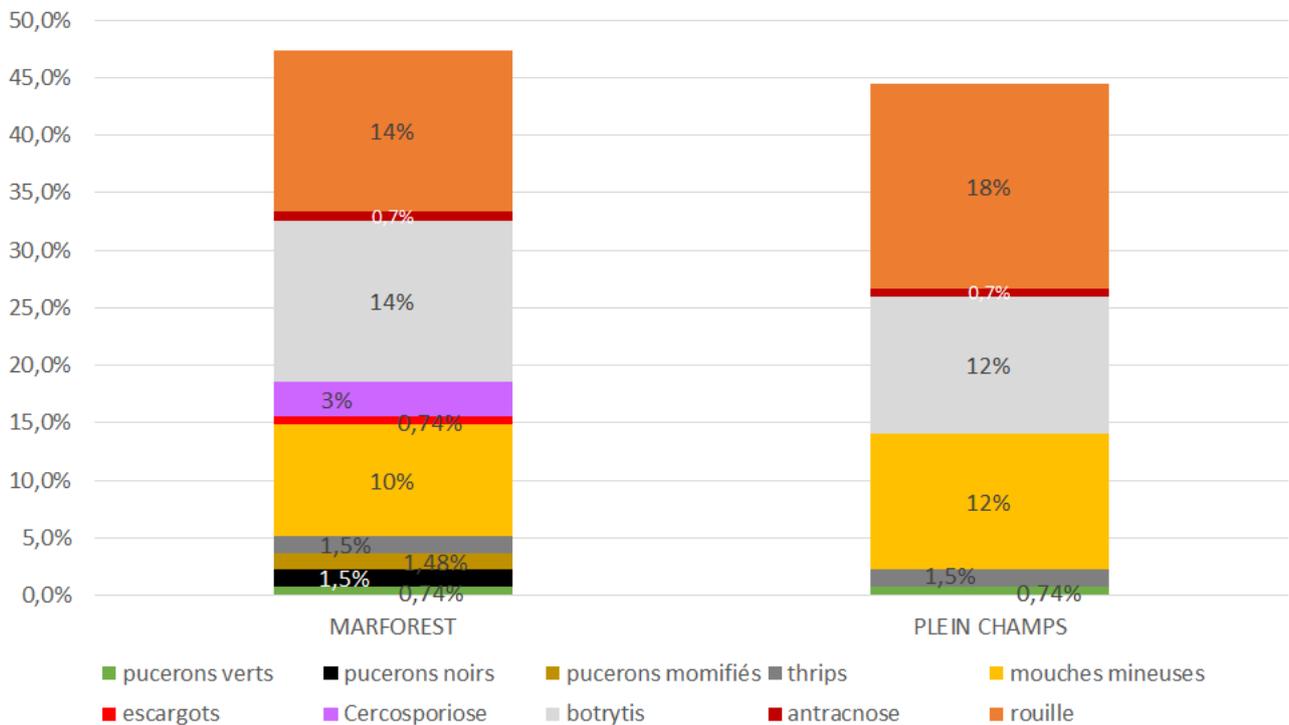
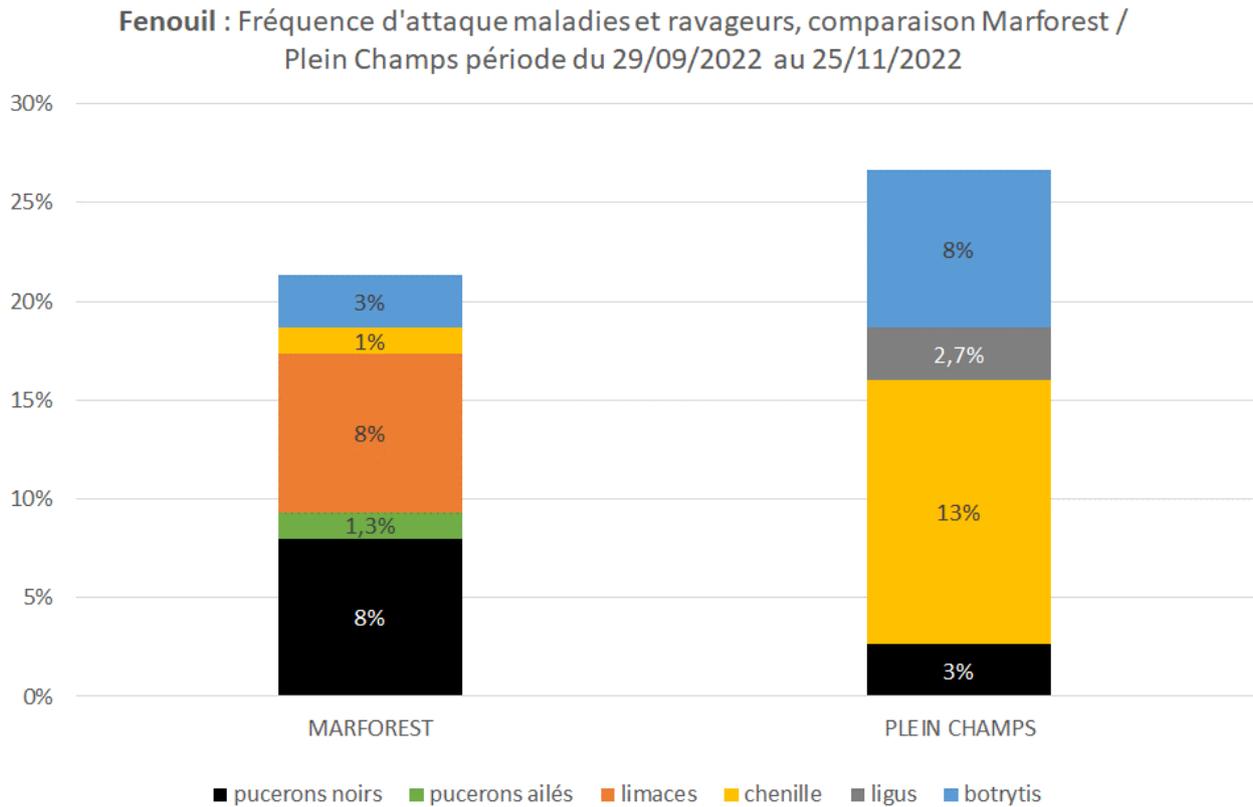


Figure 4 : Fréquence ravageurs et maladies sur Fèves, comparaison Marforest / Plein champ

Sur Brocolis, les noctuelles défoliatrices et l'Alternaria sont globalement plus présentes en Plein champ que sur Marforest, alors que les pucerons sont un peu plus présents sous les arbres fruitiers.

Sur fève, la rouille est plus présente en plein champ en raison de l'effet de l'aspersion d'une parcelle adjacente à la parcelle de l'essai qui a favorisé la maladie.

Figure 5 : Fréquence d'attaque ravageurs et maladies sur fenouil, comparaison Marforest / Plein champ



Globalement, sur fenouils et fèves, les limaces et les escargots sont présents sur les parcelles Marforest alors qu'il n'y en a pas en plein champs.

En ce qui concerne les pucerons, ils sont plus fréquents sur Marforest en comparaison du plein champ, avec notamment des pucerons noirs retrouvés exclusivement sur les cultures de Marforest sur fenouil et fève (Figure 9). Si les fréquences d'attaque sont en moyenne de 1.5 à 10 % supérieure sur Marforest, les attaques n'ont jamais été très fortes avec des intensités moyennes inférieures à 1 (petits foyers de 1 à 3 individus en moyenne) (Figure 6 sur fenouil) et un niveau de parasitisme et prédation important sur Marforest (Figures 7 sur brocolis).

Les mouches mineuses et les chenilles sont légèrement plus présentes en plein champ, tout comme les *Ligus* et les coccinelles (Figure 8).

Globalement les maladies fongiques sont plus présentes en plein champ que sous Marforest.

Figure 6 : Intensité moyenne d'attaque (en note de classe) des fenouils par les bioagresseurs

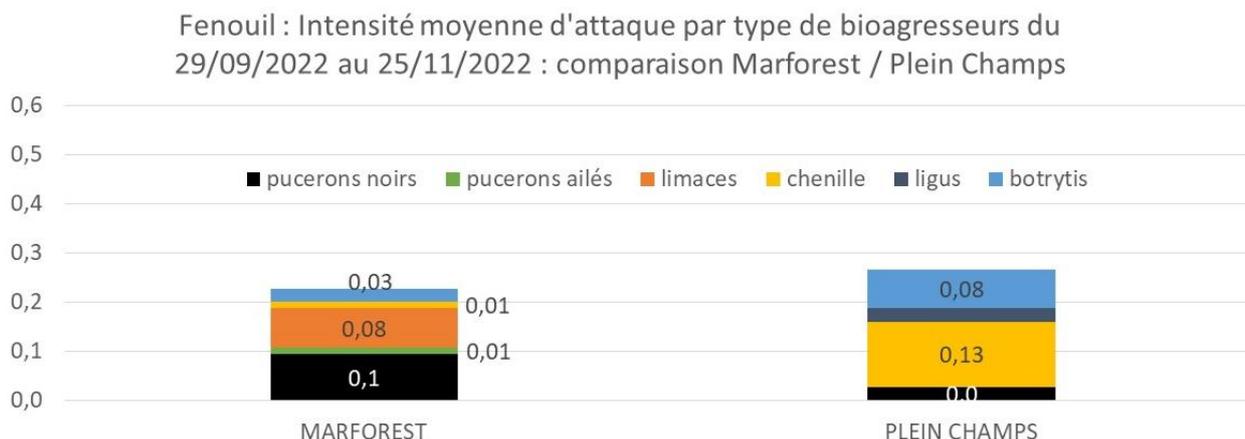


Figure 7 : Fréquence moyenne des auxiliaires sur brocoli

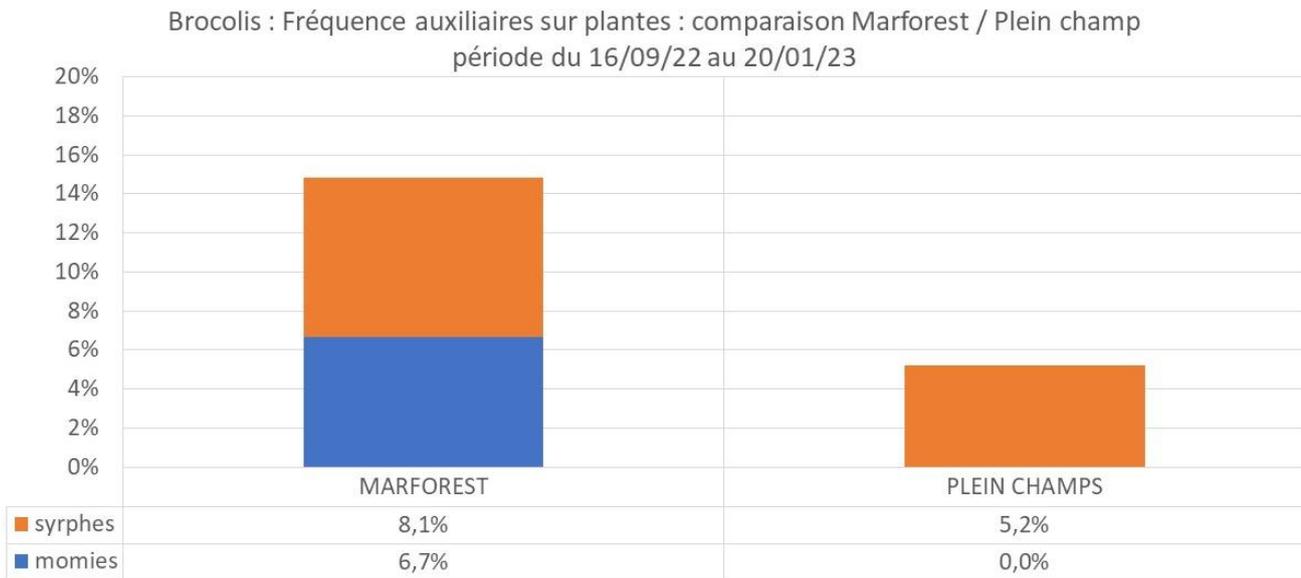
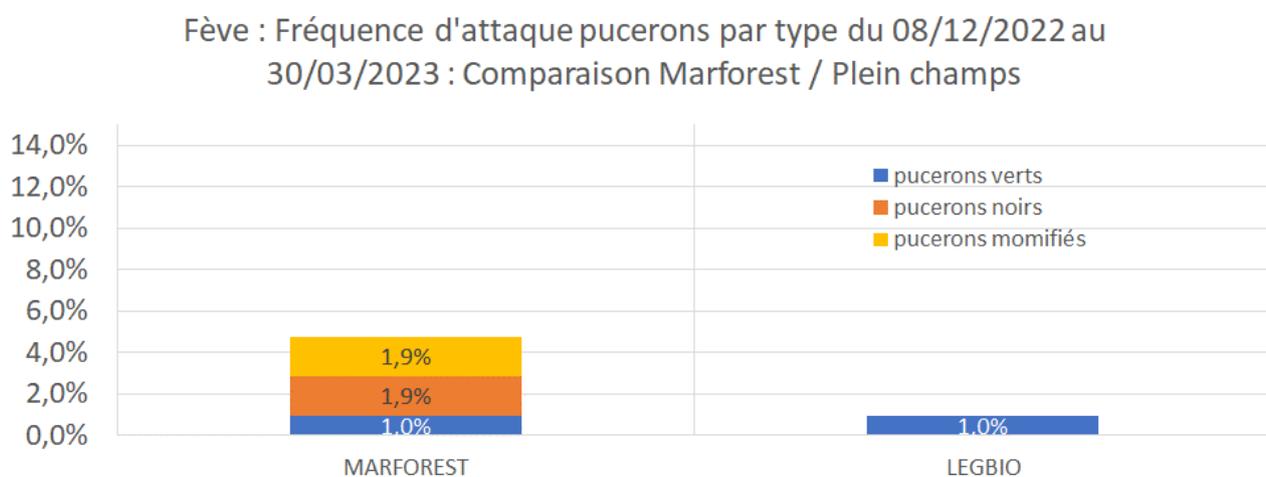


Figure 8 : Intensité d'attaque piérides sur brocolis



Figure 9 : Fréquence d'attaque pucerons par type sur fève



b) Durées de culture :

Le tableau 7 récapitule les dates de récolte des espèces légumières et leur durée de culture.

Tableau 7 : Dates de récolte des espèces légumières Marforest

		Date de plantation	Date première récolte	Date dernière récolte	Durée de culture (jours)
Brocoli	MARFOREST	14/09/22	13/01/23	13/02/23	121-152
	PLEIN CHAMP	07/09/22 et 21/09/22	5/12/22 et 04/01/23	04/01/23 et 26/01/23	89-119 et 105-127
Fève	MARFOREST	26/10/22	05/04/23	16/05/23	161 - 202
	PLEIN CHAMP	26/10/22	12/04/23	03/05/23	168-189
Fenouil	MARFOREST	14/09/22	14/02/23	07/03/22	153-174
	PLEIN CHAMP	07/09/22	04/01/23	12/01/23	119-127
Oignon	MARFOREST	09/03/23	22/06/23	29/06/23	105-112
	PLEIN CHAMP	10/03/23	13/06/23	13/06/23	95

Globalement, les cultures sur l'hiver 2022-2023 plantées sous les arbres fruitiers sont rallongées par rapport au plein champ, de 7 à 17 jours pour les cultures récoltées printemps (fève, oignon) à 32 à 54 jours pour les cultures récoltées en hiver (Brocoli, fenouil).

c) Impact de l'association culturale sur la protection phytosanitaire**Impact du maraichage sur la protection des arbres fruitiers**

Les récoltes Brocolis et fenouils, plantés sous amandiers, ont eu lieu pendant la période de traitement des formes hivernantes des ravageurs et du *Fusicocum* de l'amandier, ce qui a eu un impact sur la protection phytosanitaire des arbres. Les conséquences ont été limitées en raison de l'absence de fleurs en 2023 sur les amandiers. La culture de l'oignon du 9 mars au 29 juin n'a pas impacté la protection phytosanitaire des amandiers, les ravageurs présents sur cette période (acariens) n'ayant pas été détectés. Cependant, le tigre de l'amandier et la rouille se sont installés sur les arbres et ont été difficiles à maîtriser pendant l'été, engendrant des pertes de feuilles.

Les fèves sous abricotiers sont présentes pendant la période de floraison des arbres fruitiers et ne sont donc pas compatibles avec la protection Monilia. Aucune solution phytosanitaire n'est commune aux fèves et aux abricots. Cependant, l'absence de précipitations aux printemps 2023 n'a pas favorisé le Monilia, les conséquences ont donc été relativement limitées.

Impact de la protection des arbres fruitiers sur le maraichage

Le tableau 8 récapitule les traitements phytosanitaires opérés sur les arbres fruitiers et leur impact sur les cultures légumières (cases grisées pas d'impact car culture récoltée).

La protection phytosanitaire des abricotiers a pu se faire sans passer sur les parcelles en culture. L'implantation des cultures légumières un inter-rang sur deux a permis de passer avec le tracteur sur l'inter-rang laissé enherbé. La protection n'a eu lieu que d'un seul côté de l'arbre, mais le feuillage étant encore peu développé au moment de l'application, la couverture a été suffisante. Cependant, l'application de Sokalciarbo en présence de fève a taché les fèves, mais les conséquences ont été limitées en raison de l'absence de fruits sur fèves à la période du traitement (21/02/2023).

Pour l'amandier, les arbres n'étant pas florifère en 2023, il n'y a pas eu de protection phytosanitaire pendant la période de présence des cultures légumières d'hiver/printemps.

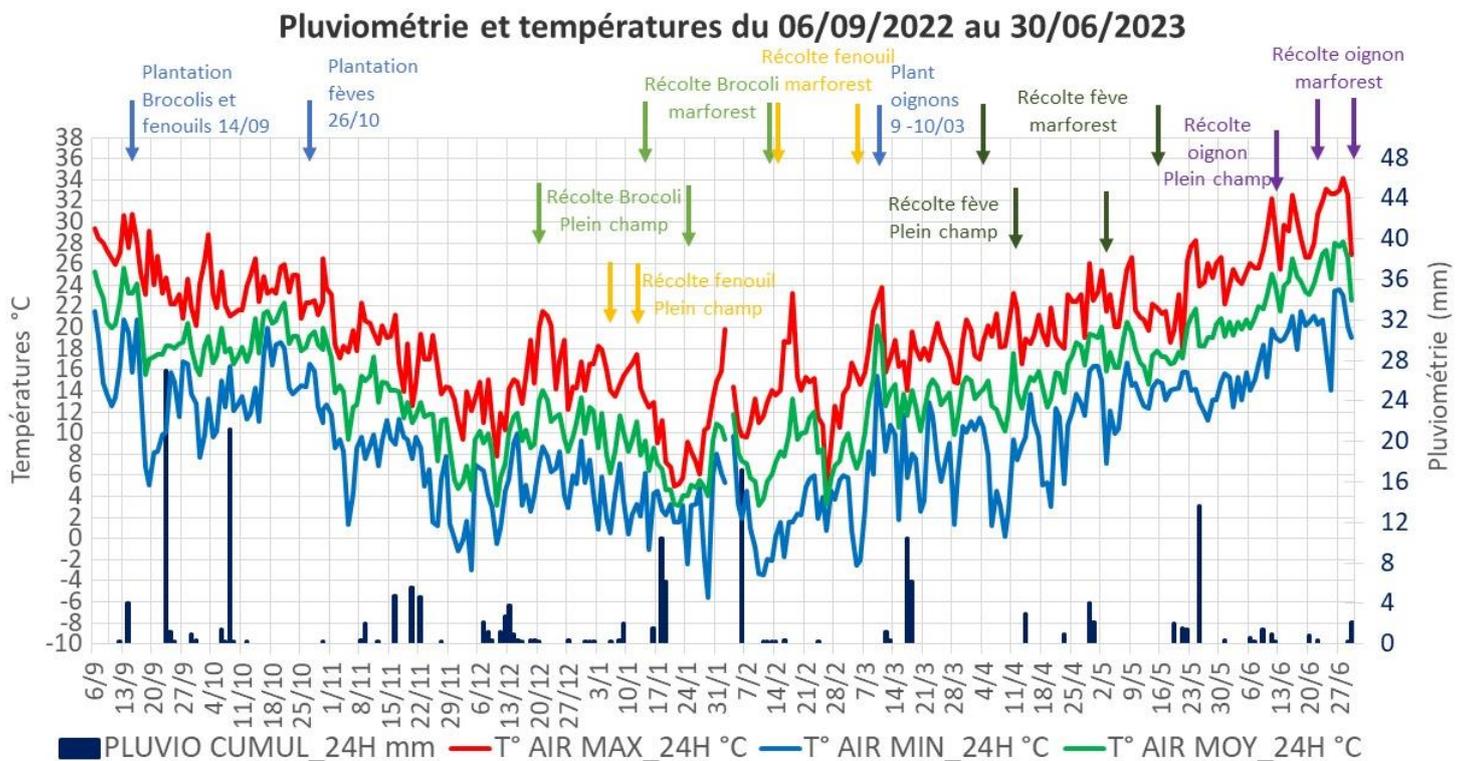
Tableau 8 : Programme de traitement des arbres fruitiers marforest 2023

Date	Cible	Produit	Matière active	Dose / ha		Impact sur les cultures légumières			
				ABRICOT	AMANDE	Brocoli	fève	oignons	Fenouil
21/02/23	Pucerons / Psylle	SOKALCIARBO WP	Kaolin	50			oui		
26/06/23	Tigre	SALVOLOGIC	Savon		2	Non	Non	Non	Non
26/06/23	Tigre	ESSEN'CIEL	Huile d'orange		6	Non	Non	Non	Non
06/07/23	Rouille	CURATIO	Polysulfure de calcium	12	12				
06/07/23	Rouille	Oligonia PS	Engrais foliaire		1				
11/07/23	Rouille	Oligonia PS	Engrais foliaire	1					
24/07/23	Tigre	LOVELL			20				
27/07/23	Rouille	Oligonia PS	Engrais foliaire	1					
27/07/23	Oïdium	MICROTHIOL	Soufre						
09/08/23	Rouille	Oligonia PS	Engrais foliaire	1					
09/08/23	Oïdium	MICROTHIOL	Soufre						

d) Météorologie hiver 2022/2023

La figure 10 présente les conditions météorologiques observées sur la campagne hivernale 2022/2023.

Figure 10 : températures et pluviométrie du 06/09/2022 au 30/06/2023



L'hiver 2022 – 2023 a été marqué par de très faibles pluviométries. Les températures de l'automne 2022 sont restées chaudes (> 20°C) jusqu'à début novembre, favorisant la croissance rapide des brocolis et fenouils.

3. RENDEMENTS MARAICHAGE HIVER / PRINTEMPS

a) **Brocolis et Fenouils**

Le tableau 9 présente les rendements récoltés en fenouils et brocolis sur les parcelles Marforest et plein champ. Les rendements sont exprimés en kg/m² cultivé.

Tableau 9 : Résultats cultures de brocolis et fenouil 2023/2024

	Densité nb plant / m ² cultivé	Rendement kg/m ² cultivé	Poids moyen (g)	% occupation parcelle	Rdt Tonnes/ha	CA estimé euros/ha
Brocolis						
MARFOREST	3.6	1.42	570	38.1%	4.3	7971
PLEIN CHAMP	3.6	1.53	628	92%	14	25900
Fenouil						
MARFOREST	4.5	1.9	315	30.5%	7.25	13912
PLEIN CHAMP	4.5	2.1		92%	18.4	35328

Sur Marforest, les rendements observés sur Brocolis et fenouil sont en moyenne 10 % inférieurs au plein champ avec un allongement de la durée de culture de 32 à 52 jours. L'ombre portée des arbres fruitiers (5^{ème} feuille) influence négativement les cultures d'hiver qui ont du mal à se développer. La croissance des arbres a aussi influencé la largeur d'occupation des inter-rangs par le maraichage qui en 5^{ème} feuille a été réduite à 61% de l'espace disponible pour les fenouils et à 76.2 % pour les brocolis. Le travail du sol (paillage buttage) est entravé par les branches.

Le calcul du chiffre d'affaires dégagé par les cultures est basé sur un prix moyen de vente de 1.84 euros/kg pour les brocolis et 1.92 euros pour les fenouils. La différence de calibre entre Marforest et le plein champ n'a pas été prise en compte pour le prix de vente (vente directe). C'est résultats tiennent compte de l'allongement de la durée de culture pour laisser grossir les produits de Marforest.

b) **Fèves**

La récolte des fèves sur Marforest a débuté avec 7 jours d'avance sur le plein champ (05/04/2023 sur Marforest contre 12/04/2023 en plein champ). Les rendements ont été évalués sur les récoltes du mois d'avril (jusqu'au 3 mai), pour écarter un biais observé sur la parcelle plein champs. La culture de plein champ a été arrêtée prématurément en raison d'une parcelle irriguée par aspersion à côté de l'essai qui a favorisé le développement fulgurant de la rouille. Les résultats de récolte obtenus sur avril sont donnés dans le tableau 11

Tableau 11 : Rendement fèves : récoltes du 5 avril au 3 mai 2023.

	Densité nb plant / m ² cultivé	Rendement kg/m ² cultivé	% occupation parcelle	Rdt Tonnes/ha	CA estimé euros/ha
MARFOREST	13.3	2.08	31.8%	6.61	15742
PLEIN CHAMP	13.3	2.15	92%	19.7	46974

Les gousses sur Marforest étaient de taille suffisantes et similaires à celles du plein champ, aucune différence de qualité n'a été observée entre les 2 modalités. Le chiffre d'affaires a été calculé avec un prix moyen de vente de 2.38 euros/kg.

c) **oignons**

Les oignons ont été récoltés par ligne de plantation (3 lignes sur l'inter-rang Marforest) afin d'évaluer l'effet de la distance aux arbres fruitiers sur les rendements de culture. Les planches 1 et 3 correspondent aux lignes Ouest et Est de l'inter-rang, les plus proches des arbres fruitiers, situées à 1.5 mètres des arbres. La planche 2, située au centre des inter-rangs est la ligne la plus éloignée des arbres.

Les rendements des parcelles ont été évalués de plusieurs façon :

- **Rendements brut kg/ m² cultivé (ou planté)** = Rendement des oignons frais, sortis du champ, avec leur feuillage calculé sur la planche de plantation (1.5 m de large x longueur de la planche)
- Rendement net kg/m² cultivé (ou planté) = Rendements des oignons secs, feuillage retiré et produits non commercialisables écartés rapportés à la planche de plantation (1.5 m de large x longueur de la planche).
- Rendement net Tonne/ha = Rendements des oignons secs (feuillage et produits non commercialisables retirés) rapportés à la surface de verger cultivé. Sur Marforest, nous avons planté 3 planches d'oignon espacé de 1.5 mètres (4.5 mètres de large), 1 inter-rang sur 2 (2 x 5.9 m =11.8 mètres), **la surface cultivée ne représente donc que 4.5 m / 11.8 m soit 38,1 % de la parcelle.**

Rendements bruts et nets (kg/m² cultivé)

Le tableau 12 récapitule les rendements moyens récoltés sur Marforest en comparaison du plein champ exprimés en poids brut récolté (kg/m²) et poids net (après séchage) en kg/m²

Une estimation du calibre des oignons a aussi été faite pour compléter les observations

Tableau 12 : Rendements oignons Marforest en comparaison du plein champ

	Marforest	Plein champ
Rendement frais (kg/m²)	1.16	2.63
Rendement net (kg/m² cultivé)	0.96	2.11
% matière sèche	83%	80%

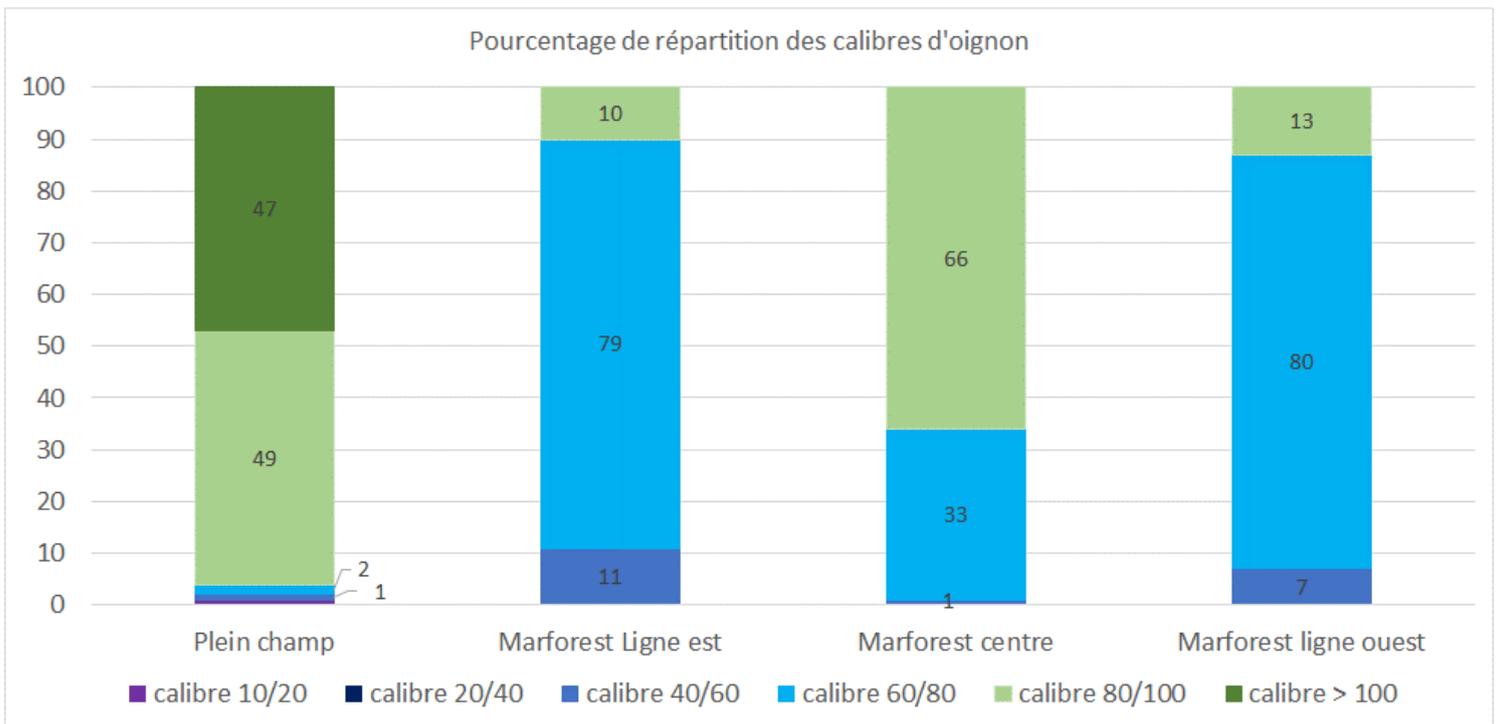
Pour une surface cultivée équivalente le rendement des oignons frais récoltés sous les arbres fruitiers est 56 % inférieur au plein champ (1.16 kg/m² sur Marforest contre 2.63 kg/m² en plein champs). En sec, la différence n'est plus que de 54.5 % en raison d'un pourcentage de matière sèche sur les oignons de Marforest un peu plus élevé qu'en plein champs (83% et 80 % respectivement).

La différence de rendement peut s'expliquer pour grande partie par les calibres des oignons sur Marforest..

Calibres des oignons:

La figure 11 présente la répartition des oignons par calibre exprimé mm (diamètre des oignons)

Figure 11: Répartition des oignons par calibre



Le calibre moyen des oignons en plein champ est de 106 mm contre seulement 72.5 mm sur Marforest, correspondant respectivement à un poids moyen des oignons de 248 et 122 grammes. Les oignons de Marforest présentent un poids moyen 51 % inférieur aux oignons du plein champ expliquant les différences de rendement observé. Les calibres sont dans les normes de commercialisation habituelle en bio (40-80 mm).

Sur Marforest, nous notons une disparité dans la répartition des calibres entre les 3 rangs de cultures : Les rangs Est et Ouest présentent des oignons de calibre moyen entre 68,5 et 69 mm (79 à 80 % des oignons dans le calibre 60/80), alors que le rang du milieu, le plus éloigné des arbres présente des oignons de calibre moyen 80mm (66% dans la catégorie 80/100). Cette différence peut s'expliquer par l'influence des arbres sur les rangs extérieurs (plus d'ombre + concurrence pour l'eau dans un contexte de sécheresse).

Ces résultats diffèrent de ceux de 2022 qui avaient montré un gradient de poids moyen de la ligne Ouest vers la ligne Est (les oignons de la ligne Est étaient 15 % plus gros que ceux de la ligne Ouest en 2022). Ces résultats sont néanmoins compatibles avec la différence de rendements observée en 2023 sur les 3 lignes de plantation (tableau 13).

Tableau 13 : Rendements nets des oignons en kg/m² sur les 3 lignes de plantation Marforest :

	Ligne Ouest	Ligne Centrale	Ligne Est
Rendement net (kg/m ²)	0.7	1.3	0.9
	-22% par rapport à la ligne Est	+60% par rapport aux lignes extérieures	-30 % par rapport à la ligne Centrale

Rendements nets à l'hectare des oignons

Afin d'évaluer le rendement économique de la parcelle Marforest, le rendement net des oignons à l'hectare a été évalué en considérant que les oignons occupent 38.1% de la surface de la parcelle. Le tableau 14 présente les résultats technico-économiques de l'oignon rapporté à l'hectare de verger maraîcher comparé au rendement d'une parcelle plein champ.

Tableau 14 : Données technico-économiques des oignons récoltés sur Marforest en comparaison du plein champ

	Rendement net en kg/m ² cultivé	Surface occupée /ha	Rendement net en Tonnes / ha	CA en euros/ha
Marforest	0.96	38.1 %	3.65	8317 euros
Plein champ estimé	2.11	92%	19.41	23040 euros

Nous pouvons estimer la production d'oignons rapportée à l'hectare de **verger maraîcher à 3.65 Tonnes**, inférieur à l'année 2022 (11.08 T/ha). Les récoltes 2023 ont été inférieures de 67% par rapport à 2022 sur le verger maraîcher (pouvant s'expliquer par une plus grande ombre portée des arbres en 6^{ème} et l'effet de la sécheresse qui a pu influencer négativement les rendements (concurrence des arbres pour l'eau des cultures maraîchères).

Le **plein champ a produit 19.41 tonnes** par hectare (occupation 92%), alors que pour une surface équivalente, en 2022 nous estimions la récolte à 27.6 tonnes par hectare (-31 % de rendement en 2023 en comparaison de 2022). Ce résultat peut en partie s'expliquer par la sécheresse et les restrictions hydriques.

Le chiffre d'affaires a été calculé sur une base de 2.38 euros/kg (données Centrex). Le calibre n'a pas influencé le prix de vente (vente directe) et l'ensemble des oignons était commercialisable malgré un calibre un peu plus faible sur Marforest.

4. CONCLUSIONS SAISON HIVER/PRINTEMPS 2022/2023

La tableau 15 récapitule les données économiques liées aux récoltes maraîchères de la période s'étalant du 1^{er} septembre 2022 au 30 juin 2023.

Tableau 15 : Résultats économiques cultures hiver / printemps 2023 et comparaison avec la saison 2022

2022/2023	MARFOREST ABRICOTIER		MARFOREST AMANDIER		PLEIN CHAMP occupation 92%	
	RDT (T/ha)	CA (€/ha)	RDT (T/ha)	CA (€/ha)	RDT (T/ha)	CA (€/ha)
BROCOLIS 2023			4.3	7971	14	25900
<i>Rappel résultats BROCOLIS 2022</i>			4.68	6936	13.6	20290
OIGNONS 2023	3.65	8317			19.41	23040
<i>Rappel résultats OIGNONS 2022</i>	11.08	22160			27.6	55936
FENOUILS 2023			7.25	13912	18.4	35328
<i>Rappel résultats FENOUIL 2022</i>			4.8	5760	19.2	23040
FEVES 2023	6.61	15742			19.7	46974

Comparaison moyennes 2022, 2023				
	MARFOREST		PLEIN CHAMP	
	RDT (T/ha)	CA (€/ha)	RDT (T/ha)	CA (€/ha)
MOYENNE BROCOLIS FENOUIL OIGNON 2023	5.07	10067	17.27	28089
MOYENNE BROCOLIS FENOUIL OIGNON 2022	6.85	11618	20.13	33087
Baisse 2023 par rapport 2022	-26 %	-13.4%	-14%	-15%

En plein champ comme sur le verger maraicher, les rendements des cultures légumières répétées entre 2022 et 2023 (Brocoli, fenouil et oignon) est en moyenne inférieur sur la saison 2023, en comparaison de la saison 2022 (-14% en plein champ, -26 % sur le verger maraicher). Il faut néanmoins noter le bon comportement des fenouils en 2023 sur Marforest qui ont donné des rendements supérieurs à 2022 (+ 51%), alors qu'en plein champ les rendements sont restés relativement stables (-4.16 %).

Les rendements supérieurs du fenouil en 2023 sur Marforest peuvent s'expliquer par une durée allongée de 32 à 53 jours par rapport au plein champ et des conditions hivernales sèches qui n'ont pas favorisé le développement des maladies cryptogamiques et ont permis le maintien des cultures.

III. SYNTHÈSE ÉTÉ ET CONCLUSIONS 2023

1. ETE 2023

En raison de la sécheresse importante qui sévit en 2023 sur les Pyrénées-Orientales et les restrictions hydriques, les cultures maraichères estivales initialement prévue sur Marforest n'ont pas été plantées pour faire des économies d'eau (Tomate, butternut, pastèque). Les résultats de l'été 2023 portent donc sur la récolte des abricots et des amandes et l'observation du sainfoin en condition d'absence de pluies.

a) Récolte abricots

Les abricots ont été récoltés entre le 7 juin 2023 et 15 juin 2023. Au moment de la récolte, il restait 53 arbres sur le verger soit 88.3 % des arbres plantés. Les arbres ont produit 1286.3 kg de fruits dont 22% de déchets. Le rendement net du verger est donc de 7.1 t/ha. Le tableau 16 récapitule les résultats de récolte.

Tableau 16 : rendements abricot Marforest 2023

	Rendement brut (T/ha)	% déchets	Rendement net (T/ha)	Pris vente au kg	CA euros /ha
MARFOREST	9.08	22%	7.1	1.51	10721
VERGER PUR même âge estimé	9.06		8.6	1.51	12986

Les résultats sont légèrement inférieurs au rendement estimé d'un verger pur de même âge, lié à la perte d'arbres assez importante sur la parcelle Marforest en raison du Capnode qui attaque les racines et font dépérir la parcelle. Les arbres ont été taillés correctement en 2023, ce qui a permis une production équivalente à ce qu'aurait produit un verger de même âge pur. La taille des arbres en gobelet comme sur un verger pur aura néanmoins des répercussions sur la capacité à planter des cultures légumières sur les inter-rangs (passage tracteur plus difficile). Cf. IV) présentation des cultures hiver 2023/2024.

A la fin de l'été 2023, le nombre d'arbres morts ou malades augmente : le 31/10/2023, 25% des arbres sont morts (contre 11.7 % au début de l'été) et 17% présente des signes indiquant un dépérissement. A l'automne 2023, seuls 68 % des arbres sont encore sains.

b) Résultats Amandes

En 2023, les amandiers n'ont pas produit de fleurs, la récolte des fruits a été nulle. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'absence de fleurs en 2023 :

- Forte alternance liée à des rendements élevés en 2022
- Absence de taille qui n'a pas stimulée la floraison
- Forte attaque de tigre en 2022 qui a fait chuter les feuilles prématurément et a pu empêcher les mises en réserve des arbres.

Aucun dépérissement n'est observé sur les amandiers.

c) **Résultats Sainfoin**

Le sainfoin a été semé sur les inter-rangs laissés pour les passages tracteur le 10/03/2022 à la densité de 107 kg/ha. Sous les abricotiers 124 m² ont été semés contre 112 m² sous les amandiers (largeur de plantation sur l'inter-rang 2.8 mètres. En 2023, il a été récolté le 6 juillet 2023. Une seule coupe a eu lieu en raison de l'absence de pluies qui n'a pas favorisé sa croissance. Le tableau 18 récapitule les quantités récoltées. L'échantillonnage a été réalisé sur 3 placettes de 0.25 m²

Tableau 18 : résultats récolte sainfoin sur 3 placettes de 0.25 m²

	Poids frais (g/m ²)	% adventices	Poids secs (g/m ²)	% matière sèche)
Abricotiers (IR4)	255,1	41,0%	124,4	48,8%
Amandiers (IR8)	425,3	40,0%	186,1	43,8%
Moyenne Marforest	328,2	40,6%	151	46,0%

Le rendement de matière sèche du sainfoin est de 151 g/m² en moyenne, supérieure à la récolte de 2022 (102 g/m²) en moyenne. Le taux d'adventices observé sur la parcelle est aussi inférieur à 2022 (41% contre 61 % en 2022). En 2023, la parcelle sainfoin a pu être récoltée pour faire de l'engrais vert. Le sainfoin a été récolté à la tondeuse afin d'évaluer la quantité totale produite sur les inter-rangs de Marforest. Sous amandier, comme sous abricotiers, le sainfoin avait été planté sur 2.8 mètres de large, soit un pourcentage d'occupation sur le verger (semi un rang sur 2) de 23.7%. Le tableau 19 récapitule les rendements /hectare estimés

Tableau 19 : résultats récolte sainfoin sur 3 placettes de 0.25 m²

	Surface occupée par le sainfoin	Matière fraîche récoltées kg	Rdt frais g/m ²	% surface occupée par sainfoin	RDT sec par hectare estimé kg/ha
Amandier IR8	112 m ²	11.1	99 g	23.7%	102 kg
Abricotier IR4	124 m ²	17.23	116 g	23.7%	148.7 kg

Au total 28.3 kg de (sainfoin + adventices) frais ont été récoltés sur Marforest soit 13.3 kg de matière sèche équivalent à un rendement par hectare 0.56 tonnes par hectare semés. L'estimation du nombre d'unités d'azote contenues dans la récolte est de : 306 g. Nous n'avons pas mesuré le taux d'azote de nos récoltes en 2023, la quantité de matière étant très faible en raison de la sécheresse. Une estimation de la teneur en azote du sainfoin peut être de 2.27 à 2.87 % de la matière sèche (Aufrère J. Valeur agronomique et alimentaire du sainfoin, fourrages 213, 2013, p63-75). Dans le cadre de notre essai, nous avons pris une valeur estimée de 2.3 %.

Le sainfoin récolté a été étalé sur l'inter-rang IR 9 (sous amandier) destiné à recevoir une culture de carotte. La moitié de la surface prévue pour le semi des carottes a été amendée avec le sainfoin soit 34.2 m² (9.5 mètres de long sur 3.6 mètres de large). La dose d'apport de matière sèche de sainfoin est donc de 3.9 tonnes par hectare soit un nombre d'unités d'azote apportée de 89 unités / hectare. Le sainfoin a été épandu le 10/07/2023, 2 mois avant le semi des carottes.

IV. CONCLUSIONS CULTURES HIVER + ÉTÉ 2023

a) Apports d'eau 2023.

Les apports d'eau en 2023 ont été enregistrés pour les abricotiers et comparés aux apports 2022. (Tableau 17)

Tableau 17 : Apports d'eau abricotier : pluie et irrigation saisons 2022 et 2023

	Cumul irrigation abricot (mm)	Cumul pluies (mm)	Total eau reçue abricots (mm)
2022	275	467	743
2023	226	229	455
Différence 2023/2022	-18%	-51%	-39%

Sur l'ensemble de la campagne 2023, les restrictions hydriques et les faibles pluies ont amenés à des apports d'eau moyen sur les arbres fruitiers de -39 % par rapport à 2022.

La quantité d'eau total apportée sur le verger maraicher (maraichage + arboriculture fruitière) en 2023 est donnée dans le tableau 18

Tableau 18 : apports en eau globaux sur l'année 2023 du verger Marforest

	IR3	IR5	IR7	IR9	Total maraich	Abricot/ amandes	Total verger
Rotation 2023	Fève - brocoli	Poireau - Chou rouge	Brocoli – oignon - fève	Fenouil - carotte /radis		Abricot/ amandes	
Surface occupée m²	260	260	236	236	991	2242	2242
Apports eau sur verger (m3)	42	25	39	37	144	517	660
Apport d'eau m3/ha					640	2305	2945

Les apports d'eau sur le verger pour couvrir le besoin de l'ensemble des cultures produites sur la parcelle s'élèvent à 2945 m³ /ha dont 21.7% pour couvrir les besoins des cultures maraichères qui occupent environ 35% de la surface du verger maraîcher.

b) Conclusions technico-économiques

Le tableau 19 récapitule le bilan des récoltes 2023 Marforest, comparé au plein champ. Dans ce tableau les rendements (T/ha) des cultures légumières sur Marforest sont rapportés en tenant compte des surfaces cultivées (plantation un inter-rang sur 2, entre 30.5 et 38 % du verger cultivé).

Le chiffre d'affaires global de la parcelle Marforest est calculé sur 2242 m² dont un inter-rang sur 2 est cultivé en maraichage, chaque espèce maraichère représentant un quart de la production légumière. Le chiffre d'affaires global plein champ est calculé sur une parcelle pure équivalente de 3018 m² (parcelle d'arbres fruitiers de 2242 m² + 4 parcelles maraichères de surface moyenne de 196 m² chacune).

Tableau 19 : Bilan global saison 2023

		Marforest			Plein Champ				
	Feuille		surface occupée / ha	RDT T/ha	CA euros /ha	surface occupée / ha	RDT T/ha	CA euros/ha	Prix euros /kg
2023		oignon	38.1%	4,41	10050	92%	19,3	23040	2,28
2023	6ème	Abricot	100%	7.1	10721	100%	8.6	12986	1,51
2023	6ème	Amande	100%	0	0	100%	2,5	10000	4,00
2023		fève	31.8%	6,61	15742	92%	19,7	46974	2,38
2023		Brocolis	38.1%	4.3	7971	92%	14	25900	1.84
2023		Fenouil	30.5%	7.25	13912		18.4	35328	1.92
CA globale rotation 2023		9985 euros/ha			16898 euros/ha avec récolte			13596 euros/ha sans récolte Amande	

Les résultats de l'année 2023 sur le verger maraîcher sont très inférieurs au potentiel de production des parcelles pures. Plusieurs raisons à cela :

- Les amandiers n'ont pas fleuri, entraînant un manque à gagner sur la parcelle Marforest de 10000 euros / ha. Même sans la prise en compte d'une récolte d'amandes sur la parcelle plein champ, le potentiel plein champ serait de 13596 euros/ha, 36% supérieur à Marforest
- La surface maraîchère qu'il est possible de cultiver entre les arbres fruitiers diminue en raison de la place que prennent les branches des arbres taillés en gobelet et qui limite le travail du tracteur
- La production d'abricot qui, bien qu'en augmentation, reste inférieure au potentiel d'un verger pur en raison de la taille de formation et de la perte d'arbres liée aux capnodes
- La durée des cultures allongée sur Marforest, le calibre des produits plus petits et les rendements inférieurs en raison de l'ombre portée des arbres
- L'absence de cultures estivales en raison des restrictions hydriques imposées en période de sécheresse et qui auraient pu donner des résultats intéressants grâce à l'ombre portée des arbres fruitiers
- Des pertes de rendements par rapport à 2022 qui peuvent avoir été aggravées par la concurrence avec les arbres fruitiers (eau)

D'un point de vue sanitaire, les cultures Marforest ont été globalement saines avec des résultats sur l'observation de maladies et ravageurs similaires au plein champ.

V. **MISE EN PLACE AUTOMNE 2023**

1. OBJECTIF GÉNÉRAUX 2024

Les objectifs 2023/2024 sont de :

- Poursuivre les plantations de cultures maraîchères entre les arbres fruitiers (abricot et amande) et les comparer à des cultures maraîchères cultivées dans les mêmes conditions en plein champs pour évaluer l'impact des arbres en hiver et en été
- Observer les rendements des arbres fruitiers afin de pouvoir évaluer les résultats économiques du système en comparaison d'un verger seul.
- Acquérir des références sur le potentiel de production de plusieurs espèces maraichères intercalées sur le rang ou entre rang de verger d'abricotiers et d'amandiers sur un verger de 7 ans.
- Approfondir l'étude de l'impact des cultures légumières sur les populations de ravageurs et d'auxiliaires et la maîtrise de l'enherbement

2. PROTOCOLES AUTOMNE 2023

a) **Matériel et méthode**

Dispositif : Verger en production d'abricotier (x 5 rangs) et d'amandier (x4 rangs) planté en 2018 comparée à une parcelle maraichère de plein champ

Matériel végétal : 60 abricotiers de variété Koolgat, 40 amandiers de variété Lauranne

Taille des parcelles en maraîchage : 283 m²

Nombre de parcelles en maraîchage : 4

Implantation des cultures maraîchères : Les cultures maraichères sont plantées entre les lignes d'arbre, écartées de 1,5 m des arbres fruitiers.

Paillage : Selon les cultures, paillage biodégradable ou absence de paillage.

Conduite des cultures : Le verger sera conduit selon les pratiques d'Agriculture Biologique.

Irrigation : goutte à goutte et aspersion.

b) **Observations et mesures**

Fertilité des sols

- Réaliser des Nitrates 1 fois par mois sur les arbres fruitiers et les cultures maraichères. Les résultats permettront d'ajuster les fertilisations et de suivre la dynamique de l'azote dans le sol.

Observation de la biodiversité

- **Les lombricidés** : test bêche entre janvier et avril (période d'activité des lombrics. La température doit être inférieure à 12°C et il doit y avoir plu quelques jours avant. Faire des observations sur une zone homogène (éviter les bordures) ou de manière à être représentatif de l'hétérogénéité du milieu (bande fleurie, culture, bande enherbée). On comparera la richesse spécifique (nombre de taxon / m²) et l'abondance des lombrics
- **Maladies** : Suivi sanitaire toutes les deux semaines sauf si forte attaque toutes les semaines. Identification et estimation du niveau d'attaque en pourcentage de feuille atteinte ou bien en note sur 5 (5 correspondants à l'attaque maximale).

On comparera / analysera :

- La différence de sensibilité aux maladies
- L'évolution de la maladie au cours de temps

Rentabilité économique = land équivalent ratio (LER)

- Coût des fournitures : récupérer toutes les factures des intrants et la quantité utilisée (produits phyto, engrais, fertilisants, plants, eau...)
- Récoltes : évaluer le poids brut et commercialisable pour les différentes cultures. Lorsque c'est possible les comparer à la modalité plein champs.
- Pour les arbres fruitiers, Calculer un poids par hectare et comparer à un rendement théorique habituellement observé sur les cultures bio de même variété, même âge et même climat.
- Récupérer les temps de travaux « agricoles » au sein des parcelles et construire un calendrier montrant la répartition du temps de travail sur l'année.

Enregistrements météorologiques

A chaque observation seront noté la date, la température, la météo et l'heure. Les données météorologiques (pluviométrie, température, hygrométrie) seront récupérées à partir de la station météorologique de Torreilles.

c) Traitement statistique des résultats

Le logiciel d'analyses statistiques utilisé est StatBox Agri. Selon les recommandations des méthodes générales OEPP et CEB et de la méthode CEB 111, les variables sont soumises à une analyse de la variance et une comparaison des moyennes (Newmann – Keuls).

d) Cultures maraichères et plan de la parcelle

Les cultures plantées à l'été et à l'automne 2023 sont :

- Brocoli : variété Tirreno, planté le 31/08/2023
- Chou Rouge : variété Ranchero, planté le 31/08/23
- Carotte : variété Laguna, semée 05/09/23
- Radis Noir : variété Long Poids d'horloge ; semée le 05/09/23
- Fève : variété Aguadulce, semée le 19/10/23

Le tableau 20 récapitule les densités de plantation, la figure 12 le plan du verger maraicher et la figure 13 le plan de la parcelle plein champ révisionnel.

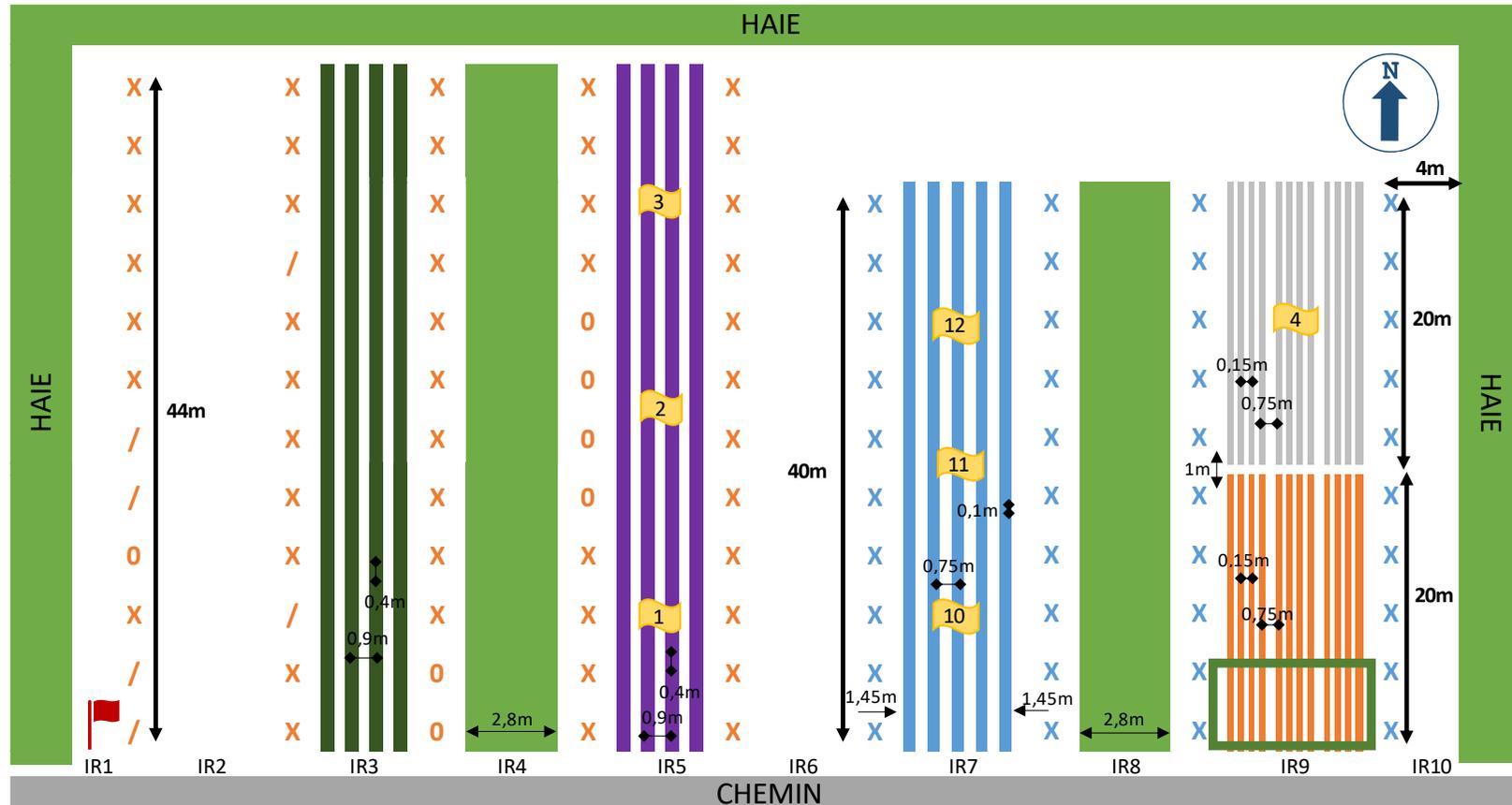
Tableau 20 : Densités de plantation automne 2022/ printemps 2023

	Nb planche	Nb ligne	Inter-planches (m)	Inter-lignes sur planche (m)	Inter plants (m)	Longueur planche (m)	Surface cultivée (m ²)	Densité cultivée (plt/m ²)	Largeur occupée (m)	% occupation verger
Brocoli	4	4	0.90	-	0.40	44	158	2.78	3.6	30.5 %
Chou R	4	4	0.90	-	0.40	44	158	2.78	3.6	30.5 %
Carotte	3	12	0.75	0.15	0.05	20	36	66.67	3.6	30.5 %
Radis N	3	12	0.75	0.15	0.107	20	36	31.15	3.6	30.5 %
Fève	5	5	0.75	-	0.10	40	150	13.33	3.75	31.8 %

L'historique des rotations n'est pas le même sur les parcelles Marforest et plein champ. Le tableau 21 récapitule, par culture mise en place à l'automne 2023, les précédents culturaux de chaque parcelle (comparaison Marforest et plein champ).

Pour les cultures de Chou rouge et de Brocoli mis en place à l'automne 2023, l'historique de rotation est le même entre la parcelle plein champ et la parcelle Marforest depuis l'été 2022. Pour les cultures de fèves et de radis/carotte, l'historique est identique à partir du printemps 2023.

Figure 12 : Plan d'implantation des cultures maraichères 2023-2024

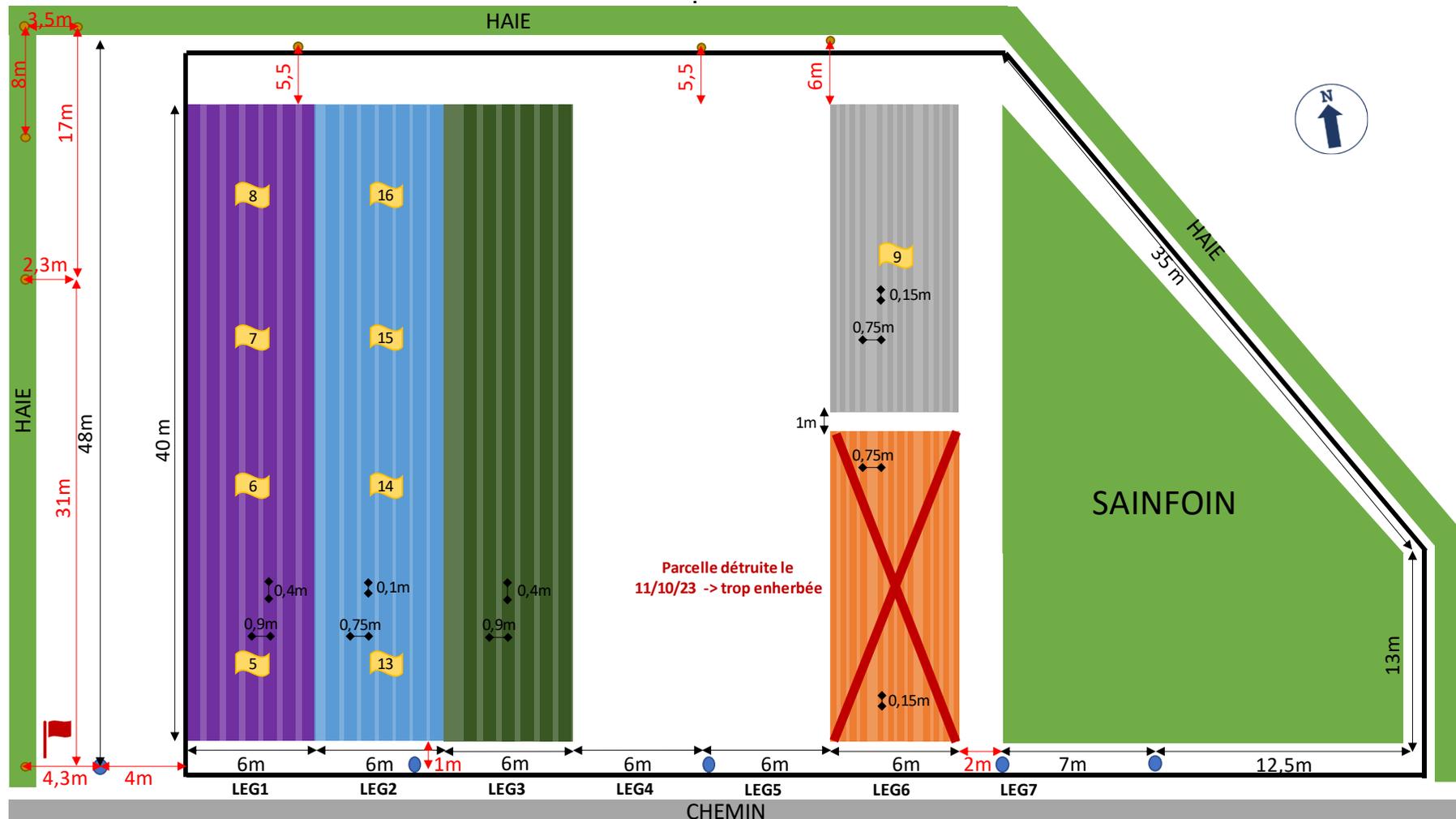


Légende : X Arbre sain O Arbre manquant / Arbre affaibli ■ Apport de 28,33 kg de Sainfoin frais 🟡 Pièges jaunes

🚩 GPS : Latitude : 42.754432
Longitude : 2.984340
Altitude : 5 m
Angle par rapport Nord : 355°

Culture :	■ BROCOLI	■ SAINFOIN	■ FEVE	■ CHOU ROUGE	■ RADIS NOIR	■ CAROTTE
Variété :	Tirreno	Lupinella	Aguadulce	Ranchero	Poids horloge	Laguna
Date de plantation/semi :	31/08/23	10/03/22	19/10/23	31/08/23	05/09/23	05/09/23
Inter rgs (m) x Inter plts (m) :	0,9 x 0,4	-	0,75 x 0,1	0,9 x 0,4	0,15 x 0,107	0,15 x 0,05
Largueur passe pieds (m) :	0,90	-	0,75	0,90	0,75	0,75
Int. rg moy. (m) x Int. plts (m) :	-	-	-	-	0,3 x 0,107m	0,3 x 0,05m
Nbr rang :	4	-	5	4	12 (4 lign/plche	12 (4 lign/plche
Nbr plants ligne :	110	-	400	110	187	400
Distance plantée (m) :	44	IR4 44 - IR8 40	40	44	20	20
Surface plantée (m ²) :	158	IR4 123,8 - IR8 112	150	158	72	72
Densité (passe pieds inclus) :	2,78 plts/m ²	107 kg/Ha	13,33 plts/m ²	2,78 plts/m ²	31,15 plts/m ²	66,67 plts/m ²

Figure 13 : Plan de la parcelle plein champ (nommée *LEGBIO*)



Latitude : 42.754359
 Longitude : 2.985017
 Altitude : 5 m
 Angle par rapport Nord : 355°

Pièges jaunes

Culture :	■ CHOU ROUGE	■ FEVES	■ BROCOLIS	■ RADIS NOIR	■ CAROTTE
Variété :	Ranchero	Aguadulce	Tirreno	Poids horloge	Laguna
Date de plantation/semi :	31/08/23	19/10/23	31/08/23	05/09/23	05/09/23
Inter rgs (m) x Inter plts (m) :	0,9 x 0,4	0,75 x 0,1	0,9 x 0,4	0,15 x 0,107	0,15 x 0,05
Largueur passe pieds (m) :	0,90	0,75	0,90	0,75	0,75
Int. rg moy. (m) x Int. plts (m) :	-	-	-	0,3 x 0,107	0,3 x 0,05
Nbr rang :	7	7	6	12 (2 ligne/planche)	12 (2 ligne/planche)
Nbr plants ligne :	100	400	100	187	400
Distance plantée (m) :	40	40	40	20	20
Surface plantée (m²) :	252	210	216	36	36
Densité (passe pieds inclus) :	2,77 plts/m²	13,33 plants/m²	2,77 plants/m²	31,15 plants/m²	66,67 plants/m²

Tableau 21 : Comparaison précédents culturaux 2020 - 2023 parcelles plein champ et Marforest

MARFOREST	PLEIN CHA.	MARFOREST	PLEIN CHA.	MARFOREST	PLEIN CHA.	MARFOREST	PLEIN CHA.
IR 3	Leg 3	IR 5	Leg 1	IR 7	Leg 2	IR 9	Leg 6
08/23 : Brocoli		08/23 : Chou R.		10/23 : Fève		09/23 : Radis / carotte	
03/23 : Enherbé		03/23 : Enherbé		03/23 : Oignon		03/23 Enherbé	
10/22 : Fève		07/22 : Poireau		09/22 : Brocoli	06/22 : Poireau	09/22 : Fenouil	03/22 : Sainfoin
05/22 : Patate Douce				03/22 : Fenugrec		03/22 : Pois chiche	
10/21 : Blette	09/21 : Brocoli	10/21 : Oignon	09/21 : Fenouil	09/21 : Fenouil		09/21 Brocoli	
04/21 : Sorgho	04/21 : enherbé	04/21 : Sorgho	04/21 : Enherbé	04/21 : Sorgho	02/21 : Enherbé	04/21 : Sorgho	03/21 : Enherbé
10/20 : Enherbé	10/20 : Fenouil	10/20 : Enherbé	10/20 : Brocoli	10/20 : Enherbé	10/20 : Brocoli	10/20 : Enherbé	

3. MISE EN PLACE JUILLET - DECEMBRE 2023

a) Calendrier des actions période de juillet à décembre 2023

Le tableau 22 présente les actions mises en place sur les cultures d'hiver 2023-2024.

Tableau 22. Calendrier des actions

Date	Action
17/08/2023	Taille abricotiers
30/08/2023	Travail du sol et engrais pour brocolis et choux rouge + engrais pour radis noir et carottes
31/08/2023	Plantation brocolis et choux rouge
04/09/2023	Taille amandiers
04/09/2023	Travail du sol pour carottes et radis noir
05/09/2023	Semi carottes et radis noir
05/09/2023	Pose Tinytags sur brocolis plein champs et Marforest
14/09/2023	Engrais sur abricotiers et amandiers
03/10/2023	Engrais sur brocolis et choux rouge
04/10/2023	Buttage brocolis
11/10/2023	Destruction carotte plein champs à cause de l'enherbement
17/10/2023	Travail du sol et engrais pour fèves
19/10/2023	Semi fèves
26/10/2023	Pose pièges jaunes N°1
31/10/2023	Notation circonférence des troncs abricotier et amandiers
31/10/2023	Notation ombre N°1
13/11/2023	Récolte radis noir N°1 Marforest et N°1 plein champs
23/11/2023	Récolte radis noir N°2 Marforest et N°2 plein champs
27/11/2023	Récolte choux rouge N°1 plein champs
05/12/2023	Récolte radis N°3 plein champs et carotte N°1 Marforest
06/12/2023	Récolte choux rouge N°2 plein champs et brocolis N°1 plein champs
06/12/2023	Notation ombre N°2
11/12/2023	Récolte brocolis N°2 plein champs et N°1 Marforest
12/12/2023	Récolte radis noir N°3 Marforest
14/12/2023	Notation ombre N°3
14/12/2023	Récolte choux rouge N°3 plein champs et brocolis N°3 plein champs
18/12/2023	Récolte brocolis N°4 pleins champs et N°2 Marforest
21/12/2023	Récolte brocolis N°5 pleins champs et N°3 Marforest
02/01/2024	Récolte carotte N°2 Marforest et brocolis N°6 plein champs et N°4 Marforest
08/01/2024	Récolte carotte N°3 Marforest et brocolis N°7 plein champs et N°5 Marforest
09/12/2023	Notation ombre N°4

b) Fertilisation

Des tests nitrate ont été fait avant la mise en place des cultures afin d'évaluer les reliquats azote dans le sol. Le tableau 22 présente les apports réalisés avant plantation. Les données carotte de plein champ n'apparaissent pas car la culture n'a pas correctement levée et la parcelle a été retournée.

Tableau 22 : synthèse des apports sur les cultures d'hiver 2023/2024

Date de l'apport	Nom engrais	Composition du produit			Quantité engrais kg/ha	Unités N ,P,K apportées à l'ha			MARFOREST					PLEIN CHAMP				
									IR3	IR5	IR6	IR9 DVANT	IR9 FOND	Pleg1	Pleg2	Pleg3	Pleg6 FOND	
		N	P	K		N	P	K	BROCOLIS 31/08/23	CHOUX ROUGE 31/08/23	FEVES 19/10/23	CAROTTES 05/09/23	RADIS NOIR 05/09/23	CHOUX ROUGE 31/08/23	FEVES 19/10/23	BROCOLIS 31/08/23	RADIS NOIR 05/09/23	
30/08/23	Actimus	4	3	5	1100	44	33	55										
30/08/23	Actimus	4	3	5	1350	54	41	68										
30/08/23	Actimus	4	3	5	2600	104	78	130										
30/08/23	Actimus	4	3	5	1850	74	56	93										
30/08/23	Orgaliz	7	4	11	186	13	7	20										
30/08/23	Orgaliz	7	4	11	343	24	14	38										
03/10/23	Orgaliz	7	4	11	760	53	30	84										
03/10/23	Orgaliz	7	4	11	560	39	22	62										
03/10/23	Orgaliz	7	4	11	510	36	20	56										
03/10/23	Orgaliz	7	4	11	700	49	28	77										
03/10/23	Actimus	4	3	5	1500	60	45	75										
03/10/23	Tourteau ricin	4,5	2	1	1000	45	20	10										
03/10/23	Tourteau ricin	4,5	2	1	250	11	5	3										
03/10/23	Patenkali	0	0	30	212	0	0	64										
03/10/23	Patenkali	0	0	30	270	0	0	81										
<i>Reliquat azote avant fertilisation de fond</i>									116	86	56	57	87	116	188	106	47	
UNITES AZOTE APPORTEES (N)									97	140	105	13	13	123	71	93	24	
UNITES PHOSPHORE APPORTEES (P)									63	98	65	7	7	84	50	63	14	
UNITES POTASSE APPORTEES (K)									139	186	80	14	14	52	20	98	30	
Total unités azote (N) (reliquats + apports)									213	226	161	70	100	239	259	199	71	
<i>Besoin estimé culture unités azote (N)</i>									225	190	250	110	60	190	250	225	60	

Globalement, les reliquats mesurés dans le sol additionnés des apports fait avant plantation sur chaque culture

c) Suivi sanitaire des cultures

Le tableau 23 présente la protection phytosanitaire réalisée sur les cultures maraichères 2023-2024.

Tableau 23 : protection des cultures maraichères

Date	Cible	Nom produit	Matière active	Dose /ha	MARFOREST					PLEIN CHAMP			
					IR3	IR5	IR6	IR9 DEVANT	IR9 FOND	Pleg1	Pleg2	Pleg3	Pleg6 FOND
					BROCOLIS 31/08/23	CHOUX ROUGE 31/08/23	FEVES 19/10/23	CAROTTES 05/09/23	RADIS NOIR 05/09/23	CHOUX ROUGE 31/08/23	FEVES 19/10/23	BROCOLIS 31/08/23	RADIS NOIR 05/09/23
15/09/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31				1		1	
15/09/23	Maladies fongiques	Labicuper	Biostimulant	1 L									
21/09/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31				1		1	
21/09/23	Maladies fongiques	Labicuper	Biostimulant	1 L									
29/09/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31			0,31	1		1	1
06/10/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31			0,31	1		1	1
13/10/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31			0,31	1		1	1
19/10/23	Chenilles	Delfin	B. thuringiensis	1 Kg	0,31	0,31			0,31	1		1	1
14/11/23	Chenilles	Musdo 4	Spinosad	0,2 L	0,31	0,31				1		1	
27/11/23	Pucerons	Savologic	Savon noir	2 %	0,31	0,31				1		1	
27/11/23	Mildiou	Labicuper	Biostimulant	2 L									
Indice de fréquence de traitement (IFT) Fongicide					0,31	0,31	0	0	0	1	0	1	0
Indice de fréquence de traitement (IFT) Insecticide					2,17	2,17	0	0	1,24	7	0	7	4
Indice de fréquence de traitement (IFT) Total					2,48	2,48	0	0	1,24	8	0	8	4

Aucun traitement phytosanitaire n'a été nécessaire sur carottes. Pour les autres cultures, les traitements ont été envisagés en fonction de l'observation des maladies et ravageurs présents sur les plants. Les traitements ont été identiques en plein champs et sur le verger Marforest.

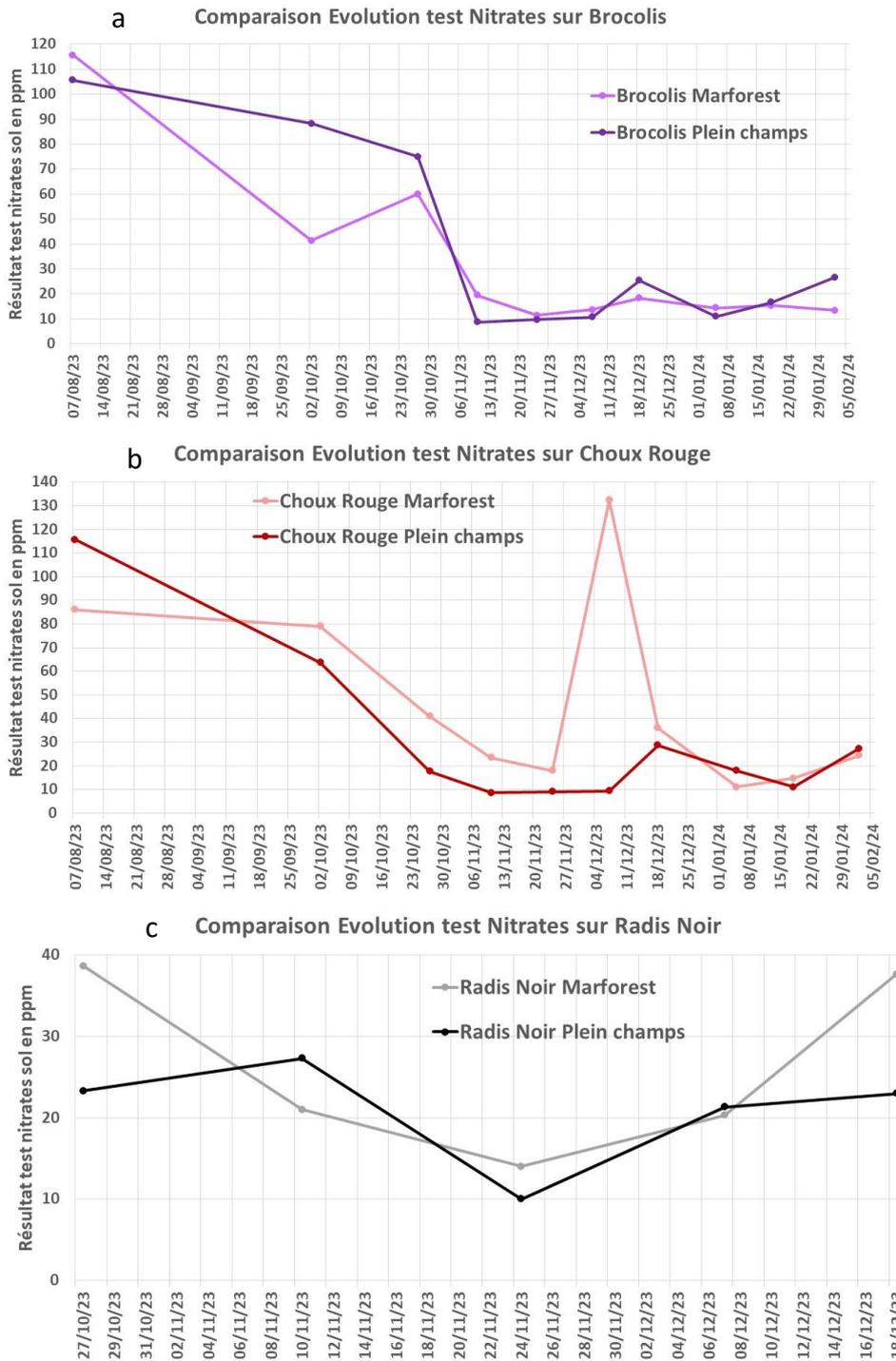
Pour calculer les indices de fréquence de traitement, les doses appliquées sur légumes ont été rapportées à la surface réellement occupée par la culture.

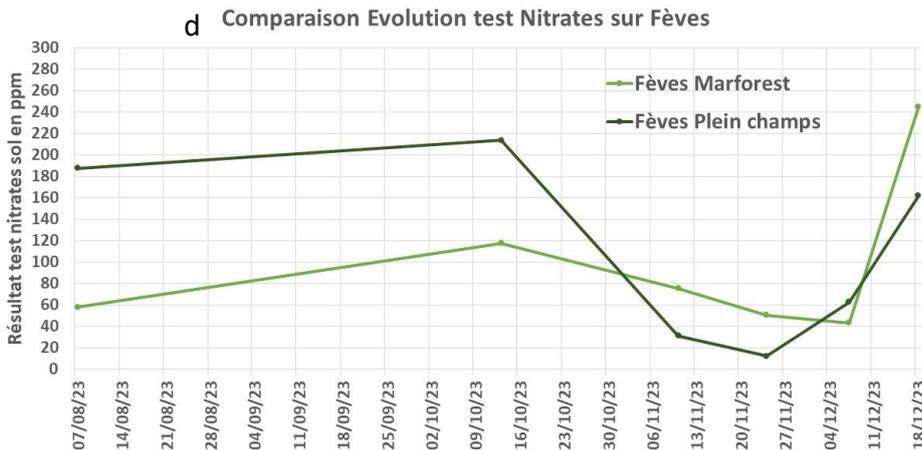
4. PREMIERS RESULTATS AUTOMNE 2023

a) Suivis nitrates

Les nitrates ont été suivis tout au long de la culture sur les brocolis, les fenouils et les fèves. La figure 13 présente les résultats.

Figure 13 : Evolution des nitrates du sol sur brocoli (a), chou rouge (b) radis noir (c) et fèves (d), comparaison de Marforest et du plein champs





Les relevés nitrate se poursuivent tout au long de la culture. Les données seront analysées en 2024

b) Doses de cuivre appliquées

Entre la protection des arbres fruitiers et des cultures légumières, il faut s'assurer que la quantité totale de cuivre apportée sur les parcelles ne dépassent pas, en moyenne, 4 kg de cuivre métal par hectare et par an. Le tableau 24 récapitule les doses apportées en 2023 et sur la période 2022-2023. Globalement, les apports totaux en 2023 sont loin de cette limite. La sécheresse 2023 et la présence de légumes sous les abricotiers en période de floraison ont limité le besoin aux recours du cuivre sur les abricotiers. Les amandiers n'ayant pas fleuri, il n'y a pas eu de traitements contre le *Fusicocum*. Les plus gros apports de cuivre ont été fait sur les fèves et les brocolis qui dans la rotation se trouvaient sur le même inter-rang du verger (IR3). La dose maximale de cuivre appliquée sur cette parcelle entre 2022 et 2023 est de 3.472 kg de Cu métal / hectare sur 2 ans, bien en-dessous des recommandations.

Tableau 24 : Dose de cuivre totale apporté sur la parcelle marforest en 2023 + bilan 2022/2023

		Dose cuivre (kg Cu métal/ha) 2023	Total kg Cu métal/ha 2022-2023
IR 3	Abricot + fèves + brocolis	1.127	3.472
IR 5	Abricot + choux rouges	0.261	2.311
IR 7	Amande + Brocoli + Oignon + fève	0.007	1.58
IR 9	Amande + Fenouil + Radis noir/carotte	0.007	0.313

Projet soutenu PAR:



Table des illustrations

TABLEAU 1 : DENSITES DE PLANTATION AUTOMNE 2022/ PRINTEMPS 2023	5
FIGURE 1 : PLAN D'IMPLANTATION DES CULTURES MARAICHERES AUTOMNE 2022	5
FIGURE 2 : CULTURES MARFOREST 10/01/2023 : FEVE (20A), BROCOLI (20B), FENOUIL (20C), POIREAU (20D)	6
TABLEAU 2. CALENDRIER DES ACTIONS.....	6
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES APPORTS DE FOND SUR LES CULTURES D'HIVER 2022/2023.....	7
TABLEAU 4 : PROTECTION DES CULTURES MARAICHERES.....	8
TABLEAU 5 : DOSE CUIVRE TOTALE APORTE SUR VERGER EN 2022	9
FIGURE 2 : EVOLUTION DES NITRATES DU SOL SUR BROCOLI (A), FENOUIL (B) ET FEVE (C), COMPARAISON MARFOREST, PLEIN CHAMPS	9
TABLEAU 6 : FREQUENCE MOYENNE D'OBSERVATION DE PLANTS ATTEINTS PAR DES BIOAGRESSEURS (TOUTES MALADIES ET RAVAGEURS OBSERVES) SUR LA PERIODE DE CULTURE	10
FIGURE 3 : BROCOLIS : FREQUENCE D'ATTAQUE RAVAGEURS ET MALADIES SUR BROCOLIS, COMPARAISON MARFOREST / PLEIN CHAMP	11
FIGURE 4 : FREQUENCE RAVAGEURS ET MALADIES SUR FEVES, COMPARAISON MARFOREST / PLEIN CHAMP.....	11
FIGURE 5 : FREQUENCE D'ATTAQUE RAVAGEURS ET MALADIES SUR FENOUIL, COMPARAISON MARFOREST / PLEIN CHAMP	12
FIGURE 6 : INTENSITE MOYENNE D'ATTAQUE (EN NOTE DE CLASSE) DES FENOUILS PAR LES BIOAGRESSEURS	12
FIGURE 7 : FREQUENCE MOYENNE DES AUXILIAIRES SUR BROCOLI	13
FIGURE 8 : INTENSITE D'ATTAQUE PIERIDES SUR BROCOLIS.....	13
FIGURE 9 : FREQUENCE D'ATTAQUE PUCERONS PAR TYPE SUR FEVE	13
TABLEAU 7 : DATES DE RECOLTE DES ESPECES LEGUMIERES MARFOREST	14
TABLEAU 8 : PROGRAMME DE TRAITEMENT DES ARBRES FRUITIERS MARFOREST 2023	15
FIGURE 10 : TEMPERATURES ET PLUVIOMETRIE DU 06/09/2022 AU 30/06/2023	15
TABLEAU 9 : RESULTATS CULTURES DE BROCOLIS ET FENOUIL 2023/2024.....	16
TABLEAU 11 : RENDEMENT FEVES : RECOLTES DU 5 AVRIL AU 3 MAI 2023.....	16
TABLEAU 12 : RENDEMENTS OIGNONS MARFOREST EN COMPARAISON DU PLEIN CHAMP	17
FIGURE 11: REPARTITION DES OIGNONS PAR CALIBRE	18
TABLEAU 13 : RENDEMENTS NETS DES OIGNONS EN KG/M ² SUR LES 3 LIGNES DE PLANTATION MARFOREST :.....	18
TABLEAU 14 : DONNEES TECHNICO-ECONOMIQUES DES OIGNONS RECOLTES SUR MARFOREST EN COMPARAISON DU PLEIN CHAMP	19
TABLEAU 15 : RESULTATS ECONOMIQUES CULTURES HIVER / PRINTEMPS 2023 ET COMPARAISON AVEC LA SAISON 2022.....	19
TABLEAU 18 : RESULTATS RECOLTE SAINFOIN SUR 3 PLACETTES DE 0.25 M ²	21
TABLEAU 19 : RESULTATS RECOLTE SAINFOIN SUR 3 PLACETTES DE 0.25 M ²	21
TABLEAU 17 : APPORTS D'EAU ABRICOTIER : PLUIE ET IRRIGATION SAISONS 2022 ET 2023.....	22
TABLEAU 18 : APPORTS EN EAU GLOBAUX SUR L'ANNEE 2023 DU VERGER MARFOREST	22
TABLEAU 19 : BILAN GLOBAL SAISON 2023	23
TABLEAU 20 : DENSITES DE PLANTATION AUTOMNE 2022/ PRINTEMPS 2023.....	25
FIGURE 12 : PLAN D'IMPLANTATION DES CULTURES MARAICHERES 2023-2024	26
FIGURE 13 : PLAN DE LA PARCELLE PLEIN CHAMP (NOMMEE LEGBIO).....	27
TABLEAU 21 : COMPARAISON PRECEDENTS CULTURAUX 2020 - 2023 PARCELLES PLEIN CHAMP ET MARFOREST.....	27
TABLEAU 22. CALENDRIER DES ACTIONS	27
TABLEAU 22 : SYNTHESE DES APPORTS SUR LES CULTURES D'HIVER 2023/2024	28
TABLEAU 23 : PROTECTION DES CULTURES MARAICHERES	29
FIGURE 13 : EVOLUTION DES NITRATES DU SOL SUR BROCOLI (A), CHOU ROUGE (B) RADIS NOIR (C) ET FEVES (D), COMPARAISON DE MARFOREST ET DU PLEIN CHAMPS	30
TABLEAU 24 : DOSE DE CUIVRE TOTALE APORTE SUR LA PARCELLE MARFOREST EN 2023 + BILAN 2022/2023.....	31