



HAL
open science

Optimisation de l'itinéraire de culture des porte-graines de trois espèces de plantes à parfum, médicinales et aromatiques en vue d'améliorer la quantité de semences produites et leur qualité germinative

Marie-Christine Baills

► To cite this version:

Marie-Christine Baills. Optimisation de l'itinéraire de culture des porte-graines de trois espèces de plantes à parfum, médicinales et aromatiques en vue d'améliorer la quantité de semences produites et leur qualité germinative. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02335950

HAL Id: dumas-02335950

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02335950>

Submitted on 28 Oct 2019

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

Année universitaire : **2018 - 2019**

Spécialité/Mention :

Horticulture

Spécialisation/Parcours :

**Ingénierie des Productions et des
Produits de l'Horticulture (I2PH)**

Mémoire de fin d'études

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Optimisation de l'itinéraire de culture des porte-graines de trois espèces de plantes à parfum, médicinales et aromatiques en vue d'améliorer la quantité de semences produites et leur qualité germinative

Par : Marie-Christine BAILLS



Soutenu à Angers, le 5 septembre 2019

Devant le jury composé de :

Président : Emmanuel GEOFFRIAU

Maître de stage : Morgane CUSIN

Enseignant référent : Valérie LE CLERC

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

Coraline RAVENEL, ingénieure d'études à la
Fédération National des Agriculteurs
Multiplicateurs de Semences

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

Confidentialité

Non Oui si oui : 1 an 5 ans 10 ans

Pendant toute la durée de confidentialité, aucune diffusion du mémoire n'est possible ⁽¹⁾.

Date et signature du tuteur de stage ⁽²⁾ :

A la fin de la période de confidentialité, sa diffusion est soumise aux règles ci-dessous (droits d'auteur et autorisation de diffusion par l'enseignant à renseigner).

Droits d'auteur

L'auteur⁽³⁾ **Baills Marie-Christine**

autorise la diffusion de son travail (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement⁽⁴⁾

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire (joindre dans ce cas la fiche de conformité du mémoire numérique et le contrat de diffusion)

(Facultatif) accepte de placer son mémoire sous licence Creative commons CC-BY-NC-Nd (voir Guide du mémoire Chap 1.4 page 6)

Date et signature de l'auteur :

Autorisation de diffusion par le responsable de spécialisation ou son représentant

L'enseignant juge le mémoire de qualité suffisante pour être diffusé (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si non, seul le titre du mémoire apparaîtra dans les bases de données.

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement⁽⁴⁾

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire

Date et signature de l'enseignant :

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) Signature et cachet de l'organisme

(3).Auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(4) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements s'adressent à l'ensemble de l'équipe de l'iteipmai, pour leur accueil, leur gentillesse et grâce à qui ce stage de fin d'études fut si enrichissant et formateur sur les plans professionnel et personnel. Je remercie en particulier les membres du service technique avec qui j'ai travaillé durant les 6 derniers mois : Christelle Garnier, Roxane Trabattoni, Simon Renou, Berline Fopa-Fomeju, Arnaud Cloitre, Maël Fily. Un grand merci à Morgane Cusin et Bruno Gaudin, pour leurs conseils avisés, leur disponibilité ainsi que pour la confiance et les responsabilités qu'ils m'ont accordées. Merci à Anne Buchwalder, directrice de l'iteipmai, qui m'a permis d'effectuer un déplacement dans la Drôme pour y rencontrer producteurs et autres acteurs de la filière, ce qui fut particulièrement formateur. Sans oublier les membres de la station de La Vesc, que je remercie pour leur accueil chaleureux lors de ma venue : Guillaume Frémondrière, Philippe Bérenguer, Philippe Gallois, Caroline Le Flamanc ainsi que les stagiaires et saisonniers. Une mention particulière pour Guillaume Frémondrière, que je remercie notamment pour ses conseils concernant l'élaboration d'un protocole, les dispositifs expérimentaux et la rédaction de ce mémoire.

Je remercie les membres de l'équipe du Conservatoire National des plantes à Parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles (Lucie et Benjamin Gourlin, Agnès Le Men, Sophie Kling, Anaïs Bacroix, Sarah Martineau, Fanny Brunet, Morgane Souche, Aline Aurias) qui m'ont accueilli pour mon 1^{er} vrai stage dans le domaine des PPAM. Merci pour ce stage si enrichissant et épanouissant qui a confirmé ma volonté de travailler dans ce domaine.

Je remercie malgré tout, Thomas Dickson, mon maître de stage de L3 et Malcom, son père, gérants de la pépinière Hooksgreen Herbs, pour ce stage qui m'a permis de découvrir la culture anglaise, le rapport si particulier que les anglais entretiennent avec leur jardin et d'en apprendre plus sur moi-même. Un grand merci à Marine Augagneur pour ces souvenirs inoubliables et pour son soutien lors des moments difficiles.

Merci également à toutes les personnes qui me sont chères, famille et amis, que je ne citerais pas ici car tous les citer serait trop long.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à mes parents, pour l'éducation qu'ils m'ont dispensée, puis, par la suite qui m'ont fait confiance dans le choix de mes études tout en me soutenant. Je tiens à remercier tout particulièrement ma mère, pour sa présence, son soutien sans faille et pour toutes ces choses que des mots ne peuvent décrire.

LISTE DES ABREVIATIONS

% : pourcent(s)	GNIS : groupement national interprofessionnel des semences et plants
€ : euro(s)	ha : hectare(s)
°C : degré(s) Celsius	HE : huile(s) essentielle(s)
AIHP : association interprofessionnelle des herbes de Provence	i.e. : <i>id est</i> (c'est-à-dire)
ANSM : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé	INAO : institut national de la qualité et de l'origine
AOP : appellation d'origine protégée	Iteipmai : institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques
B : bore	ISTA : international seed testing association
CA : chiffre d'affaires	k : kilo(s) (1 k€ = 1 000€)
Ca : calcium	K : potassium
CFPPA : centre de formation professionnelle et de promotion agricoles	l : litre(s)
CIHEF : comité interprofessionnel des huiles essentielles françaises	m : mètre(s) ; cm = centimètre(s) ; mm = millimètre(s) ; µm = micromètre(s) (1 µm = 10 ⁻⁶ m)
CNPMAI : conservatoire national des plantes à parfum, médicinales, aromatiques et industrielles	Mg : magnésium
CNRTL : centre national de ressources textuelles et lexicales	MH : hydrazide maléique
CPPARM : comité des plantes à parfum, aromatiques et médicinales	Mn : manganèse
CRIEPPAM : centre régionalisé interprofessionnel d'expérimentation en plantes à parfum, aromatiques et médicinales	Mo : molybdène
Cu : cuivre	N : azote
EDQM : european directorate for the quality of medicines	NAA : naphthalène acide acétique
EHGA : european herb growers association	OP : organisation de producteurs
FDPLLPP Drôme Ardèche : fédération départementale des producteurs de lavandes, lavandins et plantes à parfum Drôme Ardèche	OPTISEM : optimisation de la production de semences de PPAM
Fe : fer	P : phosphore
FNAMS : fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences	PAC : politique agricole commune
g : gramme(s) ; mg : milligramme(s)	PAM ou PPAM : plantes (à parfum), aromatiques et médicinales
GA3 : acide gibbérélique	ppm : partie par million
	S : soufre
	SAU : surface agricole utile
	UESS : université européenne senteurs & saveurs
	WHO : world health organization
	Zn : zinc

GLOSSAIRE

Acide gibbérellique	Composé actif des gibbérellines, phytohormones impliquées dans la croissance, des entre-nœuds et des fruits principalement ainsi que dans la levée de dormance (Wikipédia).
Adventice	Terme employé pour désigner toute espèce de plante, différente de celle d'intérêt, présente dans une culture.
Akène	Fruit sec indéhiscent (ne s'ouvrant de lui-même pas à maturité) contenant une seule graine n'adhérant pas au péricarpe (Larousse).
Allogame	Relatif à la fécondation croisée (interfécondation) <i>i.e.</i> à la rencontre et à la fusion de gamètes femelle et mâle issus d'individus différents.
Attapulgite	Argile alumino-magnésienne fibreuse.
Auxine	Phytohormone de croissance indispensable au développement des plantes.
Biomasse	(Dans ce mémoire) tout organe végétal d'intérêt autre que les semences destinées à la multiplication de l'espèce/variété <i>i.e.</i> inflorescences, feuilles, tiges, racines.
Biostimulants	Fertilisants qui stimulent le processus de nutrition des végétaux indépendamment des éléments nutritifs qu'ils contiennent, dans le seul but d'améliorer une ou plusieurs caractéristiques suivantes des végétaux et de la rhizosphère : l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs, la tolérance au stress abiotique, les caractéristiques qualitatives et la disponibilité des éléments nutritifs confinés dans le sol ou la rhizosphère (définition de la commission européenne, mars 2016, complétée en décembre 2018).
Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE)	Agrément délivré par le ministre chargé de l'Agriculture, par l'intermédiaire du Cofrac (comité français d'accréditation). Toute station d'expérimentation testant l'efficacité de produits phytosanitaires, par exemple, doit obtenir un agrément BPE si elle souhaite que ses résultats soient reconnus officiellement (Cofrac).
Capitule (terme botanique)	Inflorescence constituée de nombreuses petites fleurs très serrées, situées côte à côte et portées par de très courts pédoncules insérés sur un vaste réceptacle commun (Larousse).
Chlorophylle	Pigment caractéristique des plantes vertes, localisé dans des organites cellulaires (chloroplastes) des parties éclairées du végétal et assurant l'absorption d'une partie de l'énergie des rayons solaires, ce qui rend possible la photosynthèse (Larousse).
Clone	Être vivant engendré par un parent unique, sans sexualité (c'est-à-dire par reproduction végétative ou asexuée) et par conséquent identique, d'un point de vue génétique, à son parent (Larousse).
Colonne à air	Appareil de triage des semences. Basé sur des jeux de vent, il permet d'effectuer un tri densimétrique des graines.
Démariage	Action d'éliminer manuellement une partie des jeunes plants ayant levés après semis.
Dépérissement	Affaiblissement progressif d'une plante conduisant en général à sa mort. Ses causes sont diverses.
Éléments primaires ou macro-éléments	Éléments requis en grande quantité par la plante afin d'assurer sa croissance et son développement. L'azote, le phosphore et le potassium sont les principaux. En fonction des sources, le magnésium, le soufre et

	le calcium sont considérés comme tels ou bien définis comme méso-éléments ou éléments secondaires.
Entomophile	Se dit des plantes dont la pollinisation se fait par l'intermédiaire des insectes (Larousse).
Distillation par entraînement à la vapeur d'eau	Méthode de distillation lors de laquelle le matériel végétal est traversé par de la vapeur d'eau (pas de contact direct entre le matériel végétal et l'eau en ébullition).
Grenaison (terme botanique)	Formation des grains dans les céréales (Larousse).
Hermaphrodite	Individu portant à la fois des organes reproducteurs femelle et mâle.
Huile essentielle	Produit odorant, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (Pharmacopée Européenne).
Hydrolase	Enzyme capable de rompre des liaisons covalentes.
Inflorescence	Disposition des fleurs sur la tige d'une plante (Larousse).
Itinéraire cultural/de culture ou itinéraire technique	Suite logique et ordonnée de différentes interventions, appliquée à une espèce végétale cultivée, depuis le semis jusqu'à la récolte. Il est défini en fonction des objectifs de production et des moyens disponibles.
Lavande clonale	Lavande obtenue par multiplication végétative d'un parent. Au sein d'une parcelle de lavandes clonales, les individus sont génétiquement identiques.
Lavande de population ou lavande fine	Lavande provenant d'un semis de graines issues de polycross. Au sein d'une parcelle de lavandes de population, les individus sont génétiquement différents, la diversité génétique pouvant être plus ou moins importante.
Mellifère	Se dit d'une plante dont le nectar est récolté par les abeilles pour élaborer le miel (Larousse).
Méristème (terme botanique)	Tissu formé de cellules jeunes (embryonnaires) à multiplication rapide qui, en se cloisonnant, donnent naissance aux autres tissus de la plante (CNRTL).
Métabolite secondaire	Molécule, souvent spécifique d'une espèce végétale ou fongique, qui est synthétisée en dehors des voies métaboliques essentielles par des cellules spécialisées, à certains moments du développement ou en réponse à une agression (Légifrance).
Hydrazide maléique	Composé organique utilisé en agriculture comme régulateur de croissance, et en particulier comme inhibiteur de germination pour la pomme de terre (Wikipédia).
Naphtalène acide acétique	Auxine de synthèse.
Oligo-élément	Élément chimique, métalloïde ou métallique, présent en infime quantité dans les organismes et nécessaire à leur métabolisme (CNRTL). Les principaux oligo-éléments sont : le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc.
Ombelle	Inflorescence dans laquelle les fleurs, petites et nombreuses, sont toutes dans un même plan horizontal, portées par des pédoncules partants tous du même point de la tige (Larousse).

Ontogénique	Relatif ou propre à l'ontogénèse, à l'ontogénie <i>i.e.</i> à l'ensemble des processus qui, chez un organisme animal ou végétal, conduisent de la cellule œuf à l'adulte reproducteur (CNRTL).
Photosynthèse	Ensemble des phénomènes qui participent à la production de glucides par les végétaux verts à partir de l'eau et du gaz carbonique de l'air qu'ils peuvent fixer et transformer en matière organique grâce à la chlorophylle, et en utilisant, comme source d'énergie, le rayonnement solaire (CNRTL).
Pollen	Ensemble des grains (gamétophytes) mâles d'une plante à graines, contenus dans les anthères des étamines, puis dispersés (Larousse).
Polycross	Méthode de croisement permettant d'obtenir une descendance issue de la fécondation libre de parents connus.
Posologie	Dose d'un médicament ou d'une préparation, variable selon les cas, et modalité de leur administration (quantité, rythme) (CNRTL).
PPAM	Plantes à parfum, aromatiques et médicinales. Ce terme s'applique à plus de 150 espèces végétales (FranceAgriMer).
Régulateur de croissance ou substance de croissance	Substance active ou préparation qui, appliquée sur tout ou partie d'un végétal, agit sur les mécanismes physiologiques, notamment la différenciation ou l'élongation cellulaires (Wikipédia).
Sasseur	Appareil vibrant utilisé pour trier les graines, composé de plusieurs grilles, de mailles de diamètres différents, espacées et superposées.
Semence mère	Semence conforme au type de la variété et homogène, provenant de sélections individuelles et représentant les caractéristiques propres de la variété (GNIS).
Semences de base	Semences obtenues à partir de la semence mère, dont l'identité, la pureté génétique et l'homogénéité sont garanties et qui serviront à la multiplication en vue de produire des semences certifiées (GNIS).
Semences commerciales	Aussi appelées semences certifiées. Elles sont obtenues à partir de la semence de base et destinées à être commercialisées auprès des professionnels et/ou des particuliers.
Semence	Graine, ou autre partie d'un végétal, apte à former une plante complète après semis ou enfouissement (Larousse).
Sommité	Extrémité d'une tige à inflorescence complexe de certaines plantes, employée à des fins médicinales (CNRTL).
Surface agricole utile (SAU)	Notion normalisée dans la statistique agricole européenne. Elle comprend les terres arables (y compris pâturages temporaires, jachères, cultures sous abri, jardins familiaux...), les surfaces toujours en herbe et les cultures permanentes (vignes, vergers...) (Insee).
Tube pollinique (terme botanique)	Organe vecteur des gamètes mâles émis après germination du grain de pollen sur l'appareil reproducteur femelle. Ce tube progresse dans les tissus femelles pour atteindre l'ovaire où aura lieu la double-fécondation.
Variété population ou synthétique	Variété issue de la fécondation libre de plusieurs parents. La diversité génétique est importante en son sein.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
LISTE DES ABREVIATIONS	III
GLOSSAIRE.....	IV
TABLE DES MATIERES	VII
TABLE DES FIGURES.....	X
TABLE DES TABLEAUX.....	XI
TABLE DES ANNEXES.....	XI
INTRODUCTION	1
I. Contexte du projet du stage et du mémoire	3
A. Présentation de la filière PPAM française	3
1. Importance spatiale et localisation des cultures	3
2. Débouchés des produits issus des PPAM	3
3. Données économiques	3
4. Acteurs de la filière.....	4
B. Présentation de l'iteipmai et de ses missions.....	4
C. Thématique du stage : optimisation de l'activité de production semencière de l'iteipmai via le programme OPTISEM	5
1. Eléments de contexte	5
2. Présentation du programme OPTISEM	6
a. Choix des espèces.....	6
b. Présentation et justification des facteurs étudiés ainsi que de l'ordre d'étude.....	7
c. Présentation et justification des variables d'intérêt	9
D. Présentation des missions du stage et de la méthodologie mise en place	9
1. Missions du stage.....	9
2. Méthodologie mise en place	9
a. Synthèses bibliographiques	9
b. Elaboration des protocoles expérimentaux.....	10
c. Mise en place des essais et suivi	10
d. Collecte et analyse des données issues des essais	10
II. Optimisation de l'itinéraire cultural de la lavande vraie porte-graines	11
A. Présentation de l'espèce <i>Lavandula angustifolia</i> Mill. et éléments de contexte.....	11
1. Caractéristiques de l'espèce.....	11
2. Utilisations.....	11
3. Situation de la production française.....	12
4. Position de l'iteipmai.....	13
B. Matériels et méthodes	13
1. Elaboration du protocole de l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments »	13
a. Contexte et état de l'art	13
b. Choix des produits et posologies.....	16
2. Matériel végétal	18

3.	Itinéraire culturel	18
a.	Fertilisation	18
b.	Irrigation.....	18
c.	Désherbage.....	19
4.	Récolte.....	19
5.	Séchage.....	19
6.	Récupération des semences et triage	20
7.	Dispositif expérimental.....	20
C.	Résultats	21
D.	Discussion.....	22
III.	Optimisation de l'itinéraire culturel de la matricaire porte-graines.....	24
A.	Présentation de l'espèce <i>Matricaria recutita</i> L. et éléments de contexte	24
1.	Caractéristiques de l'espèce.....	24
2.	Utilisations.....	24
3.	Situation de la production française.....	25
4.	Position de l'iteipmai.....	25
B.	Matériels et méthodes	25
1.	Matériel végétal	25
2.	Itinéraire culturel	26
a.	Préparation du sol.....	26
b.	Fertilisation	26
c.	Irrigation.....	26
d.	Désherbage.....	26
3.	Caractérisation des stades de récolte	26
4.	Récolte.....	28
5.	Séchage.....	28
6.	Récupération des semences et triage	28
7.	Dispositif expérimental.....	29
C.	Résultats	29
D.	Discussion.....	30
IV.	Optimisation de l'itinéraire culturel de la mélisse porte-graines.....	33
A.	Présentation de l'espèce <i>Melissa officinalis</i> L. et éléments de contexte	33
1.	Caractéristiques de l'espèce.....	33
2.	Utilisations.....	33
3.	Situation de la production française.....	34
4.	Position de l'iteipmai.....	34
B.	Matériels et méthodes	34
1.	Matériel végétal	34
2.	Itinéraire culturel	35
a.	Préparation du sol.....	35
b.	Fertilisation	35
c.	Irrigation.....	35

d. Désherbage.....	35
3. Dispositif expérimental.....	36
C. Résultats	37
D. Discussion.....	37
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	39
BIBLIOGRAPHIE	A
SITOGRAFIE	F
ANNEXES	G

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Répartition des PPAM en France métropolitaine et principaux bassins de production (FranceAgriMer, 2018 d'après déclarations PAC)	2
Figure 2: Principales destinations des PPAM (FranceAgriMer, 2018)	2
Figure 3: Inflorescence de <i>Lavandula angustifolia</i> (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé).....	11
Figure 4: Graines de lavande Rapido (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé)	11
Figure 5: Plan du dispositif expérimental de l'essai sur lavande (M-C. Baills).....	18
Figure 6: Récolte de l'essai sur lavande à la récolteuse (M-C. Baills, 25/07/19, Chemillé).....	19
Figure 7: Lavande séchant dans le hangar (M-C. Baills, 26/07/19, Chemillé)	19
Figure 8: Battage de la lavande à la batteuse (M-C. Baills, 13/08/2019, Chemillé)	20
Figure 9: Sasseur (M-C. Baills, 02/08/19, Chemillé)	20
Figure 10: Moyennes des masses de semences pour chaque modalité (kg/ha) (M-C. Baills).....	21
Figure 11: <i>Matricaria recutita</i> (plante entière) (Iteipmai, 30/06/10, inconnu).....	24
Figure 12: <i>Matricaria recutita</i> (inflorescences) (M-C. Baills, 14/08/19, Chemillé)	24
Figure 13: Plant le jour de la plantation (M-C. Baills, 02/05/19, Chemillé)	25
Figure 14: Stades de récolte de la matricaire (M-C. Baills, 07/19, Chemillé)	27
Figure 15: Récolte d'une micro-parcelle semée (M-C. Baills, 10/07/19, Chemillé)	28
Figure 16: Foulage aux pieds (R. Trabattoni, 08/07/19, Chemillé).....	28
Figure 17: Colonne à air (M-C. Baills, 26/07/19, Chemillé).....	28
Figure 18: Plan du dispositif expérimental de l'essai sur matricaire (M-C. Baills).....	29
Figure 19: Moyennes des masses de semences et des taux de germination pour chaque couple de modalités (M-C. Baills).....	30
Figure 20: Micro-parcelles semées peu après la levée du semis (M-C. Baills, 04/06/19, Chemillé)....	31
Figure 21: Graines au sol après une récolte au stade 4 (M-C. Baills, 10/07/19, Chemillé)	32
Figure 22: Graines de matricaire (M-C. Baills, 16/08/19, Chemillé).....	32
Figure 23: Punaises sur capitules de matricaire (M-C. Baills, 27/06/19, Chemillé)	32
Figure 24: Graines de Mélia (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé).....	33
Figure 25: <i>Melissa officinalis</i> L. (Iteipmai, 13/09/07, inconnu).....	33
Figure 26: Plan des dispositifs expérimentaux de l'essai sur mélisse (M-C. Baills)	36
Figure 27: Evolution de la mortalité (en %) au cours du temps (M-C. Baills).....	37
Figure 28: Plants de mélisse les 02/05, 24/06, 18/07 et 13/08/19 (M-C. Baills, 2019, Chemillé)	38

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Contributions dans la plante et caractéristiques liées à la mobilité des oligo-éléments (M-C. Baills d'après Loué, 1987 et diverses sources)	14
Tableau 2: Principales caractéristiques des produits sélectionnés (M-C. Baills)	17
Tableau 3: Concentration des solutions, dose et nombre d'application pour les différents produits (M-C. Baills)	20

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE I : Informations relatives aux conditions de réalisation des tests de germination (M-C. Baills d'après ISTA, 2009).....	G
ANNEXE II : Fiches des différents fertilisants foliaires utilisés (Agronutrition ; BMS Micronutrition ; CR DISTRIBUTION ; YaraVita).....	H
ANNEXE III : Fiche descriptive de la variété Rapido (Chaisse et Fontaine, 2012)	K
ANNEXE IV : Données brutes concernant l'essai sur lavande (M-C. Baills)	L
ANNEXE V : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur lavande).....	M
ANNEXE VI : Résultats des analyses de sol et de feuilles relatives à l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments ».....	N
ANNEXE VII : Fiche descriptive de la variété Matrilial (Iteipmai)	O
ANNEXE VIII : Descriptions morphologiques des stades de récolte pour la matricaire (M-C. Baills) .	P
ANNEXE IX : Données brutes concernant l'essai sur matricaire (M-C. Baills)	Q
ANNEXE X : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur matricaire masse).....	R
ANNEXE XI : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur matricaire taux de germination)	S
ANNEXE XII : Fiches descriptives des trois variétés de mélisse de l'iteipmai (Iteipmai).....	T
ANNEXE XIII : Données brutes concernant l'essai sur mélisse (M-C. Baills).....	V

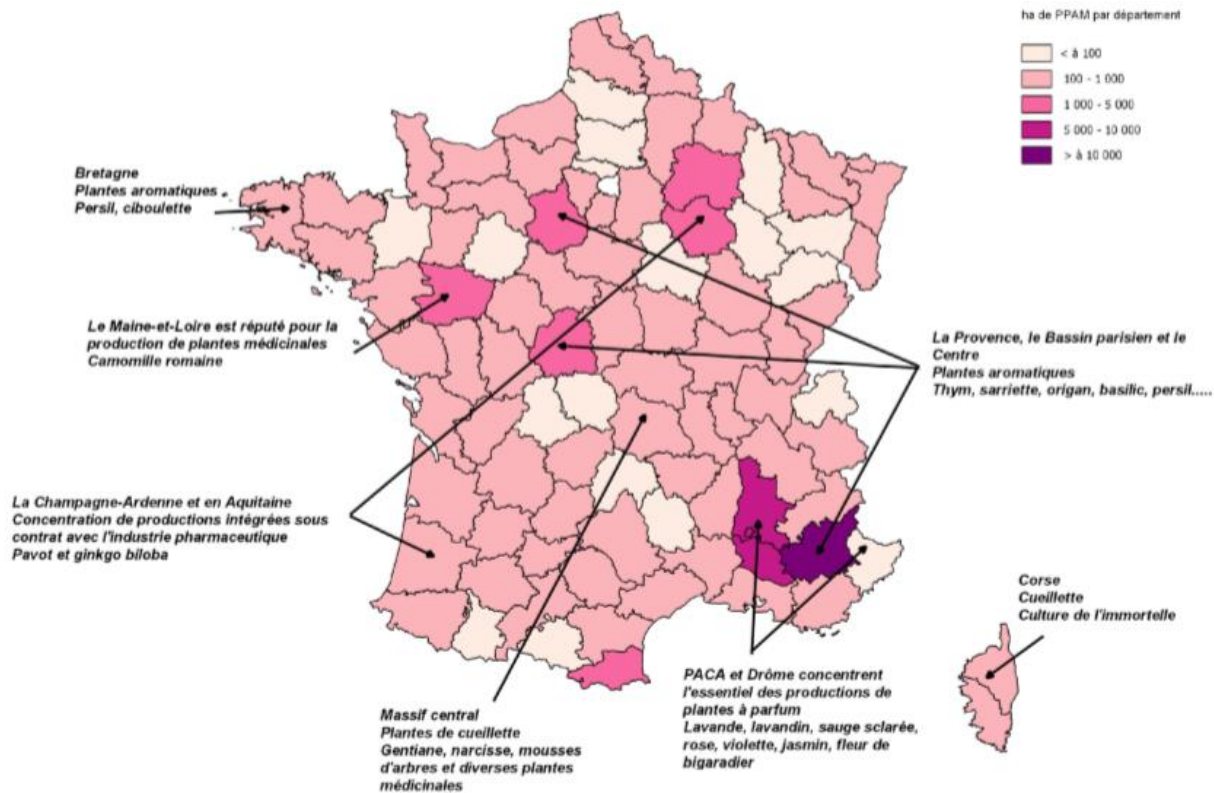
INTRODUCTION

La production de semences de plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM) est une activité relativement confidentielle en France. Hormis pour des espèces telles le basilic ou le persil, peu de semenciers privés créent ou sélectionnent de nouvelles variétés de PPAM. A l'heure actuelle, l'Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques (iteipmai) et le Conservatoire national des plantes à parfum, médicinales, aromatiques et industrielles (CNPMAI) possèdent les catalogues les plus variés pour ce qui est des semences et plants de PPAM. Même si la concurrence nationale est faible à modérée, internet et la rapidité des échanges commerciaux, font que les producteurs de PPAM peuvent s'approvisionner en semences dans presque tous les pays du Monde. La fidélisation des clients devient difficile, qui plus est si l'offre est fluctuante en qualité comme en quantité. De ce fait, pour conserver les parts de marché actuellement détenues et en acquérir de nouvelles, l'iteipmai souhaite optimiser son activité de production semencière afin de produire des semences de qualité¹ en quantité suffisante.

Ce souhait a motivé le présent travail dont le but est d'**identifier les moyens - facteurs et modalités de l'itinéraire technique des cultures de porte-graines - qui permettront à l'iteipmai de proposer à ses adhérents, un approvisionnement en semences qualitatif et quantitatif.**

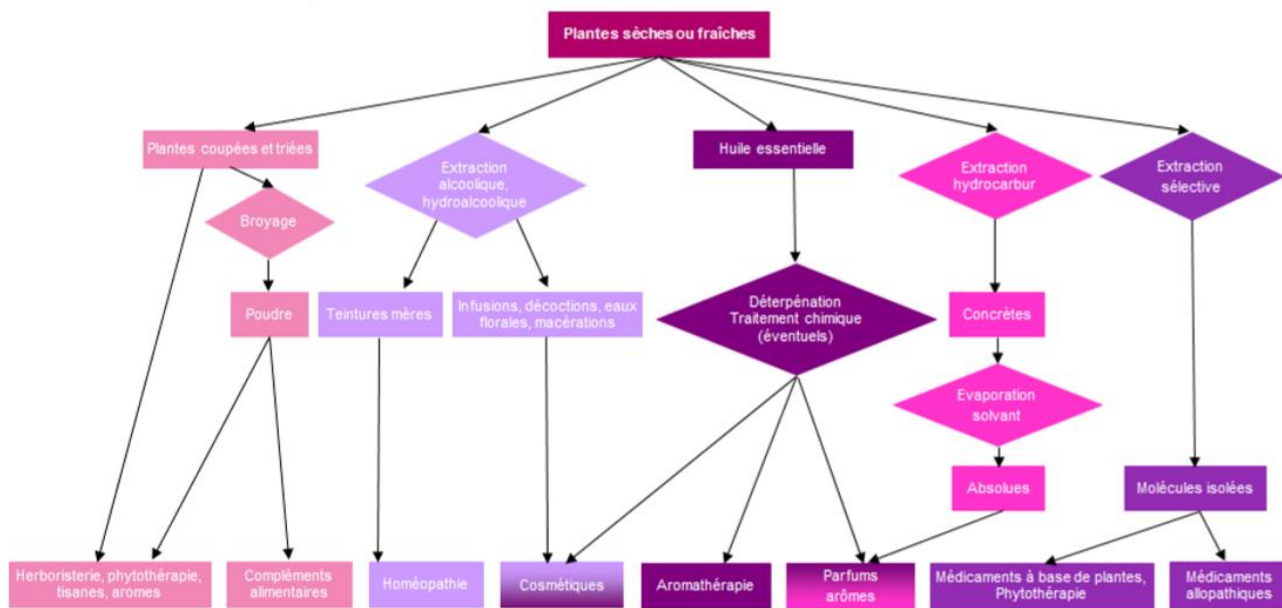
Pour répondre à cette problématique, des éléments de contexte liés à la filière PPAM française, l'iteipmai et le programme OPTISEM seront présentés dans un premier temps. Suivront ensuite trois parties, chacune concernant l'optimisation de l'itinéraire cultural des porte-graines, de lavande vraie, matricaire et mélisse respectivement. Toutes trois débiteront par un état des lieux spécifique. Puis les démarches, dispositifs expérimentaux et résultats seront présentés et discutés. Une conclusion ouvrant sur des perspectives viendra clore ce mémoire.

¹ Dans ce mémoire et sauf mention contraire, le terme « qualité » est relatif à la capacité germinative (taux de germination)



Source : déclarations PAC

Figure 1 : Répartition des PPAM en France métropolitaine et principaux bassins de production (FranceAgriMer, 2018 d'après déclarations PAC)



Source : FranceAgriMer

Figure 2 : Principales destinations des PPAM (FranceAgriMer, 2018)

I. Contexte du projet du stage et du mémoire

A. Présentation de la filière PPAM française

Sauf mention contraire, les données présentées dans cette partie sont issues du document « Filières plantes à parfum, aromatiques et médicinales Panorama 2016 » publié par FranceAgriMer (2018).

1. Importance spatiale et localisation des cultures

La place occupée par les PPAM en France métropolitaine est minime au regard de certaines cultures, 52 648 hectares (ha) en 2016, soit environ 0,18% de la surface agricole utile (SAU) totale (d'environ 29 millions d'ha) contre 5 125 057 ha rien que pour les blés durs par exemple (Agreste, 2019). Néanmoins, la filière PPAM française est dynamique et sa croissance est importante. En effet, pour l'ensemble des PPAM, les surfaces cultivées ont augmenté d'environ 37% entre 2012 et 2016. Sur la même période, hors lavande/lavandin, les surfaces déclarées à la politique agricole commune (PAC) montrent une progression d'environ 60%, passant de 19 053 ha à 30 435 ha. Celles cultivées en lavande/lavandin ont augmenté de 15% passant de 19 036 à 22 213 ha.

Sur les 52 648 ha cultivés en PPAM, 5 480 ha l'étaient en agriculture biologique. Cette superficie passe à 7 085 ha en comptant les surfaces « en conversion », ce qui représente 13,4% de la surface nationale cultivée en PPAM. A noter que toutes les PPAM ne sont pas issues de cultures. A l'heure actuelle, bien qu'il soit compliqué d'estimer les volumes cueillis et les surfaces où la cueillette est pratiquée, cette activité est en développement dans de nombreux départements.

Les cultures de PPAM sont réparties en plusieurs bassins de productions, voir Figure 1 le principal étant le Sud-Est de la France. Les départements des Alpes-de-Haute-Provence, de la Drôme et du Vaucluse accueillent en effet 15% des surfaces cultivées en PPAM avec principalement des cultures de plantes à parfum. L'Aube, le Maine-et-Loire, la Marne, l'Eure-et-Loir et l'Indre constituent les autres bassins de production. En dehors de ces aires de production majeures, il existe une multitude de petites exploitations cultivant des PPAM, le choix des espèces se faisant en fonction des conditions pédoclimatiques et des débouchés.

2. Débouchés des produits issus des PPAM

Les PPAM et les produits issus de leur transformation sont employés dans de nombreux secteurs : médicinal, des compléments alimentaires, agro-alimentaire, des détergents, de la parfumerie et de la cosmétique, phytosanitaire, biocide et vétérinaire. Les différentes formes d'usage des PPAM en fonction des secteurs utilisateurs sont représentés sur la Figure 2.

Les formes de commercialisation sont donc variées. Les plantes aromatiques seront vendues fraîches, surgelées, séchées ou sous forme d'extraits. Selon les organisations de producteurs (OP), la transformation « en sec » constitue le principal type de transformation (60%). Les plantes à parfum servent principalement à l'élaboration d'huile essentielle (HE) ou de produits destinés à la parfumerie tels la concrète et les absolues.

3. Données économiques

Selon FranceAgriMer (2018), « Le chiffre d'affaires (CA) du secteur plantes aromatiques et médicinales est de 4 097 k€ [ndlr : hors pavot œillette] au regard du panel des enquêtes réalisées auprès des organisations de producteurs. Les 21 plantes les plus représentatives en valeur de commercialisation en 2016 ont un CA de 3 730 k€ soit 91 % du CA global. » La mélisse avec une valeur de commercialisation de 906 000 € arrive en tête et représente 22 % du CA global.

Le CA pour le secteur plantes à parfum (lavande, lavandin, sauge sclarée) n'est pas explicitement connu. Seules les quantités d'HE produites et leur prix au kilo sont communiqués. De plus, les quantités d'HE de lavande et lavandin varient du simple au double, voire plus, en fonction de la source collectrice des données (Comité interprofessionnel des huiles essentielles françaises (CIHEF) ou OP. Ces différences rendent complexe le calcul d'un CA global.

En dehors des cultures de PPAM, il est important de mentionner l'activité de cueillette. Selon FranceAgriMer (2018), « D'après les déclarations issues des OP, la cueillette représente une valeur de commercialisation de 1 694 k€ soit 41 % du CA global de l'ensemble des plantes aromatiques et médicinales. ». Le nombre croissant de cueilleurs, couplé à une demande croissante en espèces issues de la cueillette, sont à l'origine de l'augmentation du CA de cette activité (+20% entre 2015 et 2016). A noter également, que la majorité des espèces cueillies sont commercialisées sous le label « Agriculture Biologique », label valorisant leur prix de vente.

4. Acteurs de la filière

De nombreux acteurs structurent la filière PPAM française (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018) :

- Economie : le CPPARM (Comité des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales) et FranceAgriMer ;
- Formation : les CFPPA (Centres de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles) spécialisés en PPAM, l'UESS (Université Européenne Senteurs & Saveurs) ;
- Interprofession : le CIHEF et Phytolia ;
- Syndical : AIHP (Association Interprofessionnelle des Herbes de Provence), Europam EHGA (European Herb Growers Association), PPAM de France, FDPLLPP Drôme Ardèche (Fédération départementale des producteurs de lavandes, lavandins et plantes à parfum Drôme Ardèche) ;
- Recherche et développement : Chambre d'agriculture de la Drôme, iteipmai et ses organismes adossés, le CNPMAI et le CRIEPPAM (Centre Régionalisé Interprofessionnel d'Expérimentation en Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales).

En plus des acteurs précédemment cités, il existe plusieurs OP et coopératives (FDPLLPP Drôme Ardèche et coopérative Sicarappam par exemple). Les chambres d'agriculture de certains départements peuvent également procurer un appui technique aux cultivateurs de PPAM qui font évidemment partie de la filière.

A l'exception des lavandiculteurs qui étaient 1 496 en 2016 contre 1 311 en 2012 (+ 14%), il est difficile de connaître le nombre exact de producteurs de PPAM. En effet, si certains producteurs ne cultivent que ces espèces, elles constituent pour d'autres une source de diversification, cas de céréaliers cultivant des PPAM pour diversifier leurs cultures et leurs sources de revenus, et sont parfois déclarées comme « Autres cultures ». Leur nombre est cependant croissant d'année en année.

B. Présentation de l'iteipmai et de ses missions

L'iteipmai est un institut technique qualifié par le Ministère de l'Agriculture. Association loi 1901, l'iteipmai est doté d'une assemblée générale de plus de 120 membres (adhérents) aux profils variés : producteurs, distillateurs et chefs d'entreprises de transformation de PPAM. Le siège social est situé sur la station expérimentale de Chemillé (Maine-et-Loire) qui est orientée vers les plantes médicinales et quelques plantes aromatiques pour des raisons pédoclimatiques

et historiques. Une seconde station expérimentale est localisée à Montboucher-sur-Jabron (Drôme), où des espèces plus méridionales de plantes à parfum et aromatiques sont étudiées.

L'institut assure une mission de recherche appliquée à destination de la filière PPAM via ses cinq services. Le service phytochimie-normalisation contribue à la structuration de la filière et à l'évolution de la réglementation, en travaillant en étroite collaboration avec la Pharmacopée Européenne. Le service est doté d'un laboratoire qui réalise des analyses pour les projets de recherche de l'iteipmai ainsi que pour les adhérents, en prestation de service. Le service valorisation assure, entre autres, une veille technique et scientifique et collecte des documents qui sont ensuite mis à la disposition des membres de l'iteipmai et de toute personne en faisant la demande. Le service homologation gère notamment les dossiers des produits phytosanitaires candidats à une homologation sur une ou plusieurs espèces de PPAM. Le service biologie moléculaire a pour missions d'améliorer la connaissance des génomes des plantes, en vue d'aider à l'orientation des programmes de création, et de développer des marqueurs diagnostics pour l'identification d'espèces ou de variétés au sein d'une espèce. Enfin, le service agronomie mène des programmes de création/sélection variétale, travaille sur de nouvelles pratiques culturales et conduit divers programmes expérimentaux en partenariat avec des acteurs publics ou privés. Ce dernier service gère également un atelier « production de semences ». La multiplication concerne uniquement les variétés créées par l'iteipmai. Les semences produites sont des graines, vendues exclusivement aux adhérents de l'institut. Actuellement, 34 variétés réparties sur 20 espèces différentes sont proposées à la vente.

C. Thématique du stage : optimisation de l'activité de production semencière de l'iteipmai via le programme OPTISEM

1. Eléments de contexte

Les producteurs à la recherche de semences de PPAM peuvent, s'ils sont adhérents et intéressés par ses variétés, se tourner vers l'iteipmai. Le cas échéant il existe d'autres acteurs commercialisant des semences : le CNPMAI, le CRIEPPAM et plusieurs semenciers privés proposant des références en PPAM. L'iteipmai et le CNPMAI proposent dans leurs catalogues les variétés créées et sélectionnées issues de leurs travaux. Ces variétés présentent l'avantage de posséder des caractéristiques agronomiques et phytochimiques répondant aux attentes des producteurs et des transformateurs, ce qui les rend particulièrement concurrentielles.

Cependant, les itinéraires culturaux des porte-graines de PPAM ont été peu étudiés. De ce manque de connaissances résulte, en fonction des espèces, une production de semences de moindre qualité et/ou irrégulière. Or, si l'iteipmai et le CNPMAI ne sont pas en mesure de garantir un approvisionnement régulier, qualitatif et conséquent en semences, les efforts développés en amont auront été vains, ce qui constitue une perte de temps, d'argent et menace à terme la pérennité de l'atelier « production de semences » de ces organismes. A noter que la part des variétés créées, multipliées et vendues par l'iteipmai est non négligeable pour certaines espèces. Ainsi, les parts de marché pour les graines de thym de Provence, lavande fine ou sauge scolarée sont d'environ 75-80% au niveau national. Pour rester compétitif sur cette activité, il est nécessaire d'optimiser la production de semences. Ce constat a amené la problématique énoncée en introduction à savoir : Quels sont les modalités de l'itinéraire cultural des cultures de porte-graines à choisir pour obtenir une production semencière qualitative et quantitative ?

2. Présentation du programme OPTISEM

L'iteipmai et le CNPMAI, sont à l'initiative du programme « OPTISEM », pour « OPTImisation des techniques de production des SEMences de PPAM ». Le CRIEPPAM est également impliqué. Le CNPMAI produit des graines et des plants en agriculture biologique, le CRIEPPAM des plants de lavande sains certifiés. Ce programme est destiné à établir des références techniques concernant les cultures de plantes porte-graines. Il s'échelonne sur 3 ans à compter de 2019 et concernait, avant retrait du CNPMAI², Cinq espèces de plantes médicinales et à parfum : la lavande vraie (*Lavandula angustifolia* Mill.), la mélisse (*Melissa officinalis* L.), la matricaire (*Matricaria recutita* L.), l'immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum* ssp. *italicum*) et l'angélique (*Angelica archangelica*).

Les résultats obtenus bénéficieront en premier lieu à l'iteipmai et dans un second temps à l'ensemble de la filière PPAM française. En effet, disposer de semences de qualité, produites en France, en quantité suffisante est aussi un moyen de contribuer au maintien et au développement de la filière.

a. Choix des espèces

Le nombre d'espèces de PPAM cultivées étant très important, il n'était de ce fait, pas envisageable de toutes les inclure dans le programme. Le choix des espèces s'est fait de sorte que différentes familles botaniques soient représentées, afin que les références acquises pour les espèces de chacune des familles puissent être transférées sur les productions grainières d'autres espèces de PPAM appartenant à la même famille. Quelques aménagements seront éventuellement à prévoir dans le cas où une espèce présenterait des spécificités.

Les espèces choisies appartiennent à des familles bien représentées en matière de nombre d'espèces cultivées. La lavande vraie et la mélisse représentent la famille des lamiacées, la matricaire et l'immortelle celle des astéracées et l'angélique celle des apiacées.

Pour les espèces traitées par l'iteipmai (lavande vraie, matricaire, mélisse et angélique), le choix des espèces modèles s'est effectué parmi les variétés créées et multipliées par l'institut. Les espèces pour lesquelles il existe un problème majeur ont été sélectionnées d'office. Enfin, les espèces ont été choisies en fonction de leur succès commercial : elles sont toutes très demandées par les adhérents.

La lavande vraie a été choisie en raison d'un important problème de qualité des semences (taux de germination ne respectant pas la réglementation) et de son importance économique majeure.

La matricaire a été choisie pour des raisons économiques, la production de semences de matricaire sur site n'étant actuellement pas rentable pour l'iteipmai. Plus que pour les autres espèces, il s'agira de trouver un itinéraire technique permettant de concilier quantité et qualité semencière avec rentabilité économique.

La production de semences de mélisse est qualitative mais la quantité manque.

L'angélique avait été choisie pour des raisons de mauvaise qualité des semences (taux de germination diminuant très rapidement après récolte) et pour des raisons économiques identiques à celles de la matricaire. Compte-tenu de contraintes temporelles et budgétaires, l'angélique a été ôtée du programme. L'élimination de cette espèce se justifie par la disponibilité de nombreuses références techniques (générées par la fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences (FNAMS) notamment) concernant la carotte porte-graines, références pouvant être transposées à de nombreuses espèces d'apiacées.

L'immortelle d'Italie devait être étudiée par le CNPMAI.

² Pour des raisons qui lui appartiennent, le CNPMAI s'est désengagé du programme.

b. Présentation et justification des facteurs étudiés ainsi que de l'ordre d'étude

A l'heure actuelle, le manque de références techniques propres aux cultures de porte-graines de PPAM fait que ces dernières sont conduites comme les cultures destinées à la production de biomasse. A l'exception de rares espèces (coriandre, cumin, nigelle entre autres) où la graine est directement valorisée, les itinéraires culturaux n'ont pas été pensés dans le but de maximiser la quantité et/ou la qualité des semences produites. A noter que pour ces quelques espèces le terme de qualité fait souvent référence à une composition chimique et/ou à des teneurs en molécules d'intérêt et non à des critères liés à la germination tel le taux de germination comme c'est le cas dans ce mémoire. Cependant, différents facteurs identifiés dans la littérature scientifique³, indiquent que l'itinéraire cultural de la plante porte-graines influence le rendement semencier et la qualité des semences. Ces facteurs sont les suivants :

- Stade de récolte ;
- Mode d'implantation ;
- Date de semis ;
- Densité d'implantation *i.e.* densité de semis/de plantation ;
- Fertilisation ;
- Irrigation ;
- Pression des ravageurs.

Le stade de récolte (stade phénologique de l'inflorescence en général) est apparu comme étant un des facteurs influençant le plus la qualité des graines en impactant directement les taux d'humidité et de germination ainsi que la vigueur des plantules post-germination (Alkimim et al., 2016). Un stade de récolte trop précoce conduit à récolter des semences non mûres et germant mal (Oliveira et al., 2013). A contrario, un stade trop tardif peut engendrer une perte au champ, dans la mesure où les graines mûres, voire trop mûres, se décrochent du porte-graines et tombent au sol (Bouverat-Bernier, 2008). Dans certains cas, la couleur peut renseigner sur la maturité et la qualité germinative des graines. Les graines foncées (mûres) de persil germent mieux et sont à l'origine de plantules normalement constituées, ce qui n'est pas le cas avec des graines vertes ou jaunes (immatures) (Oliveira et al., 2013).

Le mode d'implantation anime de nombreuses discussions dans la filière. Le choix du semis ou de la plantation est conditionné par l'espèce, par le matériel disponible, la facilité d'entretien de la parcelle (désherbage mécanique, récolte) et le coût lié au mode choisi. La plantation est souvent plus coûteuse car elle nécessite l'achat de plants, ou leur production, qui implique un semis puis une (trans)plantation, actes nécessitant de la main d'œuvre et donc onéreux.

La date de semis peut également influencer la production de semences en conditionnant le nombre d'inflorescences et de graines par plante (Ahadi et al., 2011 ; Horvat et al., 2017 ; Pramila et al., 2012).

La densité de semis/de plantation influence la production de semences, les plantes porte-graines ayant plus ou moins d'espace pour développer leurs systèmes racinaire et aérien (nombre de ramifications et d'inflorescences par plante). Pour ce facteur, les publications disponibles sur les PPAM portent sur des espèces de la famille des lamiacées, des astéracées et des apiacées. Une étude réalisée sur de la mélisse a révélé des différences intermodalités significatives pour la hauteur des plantes, le pourcentage de graines mûres, le taux de germination et le poids de 1000 graines. Les différences observées concernant le diamètre des plantes, le rendement en graines et en biomasse ne sont quant à elles pas significatives (Tinmaz et al., 2000). Chez la carotte, augmenter le nombre de plants au mètre carré conduit à une augmentation du rendement grainier. La contribution des ombelles primaires est supérieure

³ Les ressources mobilisées concernent à la fois des PPAM et des espèces potagères, certaines de ces dernières ayant une biologie comparable.

dans les cas de densité élevée (Gray, Steckel, 1985 ; Merfield et al., 2010). Le poids de 1000 graines et le taux de germination des semences issues de ces ombelles sont plus élevés que pour celles issues des ombelles secondaires et autres (Merfield et al., 2010). Dans une étude réalisée sur le souci des jardins, les individus de la modalité de plus faible densité de plantation présentaient un plus grand nombre de ramifications et d'inflorescences par plante que ceux plantés à des densités plus élevées (Berimavandi et al., 2011). Une autre étude portant sur le carthame a elle aussi mis en évidence l'effet de la densité de plantation sur le rendement grainier. La modalité de plus forte densité de population a obtenu le rendement grainier le plus élevé, bien que le nombre d'inflorescences par plante fût le plus faible (Ahadi et al., 2011).

Concernant la fertilisation, les facteurs « Composition en éléments » (Horvat et al., 2017 ; Jajoria et al., 2013), « Dose » (Hani et al., 2015), « Fractionnement des apports » (Carruba, 2014), « Nature des apports » (minéraux ou organiques) et l'effet d'apport de mycorhizes (Hashemzadeh et al., 2013) ont été étudiés. Dans la majorité des cas, dans une même étude et pour un même facteur, les résultats obtenus, relatifs aux semences, ont été significativement différents d'une modalité à l'autre. Cela indique que la fertilisation du porte-graines influence sa production de semences et la qualité de celles-ci.

Pour le facteur « Irrigation », son impact sur le rendement grainier (nombre de graines par plante, poids de 1000 graines (Sfandiyari S. et Ahmadzadeh G., 2011)) et la qualité des semences (composition moléculaire des graines Xue et al. 2018) a été mis en évidence par différentes études. De plus, d'après Bannayan et al. (2008) un apport d'eau à certains stades phénologiques de la plante influence de manière significative le nombre de graines par plante.

La pression des bio-agresseurs sur une parcelle conditionne grandement le rendement et la qualité des semences produites. En effet, si leur présence n'est pas régulée, ils peuvent endommager les cultures de porte-graines de plusieurs manières : en lésant les inflorescences qui se développeront mal par la suite (cas du champignon *Diaporthe angelicae/Phomopsis dauci* sur apiacées (Gombert, 2016)), en lésant les semences à différents stades de maturité (cas du champignon *Alternaria dauci* et des punaises des genres *Lygus* et *Orthops* sur carotte (Coussy, 2016)), en altérant le porte graine (mouches du céleri et du pivot sur apiacées (Serpeille, 2002)).

Au cours du programme OPTISEM, pour une même espèce, l'effet de presque tous les facteurs sera étudié. De manière générale, l'effet du mode d'implantation et du stade de récolte sera étudié la première année. L'effet de la densité d'implantation le sera la deuxième année pour terminer par l'effet de la fertilisation et de l'irrigation la troisième année.

L'effet du facteur « Mode d'implantation » sera étudié en première année car il est à la base de l'implantation d'une parcelle. Il serait en effet hasardeux, de tester l'effet d'autres facteurs sur des parcelles à l'implantation douteuse voire ratée.

L'effet du facteur « Stade de récolte » pourrait être étudié chaque année. Cependant, il a semblé plus judicieux de déterminer dès la première année, le ou les stades optimaux et d'effectuer les récoltes à ces stades les années suivantes.

L'effet du facteur « Densité d'implantation » sera étudié une fois le mode d'implantation optimal identifié, donc en deuxième année.

L'effet des facteurs « Fertilisation » et « Irrigation » sera étudié en dernière année car ces facteurs permettent d'ajuster la qualité et la quantité de la production de semences, mais aussi parce que ces facteurs agronomiques ne sont pas ou peu maîtrisés en production de semences de PPAM, voir de PPAM en général.

Pour des raisons budgétaires, spatiales et calendaires, tous les facteurs ne pouvaient être étudiés au cours du programme. Ceux apparaissant comme principaux après lecture de la littérature scientifique et intéressant le plus l'iteipmai ont été retenus. L'étude de l'effet des facteurs « Date de semis » et « Pression des ravageurs » dépendra en partie du financement accordé au programme.

En 2019, l'effet des facteurs « Mode d'implantation » et « Stade de récolte » sera étudié sur la station de Chemillé, sur des parcelles de matricaire et de mélisse. Celui du facteur « Fertilisant foliaire oligo-éléments » sera étudié sur les deux stations de l'iteipmai, sur des parcelles de lavande vraie. Pour des raisons de date d'obtention des résultats et bien qu'il eût été intéressant de comparer les résultats des deux essais, seul celui mené sur la station de Chemillé sera présenté dans ce mémoire.

c. Présentation et justification des variables d'intérêt

Les variables d'intérêt sont la masse de semences après triage et le taux de germination. Ces dernières concernent la lavande vraie et la matricaire, mais pas la mélisse, qui ne produira des inflorescences que l'année prochaine. Le taux de germination des graines a été retenu pour évaluer la qualité de celles-ci car il fait l'objet d'une réglementation pour la lavande vraie et qu'il fait partie des critères majeurs de qualité. La masse de semences obtenues après triage a également été mesurée, dans la mesure où, pour la matricaire et la mélisse, la quantité de semences prime sur la qualité, cette dernière étant acquise.

D. Présentation des missions du stage et de la méthodologie mise en place

1. Missions du stage

Dans le but de répondre à la problématique énoncée en introduction, j'ai dans un premier temps, pris connaissance des documents existants : ébauches des protocoles expérimentaux concernant la matricaire et la mélisse et ressources scientifiques mobilisées pour la rédaction de l'appel à projet du programme OPTISEM. A suivi, la pris en charge du programme en collaboration avec Morgane Cusin (adjointe au responsable de la station de Chemillé) et Guillaume Frémondrière (responsable de la station de Montboucher-sur-Jabron) ainsi qu'avec les autres membres de l'équipe concernés. Dans ce cadre, les missions suivantes m'ont été confiées :

- Elaboration en intégralité du protocole de l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments » sur lavande vraie ;
- Finalisation des protocoles concernant la matricaire et la mélisse ;
- Organisation des chantiers de mise en place et de récolte des essais ;
- Suivi des essais (notations, entretien) ;
- Collecte et analyse des données.

En dehors de cela, j'ai participé aux diverses activités de l'iteipmai : chantiers collectifs, journées portes ouvertes de l'institut, entretien avec des producteurs adhérents dans le cadre de la mise à jour de fiches techniques de trois espèces de PPAM, recherche d'informations pour la rédaction de ces fiches puis rédaction de celles-ci.

2. Méthodologie mise en place

a. Synthèses bibliographiques

Plusieurs synthèses bibliographiques mobilisant des ressources scientifiques et techniques ont été réalisées. Une première synthèse, réalisée avant le début du stage, a permis d'identifier les facteurs liés à l'itinéraire technique de culture du porte-graines, susceptibles d'impacter la production de semences (quantité et qualité). Une seconde synthèse concernant la fertilisation en oligo-éléments a servi de support à l'élaboration du protocole de l'essai conduit sur lavande vraie. J'ai réalisé cette seconde synthèse dans le cadre du stage.

b. Elaboration des protocoles expérimentaux

La rédaction des protocoles des essais concernant la matricaire et la mélisse avait été amorcée à mon arrivée. J'ai donc eu un rôle consultatif sur ceux-ci. En revanche, la réalisation de l'essai sur lavande vraie ayant été décidée après mon arrivée, je me suis chargée de la conception et de la rédaction du protocole expérimental de cet essai.

c. Mise en place des essais et suivi

Les parcelles des essais sur matricaire et mélisse ont été implantées en mai 2019. J'ai participé à la mise en place des dispositifs sur le terrain et à l'organisation des chantiers de plantation.

L'essai sur lavande vraie a été conduit sur des parcelles en place depuis plusieurs années. Je me suis chargée de la préparation de la parcelle de la station de Chemillé (mesures, pose de jalons et d'étiquettes) ainsi que du calcul des doses de produits à utiliser. Les personnes appliquant les produits ont pu facilement se repérer sur la parcelle et n'ont eu que les opérations techniques à réaliser (préparation des bouillies et applications).

d. Collecte et analyse des données issues des essais

Des données quantitatives (masse de graines récoltées) et qualitatives (taux de germination) ont été recueillies au cours des essais. Elles ont été analysées avec le logiciel Expé R, au moyen d'analyses de variance à 1 ou 2 facteurs, au risque $\alpha=0,05$. Les taux de germination ont été obtenus après réalisation de tests de germination effectués suivant les règles édictées par l'ISTA (International Seed Testing Association) dans l'édition 2009 du document « International Rules for Seed Testing » (détails disponibles annexe I).

II. Optimisation de l'itinéraire culturel de la lavande vraie porte-graines

A. Présentation de l'espèce *Lavandula angustifolia* Mill. et éléments de contexte

1. Caractéristiques de l'espèce

La lavande vraie, *Lavandula angustifolia* Mill. (*Lavandula officinalis* Chaix), appartient à la famille des lamiacées. Le genre *Lavandula* comprend une quarantaine d'espèces et de nombreuses sous-espèces originaires d'aires géographiques diverses : Europe méridionale, Afrique septentrionale, péninsule arabe, Ethiopie notamment.

La lavande vraie est un sous-arbrisseau mesurant environ 50 cm de haut. Ses feuilles sont de forme lancéolée, tomenteuses et grisâtres quand elles sont jeunes, elles verdissent par la suite. Les tiges, non ramifiées, mesurent entre 10 et 25 cm et portent chacune une inflorescence. Cette dernière est un épi de 4 à 8 cm de long. Toute la plante est fortement aromatique, d'odeur puissante et épicée. Les fleurs entomophiles de cette espèce allogame sont très mellifères. La floraison a lieu entre juin et début août en fonction des conditions météorologiques. La corolle, de symétrie bilatérale, possède 5 lobes proéminents (Figure 3). Sa couleur peut être bleu-mauve, blanche, voire violet plus ou moins soutenu. Le fruit est un akène lisse, de forme allongée, brun clair à brun foncé, brillant avec une petite partie blanche à une extrémité. Il mesure de 2 à 4 mm de long (Figure 4).

Cette espèce croît spontanément dans des zones de montagne du sud de la France, en Espagne et en Italie, en général au-delà de 1 500 m d'altitude. Ayant été mise en culture dans plusieurs bassins de productions, elle s'est naturalisée à certains endroits (Lis-Balchin, 2002).



Figure 3: Inflorescence de *Lavandula angustifolia* (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé)

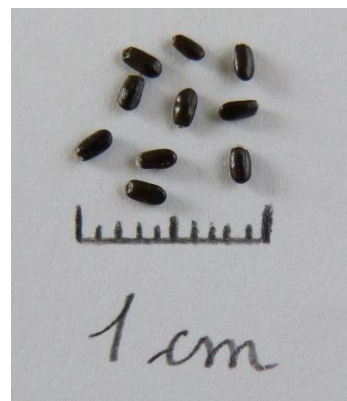


Figure 4: Graines de lavande Rapido (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé)

2. Utilisations

La lavande vraie est une plante dite « à parfum ». Elle est utilisée pour confectionner des bouquets qui seront vendus frais ou secs comme éléments décoratifs.

Les fleurs peuvent être vendues seules et utilisées une fois séchées pour la confection de sachets parfumés, ou être consommées en infusion. L'infusion de fleurs séchées de lavande vraie possède des propriétés sédatives et peut être utilisée dans le traitement des troubles du sommeil et de la fatigue. Elle peut aussi être utilisée dans le traitement des désordres gastro-intestinaux d'origine nerveuse, des brûlures et des maux de tête par exemple (WHO, 2007).

Cependant, la majorité des surfaces cultivées en lavande vraie est destinée à la production d'HE. Cette dernière, obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des sommités fleuries

(EDQM, 2019), entre dans la composition de divers produits : parfums, eaux de toilette, savons, gels douches, shampoings, assouplissants, détergents (FranceAgriMer, 2012) mais aussi dans des denrées alimentaires (vinaigres aromatisés, glaces, boissons non alcoolisées, confiseries, produits de boulangerie) (Council of Europe, 2008). Cette HE possède entre autres, des propriétés relaxantes et peut aider à soulager, par inhalation, les insomnies, l'anxiété et la fatigue (WHO, 2007).

La sommité fleurie fraîche peut servir de base à des préparations homéopathiques (ASNM, 2007).

3. Situation de la production française

Concernant les surfaces cultivées, la lavande et le lavandin représentaient conjointement en 2016, un peu plus de 87% de la superficie nationale cultivée en plantes à parfum avec 22 213 ha sur 25 387 ha. A noter que les plantes à parfums représentaient 48% de l'ensemble des surfaces cultivées en PPAM en France métropolitaine dont 42% plantées en lavande/lavandin. Les surfaces cultivées en lavande/lavandin ont progressé de 15% entre 2012 et 2016 et de 6,17% entre 2015 et 2016. Ces cultures sont majoritairement localisées dans le sud-est de la France. Ainsi les départements des Alpes-de-Haute-Provence (9 984 ha), de la Drôme (5 895 ha) et du Vaucluse (5 132 ha) concentrent à eux trois près de 94,5 % des surfaces cultivées. Viennent ensuite l'Ardèche, le Gard, les Hautes-Alpes et les Bouches-du-Rhône avec des surfaces bien inférieures, allant de 477 ha à 105 ha. Les superficies restantes sont dispersées sur le reste du territoire (FranceAgriMer, 2018).

Selon les déclarations PAC, il y avait en 2016, 1 496 producteurs de lavande/lavandin. Cela représente une augmentation de 12% par rapport à 2012 (FranceAgriMer, 2018) et d'environ 3,67% par rapport à 2015.

La culture de lavande concerne de la lavande clonale, dont la multiplication se fait par boutures, et de la lavande de population aussi appelée lavande fine, dont la multiplication se fait par semences. D'après FranceAgriMer (2018), « En 2016, la part des lavandes clonales et de population retrouve le même niveau qu'en 2012 [*ndlr : environ 53% de lavande clonale et 47% de lavande de population*] après une baisse de la lavande clonale au bénéfice de la lavande de population. ». La lavande représentait en 2016/2017, environ 21% des surfaces cultivées en lavande/lavandin avec 3 598 ha [1].

La lavande vraie est principalement destinée à la production d'HE. La production française, d'environ 83 tonnes en 2016 (Chaisse et al., 2017), représente environ 33% de la production mondiale d'HE de lavande vraie [2]. Elle doit néanmoins faire face à la concurrence de la Chine (environ 40 tonnes) et des pays d'Europe de l'Est : Bulgarie (150 tonnes), Moldavie (environ 6 tonnes), Ukraine (moins de 2 tonnes) [3] qui affichent des tarifs plus bas que les tarifs français. Une AOP (Appellation d'origine protégée) « Huile essentielle de lavande de Haute-Provence ou Essence de lavande de Haute-Provence » a été mise en place en 1981 pour faire face aux importations venant des pays d'Europe de l'Est et pour différencier les lavandes de population des lavandes clonales [4]. Le nombre de producteurs engagés dans la démarche et les superficies concernées ont constamment augmenté entre 2011 et 2016 (+19% et +28% respectivement). Cependant, ces données sont à prendre à titre indicatif ; tous les producteurs inscrits et à jour de leur inventaire ne demandant pas forcément l'Appellation lors de la récolte (FranceAgriMer, 2018).

La lavande et le lavandin sont les espèces de PPAM les plus produites en bio. Selon FranceAgriMer (2018), d'après les données de l'Agence Bio « Pour la lavande, la surface cultivée en bio et en conversion ne cesse d'augmenter depuis 2007 (102 % entre 2007 et 2016) et atteint 1 712 ha. Les surfaces de lavandin représentent 1 560 ha (+ 61 % entre 2007 et 2016). Lavande et lavandin bio représentent 14,7 % des surfaces totales cultivées (22 213 ha).

4. Position de l'iteipmai

L'iteipmai a créé et propose à la vente trois variétés de lavande vraie : 'Carla', 'Rapido' et 'Salaria'. Ces variétés synthétiques sont toutes issues de polycross de plusieurs clones parentaux, conservés et multipliés par bouturage. Cependant, quelles que soient la variété et la localisation des parcelles (Chemillois ou Drôme), les semences issues de polycross ont des taux de germination globalement décevants, entre 40 et 60%, et très variables d'une année sur l'autre. Or, le taux de germination des semences du genre *Lavandula* fait l'objet d'un règlement technique (certification volontaire, applicable uniquement à la production de graines et plants certifiés). L'iteipmai est à l'origine de ce document, coécrit avec le GNIS notamment. Il a été instauré afin d'améliorer la traçabilité des produits de la filière semences et plants sains qui concerne plusieurs espèces de PPAM dont celles du genre *Lavandula*. Il est écrit dans ce dernier, que tout lot de semences commercialisé, doit avoir une pureté spécifique d'au minimum 97% et un taux de germination d'au minimum 70%. Produire des semences de qualité est très important pour l'iteipmai, d'une part pour être conforme à la réglementation, d'autre part pour assurer un service qualitatif et maintenir sa crédibilité auprès de ses partenaires et adhérents.

B. Matériels et méthodes

1. Elaboration du protocole de l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments »

La démarche opérée a été la suivante (chronologiquement) : recherches bibliographiques concernant les oligo-éléments, identification d'oligo-éléments à effet(s) intéressant(s), recherche puis présélection de produits commerciaux (fertilisants foliaires), contact des entreprises, recoupement des données, sélection finale de produits, définition d'un protocole d'application avec calcul des quantités de produits nécessaires, commande et réception des produits.

a. Contexte et état de l'art

Devant l'urgence de proposer des semences de lavande vraie conformes au règlement technique, plusieurs essais concernant différents aspects de l'itinéraire technique seront conduits dans les années à venir. Plusieurs contre-temps, indépendants de la volonté de l'iteipmai, ont fait que la décision de réaliser l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments » cette année, a été prise tardivement et de manière prompte. L'iteipmai a choisi de s'intéresser aux oligo-éléments dans la mesure où ces derniers influencent la santé des végétaux ainsi que la qualité des productions. Les besoins des plantes en oligo-éléments sont, de manière générale, mal connus. D'autant plus que ces besoins varient d'une espèce à une autre, voire même d'une variété à une autre (Loué, 1987). Les effets de carence en ces éléments sont quant à eux beaucoup mieux connus et des solutions ont été mises en place depuis plusieurs années pour y remédier. Les carences en zinc sur maïs, ou en bore sur betterave, sont ainsi bien identifiées et des produits permettent de les résoudre. Les besoins et la sensibilité aux carences en oligo-éléments de la lavande sont à l'heure actuelle inconnus.

Tableau 1: Contributions dans la plante et caractéristiques liées à la mobilité des oligo-éléments (M-C. Baills d' après Loué, 1987 et diverses sources)

Elément	Contributions dans la plante	Mobilité de l'élément dans la plante d'après Loué (1987)
Bore	<p>Activation de la synthèse du saccharose et du transport des assimilés vers les organes puits [5] ; [6].</p> <p>Rôle dans les processus de fécondation, de fructification [8] et de développement des graines [5] ; [6].</p> <p>Influence sur la capacité germinative du pollen [6] ; [7] chez l'olivier notamment [8].</p> <p>Influence sur le développement des étamines (sur vigne notamment) [7] et maïs ; Impliqué dans la multiplication cellulaire des méristèmes [6].</p> <p>Impliqué dans la synthèse des acides nucléiques (ADN, ARN).</p>	<p>Peu mobile, il est peu remobilisé des feuilles vers les zones de croissance [6] et de manière générale des zones basales vers les zones apicales ; Les pulvérisations de produits boratés sont souvent plus efficaces sur cultures pérennes.</p>
Cuivre	<p>Composant essentiel de nombreuses enzymes impliquées dans la protéosynthèse (Loué, 1987) ; [6].</p> <p>Une carence en cuivre peut causer une stérilité du pollen et affecte la fécondation et le remplissage des épis chez les céréales à paille [6].</p>	<p>Restreinte mais mobilisation des feuilles âgées vers celles plus jeunes surtout ; Dépend de l'alimentation en Cu de la plante (blé).</p>
Fer	<p>Composant essentiel de nombreuses enzymes impliquées dans la respiration, la protéosynthèse et la synthèse de chlorophylle [6].</p>	<p>Entravée par la présence de Zn et Cu dans les tissus (compétition sur des sites du métabolisme et dans certaines formes chélatées en fonction de l'affinité des éléments avec le chélate utilisé) ; Parfois difficile des parties basales vers les parties supérieures (chlorose sur jeunes feuilles).</p> <p>De plus, la capacité d'absorption racinaire et foliaire varie en fonction des espèces. La lavande est sujette à la chlorose ferrugine si elle est plantée dans des sols à forte teneur en calcaire actif.</p>
Manganèse	<p>Composant essentiel de nombreuses enzymes impliquées dans la protéosynthèse, rôle majeur dans la photosynthèse et la réduction des nitrates [6] ; Participe à l'activation des enzymes impliquées dans la distribution des régulateurs de croissance dans la plante [5].</p>	<p>Translocation préférentielle vers les tissus méristématiques.</p> <p>De plus, le Mn foliaire (MnSO₄, Mn-EDTA) est le moyen le plus efficace pour corriger les déficiences.</p>
Molybdène	<p>Impliqué dans les processus de réduction des nitrates et de fixation de l'azote, associé au métabolisme du fer et du phosphore (Loué, 1987) ; [6]</p> <p>Impliqué dans la viabilité du pollen et la production des graines [5].</p>	<p>Bonne, la quantité de molybdène présente dans la graine suffisant à couvrir les besoins de la plante (pois et de haricot) pour assurer sa jusqu'à maturité</p> <p>De plus, un apport de Mo foliaire est préférable en conditions sèches, l'absorption est plus rapide.</p>
Zinc	<p>Impliqué dans la protéosynthèse, celle de l'amidon [6], la formation des graines [5] et celle de l'auxine [6].</p>	<p>Faible vers les tissus les plus jeunes mais importante remobilisation des tiges et feuilles vers l'épi chez le maïs ;</p> <p>Tendance à s'accumuler dans les racines.</p>

Dans un premier temps, des renseignements ont été collectés sur les différents oligo-éléments. Ces renseignements sont consignés dans le Tableau 1.

Par la suite les recherches bibliographiques ont été orientées sous l'angle de la production grainière. Les informations collectées ont une valeur indicative car les études ont été réalisées sur des espèces différentes de la lavande, non pérennes et n'appartenant pas à la famille des lamiacées. Il existe en effet peu d'études, portant sur la fertilisation en oligo-éléments, conduites sur des PPAM sauf pour certaines espèces comme la coriandre (utilisation des feuilles comme condiment et des graines comme condiment et pour l'HE), la nigelle (utilisation des graines pour faire de l'huile grasse et de l'HE) ou l'oignon (bulbe consommé et à l'origine d'une HE).

Il ressort de la littérature qu'un apport d'oligo-éléments à une culture permet d'améliorer les traits mesurés dont le nombre d'inflorescences, le rendement grainier et le remplissage des graines. Il semblerait que les effets bénéfiques des oligo-éléments soient plus marqués si ces derniers sont appliqués en association entre eux (Kumar et al., 2018 ; Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) ou avec un/des régulateurs de croissance (Gopichand et al., 2014).

Ainsi, d'après Rezaei-Chiyaneh et al. (2018), le zinc permet d'obtenir, sur nigelle, de meilleurs résultats quel que soit le trait considéré, rendement grainier inclus, s'il est associé avec un ou plusieurs éléments (fer et/ou manganèse dans l'étude).

D'après Kumar et al. (2018), le rendement grainier maximal sur oignon a été obtenu avec le traitement associant bore, zinc, calcium et magnésium.

Gopichand et al. (2014) se sont intéressés à l'effet de l'acide gibbérellique (GA3), de l'hydrazide maléique (MH), du naphtalène acide acétique (NAA) et du bore, seuls ou associés entre eux, sur divers traits de l'espèce *Tagetes erecta* L. Le rendement en graines, le nombre de graines pleines par fleur et le pourcentage de germination les plus élevés ont été obtenus avec les traitements MH à 1000 ppm + bore à 0.2% et GA3 à 200 ppm. Les hypothèses avancées concernant le rendement en graines sont que le MH favorise l'accumulation et l'adressage/le transport des métabolites des organes sources vers les organes puits. Le GA3 foliaire a permis la synthèse de composés de réserve nécessaires au développement des graines, ce qui aurait contribué à l'obtention d'une masse de graines plus élevée. Les hypothèses avancées concernant le nombre de graines pleines par fleur, sont que le GA3 et le MH ont permis d'améliorer le métabolisme et la translocation des sucres des organes sources vers les organes puits. Le bore a amélioré la capacité de production de pollen par les anthères et la « faculté germinative » de celui-ci, ce qui a favorisé la grenaison. Enfin, concernant le pourcentage de germination, le GA3 contribue à augmenter l'activité d'hydrolases au cours du processus de germination, ce qui catalyse la digestion des réserves nutritives en sucres solubles, acides aminés et nucléosides, ainsi disponibles pour le processus de germination. Les auteurs écrivent que le bore, élément essentiel associé à l'absorption d'azote, la synthèse de divers acides aminés et protéines, peut influencer directement le processus de germination. Dans les trois articles les produits ont été appliqués via pulvérisation sur les parties aériennes.

Pour rebondir sur le mode d'application, de manière générale, pour les oligo-éléments, un apport par voie foliaire est privilégié (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018 ; Loué, 1987). Selon la Chambre d'Agriculture de la Drôme (2018), les fertilisants foliaires ou les phyto-stimulants « ont plus un objectif de soin des plantes que de fertilisation pure (sauf cas de carence réelle du sol avérée pour un élément). Ils sont à localiser sur le feuillage de la culture, pendant la période végétative (dans un objectif de maximiser le rendement), ou après récolte (dans un objectif de cicatrisation et pour favoriser la mise en réserve avant l'hiver). ».

La fertilisation foliaire peut être préventive et/ou curative ; prévention de carences pouvant être induites par la teneur en éléments et la forme de ceux-ci dans le sol, et en action curative pour traiter des carences avérées au cours du cycle (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018 ; Loué, 1987). Elle intervient en complément de la fertilisation apportée au sol et ne peut en

aucun s'y substituer (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018). L'apport foliaire d'oligo-élément(s) est souvent plus efficace du point de vue de la pénétration dans les tissus. D'une part, la plante n'a pas à remobiliser l'élément depuis le sol, ce dernier est disponible immédiatement (action rapide) (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018). D'autre part, elle permet de s'affranchir des interactions antagonistes potentiellement existantes, entre oligo-éléments ou entre éléments primaires et oligo-éléments, et gênant voire empêchant l'assimilation de ces derniers (Loué, 1987).

De plus, selon Loué (1987), les apports d'oligo-éléments sous forme chélatée sont à privilégier (risque de phytotoxicité moins élevé).

Après confrontation des données recueillies, les points importants ont été identifiés :

- Les effets bénéfiques des oligo-éléments sont plus marqués si ces derniers sont appliqués en association entre eux ;
- Les oligo-éléments susceptibles d'avoir un effet sur la production de semences sont : le bore, le molybdène, le zinc et le cuivre ;
- La voie foliaire est à privilégier pour une action rapide sur la plante ;
- La forme d'apport des oligo-éléments doit être prise en compte.

b. Choix des produits et posologies

Dans cet essai, le choix a été fait de tester des produits très différents les uns des autres afin de trouver une solution « clés en main », *i.e.* le ou les produits qui permettraient d'améliorer la qualité germinative des graines sans avoir à appliquer plusieurs produits à différentes périodes de l'année. L'objectif était de tester des produits en eux-mêmes, accompagnés de modalités qui leur sont propres. A noter que les préconisations d'emploi de la majeure partie des produits fertilisants ne concernent pas les PPAM⁴. Au total, cinq produits devaient être choisis pour pouvoir mettre en place le dispositif expérimental désiré. Afin d'éclairer le choix de ceux-ci et leur posologie, des rapprochements avec d'autres cultures (vigne, arbres fruitiers) ont été faits en se basant sur certaines caractéristiques de la lavande, tels son caractère ligneux et le fait que ce soit une culture pérenne.

Les critères de choix des produits ont été les suivants :

- Ne contenir ni élément primaire, ni régulateur de croissance, ni biostimulant ;
- Contenir une association d'au moins deux oligo-éléments ou au moins un oligo-élément et un ou plusieurs éléments secondaires (Ca, Mg, S). Le bore, le molybdène, le zinc et le cuivre doivent être présents seuls ou associés entre eux dans au moins un des produits ;
- Etre applicable par voie foliaire pour les raisons exposées précédemment ;
- Etre applicable avant le stade de floraison (pour obtenir des résultats cette année) ;
- Privilégier des produits ayant des profils divers et dans lesquels les oligo-éléments sont sous forme chélatée.

Après consultation de sites marchands et d'entreprises de formulation d'engrais, une présélection de produits a été établie. Les commerciaux des entreprises formulant les produits présélectionnés ont ensuite été contactés. Dans un premier temps, l'objectif de l'essai leur était présenté, à savoir améliorer la qualité germinative des semences de lavande. Puis les critères auxquels devaient répondre les produits leur ont été énoncés. Les commerciaux des différentes entreprises contactées ont tous fait une, ou plusieurs propositions de produits qui leurs semblaient être les plus en adéquation avec l'objectif de l'essai. Les oligo-éléments leur semblant intéressants ont été les mêmes que ceux identifiés dans la littérature.

⁴ A l'exception d'un produit préconisé sur lavandin, destiné à améliorer le rendement en HE en favorisant la mise en réserve des nutriments avant l'hiver et en améliorant la remobilisation des réserves au printemps.

Les produits proposés ont ensuite été comparés avec ceux de la présélection, sur les critères évoqués antérieurement, et sur la base de leur composition en oligo-éléments. Par la suite, cinq produits provenant de quatre fabricants différents ont été retenus. Une synthèse des données relatives à chaque produit figure dans le Tableau 2. La fiche détaillée de chaque produit est disponible voir annexe II

Tableau 2: Principales caractéristiques des produits sélectionnés (M-C. Baills)

Nom du produit	Chelal BZn	ALCIGOL B2M	VITITREL PRO	CHELAL 3	STICoP
Fournisseur	BMS MICRO-NUTRIMENTS	Agronutrition	YaraVita <i>via</i> Agrileader	BMS MICRO-NUTRIMENTS	CR DISTRIBUTION
Bore	68,9 g/l chélaté polyols	27 g/l	60 g/l	-	11 g/l bore éthanolamique
Cuivre	-	-	-	-	145 g/l sulfate de Cu neutralisé à la chaux
Fer	-	-	-	60 g/l chélaté par EDTA, DTPA	-
Manganèse	-	10 g/l	71 g/l	15 g/l chélaté par EDTA	20 g/l carbonate de manganèse
Molybdène	-	50 g/l	4,6 g/l	-	-
Zinc	29,9 g/l chélaté par DTPA, EDTA et HEEDTA	-	-	6 g/l chélaté par EDTA	22 g/l oxyde de zinc
Autres éléments	-	SO3 110 g/l	CaO 125 g/l ; MgO 118 g/l	-	-
Culture(s) concernée(s)	Arboriculture	Vigne, arboriculture, cultures légumières	Vigne	Toutes cultures	Vigne, maraîchage, arboriculture
Critère(s) de sélection	Présence de bore et de zinc + recommandation du commercial de l'entreprise.	Présence de bore et de molybdène + recommandation du commercial de l'entreprise.	Présence de bore et de molybdène + présence de calcium et magnésium, éléments non présents dans les autres produits retenus + produit qui semble adapté à notre objectif selon les indications mentionnées sur le site de YaraVita + les commerciaux ne sont pas contre son utilisation compte-tenu de notre objectif et n'en ont pas proposé d'autres à la place.	Présence de fer, élément non présent dans les autres produits retenus + présence de zinc.	Présence de bore et de zinc + présence de cuivre, élément non présent dans les autres produits retenus + produit non recommandé initialement par le commercial de l'entreprise mais après discussion avec lui, son emploi ne lui a pas paru aberrant.

Dans la majorité des cas, la dose à appliquer a été préconisée par les commerciaux, selon leur expérience. Pour les produits où la dose n'a pas été préconisée, elle a été choisie par analogie à celle des autres produits. Un calcul a ensuite été nécessaire afin d'obtenir le volume de bouillie à appliquer par application, pour chaque produit, en fonction du matériel disponible sur la station.

N'ayant pas assez de recul sur les produits et leurs effets potentiels, il a été convenu que la concentration des solutions de traitements serait la concentration maximale annoncée par les fournisseurs.

Le choix du stade d'application s'est fait selon dires d'experts, dont Rezaei-Chiyaneh et al. (2018), qui ont été confortés par ceux des commerciaux. Le stade pleine floraison a été exclu car le risque de léser les organes reproducteurs est important à ce stade. De plus, pour certaines espèces telles l'olivier, « En raison de la lenteur de la mobilisation des réserves de l'olivier, un apport foliaire avant la floraison est recommandé. » [8]. La vitesse de mobilisation étant inconnue chez la lavande et l'objectif étant d'obtenir des résultats cette année, il a été convenu d'appliquer les produits au stade végétatif voire en tout début de floraison.

Le nombre d'applications, a été préconisé par les commerciaux, selon leur expérience. Tous ont conseillé de procéder à plusieurs applications, espacées d'au moins 10 jours. La pluralité des applications et cet ordre de grandeur pour l'intervalle entre deux applications successives se retrouvent dans le protocole expérimental de Gopichand et al. (2014). Il a été convenu de positionner au moins deux traitements, à au moins 10 jours d'intervalle, dès la réception des produits sur la station, et d'en positionner un troisième au moins 10 jours après le second si le stade de la culture le permettait.

2. Matériel végétal

Cet essai a été réalisé sur une parcelle de production de semences de lavande fine de variété 'Rapido'. Cette variété a été choisie car une parcelle entrée en production depuis plusieurs années est présente sur chaque station de l'iteipmai. De plus, cette variété, issue de l'interfécondation de sept clones, est très vigoureuse, particulièrement tolérante au dépérissement et de bonne productivité. Son développement végétatif et sa teneur en HE sont supérieurs à ceux des populations locales de lavande (Chaisse et Fontaine, 2012). Cette variété est bien représentée sur le marché de la lavande fine. Selon Chaisse et Fontaine (2012), « En 2011, environ la moitié des plantations de lavande de population étaient réalisées avec de la Rapido (hors semis directs). ». Plus de détails sont disponibles, voir annexe III.

La culture est en place depuis le 20/05/2015 et est entrée en production de semences en 2016. Les sept clones parentaux sont présents, à raison de 4 rangs par clone. Les rangs sont alternés et ordonnés, voir plan du dispositif expérimental Figure 5. Initialement, le nombre de plants par rang était d'environ 103 plants pour chaque clone. Au moment où l'essai a été réalisé ce nombre était inférieur sur la plupart des rangs.

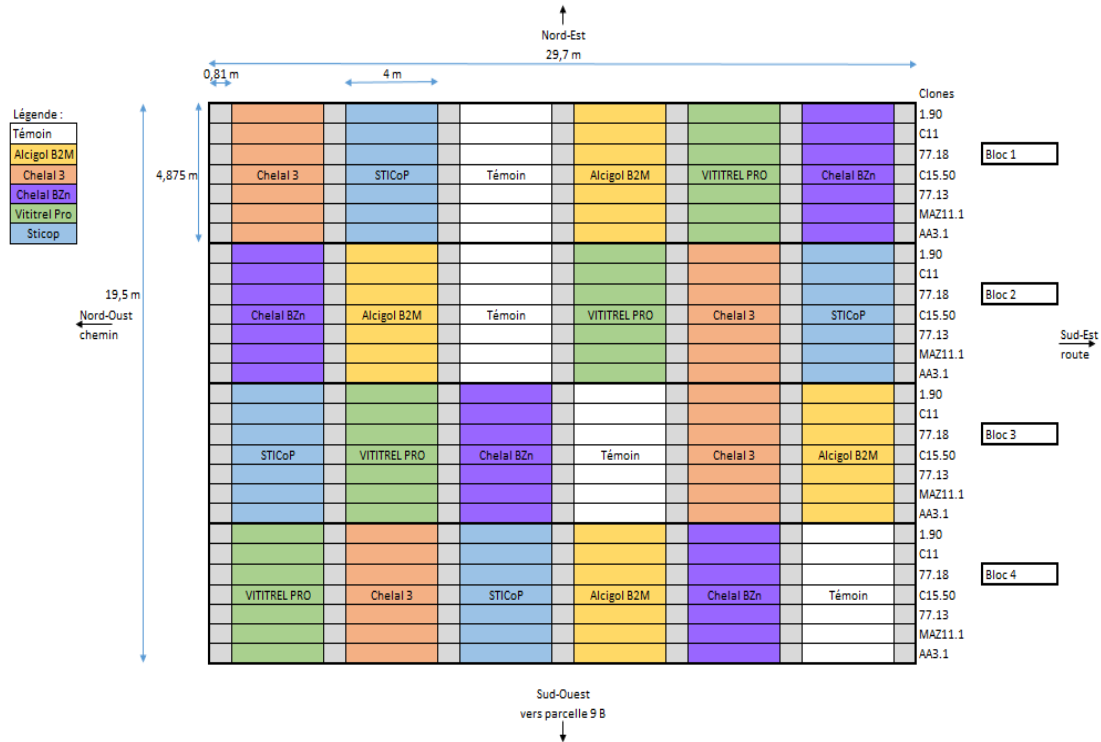


Figure 5: Plan du dispositif expérimental de l'essai sur lavande (M-C. Baills)

3. Itinéraire culturel

a. Fertilisation

Un apport de fertilisant minéral a été réalisé le 22/03/2019 à raison de 50-50-50 NPK soit 7,5 kg d'ammonitrate, 5,6 kg de super phosphate et 5,0 kg de sulfate de potasse répartis sur l'intégralité de la parcelle (environ 500 m²). Un apport similaire avait été réalisé le 28/02/2018.

b. Irrigation

Afin de favoriser le remplissage des graines, les conditions météorologiques ayant été particulièrement sèches, des irrigations par aspersion ont été réalisées une fois la floraison de tous les clones terminée.

c. Désherbage

Un désherbage, mécanique et manuel, a été réalisé au mois d'avril afin de faciliter le déplacement dans la parcelle et la récolte, certaines adventices ayant une taille importante

4. Récolte

Des observations au champ du nombre de graines matures (inflorescences prises au hasard), ont permis de positionner la récolte. Celle-ci devait avoir lieu une fois les graines mures mais avant qu'elles ne se décrochent facilement (pertes importantes). Elle a eu lieu le 25/07/2019, au stade floraison passée pour tous les parents, à l'aide d'une récolteuse voir Figure 6.



Figure 6 : Récolte de l'essai sur lavande à la récolteuse (M-C. Baills, 25/07/19, Chemillé)

5. Séchage

Afin d'éviter tout échauffement, le matériel végétal a été mis à sécher de suite après récolte. Pour la même raison et pour permettre un séchage homogène, les tas de plantes ont été retournés et aérés quotidiennement. Des températures élevées (entre 11 et 31°C) et une hygrométrie de l'air faible ont permis de faire sécher le matériel végétal en 5 jours, à l'air libre dans le hangar (Figure 7), sur des bâches plastiques. Tous les lots récoltés ont été séchés de la même manière.



Figure 7 : Lavande séchant dans le hangar (M-C. Baills, 26/07/19, Chemillé)

6. Récupération des semences et triage

Le matériel végétal une fois sec a été battu (Figure 8) afin de décrocher les semences (batteuse nettoyée à l'air comprimé entre deux lots). Les lots de semences ont ensuite été triés comme suit : 1. passage aux tamis de taille de maille décroissante (8 mm et 5 mm), 2. passage au sasseur (Figure 9), 3. deux passages à la colonne à air avec des réglages différents entre les deux passages mais identiques pour tous les lots.



Figure 8: Battage de la lavande à la batteuse (M-C. Baills, 13/08/2019, Chemillé)



Figure 9: Sasseur (M-C. Baills, 02/08/19, Chemillé)

7. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental de l'essai est constitué de 4 blocs de Fisher. Chaque bloc contient les sept parents de la variété. Le facteur étudié est le facteur « Fertilisant foliaire oligo-éléments », de modalités : « Alcigol B2M », « Chelal 3 », « Chelal BZn », « VITITREL PRO », « STICoP » et « Témoin ». Le témoin est un témoin eau, les produits ayant été dilués dans de l'eau avant application. La concentration des solutions et les doses appliquées figurent dans le Tableau 3. L'application des traitements a été réalisée selon les principes des Bonnes Pratiques d'Expérimentation, à l'aide d'une rampe de pulvérisation portative et d'un pulvérisateur à dos. Chaque micro-parcelle contient entre 55 et 87 pieds. Le plan de l'essai a été présenté avant voir Figure 5 page 18.

Tableau 3: Concentration des solutions, dose et nombre d'application pour les différents produits (M-C. Baills)

Produit	Chelal BZn	ALCIGOL B2M	VITITREL PRO	CHELAL 3	STICoP
Concentration maximale de la solution de traitement (%)	1	2	2	1	2
Dose/ha/application (L/ha)	2	3	4	1,5	5
Nombre d'applications	3	3	3	3	3

C. Résultats

Un premier résultat est, qu'aux concentrations choisies, les fertilisants foliaires appliqués n'ont pas provoqué de symptômes de phytotoxicité.

Les résultats relatifs aux taux de germination n'étaient pas encore connus au moment de rendre ce mémoire (tests de germination inachevés). Seuls les résultats concernant les rendements grainiers seront traités par la suite.

Afin de s'affranchir du biais causé par l'inégal peuplement des micro-parcelles, une masse de graines par plante a été calculée pour chacune d'entre elles. Cette valeur a ensuite été multipliée par la densité standard d'une culture de lavandes porte-graines, soit 47 000 plantes/ha, afin d'exprimer les résultats obtenus en kg de semences/ha, unité utilisée à la fois à l'iteipmai et par les professionnels de la filière.

Pour chaque produit, la moyenne des masses de semences récoltées sur les 4 micro-parcelles a été calculée (Figure 10). Les valeurs brutes sont disponibles annexe IV.

Il est visible sur la Figure 10 que les barres d'erreurs se recoupent toutes entre elles. Il n'y a donc pas, *a priori*, de différence significative entre les modalités, et le facteur « Fertilisant foliaire oligo-éléments » n'a pas eu d'effet significatif sur la masse de semences obtenue. Aucune tendance quant à l'effet positif ou négatif d'un produit ne se dégage de ce graphique.

De plus, afin de confirmer ou d'infirmer l'observation précédente et tous les postulats ayant été vérifiés, une analyse de variance à 1 facteur a pu être réalisée. Il s'est avéré qu'au risque α fixé, le facteur « Fertilisant foliaire oligo-éléments » n'a pas eu d'effet significatif sur la masse de semences obtenues après triage (p-valeur = 0,88 > 0,05). Plus de résultats sont disponibles annexe V.

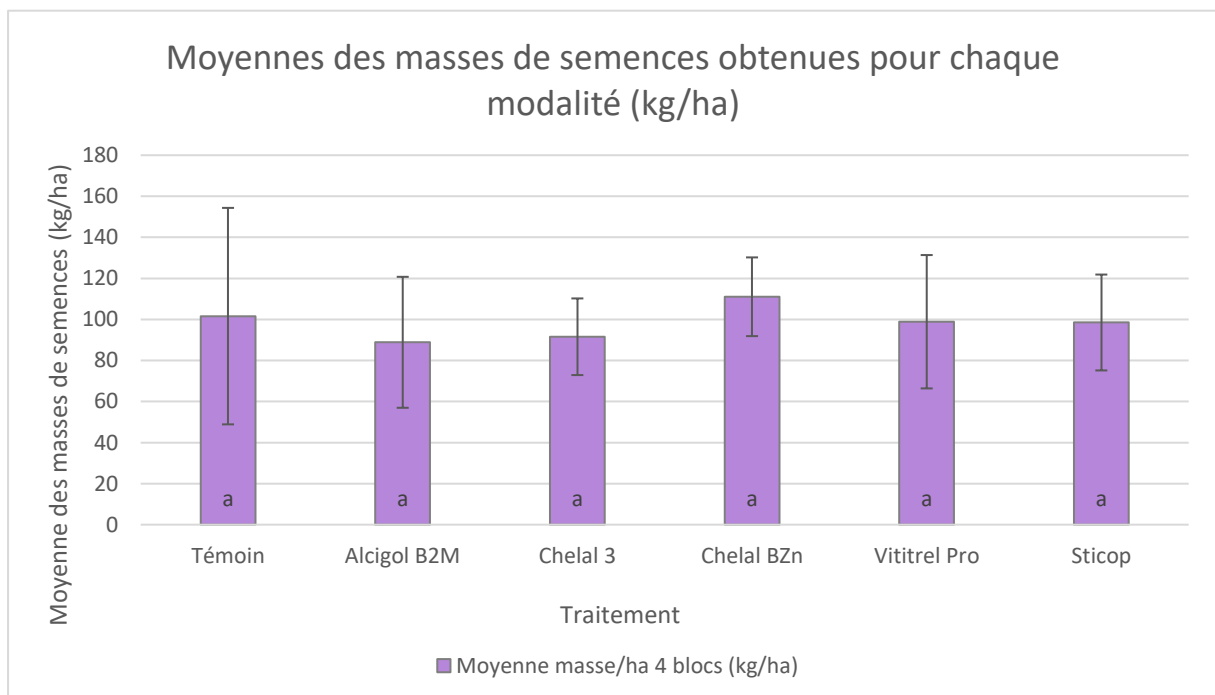


Figure 10: Moyennes des masses de semences pour chaque modalité (kg/ha) (M-C. Baills)

Note : Les lettres renseignent sur la significativité, des modalités ayant une lettre similaire ne sont pas significativement différentes

D. Discussion

Concernant l'élaboration du protocole et plus précisément le choix des produits, il aurait été judicieux de connaître les teneurs en éléments (oligo-éléments inclus) dans le sol avant de choisir les produits. Cela afin d'identifier si le sol où est implantée la parcelle présente une déficience en l'un ou plusieurs d'entre eux. Pour des raisons calendaires cela n'a pas été possible. Une analyse de matériel végétal (parties aériennes de l'année), pour obtention des teneurs en N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn et B a aussi été réalisée. Les résultats de ces analyses, disponibles annexe VI, ont donc eu une valeur indicative. D'autant plus pour l'analyse de matériel foliaire puisqu'il n'existe pas de valeur de référence sur lavande. Ils pourront être utilisés par la suite, comme références ou à titre indicatif.

Pour ce qui est des résultats, à l'heure actuelle, les ressources bibliographiques disponibles concernant l'apport foliaire d'oligo-éléments sur culture de lavande ou sur une autre espèce de la famille des lamiacées sont inexistantes (ou indisponibles). Toute confrontation des résultats obtenus est donc impossible. Cependant, des essais de fertilisation foliaire en oligo-éléments ont été réalisés sur des espèces telles *Nigella sativa* (Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) et *Allium cepa* (Kumar et al., 2018). Il s'est avéré pour ces espèces, dans les conditions expérimentales respectives, que les apports foliaires d'oligo-éléments ont permis d'améliorer différents traits en lien avec la production de semences, rendement et taux de germination inclus. Cependant, les résultats obtenus sur lavande vraie ne sont pas en accord avec ceux de la littérature (Kumar et al., 2018 ; Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) dans la mesure où les produits utilisés dans cet essai n'ont pas eu d'effet significatif sur la masse de semences. La comparaison est cependant à nuancer car les espèces étudiées dans la littérature ne sont pas des cultures pérennes et que l'effet des oligo-éléments dépend d'autres paramètres.

La non-significativité des différences de masse entre les modalités était prévisible pour plusieurs raisons :

- Les concentrations des solutions de traitement ont été choisies en fonction des préconisations des commerciaux à partir de références établies sur d'autres cultures. Il se peut ainsi que les solutions ne fussent pas assez concentrées pour permettre d'engendrer des différences significatives entre toutes les modalités ou du moins entre celles traitées et le témoin ;
- Le raisonnement est analogue concernant les doses de produits appliquées ;
- Le nombre d'application et le stade ont aussi été déterminés d'après des références établies sur d'autres cultures. Il est possible qu'ils ne soient pas optimaux pour la lavande.

En ce qui concerne le stade d'application, l'application des produits a eu lieu après l'induction florale, ce qui fait que le nombre d'inflorescences et de fleurs était déterminé au moment de l'application. Les oligo-éléments pouvant influencer le nombre d'inflorescences (Kumar et al., 2018 ; Rezaei-Chiyaneh et al., 2018), l'hypothèse selon laquelle les traitements ont été positionnés trop tard est légitime. Cependant, les espèces étudiées par les auteurs précédemment cités sont des espèces annuelles, et non pas pérennes, et il se peut que des différences existent entre les deux types. En revanche, si les oligo-éléments n'ont pas pu avoir d'effet sur la quantité d'inflorescences il est en revanche possible qu'ils aient influencé la qualité des semences.

Si un essai similaire devait être reconduit à l'avenir, les pistes d'amélioration suivantes seraient à considérer :

- Corriger les déficiences du sol avant d'appliquer des fertilisants foliaires. En effet, bien que les oligo-éléments ne soient pas tous aussi bien mobilisés du sol vers la plante et

mobiles au sein de la plante (Loué, 1987), corriger les déficiences du sol avant de pratiquer des apports foliaires permettrait de partir sur de bonnes bases. La fertilisation foliaire ne peut en effet se substituer à la correction des déficiences du sol (Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2018).

- Revoir les doses et les concentrations testées. En partant du principe que les concentrations des solutions de traitement et/ou les doses appliquées n'étaient pas assez importantes pour engendrer une réponse de la part des plantes, un essai où seraient comparées différentes doses et/ou concentrations pour un même produit serait à envisager.

Pour aller plus loin, il pourrait être intéressant :

- D'approfondir les essais relatifs aux oligo-éléments :
 - En conduisant un essai sur lavande vraie, hors-sol, où les teneurs en oligo-éléments du substrat seraient variables. Cela afin d'estimer, même de manière approximative, les besoins de la plante en chacun des différents oligo-éléments et de mesurer l'impact d'un excès ou d'une carence sur la production de graines (qualité germinative voire quantité) ;
 - En testant l'effet de fertilisants foliaires à appliquer post-récolte en complément ou non de l'application de fertilisants pré-récolte. En effet, certains des commerciaux contactés ont suggéré de tels produits (contenant des oligo-éléments ou non), destinés à favoriser la mise en réserves et la remobilisation de celles-ci à la reprise du cycle végétatif l'année suivante ;
- De compléter ces essais par la prise en compte facteurs autres que ceux inclus dans le programme OPTISEM. Il serait ainsi envisageable de s'orienter vers la mycorhization contrôlée. L'effet de la mycorhization contrôlée sur le développement de plants de lavandes et lavandins est en cours d'étude au CRIEPPAM. D'après les premiers résultats, elle se révèle bénéfique du point de vue du développement végétatif et de la vigueur pour certaines des variétés mycorhizées (Candaele et al., 2019). Il serait donc intéressant de savoir si elle peut avoir un effet sur la quantité de graines produites, ce qui ne serait pas illogique puisque si les plantes sont plus développées, elles auront potentiellement plus d'inflorescences et donc plus de graines. L'impact sur la qualité germinative de celles-ci est moins évident mais mériterait d'être considéré.

III. Optimisation de l'itinéraire culturel de la matricaire porte-graines

A. Présentation de l'espèce *Matricaria recutita* L. et éléments de contexte

1. Caractéristiques de l'espèce

La matricaire, *Matricaria recutita* L., aussi appelée camomille allemande, appartient à la famille des astéracées. Le genre *Matricaria* comporte cinq espèces originaires du Moyen-Orient et d'Europe de l'Est.

La matricaire est une plante annuelle herbacée mesurant de 10 à 60 cm de haut (Figure 11) (Tucker et DeBaggio, 2009). Ses tiges sont de section ronde et striée, dressées et ramifiées, à feuilles alternes très découpées. La pollinisation de cette plante allogame est réalisée par les insectes (abeilles, mouches, punaises...). Les inflorescences sont des capitules, constitués en leur centre, de fleurs jaunes tubulées hermaphrodites et de fleurs blanches ligulées femelles en périphérie. Les capitules dégagent un parfum agréable à la manipulation. La floraison a lieu de mai à octobre (Figure 12). Le réceptacle est creux à l'intérieur. Initialement de forme hémicirculaire, il s'allonge en cône pointu au fur et à mesure de l'épanouissement de l'inflorescence. Le fruit est un akène strié, subcylindrique et légèrement incurvé, de couleur gris-jaune mesurant environ 1 mm de long (Iteipmai, 2016).

La matricaire pousse dans tous les types de sols. Elle est maintenant naturalisée à de nombreux endroits, échappée de cultures ou de jardins.



Figure 11: *Matricaria recutita* (plante entière)
(Iteipmai, 30/06/10, inconnu)



Figure 12: *Matricaria recutita* (inflorescences) (M-C.
Baills, 14/08/19, Chemillé)

2. Utilisations

La matricaire cultivée est une plante dite « médicinale », principalement destinée aux marchés de l'herboristerie et de l'aromathérapie. En fonction du débouché, la partie utilisée diffère : capitules secs pour le marché de l'herboristerie, parties aériennes en l'état ou sèches ou capitules seuls en l'état ou secs pour la production d'HE (EDQM a., 2019 ; EDQM b., 2019 ; EDQM c., 2019).

L'infusion de capitules secs de matricaire possède des propriétés carminative et sédative et peut être utilisée dans le traitement des désordres gastro-intestinaux et des troubles du sommeil liés à la nervosité. Un usage traditionnel est reconnu pour le traitement des infections urinaires et des diarrhées (WHO, 1999).

Les capitules secs servent à l'élaboration d'un extrait fluide (EDQM a., 2019) utilisable dans des produits cosmétiques (Council of Europe, 2002).

L'HE entre dans la composition de parfums et de certains produits cosmétiques tels des savons (Bruneton, 2016 ; Council of Europe, 2002).

La plante fraîche entière et fleurie peut quant à elle servir de base à des préparations homéopathiques (ASNM, 2007).

3. Situation de la production française

Les données propres à la matricaire sont rares, cette espèce pouvant en effet être regroupée avec la camomille romaine lors des déclarations officielles. Les informations de ce paragraphe concernent la camomille en général puisqu'il n'est pas clairement précisé dans le document de FranceAgriMer (2018) si le terme « camomille » regroupe la camomille romaine et la camomille matricaire, ou s'il fait uniquement référence à la camomille romaine.

Le principal bassin de production est le Maine-et-Loire. En 2016, 384 ha étaient cultivés en camomille contre 303 ha l'année précédente (FranceAgriMer, 2018). Ce qui représente une augmentation d'environ 27%. Cette surface représentait environ 1,8% de la surface nationale totale cultivée en plantes médicinales. La camomille est la plante médicinale la plus représentative en surface après le pavot œillette, dont les cultures représentent à elles seules environ 62% de la surface nationale cultivée en plantes médicinales. (FranceAgriMer, 2018).

4. Position de l'iteipmai

L'iteipmai a créé et propose à la vente une seule variété de matricaire nommée 'Matrilia'. C'est une variété population multipliée comme suit : des semences de base ont été produites l'année N et semées l'année N+1 pour constituer un lot de semences commerciales. Les semences produites après semis d'une fraction de ce lot (deuxième génération de semences commerciales donc) sont conservées précieusement. Les lots commercialisés actuellement sont issus de la première génération de semences commerciales et le seront de la deuxième génération après épuisement de la première et ainsi de suite. Les parents de la variété n'ont pas pu être conservés car impossibles à bouturer et la conservation in-vitro n'était pas utilisée au moment de la création de cette variété. Ses caractéristiques sont intéressantes (détails annexe VII) : bons rendements en capitules et HE et comportement au champ satisfaisant.

La production de semences de matricaire sur la station de Chemillé n'est actuellement pas rentable pour l'institut. Afin d'assurer la production semencière, des contrats de multiplication ont été signés en 2018 et 2019 avec un agriculteur multiplicateur. L'institut souhaite trouver un itinéraire technique qui lui permettra de rentabiliser cette activité afin d'en relocaliser une partie sur la station de Chemillé, en fonction de la demande et des disponibilités parcellaires.

B. Matériels et méthodes

1. Matériel végétal

Les graines à l'origine des plants et celles utilisées pour le semis au champ étaient issues d'un même lot, obtenu à partir de l'unique récolte de 2018. Le taux de germination de ce lot était de 87% au 05/10/2018.

Le semis en pépinière a eu lieu le 13/02/2019. Les plants ont été élevés en serre chaude dans un premier temps puis transférés sous un tunnel le 20/03/2019. Un démariage avait été effectué mi-mars afin de ne laisser qu'une plantule par alvéole. La plantation, manuelle, a eu lieu le 02/05/2019, soit 78 jours après semis, quand les plants avaient environ 13 feuilles (Figure 13).

Le semis au champ a été réalisé au violon à graines le 06/05/2019. Les graines étant très petites, elles avaient préalablement été mélangées à de l'attapulгите pour faciliter le semis.



Figure 13: Plant le jour de la plantation (M-C. Baills, 02/05/19, Chemillé)

2. Itinéraire cultural

a. Préparation du sol

Avant l'implantation de l'essai le sol de la parcelle a été travaillé de la manière suivante : labour le 25/04/2019 puis passage de la herse rotative le 30/04/2019 et du rouleau le 02/05/2019. Sur les micro-parcelles à semer, un second passage de herse rotative, le 06/05/2019, a permis d'éliminer les adventices et d'ameublir la surface du sol avant la réalisation du semis. Le rouleau a ensuite été passé sur le semis, le même jour, afin que les graines adhèrent bien au sol.

b. Fertilisation

Lors de leur élevage en serre les plants ont été fertilisés à deux reprises avec le produit « Soluveg Orange 23-6-10 + 2 MgO + OE » (dilution à 2.5 g / L). Les apports en N-P-K, doses unitaires à 60-80-80, (1.5 kg ammonitrate, 1.5 kg super phosphate, 1.3 kg sulfate de potasse) ont été réalisés au stade rosette. Les doses employées sont basées sur celles préconisées pour la culture de matricaire destinée à la production de biomasse à savoir : 50-70 unités d'azote, 80-100 unités de P₂O₅, 80-100 de K₂O (Iteipmai, 2016).

La fertilisation a été réalisée à la plantation des plants et en différé du semis pour éviter que l'engrais n'entrave la germination (risque de brûlure de la radicule et de l'hypocotyle). L'apport a eu lieu « en plein », manuellement.

c. Irrigation

Un système d'irrigation par aspersion a été installé le jour de la plantation. Les irrigations ont été apportées, en fonction des conditions météorologiques, juste après la plantation et le semis afin de favoriser la reprise des plants et la levée, ainsi qu'en cours de culture afin de sécuriser l'essai.

d. Désherbage

Plusieurs opérations de désherbage (manuel et binage mécanique) ont été réalisées sur les micro-parcelles plantées afin de favoriser la croissance des plantes d'intérêt en limitant la pression des adventices.

3. Caractérisation des stades de récolte

Afin de positionner les récoltes, différents stades de floraison devaient être identifiés. Un suivi ontogénique de l'inflorescence au cours du temps a été réalisé sur des plantes issues du même semis que celles plantées mais conservées sous tunnel. Des photographies du capitule entier puis en coupe transversale ont été prises à différents stades de la floraison. Après observations des clichés, 4 stades voir Figure 14, ont été retenus selon les critères suivants :

- Graines formées et pas toutes de couleur verte ;
- Moins de 50% de graines tombées du capitule (stade 4) ;
- Facilité d'identification des différents stades au champ.

L'objectif étant d'obtenir des semences, les stades où les graines étaient encore vertes et laiteuses n'ont pas été retenus (graines trop immatures pour germer et pour être décrochées du capitule). De même, ceux pour lesquels les graines se décrochaient au moindre contact avec le capitule ont été écartés (trop de perte au champ lors de la récolte). Une description morphologique de chaque stade est disponible annexe VIII.



Stade 1



Stade 2



Stade 3



Stade 4

Figure 14: Stades de récolte de la matricaire (M-C. Baills, 07/19, Chemillé)

4. Récolte

La récolte d'une micro-parcelle a eu lieu quand au moins 70% des capitules étaient parvenus au stade auquel la micro-parcelle devait être récoltée. Les récoltes se sont échelonnées du 03/07/2019 au 15/07/2019. Elles ont été effectuées manuellement (Figure 15). Le matériel végétal était entreposé dans des bacs avant d'être mis à sécher. Le laps de temps entre la récolte et la mise à sécher a toujours été inférieur à 1 heure. Les bacs étaient placés à l'ombre afin d'éviter tout échauffement des végétaux.



Figure 15: Récolte d'une micro-parcelle semée (M-C. Baills, 10/07/19, Chemillé)

5. Séchage

Des températures élevées (entre 15 et 34°C) et une hygrométrie de l'air faible ont permis de faire sécher le matériel végétal à l'air libre dans le hangar sur des bâches plastiques posées au sol. Tous les lots récoltés ont été séchés de la même manière. Ce processus a duré de 4 à 8 jours en fonction de la température, de l'état de dessiccation des plantes à la récolte et de l'épaisseur des andins. Le matériel végétal a été retourné plusieurs fois entre la récolte et le battage, afin de limiter les risques d'échauffement et d'assurer un séchage homogène.

6. Récupération des semences et triage

Au cours du séchage certaines graines sont tombées naturellement sur la bâche. Cependant, afin de décrocher le plus de semences possibles, le matériel végétal a été battu une fois sec (fouillage aux pieds (Figure 16). Les lots de semences ont ensuite été triés comme suit : 1. passage aux tamis de taille de maille décroissante (5 mm → 1,4 mm → 710 µm), 2. passage à la colonne à air (Figure 17), 3. passage au tamis de maille 630 µm et 4. passage de la fraction la plus sale à la colonne.



Figure 17: Colonne à air (M-C. Baills, 26/07/19, Chemillé)



Figure 16: Fouillage aux pieds (R. Trabattoni, 08/07/19, Chemillé)

7. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental de l'essai (Figure 18) est un split-plot à 2 facteurs. Le facteur 1 (facteur en grande parcelle) est le stade de récolte, de modalités : « Stade 1 », « Stade 2 », « Stade 3 » et « Stade 4 ». Le facteur 2 est le mode d'implantation, de modalités : « Plantation » et « Semis ». Pour les micro-parcelles plantées (0,70 m inter-rang, 0,30 m inter-plant) la densité est d'environ 47 619 plants/ha. Pour les micro-parcelles semées, la densité est de 2 kg/ha.

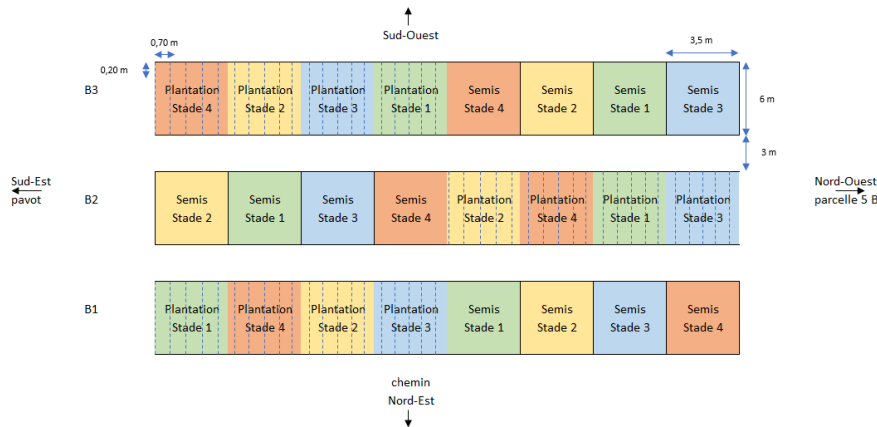


Figure 18: Plan du dispositif expérimental de l'essai sur matricaire (M-C. Baills)

C. Résultats

Un premier constat est que la densité de peuplement était hétérogène sur les micro-parcelles semées et que tous les plants mis en terre ont bien repris et ont fleuri.

Les moyennes des masses de semences et des taux de germination des trois micro-parcelles ont été calculées. Les données brutes sont disponibles annexe IX. Concernant les variables d'intérêt, la masse de semences est exprimée en kg/ha, unité utilisée à la fois à l'iteipmai et par les professionnels de la filière.

La tendance suivante se dégage de la Figure 19 : quel que soit le mode d'implantation, l'évolution de la masse de semences obtenue en fonction du stade de récolte est la même. En semis comme en plantation, la masse croît du stade 1 au stade 3, où elle est maximale, puis décroît au stade 4 pour atteindre un niveau équivalent à celui du stade 2. Cette tendance n'est qu'une tendance puisque les barres d'erreur se recoupent toutes, à l'exception de celles associées à P R1 et à P R3. Il n'y a donc pas, *a priori*, de différence significative entre les modalités, et les facteurs « Mode d'implantation » et « Stade de récolte » n'ont pas eu d'effet significatif sur la masse de semences obtenue après triage.

Concernant le taux de germination, il semblerait qu'il soit meilleur pour les modalités plantées (84% contre 72%) mais là aussi les barres d'erreur se chevauchent.

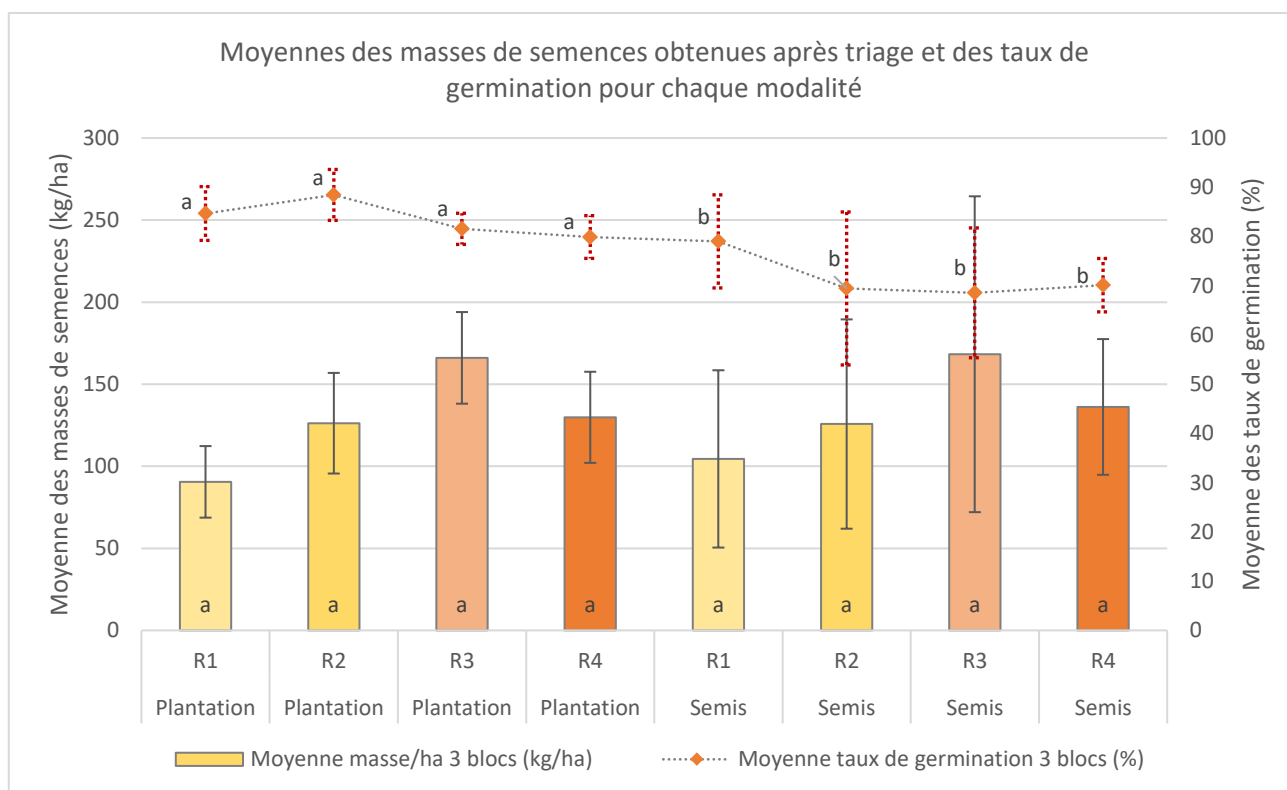


Figure 19: Moyennes des masses de semences et des taux de germination pour chaque couple de modalités (M-C. Baills)

Notes : Les lettres renseignent sur la significativité, des modalités ayant une lettre similaire ne sont pas significativement différentes. La courbe et les barres d'histogramme sont indépendantes i.e. il n'y a pas de lien entre les lettres associés à l'histogramme et celles associées à la courbe.

Afin de confirmer ou d'infirmer les tendances précédentes et tous les postulats ayant été vérifiés, une analyse de variance à 2 facteurs a pu être réalisée (résultats annexes X et XI). Il s'avère qu'au risque α considéré :

- Le facteur « Mode d'implantation » n'a pas eu d'effet significatif sur la masse de semences (p -valeur = 0,87 > 0,05) mais a eu un effet très significatif sur le taux de germination (p -valeur = 0,00 < 0,05) ;
- Le facteur « Stade de récolte » a eu un effet très peu significatif sur la masse de semences (p -valeur = 0,05) et non significatif sur le taux de germination (p -valeur = 0,43 > 0,05) ;
- L'interaction des deux facteurs n'a eu d'effet significatif ni sur la masse ni sur le taux de germination (p -valeur = 0,99 et 0,61 > 0,05 respectivement).

La tendance observée pour la masse quant au stade de récolte est donc juste une tendance. En revanche, le mode d'implantation a bien une influence sur le taux de germination.

D. Discussion

L'hétérogénéité de peuplement pour les micro-parcelles semées est due, d'une part, au fait que l'appareil de semis utilisé, compte-tenu de la taille de la graine, n'a pas permis une répartition homogène. D'autre part, la préparation du terrain n'était pas optimale, le tassement du lit de semences avant et post-semis étant insuffisant. Les graines de matricaire, semées en

surface, ont en effet besoin d'un sol bien tassé pour germer de manière optimale. Au moment de la levée, une différence était nettement visible (Figure 20) entre les passages de roues du tracteur (plus tassés, plus verts car présentant plus de plantules) et le reste de la parcelle. Cette différence s'est estompée après une dizaine de jours, de nouvelles graines ayant germé et les plantes occupant de plus en plus d'espace. Il faudra cependant être vigilant sur ces deux points lors de futurs essais et dans l'activité de production de semences.



Figure 20: Micro-parcelles semées peu après la levée du semis (M-C. Baills, 04/06/19, Chemillé)

A mentionner également, le biais induit par le triage à la colonne à air. En effet, les réglages ont du être ajustés d'un lot à l'autre, la masse des graines et la propreté des lots variant en fonction des modalités. Il est possible qu'un triage trop peu strict n'ait pas permis d'éliminer les graines non viables et que celles-ci se soient retrouvées dans les lots où les échantillons ayant servi aux tests de germination ont été prélevés, faussant les résultats de ces derniers. De même, un tel triage serait à l'origine d'une surestimation de la masse de semences.

Cependant, compte-tenu de ce biais, les résultats obtenus concernant la masse et le taux de germination sont globalement satisfaisants pour l'iteipmai.

Pour la masse de semences obtenues après triage, la non-significativité de l'effet du facteur « Mode d'implantation » indique qu'un semis a permis d'obtenir un rendement grainier équivalent à celui obtenu avec une parcelle plantée et vice versa (dans les conditions de réalisation de l'essai et toutes choses égales par ailleurs).

En revanche, ce facteur a eu un effet très significatif sur le taux de germination, qui est meilleur pour les modalités plantées. Ce résultat s'explique possiblement par un triage imprécis, évoqué précédemment. Cependant, la moyenne des taux de germination obtenus avec la modalité « Semis » reste acceptable (72% contre 84% pour la modalité « Plantation ») et le semis n'est pas à écarter car sa réalisation est plus économique, plus simple et plus rapide que celle d'une plantation.

Dans le milieu professionnel, en production de biomasse (Iteipmai, 2016 ; Singh et al. (2011)) ou de semences, les agriculteurs installent leurs parcelles par semis. Le choix du mode d'implantation se fait aussi en fonction de la disponibilité en plants et de la propreté de la parcelle, laquelle conditionnera son entretien. Ce dernier dépend beaucoup du stock de graines d'adventices de la parcelle. Ainsi sur une parcelle dont le stock est faible, un semis dense de matricaire pourra être réalisé. Les quelques adventices qui lèveront seront étouffées par la matricaire et cela n'aura pas de répercussion sur la production de semences. En revanche, si le stock est important, la gestion des adventices sera complexe, toute intervention mécanique étant impossible. Une intervention chimique est impossible en agriculture biologique et compliquée en agriculture conventionnelle avec seulement deux herbicides homologués sur culture de matricaire. Dans ce cas-là, une plantation est donc préférable. L'entretien sera facilité, un désherbage mécanique sur le rang et l'inter-rang pouvant être réalisé. Au sujet de la disponibilité en plants, la production de plants de matricaire par l'iteipmai est aujourd'hui à améliorer, ce qui pourrait faire l'objet d'une étude.

Concernant le facteur « Stade de récolte », il n'a pas eu d'effet significatif sur le taux de germination et a eu un effet très peu significatif sur la masse de semences. Pour cette dernière,

une tendance, décrite auparavant, a été observée. De ce fait, la récolte pourra être positionnée entre les stades 1 et 4, en privilégiant tout de même le stade 3 dans la mesure du possible. Il arrive en effet que la période de récolte soit perturbée (conditions météorologiques défavorables par exemple). Dans ce cas, la récolte pourra avoir lieu au stade 1 ou 2 pour un rendement final peut être un peu inférieur à celui d'une récolte effectuée au stade 3, mais cela sera toujours mieux que de perdre une grande partie des semences à cause de la pluie ou de ne pas récolter du tout. De plus, pouvoir récolter à plusieurs stades, pour un rendement final équivalent, facilitera aussi le positionnement d'une récolte. En effet, au cours de l'essai, il a parfois été difficile de positionner la récolte dans la mesure où, sur une même plante, plusieurs étages floraux sont présents simultanément à des stades de maturité différents. Au sein d'une micro-parcelle, les plantes n'ont pas toutes fleuri en même temps. L'hétérogénéité a été plus marquée au sein des micro-parcelles plantées, ce qui peut être à relier aux différents historiques des porte-graines ; bien qu'ayant tous été élevés dans des conditions identiques, tous n'ont pas « vécu » la période de pépinière de la même façon. Cela expliquerait en partie la non-significativité observée, contraire aux résultats trouvés dans la littérature (Alkimim et al., 2016). Bien que tendancielle, la moindre moyenne observée pour le stade 4 pourrait s'expliquer par des pertes au champ plus importantes (Figure 21). Les graines se détachaient en effet très facilement des capitules. Si cela ne semble pas altérer le rendement, cela peut être problématique en matière de salissement de la parcelle et des alentours (parcelles et chemins). La matricaire est en effet considérée comme une adventice et ses graines, très petites et légères, se dispersent facilement (Figure 22).



Figure 21: Graines au sol après une récolte au stade 4 (M-C. Baills, 10/07/19, Chemillé)



Figure 22: Graines de matricaire (M-C. Baills, 16/08/19, Chemillé)

De plus, il pourrait être intéressant de s'attarder sur les insectes qui fréquentent les parcelles de matricaire. La présence d'au moins deux espèces de punaises a été constatée, dont l'une conduisant à la dessiccation précoce du capitule et à la chute des graines (Figure 23). Il se pourrait que ces insectes, en cas de forte densité de population, s'avèrent nuisibles au porte-graines et/ou aux semences, comme c'est le cas sur d'autres espèces de la famille des apiacées notamment (Coussy, 2016 ; Gombert, 2016, Serpeille, 2002).



Figure 23: Punaises sur capitules de matricaire (M-C. Baills, 27/06/19, Chemillé)

IV. Optimisation de l'itinéraire culturel de la mélisse porte-graines

A. Présentation de l'espèce *Melissa officinalis* L. et éléments de contexte

1. Caractéristiques de l'espèce

La mélisse, *Melissa officinalis* L., appartient à la famille des lamiacées. Le genre *Melissa* comprend cinq espèces originaires d'aires géographiques diverses : Europe, Afrique septentrionale, Asie centrale.

La mélisse est une plante vivace herbacée mesurant de 0,80 à 1,50 m de haut. Ses tiges sont quadrangulaires, dressées et ramifiées, à feuilles opposées et pétiolées. Le limbe, gaufré et vert sombre, est ovale, long de 4 à 8 cm et à bord largement crénelé (Figure 24). Les feuilles dégagent une agréable odeur citronnée. C'est une espèce allogame à fleurs entomophiles. La floraison a lieu de juin à septembre. Les fleurs, très mellifères, sont groupées en une inflorescence cymeuse compacte. Leur corolle bilabiée est blanchâtre, rosâtre ou jaunâtre. Le fruit est un akène lisse, en forme de poire, brun mat clair à foncé, avec une petite partie blanche à une extrémité et mesurant environ 2 mm de long (Figure 25).

C'est une plante qui affectionne les lieux ombragés et frais. Elle est aujourd'hui spontanée à de nombreux endroits, échappée de cultures ou de jardins (Iteipmai, 2016).



Figure 24: *Melissa officinalis* L. (Iteipmai, 13/09/07, inconnu)



Figure 25: Graines de Méliia (M-C. Baills, 13/08/19, Chemillé)

2. Utilisations

C'est en effet une espèce cultivée comme plante médicinale, pour la production de métabolites secondaires, d'HE et pour le marché de l'herboristerie. Un des métabolites d'intérêt est l'acide rosmarinique, un anti-oxydant utilisé dans les secteurs agroalimentaire, pharmaceutique et de la cosmétique (Gallois, 2018).

L'HE est chère car difficile à obtenir. La teneur en HE des parties aériennes de mélisse oscille entre 0,01% et 0,3%. C'est-à-dire que 100 kg de parties aériennes fraîches permettent d'obtenir entre 10 et 300 g d'HE, ce qui est faible au regard d'autres espèces. L'HE peut être employée comme substance aromatisante dans les denrées alimentaires (Council of Europe, 2007). Elle s'utilise aussi en cosmétique, pour ses propriétés entre autres tonifiantes, émoullientes et parfumantes (Council of Europe, 2002).

Les parties aériennes de mélisse peuvent aussi être séchées et utilisées en infusion. L'infusion de mélisse est traditionnellement utilisée pour ses propriétés carminative et sédative dans le traitement des désordres gastro-intestinaux et des troubles du sommeil liés à la nervosité (WHO, 2004).

3. Situation de la production française

La principale zone de production française est la région naturelle et historique du Diois, située dans la Drôme. La superficie des cultures de mélisse déclarées à la PAC en 2016 était de 177 ha (+45% par rapport à 2015), ce qui représente environ 0,84% de la superficie totale cultivée en plantes médicinales la même année. A noter que les cultures de pavot œillette représentent à elles seules environ 62% de la surface nationale cultivée en plantes médicinales. La culture de la mélisse peut être considérée comme un marché de niche : la demande est supérieure à l'offre et l'HE, ainsi que les feuilles séchées se vendent à des prix élevés. La mélisse était, selon les données de FranceAgriMer (2018) basées sur les déclarations des OP, l'espèce la plus représentative en valeur de commercialisation avec 906 000 € en 2016 de toutes les PAM entrant dans l'étude. A noter aussi, le potentiel de production de mélisse biologique qui a progressé de 50% entre 2015 et 2016 passant de 48 à 90 ha (bio + conversion) (FranceAgriMer, 2018).

4. Position de l'iteipmai

Dans ce contexte, l'iteipmai cherche à fidéliser les producteurs achetant des semences de ses variétés mais aussi à en séduire de nouveaux. L'iteipmai a en effet créé trois variétés population de mélisse : Mélia 1, Mélia 2 et Mélia 3. Les caractéristiques de chacune sont disponibles annexe XII. Les caractéristiques chimiques des variétés proposées correspondent aux attentes des producteurs et des acheteurs (transformateurs, négociants). Les caractéristiques agronomiques telles le port, la rusticité, le rendement foliaire de ces variétés sont intéressantes. Le taux de germination est satisfaisant. Le point à améliorer est la quantité de semences. Répondre à la demande en semences en matière de quantité permettrait de minimiser les risques de voir les acheteurs se détourner de l'institut au profit de variétés étrangères originaires de Suisse (variété 'Lorelei'), République Tchèque (variété 'Citra') ou encore d'Allemagne (Iteipmai, 2016).

A l'heure actuelle, les cultures de porte-graines de mélisse sont situées sur la station de Chemillé. Pour chaque variété, les parents, conservés et multipliés par bouturage, sont installés en polycross. A l'issue des interfécondations, des semences de base sont obtenues. Ces semences sont ensuite semées, les plantes en résultant sont implantées au sein d'une même parcelle et seront à l'origine des semences commerciales.

B. Matériels et méthodes

1. Matériel végétal

C'est la variété Mélia 1 qui a été choisie, les deux autres variétés étant peu demandées par les adhérents (rusticité et rendements inférieurs à ceux de Mélia 1).

Les graines semées en pépinière et au champ étaient issues du même lot, récolté en 2016. Le taux de germination de ce lot était de 92% sans traitement au GA3 et de 94,6% après traitement au GA3, au 11/03/2019 et 13/03/2019 respectivement.

Les graines semées en pépinière ont été traitées au GA3. Ce traitement est facultatif mais permet d'accélérer le processus de germination en levant une potentielle dormance. Les graines semées au champ n'ont pas été traitées pour plusieurs raisons. Bien que la quantité de graines nécessaire à l'implantation fût connue, une quantité supérieure était nécessaire au fonctionnement optimal du semoir. Il aurait fallu traiter plus de graines que ce qui aurait été utilisé ce qui aurait nécessité une plus grande quantité de GA3, ressource limitée au moment de l'implantation.

Le semis en pépinière a eu lieu le 13/03/2019. Les plants ont été élevés en serre chaude jusqu'au moment de la plantation. Un démariage a été effectué le 05/04/2019 pour ne laisser qu'une plantule par alvéole. Les plants ont été écimés avant plantation afin de favoriser leur enracinement après mise en terre. La plantation, manuelle, a eu lieu le 02/05/2019 soit 49 jours après semis.

Le semis au champ a été réalisé le 06/05/2019, à l'aide d'un semoir à disques à une profondeur comprise entre 0,5 et 1 cm, à une densité de 0,950 kg/ha.

2. Itinéraire cultural

a. Préparation du sol

Avant l'implantation de l'essai, le sol de la parcelle a été travaillé comme suivant : labour le 25/04/2019, puis passage de la herse rotative le 30/04/2019 et du rouleau le 02/05/2019. Sur le bloc à semer, un second passage de herse rotative, le 06/05/2019, a permis d'éliminer les adventices et d'ameublir la surface du sol avant la réalisation du semis.

b. Fertilisation

Lors de leur élevage en serre les plants ont été fertilisés à deux reprises avec le produit « Soluveg Orange 23-6-10 + 2 MgO + OE » (dilution à 2,5 g / L). Un apport d'engrais (N-P-K doses unitaires 100-50-150 soit 2,5 kg d'ammonitrate, 0,9 kg de super phosphate et 2,5 kg de sulfate de potasse) a été effectué le 06/05/2019, au violon à graines, sur les trois blocs plantés. Les trois blocs semés n'ont pas été fertilisés.

c. Irrigation

Un système d'irrigation par aspersion a été installé le jour de la plantation. Les irrigations ont été apportées, en fonction des conditions météorologiques, juste après la plantation afin de favoriser la reprise des plants et en cours de culture afin de sécuriser l'essai. Ce système d'irrigation a été étendu aux blocs semés juste après que le semis ait été réalisé.

d. Désherbage

Plusieurs opérations de désherbage (manuel et binage mécanique) ont été réalisées sur les micro-parcelles plantées afin de favoriser la croissance des plantes d'intérêt en limitant la pression des adventices.

3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est composé de deux dispositifs distincts, l'un semé, l'autre planté, composés chacun de 3 blocs de Fisher (Figure 26).

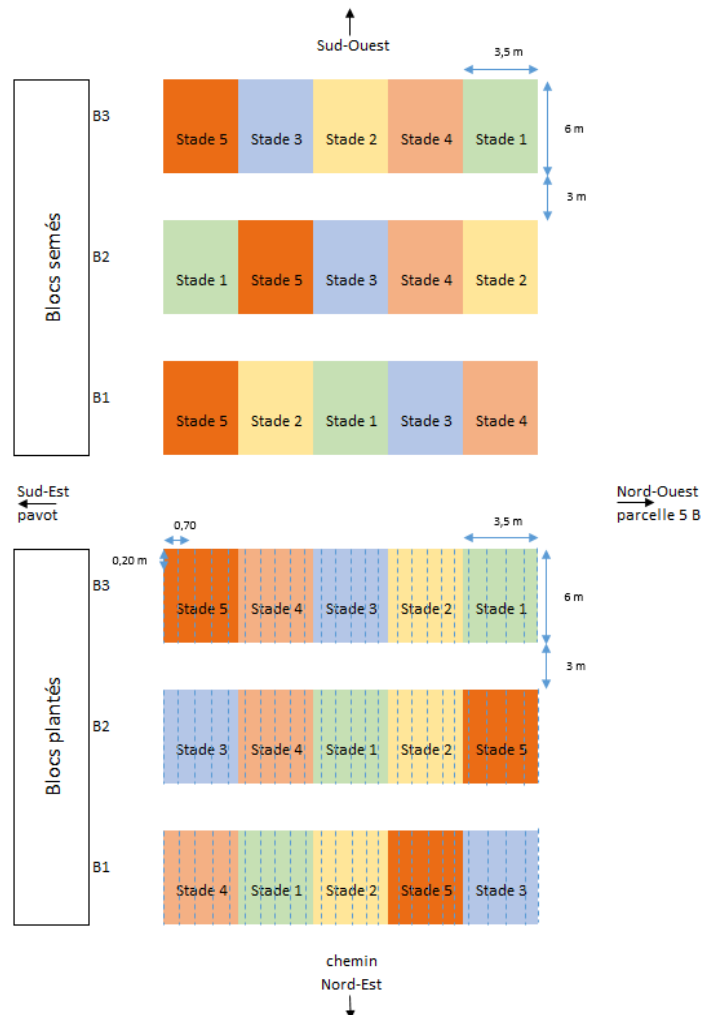


Figure 26: Plan des dispositifs expérimentaux de l'essai sur mélisse (M-C. Baills)

Le facteur étudié est le mode d'implantation, de modalités « Plantation » et « Semis ». Compte-tenu du fait qu'il n'y a pas eu de récolte de semences de mélisse sur l'essai cette année, la survie des plantes a été observée. La variable d'intérêt est la mortalité, exprimée sous forme d'un pourcentage de mortalité.

Chaque micro-parcelle plantée est composée de 4 rangs de 20 plants, soit un total de 80 plants. L'inter-rang est de 0,70 m et l'inter-plant de 0,30 m, soit une densité d'environ 47 619 plants/ha. Le nombre de plants initialement présents dans le dispositif planté était de 1 200 plants. Pour les micro-parcelles semées, l'inter-rang était de 0,70 m. La masse de graines semées (différence entre la masse de graines introduite dans le semoir et celle restante après semis) correspond à 950 g/ha.

C. Résultats

Aucune plantule de mélisse n'était visible à la surface du sol 41 jours après semis. Les blocs semés ont été détruits. La reprise des plants ayant été bonne, les blocs plantés ont été conservés et serviront à étudier, l'année prochaine, l'effet du stade de récolte sur la quantité de semences produites et sur la qualité germinative de celles-ci.

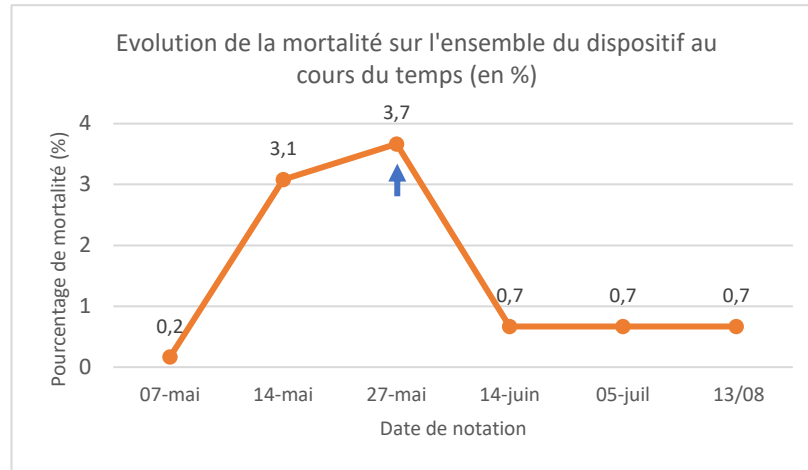


Figure 27: Evolution de la mortalité (en %) au cours du temps (M-C. Baills)

Plusieurs comptages ont été réalisés après la plantation. L'évolution de la mortalité est présentée Figure 27. Un remplacement des pieds morts a été effectué le 27/05/2019, ce qui explique la cassure de la courbe, indiquée par une flèche. Au total, ce sont 47 plants (44 plants morts et 3 très chétifs) qui ont été remplacés à l'aide des plants conservés en serre. Les remplacements ont été faits en priorité dans les modalités où la mortalité était la plus élevée de sorte à homogénéiser le peuplement entre les modalités. Le détail du nombre de plants morts par modalité est disponible annexe XIII. Lors de la dernière notation réalisée le 13/08/2019, il a été constaté que les plants s'étaient bien développés comblant ainsi les espaces sur le rang.

D. Discussion

Par rigueur scientifique et bien que ce ne soit pas la méthode employée, par les producteurs comme par l'iteipmai, le semis de mélisse en pleine terre a été testé. Les raisons de cet inemploi sont détaillées par la suite.

Lors du semis, une quantité importante de graines était tombée au sol à un endroit précis de la parcelle. Après examen régulier de ce tas de semences, il s'est avéré que seule une dizaine de graines de mélisse, peu enterrées, avait germé au bout d'environ 2 semaines. De plus, le sol sur lequel a été implanté l'essai se compacte rapidement et une croûte dure s'était vite formée en surface. Ainsi, ce n'est pas la capacité germinative en tant que telle qui remise en cause, mais plutôt la capacité germinative dans les conditions au champ. Peut-être la profondeur de semis était-elle trop importante et/ou le sol pas assez meuble pour que la germination et/ou la levée puissent avoir lieu.

Cependant, les graines d'adventices ont rapidement germé et levé, entraînant un salissement de la parcelle. De ce fait, si les plantules de mélisse avaient levé, gérer l'enherbement de manière mécanique aurait été impossible par manque d'outils. La gestion de l'enherbement via un produit chimique homologué sur culture de mélisse aurait été possible mais uniquement en pré-semis (1 seul produit antidicotylédones homologué, les monocotylédones étant peu

problématiques), ce qui n'aurait pas été suffisant pour limiter la prolifération des adventices et faire en sorte que les plantules croissent de manière optimale (compétitivité). Un problème majeur lié aux adventices se serait alors posé.

En outre, après collecte de renseignements auprès de producteurs de mélisse (pour la biomasse) et de conseillers techniques, il se trouve que, les cultures de mélisse sont plantées. Les plants utilisés sont issus de semis en pépinière ou de boutures. La division de pieds-mères est possible mais peu utilisée. Le choix d'utiliser des plants issus de semis se justifie d'une part, par le fait que la semence soit relativement chère et que l'approvisionnement en plants soit aisé. D'autre part, la durée de vie d'une parcelle de mélisse va de 4 à 8 ans, voire plus, et comme pour toutes les cultures pérennes, la réussite de l'implantation de la parcelle conditionne grandement son avenir (gestion des adventices, rendement). La plantation permet de partir sur de bonnes bases : plants racinés et poussants, supportant des interventions de désherbage mécanique. Ce dernier permet de maintenir la parcelle propre, ce qui limite la compétition pour les ressources et la contamination de la récolte par les adventices. La plantation, sous réserve de conserver quelques plants en secours, permet aussi le remplacement des plants morts au champ, ce qui fut le cas dans cet essai. Cela évite de laisser des espaces vides sur le rang qui seraient comblés par des adventices. Pour ces raisons la plantation est préférée au semis au champ. Les éléments précédents sont valables pour la culture de mélisse porte-graines, bien qu'un rendement grainier soit recherché et non un rendement en biomasse.

C'est donc la modalité « Plantation » qui a été retenue pour le facteur « Mode d'implantation ». Les futurs essais et parcelles de mélisse continueront donc à être implantés avec des plants en mini-mottes. Concernant ces derniers, les plants ayant servis à l'implantation de la parcelle étaient petits et moyennement racinés pour certains. De plus, les conditions météorologiques défavorables ayant suivi la plantation ont sûrement contribué à la mortalité des plants ; températures proches de 0°C les 05 et 06/05/2019 puis 28°C à la fin du mois de mai. Il faudra s'assurer à l'avenir de mettre au champ des plants bien racinés et, de préférence, à une période où les conditions météorologiques sont favorables à une bonne reprise.

Le fait que les plantes aient fermé le rang et commencent à envahir l'inter-rang est synonyme d'une implantation réussie ce qui est positif avant la période hivernale (Figure 28).



Figure 28: Plants de mélisse les 02/05, 24/06, 18/07 et 13/08/19 (M-C. Baills, 2019, Chemillé)

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Pour les trois espèces modèles étudiées dans ce mémoire ; *Lavandula angustifolia*, *Matricaria recutita*, *Melissa officinalis*, ainsi que pour un grand nombre d'espèces de PPAM, les références bibliographiques en lien avec la production de semences non destinées à la transformation, manquent ou sont inexistantes à l'heure actuelle. L'itinéraire cultural des plantes porte-graines de PPAM est en effet encore mal maîtrisé, en France tout du moins. Cela ne fait que souligner l'importance du travail de l'iteipmai, qui génère par ses essais, des références techniques sur les itinéraires de culture de porte-graines de PPAM notamment. Ces références, destinées à l'iteipmai et à tous les acteurs de la filière semencière PPAM, serviront à améliorer l'offre en semences de PPAM en matière de qualité, de quantité et de régularité.

Dans ce mémoire, l'effet de différents facteurs, correspondant à des points de l'itinéraire cultural, a été étudié, en matière d'influence sur la quantité de semences produites et sur la capacité germinative de celles-ci.

Il résulte de ce travail, pour l'espèce *Matricaria recutita*, que le mode d'implantation et le stade de récolte (parmi ceux testés), n'ont pas eu d'importance ou très peu, quant à la quantité de semences récoltées. Une tendance ayant été constatée, la récolte devra avoir lieu préférentiellement au stade 3, mais récolter avant ne sera pas préjudiciable à la quantité de semences obtenue. Le mode d'implantation a en revanche eu un effet significatif sur le taux de germination. Néanmoins, bien que de meilleurs résultats aient été obtenus avec la modalité « Plantation », une implantation par semis des cultures de porte-graines n'est pas exclue. A l'heure actuelle, il est trop tôt pour dire si les futurs essais OPTISEM et les parcelles de production de semences de matricaire de l'iteipmai seront semés ou plantés.

Pour l'espèce *Melissa officinalis*, l'échec du semis, couplé aux informations recueillies auprès des professionnels de la filière, rendent la plantation obligatoire.

Pour l'espèce *Lavandula angustifolia*, le facteur « Mode d'implantation » n'a pas été étudié car les variétés de l'iteipmai sont des variétés synthétiques, issues de polycross de clones (issus de boutures). Le facteur « Stade de récolte » a fait l'objet d'un essai cette année dont les résultats ne sont pas connus à l'heure actuelle. Les points sensibles de l'itinéraire cultural de lavande vraie sont, actuellement, la fertilisation et l'irrigation. Bien que l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments » n'ait pas permis de trouver de « solution clés en mains » pour améliorer la quantité de semences, et que les résultats concernant le taux de germination ne soient pas encore connus, la piste des oligo-éléments reste à explorer.

Le programme OPTISEM s'échelonne sur au moins 3 ans. Par la suite, d'autres facteurs seront étudiés en tenant compte des résultats obtenus cette année et de la pertinence de leur étude en fonction de l'espèce :

- Densité au champ ; de semis ou de plantation pour la matricaire et de plantation pour la lavande vraie et la mélisse ;
- Fertilisation : en éléments primaires pour les trois espèces (apport organique ou minéral, doses). L'étude de la fertilisation en oligo-éléments sera aussi reconduite mais il restera à déterminer si les apports auront lieu par voie foliaire ou *via* le sol. Il est fort probable qu'une correction des teneurs en éléments du sol soit réalisée avant que des fertilisants ne soient apportés par voie foliaire. Il est également très probable que ces derniers ne soient testés que sur lavande vraie et mélisse, cultures pérennes à plus forte valeur ajoutée que la matricaire ;

- Irrigation : différents régimes (quantités) et éventuellement le mode d'apport (aspersion ou localisée) seront évalués pour la lavande vraie et la mélisse, l'arrosage étant facultatif en cours de culture pour la matricaire, hors année de sécheresse ;
- Stade de récolte : les stades identifiés sur matricaire étant satisfaisants, les prochaines récoltes seront effectuées selon ces stades. Un travail similaire à celui effectué sur matricaire sera à reproduire pour la mélisse, afin d'identifier un, ou des stades optimaux en matière de quantité et de qualité germinative des semences. Les résultats (encore inconnus à l'heure actuelle) de l'essai réalisé sur lavande vraie cette année devraient permettre d'identifier un ou des stades de récolte optimaux pour cette espèce. Si tel est le cas, ce(s) stade(s) seront utilisés pour les récoltes des années suivantes. Le cas échéant, il est possible que l'essai soit réitéré.

Concernant la matricaire, l'itinéraire cultural établi sur Matrilia au terme du programme OPTISEM sera transposable à la/aux nouvelle(s) variété(s) qui seront issues du programme CamInnov, dont l'objectif est la création d'une ou de plusieurs variétés de *Matricaria recutita* répondant aux critères du marché.

Pour aller plus loin sur l'aspect itinéraire de culture, d'autres pistes seraient à aborder, telles la mycorhization contrôlée, en particulier sur les cultures pérennes, l'application de biostimulants ou de régulateurs de croissance ou encore le suivi attentif des insectes présents dans les parcelles. Pour la lavande vraie et la mélisse, il serait profitable de déterminer dans quelles mesures le stade de récolte influence la capacité germinative des semences et de s'intéresser à celle des semences dites immatures. Etudier la dormance des semences et la cinétique d'évolution du taux de germination, pourrait mener à de meilleurs résultats le concernant, mais cela va au-delà du programme OPTISEM. Ce dernier concerne en effet la culture des porte-graines et s'arrête à la récolte, mais de nombreux projets relatifs au « devenir » de la graine après récolte sont imaginables. Les conditions de triage, de stockage, l'étude des ravageurs/agents pathogènes des semences ou encore la propreté de celles-ci sont autant d'aspects importants qui mériteraient d'être étudiés lors de futurs travaux.

BIBLIOGRAPHIE

Agreste (2019). Statistique agricole annuelle 2016-2017 Résultats définitifs. *Chiffres et Données Agriculture* [en ligne]. Février 2019. 2019(1). 66 p. Disponible à l'adresse : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/publications/chiffres-et-donnees/article/statistique-agricole-annuelle-2016> (Consulté le 16/05/2019).

Ahadi K., Kenarsari M. J. et Rokhzadi A. (2011). Effects of sowing date and planting density on growth and yield of Safflower cultivars as second crop. *Advances in Environmental Biology*. 5(9): 2756-2760. Disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/282677119_Effects_of_sowing_date_and_planting_density_on_growth_and_yield_of_safflower_cultivars_as_second_crop (Consulté le 01/08/2019).

Alkimim, E. R., David, A., Sousa, T. V., Rodrigues, C. G. et Amaro, H. T. (2016). Different harvest times and physiological quality of coriander seeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 20(2): 133-137. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n2p133-137.

ANSM (2007). *Chamomilla vulgaris / Matricaire pour préparations homéopathiques* (mise à jour du 16/02/2012). In : *Pharmacopée française* [en ligne]. 5 p. Disponible à l'adresse : <https://ansm.sante.fr/Mediatheque/Publications/Pharmacopee-francaise-Preparations-homeopathiques-Francais> (Consulté le 30/07/2019).

ANSM (2007). *Lavande pour préparations homéopathiques* (mise à jour du 19/04/2012). In : *Pharmacopée française* [en ligne]. 5 p. Disponible à l'adresse : <https://ansm.sante.fr/Mediatheque/Publications/Pharmacopee-francaise-Preparations-homeopathiques-Francais> (Consulté le 30/07/2019).

Archambeaud M. (2014). Fertilisation, oligo-éléments. *Techniques culturales simplifiées*. 54 : 18-26.

Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. et Rastgoo, M. (2008). Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *Industrial Crops and products*. 27(1): 11-16. DOI: 10.1016/j.indcrop.2007.05.002.

Berimavandi, A. R., Hashemabadi, D., Ghaziani, M. V. F. et Kaviani, B. (2011). Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(20): 5110-5115. Disponible à l'adresse : <http://www.academicjournals.org/JMPR> (Consulté le 01/08/2019).

Bouverat-Bernier J-P. (2008). Etude des stades optimaux de récolte des graines de lavande. In : *Compte-rendu technique iteipmai 2007*. Chemillé : iteipmai. 81-85.

Bruneton J. (2016). Matricaire, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert. In : *Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales*. 5^{ème} édition. Paris : Lavoisier. 771-777.

Candaele B., Taquin S., Fraty D., Coët J., Gommé A. et Bringer-Guerin C. (2019). Mycolav. *L'Essentiel*. 96. 4-5.

Carrubba, A. (2014). Organic and chemical n fertilization on coriander (*Coriandrum sativum* L.) in a mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*. 57: 174-187. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.03.030.

Chaisse E. et Fontaine M. (2012). Fiche technique Les variétés de lavande Rapido. *Horizons Bleus*. Octobre 2012. Manosque : CRIEPPAM. 2 p.

Chaisse E., Fontaine M., Costes T., Taquin S., Vial G., Perrot S., Bringer-Guerin C. (2017). Point sur la récolte Rappels de la campagne 2016. *L'Essentiel*. 90. 1.

Chambre d'Agriculture de la Drôme (2018). Guide des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales. 5^{ème} édition. Bourg Lès Valence : Chambre d'Agriculture de la Drôme. 309 p.

Council of Europe (2002). *Matricaria chamomilla* L. (extract). In: *Plants in cosmetics Volume 1*. Strasbourg: Council of Europe Publishing. 169-170.

Council of Europe (2002). *Matricaria chamomilla* L. (oil). In: *Plants in cosmetics Volume 1*. Strasbourg: Council of Europe Publishing. 167-168.

Council of Europe (2002). *Melissa officinalis* L. In: *Plants in cosmetics Volume 1*. Strasbourg: Conseil de l'Europe. 171-172.

Council of Europe (2007). *Melissa officinalis* L. In: *Natural sources of flavourings Report No. 2*. Strasbourg: Council of Europe. 121-123.

Council of Europe (2008). *Lavandula angustifolia* Mill. ssp. *angustifolia*. In: *Natural sources of flavourings Report No 3*. Strasbourg: Council of Europe Publishing. 137-139.

Coussy B. (2016). Carotte porte-graine Baisse de faculté germinative : les punaises épinglées. *Bulletin Semences*. 248 : 32-34.

de Oliveira, S. F., da Costa, D. S., Mello, S. D. C., Novembre, A. D. D. L. et Gomes-Junior, F. G. (2013). Germination of parsley seeds influenced by mericarps color and internal morphology. *Horticultura Brasileira*. 31(2): 231-235. DOI: 10.1590/S0102-05362013000200009.

EDQM (2019). Lavande (huile essentielle de) *Lavandula aetheroleum* (mise à jour : 07/2018 :1338). In : *Pharmacopée européenne*. 9^{ème}édition, supplément 9.5 (mise en application au 01/07/2018). Strasbourg : Editions du Conseil de l'Europe. 5919-5920.

EDQM a. (2019). Matricaire (extrait fluide de) *Matricariae extractum fluidum* (01/2008 : 1544 corrigé 8.4). In : *Pharmacopée européenne*. 9^{ème}édition, supplément 9.0. Strasbourg : Editions du Conseil de l'Europe. 1524-1525.

EDQM b. (2019). Matricaire (fleur de) *Matricariae flos* (07/2019 : 0404). In : *Pharmacopée européenne*. 9^{ème}édition, supplément 9.5. Strasbourg : Editions du Conseil de l'Europe. 7210-7212.

EDQM c. (2019). Matricaire (huile essentielle de) *Matricariae aetheroleum* (01/2008 : 1836). In : *Pharmacopée européenne*. 9^{ème} édition, supplément 9.0. Strasbourg : Editions du Conseil de l'Europe. 1526-1528.

FranceAgriMer (2012). *Lavandes et lavandins* [en ligne]. 12 p. Disponible à l'adresse : https://www.franceagrimer.fr/content/download/15451/115294/file/Livret_lavande.pdf (Consulté le 28/07/2019).

FranceAgriMer (2018). Filières plantes à parfum, aromatiques et médicinales Panorama 2016. *Données et bilans Plantes à parfum, aromatiques et médicinales* [en ligne]. 110 p. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr/filiere-plantes-a-parfum-aromatiques-et-medicinales/Eclairer/Etudes-et-Analyses/Chiffres-et-bilans> (Consulté le 30/07/2019).

Gallois P. (2018). Compétitivité de la production française de mélisse officinale pour la production d'antioxydant Etat de l'art et actions menées par l'iteipmai. In : *Compte-rendu technique 2017 réseau PPAM*. Chemillé : iteipmai. 620-643.

Gombert J. (2016). Les grillures d'ombelles en production de semences de carotte Mieux connaître le phomopsis pour mieux le contrôler. *Bulletin Semences*. 251 : 37-41.

Gopichand, Y.M.N.V.S., Padmalatha, T., Pratap, M. et Sankar, A. Siva (2014). Effect of bioregulators and stage of harvesting on seed maturity and quality in african marigold (*Tagetes erecta* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*. 48(5): 342-351. DOI: 10.5958/0976-058X.2014.01313.4.

Gray, D., Steckel, J. R. et Ward, J. A. (1983). Studies on carrot seed production: effects of plant density on yield and components of yield. *Journal of Horticultural Science*. 58(1): 83-90. DOI: 10.1080/00221589.1983.11515093.

Hani, M. M., Hussein, S. A. A. H., Mursy, M. H., Ngezimana, W. et Mudau, F. N. (2015). Yield and essential oil response in coriander to water stress and phosphorus fertilizer application. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*. 18(1): 82-92. DOI: 10.1080/0972060X.2014.974080.

Hashemzadeh, F., Mirshekari, B., Khoei, F. R., Yarnia, M. et Tarinejad, A. (2013). Effect of bio and chemical fertilizers on seed yield and its components of dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Medicinal Plants Research*. 7(3): 111-117. DOI: 10.5897/JMPR12.363.

Horvat, D., Vukobratović, M., Karalić, K. et Židovec, V. (2017). Influence of Sowing Period and Fertilization on Yield and Quality of Seeds of *Nigella Damascena* and *Nigella Sativa*. *Acta Scientiarum Polonorum seria Agricultura*. 16(1): 35-43. Disponible à l'adresse : <http://www.agricultura.acta.utp.edu.pl/index.php/agricultura/article/view/18> (Consulté le 01/08/2019).

ISTA International Seed Testing Association (2009). « Chapter 5: The Germination Test ». In: *International Rules for Seed Testing*. Edition 2009. Bassersdorf: International Seed Testing Association.

Iteipmai (2016). Fiche technique Matricaire *Matricaria recutita* L. Chemillé : iteipmai, 22p.

Iteipmai (2016). Fiche technique Mélisse *Melissa officinalis* L. Chemillé : iteipmai, 17 p.

Jajoria, D.K., Shivran, A.C. et Narolia, G.P. (2013). Effect of phosphorus and sulphur fertilization on yield attributes and yields of blond psyllium (*Plantago ovata* Forsk). *International Journal of Plant Sciences*. 8(2): 319-321. Disponible à l'adresse : [http://www.researchjournal.co.in/online/IJPS/IJPS%208\(2\)/8_319-321_A.pdf](http://www.researchjournal.co.in/online/IJPS/IJPS%208(2)/8_319-321_A.pdf) (Consulté le 01/08/2019).

Kumar, S., Tomar, B. S., Saharawat, Y. S., et Arora, A. (2018). Foliar spray of mineral nutrients enhanced the growth, seed yield, and quality in onion (*Allium cepa* L.) cv. Pusa Riddhi. *Journal of Plant Nutrition*. 41(9): 1155–1162. DOI: 10.1080/01904167.2018.1434200.

Lis-Balchin M. (2002). The taxonomy of the genus *Lavandula* L. In: *Lavender: The genus Lavandula*. Upson T. London-New-York: Taylor & Francis. 12-33.

Loué A. (1987). *Les oligo-éléments en agriculture*. Nouvelle édition de 1987 revue et corrigée. Paris : Agri-Nathan International. 340 p.

Merfield C. N., Hampton J. G., Wratten S. D., Prapanopasin, P. et Yeeransiri P. (2010). The effect of plant density on seed yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.). In: *Seed symposium: Seeds for Futures. Proceedings of a joint symposium between the Agronomy Society of New Zealand and the New Zealand Grassland Association, held at Massey University, Palmerston North, New Zealand, 26-27 November 2008, 75-83*. Disponible à l'adresse : <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103321651> (Consulté le 01/08/2019).

Pramila, C. K., Prasanna, K. P. R., Jayanthi, R. et Rame, G. (2012). Influence of seasons and maturity stages on seed yield and quality in marigold cv. Pusa Narangi. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 46(3): 510-516. Disponible à l'adresse : <http://www.uasbangalore.edu.in/asp/periodicals.asp> (Consulté le 01/08/2019).

Rezaei-chiyaneh, E., Rahimi, S., Rahimi, A., Hadi, H. et Mahdaviakia, H. (2018). Response of Seed Yield and Essential oil of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Affected as Foliar Spraying of Nano-fertilizers. *Journal of Medicinal Plants and By-products*. 7(1): 33-40. Disponible à l'adresse : http://jmpb.areeo.ac.ir/article_116726.html (Consulté le 01/08/2019).

Serpeille A. (2002). Carotte Lutte contre la mouche du pivot. *Bulletin Semences*. 167 : 10.
Sfandiyari Sabzevar T. et Ahmadzadeh Ghavidel R. (2011). Effects of planting date and irrigation date on qualitative and quantitative characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Applied Sciences Journal*. 15(6): 849-852. DOI: 10.17265/2328-2150/2015.07.004.

Singh O., Khanam Z., Misra N. et Srivastava MK. (2011). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. *Pharmacognosy Review*. 5(9): 82–95. DOI: 10.4103/0973-7847.79103.

Tinmaz, A. B. et Gökkuş, A. (2000). Effect of sowing density on seed yield and quality in balm (*Melissa officinalis* L.). *Bahçe*. 29(1/2): 69-73. Disponible à l'adresse : <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013096604> (Consulté le 01/08/2019).

Tucker A. O., DeBaggio T. (2009). Matricaria. In: *The encyclopedia of herbs: a comprehensive reference to herbs of flavor and fragrance*. 2^{ème} édition. Portland-London: Timber Press. 302-304.

WHO (1999). Flos Chamomillae. In: *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants Volume 1* [en ligne]. Genève: World Health Organization. 86-94. Disponible à l'adresse : <https://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js2200e/> (Consulté le 30/07/2019).

WHO (2004). Folium Melissae. In: *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants Volume 2* [en ligne]. Genève: World Health Organization. 180-187. Disponible à l'adresse : <https://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js4927e/18.html> (Consulté le 30/07/2019).

WHO (2007). Flos Lavandulae. In: *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants - Volume 3* [en ligne]. Genève: World Health Organization. 229-232. Disponible à l'adresse : <https://apps.who.int/medicinedocs/en/m/abstract/Js14213e/> (Consulté le 30/07/2019).

WHO (2007). Lavandulae aetheroleum. In: *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants - Volume 3* [en ligne]. Genève: World Health Organization. 219-222. Disponible à l'adresse : <https://apps.who.int/medicinedocs/en/m/abstract/Js14213e/> (Consulté le 30/07/2019).

Xue, J., Zhou, S., Wang, W., Huo, L., Zhang, L., Fang, X. et Yang, Z. (2018). Water availability effects on plant growth, seed yield, seed quality in *Cassia obtusifolia* L., a medicinal plant. *Agricultural Water Management*. 195: 104–113. DOI: 10.1016/j.agwat.2017.10.002.

SITOGRAPHIE

- [1] FranceAgriMer (2018). *Statistiques annuelles des surfaces, nombre d'exploitations, des volumes et prix des huiles essentielles de lavande et lavandin au niveau national par variété et par département*. Disponible à l'adresse : <https://visionet.franceagrimer.fr/Pages/Statistiques.aspx?menuurl=Statistiques/productions%20v%C3%A9g%C3%A9tales/plantes%20C3%A0%20parfum,%20m%C3%A9dicinales%20et%20aromatiques> (Consulté le 30/07/2019).
- [2] PPAM de France (SD). *Les plantes à parfum* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ppamdefrance.com/les-plantes-a-parfum/> (Consulté le 30/07/2019).
- [3] Comité interprofessionnel des huiles essentielles françaises (CIHEF) (SD). *Economie Production mondiale d'huile essentielle* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.cihef.org/filiere/economie-marche-offre-concurrence> (Consulté le 30/07/2019).
- [4] Institut national de l'origine et de la qualité (INAO) (2019). Fiche produit [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.inao.gouv.fr/produit/14037> (Consulté le 30/07/2019).
- [5] Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales Ontario (dernière mise à jour 17/10/2012). *Oligo-éléments* [en ligne]. Disponible à l'adresse : http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/general_agronomics/nutrient_management/micronutrients.html (Consulté le 05/08/2019).
- [6] Union des industries de la fertilisation (UNIFA) (SD). *Oligo-éléments* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fertilisation-edu.fr/nutrition-des-plantes/le-role-des-elements-nutritifs/oligo-elements.html> (Consulté le 05/08/2019).
- [7] Institut français de la vigne et du vin Occitanie (SD). *Le bore : carence et toxicité chez la vigne* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/le-bore-b-carence-et-toxicite-chez-la-vigne/> (Consulté le 05/08/2019).
- [8] France Olive (2019). *Base de la fumure de printemps* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://afidol.org/oleiculteur/fumure-dentretien/> (Consulté le 05/08/2019).

ANNEXES

ANNEXE I : Informations relatives aux conditions de réalisation des tests de germination (M-C. Baills d'après ISTA, 2009)

Espèce	Préconisations en matière de :			Autres
	Substrat	Température (°C)	Dernier comptage (nombre de jours après début du test)	
<i>Matricaria recutita</i>	TP	20-30 ; 20	14 jours	Traitement au froid humide
<i>Lavandula angustifolia</i>	TP ; BP ; S	20-30 ; 20	21 jours	Traitement au froid humide ; utilisation de GA3

Abréviations :

BP : « between paper », les graines sont mises à germer entre 2 feuilles de papier buvard.

TP : « top of paper », les graines sont mises à germer en surface d'une ou plusieurs feuilles de papier buvard. Les tests de germination concernant les graines de matricaire et de lavande ont été réalisés sous cette modalité.

S : "sand", les graines sont mises à germer sur une couche de sable et recouverte d'une couche de fin substrat sur 10 à 20 mm d'épaisseur (en fonction de la taille des graines).

Notes : les semences de lavande ont été traitées au GA3 avant début du test à raison de 6 heures de trempage dans une solution de GA3 à 5 ppm (5 mg/l).

Pour les 2 espèces concernées, trois tests ont été réalisés par modalité, à raison de 100 graines, prises aléatoirement. Plusieurs comptages ont été réalisés entre la date de début et de fin du test. La température de la pièce a été maintenue entre 21 et 23°C durant toute la durée du test.

ANNEXE II : Fiches des différents fertilisants foliaires utilisés (Agronutrition ; BMS Micronutrition ; CR DISTRIBUTION ; YaraVita)

NUTRITION DES PLANTES FABRIQUE EN FRANCE

ALCYGOL B2M

ENGRAIS CE - Mélange d'oligoéléments Bore (β, éthanolamine) Manganèse (Mn, sulfate)

Precision technologies

Produit utilisable en agriculture biologique en application du RCE n°834/2007

N		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₃	CaO
				50	110	
B		Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
27				10		

Données en g/l pour produits liquides

Caractéristiques

CONDITIONNEMENT 10 L	CONSERVATION 18 mois	FORME Liquide (SL)	STOCKAGE A conserver dans un endroit frais et sec. A protéger contre le gel et autres températures extrêmes (températures supérieures à 40°C).
FORMULATION ENAM : Extraits Naturels d'Algues Marines	APPLICATION Foliaire.		

Intérêts agronomiques

ROLES DES ELEMENTS	INTERETS DU PRODUIT	INTERETS DE LA FORMULATION
<p>Bore :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rôle sur la fécondation - nouaison - Migration des sucres - Synthèse des protéines - Activité méristématique et croissance - Utilisation des auzines dans la plante <p>Manganèse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Activation d'enzymes - Synthèse de la chlorophylle - Réduction des nitrates et synthèse des protéines - Riche en éléments actifs Phytohormones, Vitamines, Acides Aminés, Peptides, Polysaccharides (composants cellulaires essentiels) 	<p>ALCYGOL B2M améliore la floraison, la nouaison de la vigne et des arbres fruitiers. Il améliore la qualité des productions maraichères.</p> <p>ALCYGOL B2M est une formulation totalement équilibrée et spécifiquement adaptée pour les besoins de la floraison.</p> <p>ALCYGOL B2M est une formulation originale qui associe la vitalité marine à un équilibre minéral spécifique et de haute solubilité. Bore, Manganèse et Magnésium jouent un rôle essentiel chez les plantes pour la fertilité du pollen, la photosynthèse, et le métabolisme des sucres. Il régule la nutrition et la formation des organes de reproduction et de réserve.</p>	<p>Famille : Algues brunes - Espèce : <i>Ascophyllum Nodosum</i> Extraction à froid, procédé naturel. On puise les substances de l'algue en respectant l'équilibre naturel de sa composition.</p> <p>Propriétés adjuvantes des algues :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mouillabilité (étalement) - Adhérence (résistance au lessivage et les matières actives sont maintenues plus longtemps sur le lieu d'assimilation) - Humectante (ralentit l'évaporation de l'eau à la surface de la feuille et évite les cristallisations) - Taux d'absorption proche de 80 à 90 %

Mode d'emploi

RECOMMANDATION PAR CULTURE	CONSEILS PRATIQUES D'UTILISATION
<p>APPLICATION FOLIAIRE Concentration maximale : 2% (soit 2L d'eau dans 100L d'eau)</p> <p>> VIGNE Dose : 3 L/ha Stade : Grappes séparées - début floraison - nouaison</p> <p>> ARBRES FRUITIERS (fruits à pépins, fruits à noyau, petits fruits)* Dose : 3 L/ha Stade : Pré-floraison (C), Stade (E), Stade (G) chute des pétales</p> <p>> CULTURES LEGUMIERES (carottes, salades, tomates...)** Dose : 5 L/ha Stade : 1 à 2 applications espacées de 10 jours sur feuillage suffisamment développé</p> <p>* 1,3 % de concentration max sur feuillage jeune et espèces sensibles (pêcher, nectarine...) ** Pour les cultures sous abri, procéder à un test préalable à la concentration de 1% pour observer le comportement de la végétation.</p>	<p>Pour une efficacité optimale, utiliser un volume d'eau/ha suffisant pour obtenir une répartition homogène sur le feuillage. Privilégier les traitements aux températures entre 6 et 25°C. Evitez les applications en cas d'humidité importante, de pluie ou lorsque ces conditions sont attendues. Agiter le bidon pour homogénéisation. Verser progressivement le produit à travers un filtre, une fois la cuve à moitié remplie d'eau et le système d'agitation en marche. Maintenir l'agitation pendant toute la durée de l'application. Rincer l'emballage deux fois et nettoyer tous les équipements avant et après utilisation.</p>

Précautions

- ATTENTION - H302 : Provoque une sévère irritation des yeux - H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme



MELANGE / CO-APPLICATION : Lire attentivement toutes les étiquettes et se conformer au mode d'emploi ainsi qu'aux recommandations sur les produits devant être co-appliqués ou non. Certains paramètres, extérieurs au contrôle du fabricant ou du distributeur peuvent avoir des répercussions sur les performances des produits co-appliqués. Par conséquent, le co-application est réalisée aux risques et périls de l'utilisateur final. En cas de mélange avec d'autres produits, effectuer toujours un test préalable et incorporer ce produit en dernier. Vous pouvez également contacter le fabricant ou le distributeur pour obtenir des conseils.

IMPORTANT : Respecter les usages, doses, conditions et précautions d'emploi mentionnés sur l'emballage qui ont été déterminés en fonction des caractéristiques du produit et des applications pour lesquelles il est préconisé. Conduire sur ces bases, la culture et les traitements selon la bonne pratique agricole en tenant compte, sous votre responsabilité, de tous facteurs particuliers concernant votre exploitation, telles que la nature du sol, les conditions météorologiques, les méthodes culturales, les variétés culturales, les variétés végétales, la résistance des espèces... Le fabricant garantit la qualité et la conservation de ses produits, vendus dans leur emballage d'origine sur la durée mentionnée sur les fiches techniques. Il garantit leur conformité à la formule indiquée sur l'emballage et à la réglementation en vigueur. Pour toute demande de fiche de sécurité, merci de contacter : fsa-ec@bmsagro-nutrition.fr

AGRONUTRITION - Parc AdHestire - 3, av de l'Orchidée - 31390 CARBONNE (FRANCE)
Tel. 05 61 97 85 00 - Fax. 05 61 97 85 01 - Email : agn@agro-nutrition.fr - Web : www.agronutrition.com

Produit fabriqué par Agronutrition dont le système qualité est certifié





Chelal 3

Caractéristiques:

Engrais liquide composé de fer, manganèse et de zinc chélatés. Le produit contient un équilibre idéal pour les terrains alcalins où souvent des carences combinées de Fe, Mn et Zn sont fréquentes.

Teneurs déclarées:

Fer (Fe) soluble dans l'eau: 4,5 % chélaté par DTPA et EDTA (= 60 g Fe/L); Manganèse (Mn) soluble dans l'eau: 1,2 % chélaté par EDTA (= 15 g Mn/L); Zinc (Zn) soluble dans l'eau: 0,5 % chélaté par EDTA (= 6 g Zn/L).

Emballage

Standard:
- 5 L (boîte: 4 x 5 L)

Sur commande:
- 60 L
- 120 L
- 800 L



Chelal BZn

Caractéristiques:

CHELAL® BZn est un mélange de bore et zinc chélaté. Le bore et le zinc sont essentiels avant et pendant la floraison des plantes pour favoriser une bonne fructification et pour améliorer le redémarrage végétatif. Ainsi, en pulvérisant ce produit sur les arbres fruitiers en traitement post-récolte et/ou à la sortie de l'hiver, ces derniers seront mieux préparés pour la mise à fruit.

Teneurs déclarées:

Bore (B) soluble dans l'eau: 5,3 % (= 68,9 g B/L) chélaté par des polyols; Zinc (Zn) soluble dans l'eau: 2,3 % chélaté par DTPA, EDTA et HEEDTA (= 29,9 g Zn/L).

Emballage

Standard:
- 5 L (boîte: 4 x 5 L)

Sur commande:
- 60 L
- 120 L
- 800 L



ENGRAIS FOLIAIRE SOUS FORME LIQUIDE



TECHNOLOGIE

Combinaison d'oligo-éléments pour une synergie des bénéfices

INNOVATION

- Micronisation spécifique des particules pour une augmentation des surfaces d'échange
- Association d'oligo-éléments avec une substance naturelle pour améliorer la biodisponibilité

PERFORMANCE

En intégration dans les programmes de fertilisation et protection des plantes :

STADES D'APPLICATION

Activation métabolique et bon état physiologique
Plantes pérennes : stimulation des mises en réserve



Vigne : 1 à 4 l/ha



Marachage : 1 à 4 l/ha



Arboriculture :
Arbres à pépin, arbres à noyau : 1 à 3 l/ha
Fruits à coque : 4 à 5 l/ha

Se référer à l'étiquette pour les recommandations précises d'emploi par culture.

COMPOSITION

Engrais CE - Mélange fluide d'oligo-éléments
Culvres (Cu) 145 g/l sous forme de sulfate de cuivre neutralisé à la chaux
Bore (B) 11 g/l sous forme de bore éthanolamine
Manganèse (Mn) 20 g/l sous forme de carbonate de manganèse
Zinc (Zn) 22 g/l sous forme d'oxyde de zinc

CONDITIONNEMENT

Bidon de 5 l
Se référer à l'étiquette concernant les recommandations de stockage et d'usage.



STICoP® est utilisable en agriculture biologique en application du RCE n°834/2007.

VITALT R et STICoP® sont des marques déposées de CR Distribution.



YaraVita™ VITITREL™ PRO

YaraVita™ VITITREL™ PRO

Le spécifique vigne

Fruit de la connaissance agronomique Yara, appuyée par de longues années d'expériences et de milliers d'analyses, YaraVita™ Vititrel™ Pro apporte les éléments nutritifs nécessaires à la vigne, contribuant à une production équilibrée en qualité et en quantité.

Gagnez en rendement et en homogénéité

YaraVita™ Vititrel™ Pro limite les risques de coulure et de millerandage

- en diminuant la concurrence entre l'appareil végétatif en croissance et la nouaison des baies
- en favorisant la photosynthèse et la fécondation

Optimisez la qualité

YaraVita™ Vititrel™ Pro améliore l'équilibre des moûts

- en contribuant au transport et à l'accumulation des sucres dans les baies
- en limitant le dessèchement de la rafle
- en aidant à un meilleur groupage de la maturité des baies
- en favorisant la concentration des futurs composés phénoliques (tanins et anthocyanes)

Améliorez la résistance aux stress

YaraVita™ Vititrel™ Pro favorise la résistance aux impacts climatiques (froid, sécheresse) et aux attaques parasitaires (botrytis)

- en agissant sur le développement racinaire et la consolidation des membranes cellulaires
- en renforçant les défenses naturelles de la vigne



Mélange d'oligo-éléments:
bore (B) manganèse (Mn) et
molybdène (Mo), calcium (Ca)
et magnésium (Mg)
Engrais CE

Conditionnement: Bidon 10L

Composition

Bore (B)	60 g/l
Manganèse (Mn)	71 g/l
Molybdène (Mo)	4,6 g/l
Oxyde de calcium (CaO)	125 g/l
Oxyde de magnésium (MgO)	118 g/l

Knowledge grows - Le savoir sur culture

L'encadrement de floraison, constitue une période clé où les exigences de la vigne en nutriments demeurent fortes, malgré des capacités de photosynthèse et d'absorption racinaire encore faibles. Il existe alors dans le végétal une véritable compétition pour l'alimentation en éléments nutritifs entre les organes fructifères (fleurs ou jeunes baies) d'une part, et les parties végétatives (feuilles, rameaux et souche) d'autre part.

L'application par voie foliaire de YaraVita™ Vititrel™ Pro, à ce stade, permet de s'affranchir des blocages des éléments dans le sol (pH, antagonismes, stress hydrique, etc.) et ainsi sécuriser la fourniture en éléments nutritifs indispensables.

Le choix et l'équilibre des différents nutriments de YaraVita™ Vititrel™ Pro s'avèrent fondamentaux. Ils ont été étudiés pour leur capacité à créer des synergies d'action permettant de mieux valoriser les ressources disponibles.

Action des nutriments

	Ca	Mg	B	Mn	Mo
Croissance	U	U	U	U	U
Millerandage	U	U	U	U	U
Coulure	U	U	U	U	U
Grossissement / forme	U	U	U	U	U
Couleur / Anthocyanes	U	U	U	U	U
Résistance de la peau	U	U	U	U	U
Résistance aux stress	U	U	U	U	U
Teneur en sucres	U	U	U	U	U
Acidité	U	U	U	U	U
Dessèchement de la rafle	U	U	U	U	U

Préconisations

Cultures	Périodes d'application	Doses
Vigne	Aux stades : - grappes séparées - ébourbon fleurs séparées - enroussons	3 litres/ha* 3 litres/ha* 3 litres/ha*

Remarque : YaraVita™ Vititrel™ peut également s'utiliser à raison de 2 applications de 5 litres/ha pendant cette même période.
* volume d'eau: 200L

Yara France - Armadillo Opex 2 - 77 Esplanade de Cannes de Cannes - CS 90047 - 05941 0101 La Dalmoise Cedex - Tél. 01 55 62 06 00 - contact@yara.com - SPEN1621 062 422 4115 16/07/19

LES VARIÉTÉS DE LAVANDE

RAPIDO

Description botanique et morphologique

Rapido est une variété de lavande de population, issue du croisement de 7 clones parentaux, choisis pour leur tolérance au dépérissement et leur productivité.

Génétiquement, il a été démontré que cette variété est réellement une lavande de population, c'est-à-dire qu'elle se caractérise par une grande diversité génétique, contrairement aux lavandes dites clones.

Très vigoureuse, elle se distingue des populations locales par des tiges assez longues, et un développement végétatif important.

Elle est principalement produite sur le Plateau d'Albion, dans les Baronnies et dans le Diois.



Disponibilité en plants sains

Rapido est disponible depuis 2003 auprès des producteurs, exclusivement au travers de la filière plants sains.

L'ITEIPMAI est chargé de la production des semences, et le CRIEPPAM de leur distribution auprès des pépiniéristes ou des producteurs.

Tous doivent impérativement respecter le cahier des charges de pro-

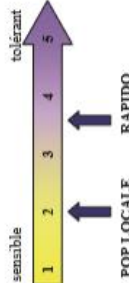
duction de plants sains, qui garantit la qualité sanitaire des plants produits.

En 2011, environ la moitié des plantations de lavande de population étaient réalisées avec de la Rapido (hors semis directs).

La liste des pépiniéristes est disponible sur le site internet du CRIEPPAM www.crieppam.fr.

Tolérance au dépérissement

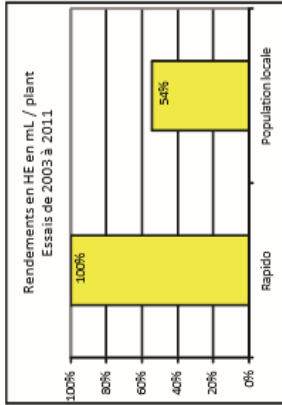
La tolérance au dépérissement a été le critère principal de sélection pour la variété Rapido. Sur une échelle comprise entre 1 (sensible) à 5 (très tolérante), elle se situe autour de 3-4 selon les secteurs.



Potentiel de production

Rapido est une lavande de population qui a un développement végétatif important, associé à une bonne teneur en huile essentielle, 4,2% en moyenne, contre une teneur de 3,6% pour les lavandes de population locales non sélectionnées.

Également moins dépérisante, Rapido est ainsi presque deux fois plus productive que les populations locales (voir graphique), sans compter que la durée de vie de la plantation est nettement plus élevée.



Qualité de l'huile essentielle

	Norme ISO 3515 Lavande de population		Norme AOP Lavande de Haute Provence		Valeurs sur 48 lots récoltés de 2005 à 2011		
	MIN traces	MAX	MIN	MAX	MIN	MOY	MAX
OCTANONE 3		2	0,5	2	0,2	0,4	0,7
LIMONÈNE		0,5			0,1	0,2	0,9
CINÉOLE 1,6		0,2		1	0,6	1,1	8,7
CIS-PHIMÈNE	4		5	9	3,6	3,1	9,2
TRANS-β-COMÈNE	1,5	6	2,2	4,9	1,6	3,8	7,0
LINALOL	2,5	38		36	15,0	21,4	26,3
CAMPHRE traces		0,5		0,5	0,1	0,2	0,4
BORNEOL					0,4	0,7	1,1
LAVANDULOL	0,3		0,5		0,4	0,8	1,2
TERPINÈNE-4-OL	2	6	2,5	5,5	1,7	2,6	4,5
α-TERPINEOL		1		0,7	0,1	0,2	0,7
HEXYL BUTYRATE					0,1	0,2	0,4
LINALYLACT	2,5	45			35,6	42,2	49,8
LAVANDULYLACT	2		2,5		2,0	3,9	5,1
β-CARYO.					3,5	5,1	6,9
R1=CIS β OC./TRANS β OC.			1,05	2,7	0,89	1,40	2,77
R2=TRANS β OC./OCTANONE 3			1,4	9	4,53	10,22	24,67
R3=LINALYLACT/HINALOL/([LAVANDULYLACT+LAVANDULOL])			12	18	10,28	14,01	24,88

Rapido est une lavande de population, et à ce titre, elle peut être comparée à différentes normes : ISO Lavande de population et AOP Lavande de Haute Provence.

Elle se distingue des populations locales par ses faibles teneurs en octanone-3 et en terpinène-1-ol-4. Elle contient aussi parfois trop de cineole 1,8. Elle est bien équilibrée au niveau des ocimènes, et est riche en acétates de linalyle et de lavandulyle.

Pour améliorer sa qualité, il est important de récolter après la pleine floraison. Son odeur est proche d'une lavande de population locale, mais elle demande à être bien aérée après dessiccation.



Rédaction : ERIC CHAISSE et MARIE FONTAINE (CRIEPPAM)
 Secrétariat : CRIEPPAM, Les Quintrands – Route de Volx, 04 100 MANOSQUE – Tél. : 04 92 87 70 52
 Horizons Bleus est une publication du CRIEPPAM.
 Toute reproduction de ce document même partielle est interdite sans l'autorisation écrite du CRIEPPAM.

ANNEXE IV : Données brutes concernant l'essai sur lavande (M-C. Baills)

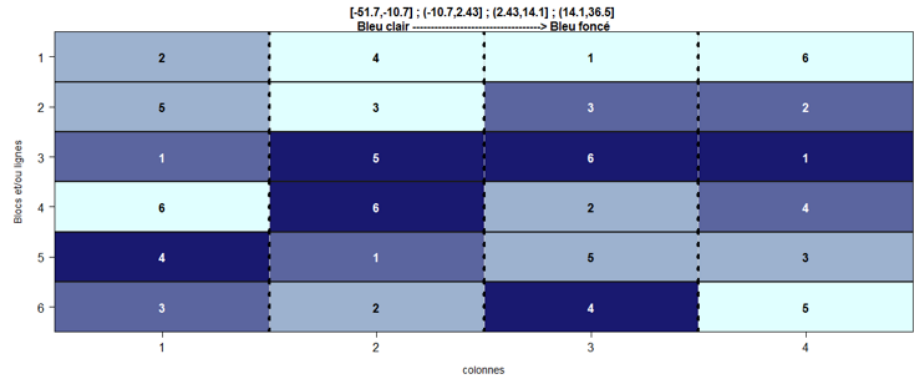
Bloc	Traitement	Nombre de plantes par modalité	Masse de semences post-triage (g)	Masse de semences par plante (g/plante)	Masse de semences pour 47 000 plantes i.e. pour 1 ha (kg/ha)
1	Témoin	82	123,19	1,50	70,61
1	Alcigol B2M	77	144,6	1,88	88,26
1	Chelal 3	83	172,7	2,08	97,79
1	Chelal BZn	63	125,75	2,00	93,81
1	Vititrel Pro	87	160,12	1,84	86,50
1	Sticop	71	168,54	2,37	111,57
2	Témoin	62	191,31	3,09	145,03
2	Alcigol B2M	61	160,01	2,62	123,29
2	Chelal 3	75	161,54	2,15	101,23
2	Chelal BZn	60	172,75	2,88	135,32
2	Vititrel Pro	78	231,13	2,96	139,27
2	Sticop	55	91,24	1,66	77,97
3	Témoin	68	213,33	3,14	147,45
3	Alcigol B2M	64	63,31	0,99	46,49
3	Chelal 3	78	171,68	2,20	103,45
3	Chelal BZn	62	154,78	2,50	117,33
3	Vititrel Pro	65	148,14	2,28	107,12
3	Sticop	68	180,55	2,66	124,79
4	Témoin	80	73,76	0,92	43,33
4	Alcigol B2M	75	155,39	2,07	97,38
4	Chelal 3	72	97,71	1,36	63,78
4	Chelal BZn	72	149,68	2,08	97,71
4	Vititrel Pro	68	90,63	1,33	62,64
4	Sticop	65	110,23	1,70	79,70

ANNEXE V : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur lavande)

2. Vérification des hypothèses

pvalue	> 5%	1 à 5%	< 1%
Additivité	●		
Normalité	●		
Résidus suspects	●		
Var. résiduelles_fact1	●		
Var. résiduelles_bloc	●		

8. Cartographie des résidus



13. Analyse de la variance

Tableau d'analyse de la variance

source	Df	Sum_Sq	Mean_Sq	F_value	p_value	Signif
bloc	3	7255,34	2418,45	3,27	0,05	.
fact1	5	1232,86	246,57	0,33	0,88	NS
Residuals	15	11092,45	739,50			

Variabilité

ETR	CVR
27,19	27,60

Modèle d'analyse de la variance

Y=bloc+fact1

17. Données de regroupement


Détails

MOY GENE	CVR	ETR	MINI	MAXI	PPES	DDL RESID	PROB INT	SIGNIF	PROB FACT1	SIGNIFF1	NB MANQ	NB BLOCS
98,41	27,60	27,19	88,85	111,04		15	0,36	NS	0,88	NS	0	4

CODAGE	MODALITE	MOY AJUST	MOY BRUTE	AJUST	GH	ETR	ECART MG	PCT MG	NOBS	NB MANQ	NEXTREM	LIM SUP	LIM INF
2	Chelal BZn	111,04	111,04	0	a	8,95	12,63	112,84	4	0	0	120,00	102,09
6	Temoin	101,60	101,60	0	a	34,26	3,19	103,25	4	0	0	135,87	67,34
5	VITITREL	98,88	98,88	0	a	13,07	0,47	100,48	4	0	0	111,96	85,81
	PRO												
4	STICoP	98,51	98,51	0	a	29,00	0,10	100,10	4	0	0	127,51	69,51
3	Chelal 3	91,56	91,56	0	a	10,70	- 6,85	93,04	4	0	0	102,27	80,86
1	Alcigol	88,85	88,85	0	a	36,29	- 9,55	90,29	4	0	0	125,14	52,57
	B2M												


GH = groupes homogènes selon la méthode de Tukey au seuil de 5 %

ANNEXE VI : Résultats des analyses de sol et de feuilles relatives à l'essai « Fertilisation foliaire oligo-éléments »



RAPPORT D'ANALYSES
Laboratoire Développement Multirégional

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture agrément T1
Membre du Gnam



TRACABIUTE

PRODUIT : Terre
 Numéro laboratoire : 20193231
 Référence : Chimilé en Anjou - lavande rapido
 0605/19
 Date de prélèvement : 09/05/19
 Date de réception : 05/06/19
 Date d'édition :

ITEIPMAI
Melay
BP 80009
49120 Chemillé

TRACABIUTE
Lavande Rapido
20193232
Chimilé en Anjou
06/05/2019
09/05/2019
20/05/2019

IC 1er consultant


ANALYSE MINIERALE

Matières sèches	%	27,3
Matières minérales	% sec	9,7
ELEMENTS MAJEURS (g/100g matière sèche)		
Azote total (Kjeldahl)	N	3,46
Phosphore	P	0,18
Potassium	K	2,75
Calcium	Ca	1,21
Magnésium	Mg	0,45
OLIGO-ELEMENTS (mg/kg matière sèche)		
Fer	Fe	375
Zinc	Zn	30
Cuivre	Cu	9
Manganèse	Mn	75
Bore	B	26

EQUILIBRES MINERAUX

N/P	19,7
N/K	1,26
N/Ca	2,85
Ca/P	6,93
K/P	15,67
K/Mg	6,08
K/Ca	2,26
Ca/Mg	2,69
N+P	3,63
K+Ca+Mg	4,41
(N+P)/(K+Ca+Mg)	0,82
K*100/(K+Ca+Mg)	62,3
Ca*100/(K+Ca+Mg)	27,5
Mg*100/(K+Ca+Mg)	10,2
Ca/B	0,47

TEXTURES



ETAT CHIMIQUE

ELEMENTS MAJEURS	Optimum
P ₂ O ₅ Joret-Huber mg/kg	29
P ₂ O ₅ Dyer mg/kg	151 à 280
P ₂ O ₅ Olsen mg/kg	0,189 à 0,281
K ₂ O g/kg	3,04
CaO g/kg	2,25 à 3,25
MgO g/kg	0,144
SO ₄ mg/kg	50 à 70

RAPPORTS SPECIFIQUES

K/Mg	0,59
Ca/Mg	15,1

ETAT PHYSIQUE

pH eau	7,1
pH KCl	
ΔpH	
Calcaire total %	0,0
Calcaire actif %	0,0
Saturation en calcium %	124
sol saturé	

HEURISTICS ET VIS DU SOL

Matières organiques %	1,1
C organique %	0,6
Azote total g/kg	0,40
Rapport C/N	15,9
Humification - Perte en Nighelan	196
Potentiel de libération d'azote Uha	7
Indice de fertilité biologique	26

Humidité %
 Biomasse microbienne mg C/g
 Activité enzymatique FDAH U/g
 Rapport biologique % de MO

OLIGO-ELEMENTS

Fer (DTPA)	122
Zinc (DTPA)	0,84
Cuivre (DTPA)	1,1
Manganèse (DTPA)	37
Bore (eau chaude)	0,15
IPC	

SALINITE

Conductivité mS/cm	0,012
Na ₂ O g/kg	
Chlorure mg/kg	

RESERVES DU SOL

GEC m ³ /100g	9,8
Taux de saturation %	137
K/CEC	4,8
Ca/CEC	124
Mg/CEC	8,2
Na/CEC	0,5

Mobilisation oligo-éléments %
 29

POTENTIEL D'ABSORPTION
 du phosphate P₂O₅
 de la potasse K₂O
 de la magnésie MgO

Optimum
 11 à 19
 2,5 à 4,0
 50 à 75
 4,0 à 6,0

↑ apports imprévisibles
 ↓ impasse possible
 ↑ impasse possible

COMMENTAIRES ET CONSEILS

T. de Laborde
Directeur du Laboratoire.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Les résultats chimiques ne concernent que l'échantillon soumis à l'analyse et les déterminations présentées.

1592 route de Nîmes - 30560 Saint-Hilaire de Brethmas
Tél : 04 66 61 02 97 - Fax : 04 66 61 02 98 - laboratoire.ldm@wanadoo.fr - www.laboratoireldm.com

ANNEXE VII : Fiche descriptive de la variété Matrilina (Iteipmai)



Matricaire
Matricaria recutita L.

Variété Matrilina

Caractéristiques

Chémotype A (type bisaboloxyle A majoritaire)
Gros capitules
Bonne productivité en capitules
Bonne productivité en huile essentielle

Nombre de graines/gramme : 10 500 à 11 500

Rendements

Capitules secs : 0,45 à 0,60 t/ha (fin juin)

Teneur en huile essentielle

Capitules secs : 0,85 à 1 pour cent (fin juin)

Exemple de profil d'huiles essentielles d'une récolte de fin juin (%)

B-farnésène					
Oxyde de bisabolol B	7,3	10,2	0,6	8,4	22,5
α-bisabolol					24,6
Bisabolone oxyde A					
chamazulène					
Oxyde de bisabolol A + bisabolone					

ANNEXE VIII : Descriptions morphologiques des stades de récolte pour la matricaire (M-C. Baills)

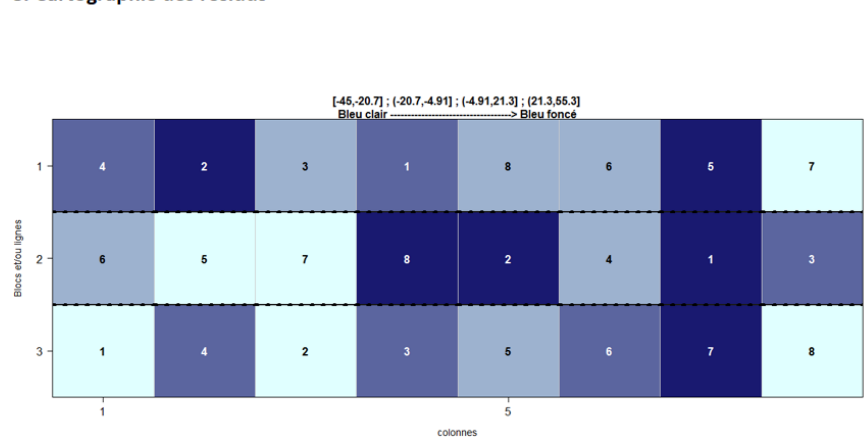
		Stade 1		Stade 2		Stade 3		Stade 4	
Couleur de l'axe inflorescentiel		Vert pâle pouvant tirer sur le jaune		Vert pâle tirant sur le jaune		Vert pâle tirant sur le jaune		Vert pâle tirant sur le jaune (aspect légèrement sec)	
Forme du capitule						Conique			
Fleurs ligulées		En position verticale, orientées vers l'axe inflorescentiel, de couleur blanche, d'aspect pas encore à légèrement flétri		En position verticale, orientées vers l'axe inflorescentiel, de couleur blanche à blanc cassé, commençant à sécher et éventuellement à s'enrouler sur elles-mêmes		En position verticale, orientées vers l'axe inflorescentiel, de couleur blanc cassé, commençant à sécher et à s'enrouler sur elles-mêmes		En position verticale, orientées vers l'axe inflorescentiel, de couleur blanc cassé, commençant à sécher et à s'enrouler sur elles-mêmes	
Fleurs tubulées		Toutes d'un jaune franc et bien ouvertes, pas de fleurs sèches		Sur la moitié inférieure du réceptacle : quelques fleurs de couleur jaune pâle-gris-marron + possibilité de quelques fleurs commençant à sécher. Sur la moitié supérieure du réceptacle : fleurs de couleur jaune franc		De couleur jaune très pâle-gris-marron clair, d'aspect translucide « vides », commençant à sécher ou sèches		De couleur jaune pâle-gris-marron clair, commençant à sécher ou sèches	
Corole et graines séparables		Non		Non		Pas encore facilement		Très facilement	
Adhérence des graines au réceptacle		Forte		Forte		Moyenne à forte		Faible, graines partiellement tombées du réceptacle	
Caractéristiques des graines		Striées et de couleur beige sur la moitié inférieure du réceptacle ; non striées et de couleur jaune pâle à verte sur la moitié restante		Striées de couleur marron clair sur le tiers inférieur du réceptacle ; légèrement striées ou non et de couleur beige sur le tiers médian ; non striées et de couleur verte sur le tiers restant		Striées et de couleur marron sur le tiers inférieur du réceptacle ; striées et de couleur beige-marron clair sur le tiers médian ; légèrement striées et de couleur jaune pâle à beige sur le tiers restant		Striées et de couleur marron jusqu'aux 3/4 du réceptacle ; plus légèrement striées et de couleur beige à jaune pâle sur le quart restant	
Couleur du réceptacle en coupe transversale		Bien vert		Vert		Vert		Jaunissant	

ANNEXE IX : Données brutes concernant l'essai sur matricaire (M-C. Baills)

Bloc	P/S (Plantation/Semis)	Stade de récolte	Masse de semences post- trriage (g)	Taux de germination (%)	Masse à l'ha (kg/ha)
B1	P	R1	162,83	80	77,54
B1	P	R2	193	86	91,90
B1	P	R3	408,46	85	194,50
B1	P	R4	339,85	80	161,83
B2	P	R1	242,92	91	115,68
B2	P	R2	316,85	85	150,88
B2	P	R3	346,35	78	164,93
B2	P	R4	242,02	76	115,25
B3	P	R1	164,36	83*	78,27
B3	P	R2	285,41	94	135,91
B3	P	R3	291,26	82	138,70
B3	P	R4	235,97	84	112,37
B1	S	R1	297,86	86	141,84
B1	S	R2	418,49	83	199,28
B1	S	R3	586,67	58	279,37
B1	S	R4	350,75	69	167,02
B2	S	R1	89,35	68	42,55
B2	S	R2	192,63	53	91,73
B2	S	R3	236,82	83	112,77
B2	S	R4	319,71	65	152,24
B3	S	R1	271,03	82	129,06
B3	S	R2	180,92	72	86,15
B3	S	R3	236,53	64	112,63
B3	S	R4	187,23	76	89,16

ANNEXE X : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur matricaire masse)

pvalue	> 5%	1 à 5%	< 1%
Normalité	●		
Résidus suspects	●		
Var. résiduelles_fact1	●		
Var. résiduelles_fact2	●		
Var. résiduelles_bloc	●		
Var. résiduelles_fact1.fact2	●		
Indépendance	●		



12. Analyse de la variance

Tableau d'analyse de la variance

source	Df	DenDf	F_value	p_value	Signif
bloc	2	2	1,19	0,46	NS
fact1	1	2	0,03	0,87	NS
fact2	3	12	3,49	0,05	.
fact1.fact2	3	12	0,04	0,99	NS

Variabilité

ETR	CVR
37,55	28,70

Modèle d'analyse de la variance

Y=bloc+fact1+fact2+fact1.fact2+(1|bloc.fact1)

16. Données de regroupement

Détails

MOY GENE	CVR	ETR	MINI	MAXI	PPES	DDL RESID	PROB INT	SIGNIF	PROB FACT1	SIGNIFF1	NB MANQ	NB BLOCS
130,90	28,70	37,55	42,56	279,37		12	0,99	NS	0,87	NS	0	3

Synthèse

CODAGE	MODALITE	MOY AJUST	GH	ETR	ECART MG	PCT MG	NOBS	NB MANQ	NEXTREM	LIM SUP	LIM INF
7	Semis.Stade 3	168,26	a	47,90	37,36	128,54	3	0	0	216,15	120,36
3	Plantation.Stade 3	166,04	a	16,00	35,14	126,85	3	0	0	182,05	150,04
8	Semis.Stade 4	136,14	a	38,78	5,24	104,01	3	0	0	174,92	97,36
4	Plantation.Stade 4	129,82	a	19,81	- 1,08	99,17	3	0	0	149,62	110,01
2	Plantation.Stade 2	126,23	a	39,02	- 4,67	96,43	3	0	0	165,26	87,21
6	Semis.Stade 2	125,72	a	15,76	- 5,18	96,04	3	0	0	141,48	109,96
5	Semis.Stade 1	104,49	a	45,47	- 26,41	79,82	3	0	0	149,96	59,01
1	Plantation.Stade 1	90,50	a	22,83	- 40,40	69,13	3	0	0	113,33	67,67

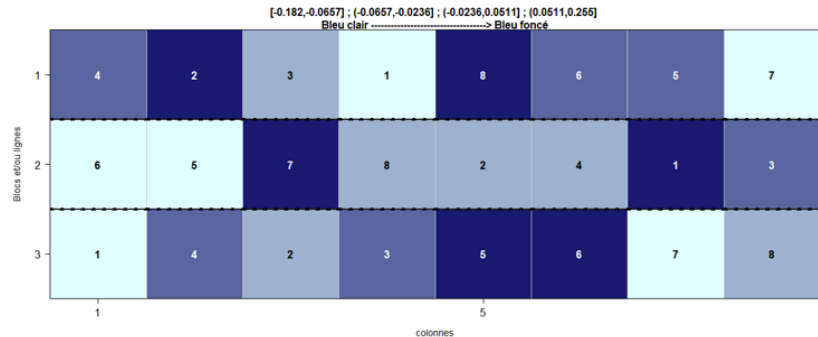
GH = groupes homogènes selon la méthode de Tukey au seuil de 5 %

ANNEXE XI : Extraits des résultats obtenus avec le logiciel Expé R (essai sur matricaire taux de germination)

2. Vérification des hypothèses

pvalue	> 5%	1 à 5%	< 1%
Normalité	●		
Résidus suspects	●		
Var. résiduelles_fact1	●		
Var. résiduelles_fact2	●		
Var. résiduelles_bloc	●		
Var. résiduelles_fact1:fact2	●		
Indépendance	●		

8. Cartographie des résidus



12. Analyse de la variance

Tableau d'analyse de la variance

source	Df	DenDf	F_value	p_value	Signif
bloc	2	14	0,57	0,58	NS
fact1	1	14	11,37	0,00	**
fact2	3	14	0,98	0,43	NS
fact1:fact2	3	14	0,63	0,61	NS
Residuals	14				

Variabilité

ETR	CVR
0,14	15,20

Modèle d'analyse de la variance

$$Y = \text{bloc} + \text{fact1} + \text{fact2} + \text{fact1}:\text{fact2} + (1|\text{bloc}:\text{fact1})$$

16. Données de regroupement

Détails

MOY GENE	CVR	ETR	MINI	MAXI	PPES	DDL RESID	PROB INT	SIGNIF	PROB FACT1	SIGNIFF1	NB MANQ	NB BLOCS
0,90	15,20	0,14	0,56	1,22		14	0,61	NS	0,00	**	0	3

Synthèse

CODAGE	MODALITE	MOY AJUST	GH	ETR	ECART MG	PCT MG	NOBS	NB MANQ	NEXTREM	LIM SUP	LIM INF
2	Plantation.Stade 2	1,09	a	0,09	0,19	120,73	3	0	0	1,18	1,00
1	Plantation.Stade 1	1,02	a	0,15	0,11	112,46	3	0	0	1,16	0,87
3	Plantation.Stade 3	0,96	a	0,04	0,05	105,91	3	0	0	1,00	0,91
4	Plantation.Stade 4	0,93	a	0,03	0,03	102,81	3	0	0	0,96	0,90
5	Semis.Stade 1	0,91	a	0,12	0,01	101,20	3	0	0	1,03	0,79
6	Semis.Stade 2	0,78	a	0,19	- 0,12	86,35	3	0	0	0,97	0,59
8	Semis.Stade 4	0,78	a	0,05	- 0,13	86,01	3	0	0	0,82	0,73
7	Semis.Stade 3	0,76	a	0,22	- 0,14	84,53	3	0	0	0,99	0,54

GH = groupes homogènes selon la méthode de Tukey au seuil de 5 %

ANNEXE XII : Fiches descriptives des trois variétés de mélisse de l'iteipmai (Iteipmai)



Mélisse officinale
Melissa officinalis L.

Variété Melia 1

Caractéristiques

Couchée, l'année de la plantation puis dressée ensuite
Bonne rusticité dans le temps
Assez bonne à très bonne productivité en feuilles et une très forte
Teneur en huile essentielle avec une forte proportion en néral-géranial
Riche en anti oxydants

Nombre de graines/gramme : 1 500 à 1 600

Rendements

(36 000 plants/ha, première année)
Feuilles sèches : 2,3 à 2,5 t/ha (mi juin)
2,0 à 2,2 t/ha (début septembre)

Teneur en huile essentielle

Feuilles sèches : 0,06 à 0,08 pour cent (mi-juin)
0,2 à 0,3 pour cent (début septembre)

Exemple de profils d'huiles essentielles (%)

	Citronellal	Néral	Géranial	β - Caryophyllène	Oxyde Caryophyllène
mi-juin	2,8	6,9	12,1	18,7	35,8
début septembre	3,4	26,3	40,6	10,0	4,1



Mélisse officinale
Melissa officinalis L.

Variété Melia 2

Caractéristiques

Moins rustique que Mélia 1 et Mélia 3
Couchée, l'année de la plantation puis dressée ensuite
Feuilles vert brillant, triangulaires
Production de feuilles plus modeste que Mélia 1 et Mélia 3
Assez bonne teneur en huile essentielle
Composition originale de l'huile essentielle à néral-géranial dès la première coupe
Riche en anti oxydants

Nombre de graines/gramme : 1 300 à 1 400

Rendements

(36 000 plants/ha, première année)
Feuilles sèches : 2,2 à 2,4 t/ha (mi juin)
1,4 à 1,6 t/ha (début septembre)

Teneur en huile essentielle

Feuilles sèches : 0,09 à 0,11 pour cent (mi-juin)
0,12 à 0,14 pour cent (début septembre)

Exemples de profils d'huiles essentielles (%)

	Citronellal	Néral	Géranial	β - Caryophyllène	Oxyde Caryophyllène
mi-juin	3,2	18,9	28,4	14,6	18,2
début septembre	2,0	27,7	46,1	7,0	4,8



Mélisse officinale *Melissa officinalis* L.

Variété Melia 3

Caractéristiques

Dressée dès l'année de plantation
Bonne rusticité dans le temps
Assez bonne productivité des feuilles
Très forte teneur en huile essentielle
Forte proportion en néral-géranial
Intéressante pour un usage en parfumerie
Riche en anti oxydants

Nombre de graines/gramme : 2 000 à 2 500

Rendements

(36 000 plants/ha, première année)
Feuilles sèches : 2,7 à 2,9 t/ha (mi-juin)
2,4 à 2,6 t/ha (début septembre)

Teneur en huile essentielle

Feuilles sèches : 0,07 à 0,10 pour cent (mi-juin)
0,19 à 0,21 pour cent (début septembre)


Exemple de profils d'huile essentielle (%)

	Citronellal	Néral	Géranial	β - Caryophyllène	Oxyde Caryophyllène
mi-juin	1,1	1,5	3,8	18,4	56,7
début septembre	5,7	23,3	38,4	12,1	6,8

ANNEXE XIII : Données brutes concernant l'essai sur mélisse (M-C. Baills)

Identifiant micro-parcelle	Nombre initial de plants	Mortalité au 07/05	Mortalité au 14/05	Mortalité au 27/05	Nombre de plants remplacés le 27/05	Mortalité au 14/06	Mortalité au 05/07	Mortalité au 13/08
B1 P R1	80	0	4	3	5	0	0	0
B1 P R2	80	0	2	4	4	0	0	0
B1 P R3	80	0	3	8	10	0	0	0
B1 P R4	80	0	5	2	2	1	1	1
B1 P R5	80	0	4	4	5	1	1	1
B2 P R1	80	1	2	2	0	2	2	2
B2 P R2	80	0	4	2	0	1	1	1
B2 P R3	80	0	0	0	0	1	0	0
B2 P R4	80	0	0	3	3	1	1	1
B2 P R5	80	0	0	2	3	0	0	0
B3 P R1	80	0	3	2	2	0	0	0
B3 P R2	80	0	1	2	3	1	0	0
B3 P R3	80	0	2	3	3	0	0	0
B3 P R4	80	0	3	1	1	0	1	1
B3 P R5	80	1	4	6	6	0	1	1
Somme	1200	2	37	44	47	8	8	8

Note : La mortalité est exprimée en nombre de plants.

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : Horticulture Spécialisation / option : Ingénierie des productions et des produits de l'horticulture Enseignant référent : Valérie LE CLERC
Auteur(s) : Marie-Christine Baills Date de naissance* : 28/03/1996	Organisme d'accueil : Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques Adresse : La Croix de Belle Tête 49 210 Chemillé-en-Anjou Maître de stage : Morgane CUSIN
Nb pages : 40 Annexe(s) :XIII	
Année de soutenance : 2019	
Titre français : Optimisation de l'itinéraire de culture des porte-graines de trois espèces de plantes à parfum, médicinales et aromatiques en vue d'améliorer la quantité de semences produites et leur qualité germinative	
Titre anglais : Optimization of the seed-bearing plants crop itinerary of three perfume, medicinal and aromatic plants species in improving the quantity of seeds produced and their germination quality	
Résumé (1600 caractères maximum) : L'institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques (iteipmai) possède une activité de production de semences. Afin de rester compétitif et de satisfaire ses adhérents, il souhaite optimiser cette activité en matière de quantité de semences produites et de qualité germinative de celles-ci. Pour cela, il entend établir des références techniques concernant l'itinéraire de culture des plantes porte-graines. De ce souhait est né le programme OPTISEM. Trois espèces ont été choisies comme modèles (<i>Matricaria recutita</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Melissa officinalis</i>) pour les expérimentations qui seront menées dans le cadre de ce programme. Des recherches bibliographiques ont permis d'identifier des points de l'itinéraire de culture des plantes porte-graines ayant un effet sur la production de semences : mode d'implantation, stade de récolte, densité, fertilisation, irrigation. Ces facteurs seront donc étudiés au cours du programme. L'objectif est d'évaluer l'effet de chaque facteur sur la production de semences, via différentes modalités, pour établir un itinéraire technique optimal, combinant celles ayant conduits aux meilleurs résultats. Les essais menés cette année ont concerné les facteurs « Mode d'implantation » et « Stade de récolte » pour <i>Matricaria recutita</i> , « Fertilisation oligo-éléments » pour <i>Lavandula angustifolia</i> et « Mode d'implantation » pour <i>Melissa officinalis</i> . Les différents points évoqués dans ce résumé, les résultats et des conclusions quant à ceux-ci sont présentés dans ce mémoire.	
Abstract (1600 caractères maximum): The perfume, medicinal, aromatic plants institute (iteipmai) has a seed production activity. To both remain competitive and give satisfaction to its adherents, it wants to optimize this activity in terms of seeds produced quantity and germination quality of these seeds. To that, the iteipmai wants to establish technical references regarding the crop itinerary of seed-bearing plants. Three species have been chosen as models (<i>Matricaria recutita</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Melissa officinalis</i>) to carry out experimentations. Bibliographic researches led to the identification of crucial points of the crop itinerary: establishment type, harvesting stage, seedling/planting density, fertilization, watering. These factors will therefore be studied. The aim is to evaluate the effect of each factor on seed production, through different modalities, to establish an optimal crop itinerary made of the modalities that gave best results. The trials conducted this year concerned the factors "Establishment type" and "Harvesting stage" for <i>Matricaria recutita</i> , "Micronutrients fertilization" for <i>Lavandula angustifolia</i> and "Establishment type" for <i>Melissa officinalis</i> . The different points raised in this abstract, results and conclusions are presented in this dissertation.	
Mots-clés : plantes à parfum, médicinales et aromatiques, <i>Matricaria recutita</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Melissa officinalis</i> , semences, itinéraire de culture, porte-graines, oligo-éléments, mode d'implantation, stade de récolte, masse, taux de germination	
Key Words: perfume, medicinal and aromatic plants, <i>Matricaria recutita</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , <i>Melissa officinalis</i> , seeds, crop itinerary, seed-bearing plant, micronutrients, establishment type, harvesting stage, mass, germination rate	

** Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires*

Document à déposer sur moodle en format .txt