



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de Master en
Spécialité : Biotechnologie Végétale et Amélioration

Filière : Sciences Biologiques

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Thème :

Etude de l'effet de la micro encapsulation sur l'activité stimulatrice
de l'extrait algale de la *Dictyotaceae Dictyota Dichotoma* sur la
germination des graines

Présenté par :

Hamade Soumia		Ould Baba Ali Elghalia Amira	
Mme Moumene.S	M.C.B	Université Blida 1	Présidente
Mme Chebata.N	M.A.A	Université Blida 1	Examinatrice
Mr Djazouli.Z	Pr	Université Blida 1	Promoteur
Mme Mohammedi.A	Doctorante	Université Blida 1	Co-promoteur

Année Universitaire 2018-2019

Remerciement

Dans le cadre de la réalisation de ce mémoire de fin d'étude nous remercions :

Tout d'abord Dieu, le tout puissant et miséricordieux, pour nous avoir donné la force, le courage et surtout la patience pour bien accomplir ce travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

*Nos profonds remerciements sont adressés à notre promoteur professeur **Monsieur Zahreddine Djazouli**, pour ses conseils scientifiques et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.*

*Nos reconnaissants remerciements à **Mme Mohamedi Anissa**, Co-promoteur pour avoir été disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, pour son aide, son soutien, son orientation et ses conseils.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Mme Moumene.S**, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury examinant ce travail.*

*Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à **Mme Chebata. N**, pour l'honneur d'examiner ce travail.*

Nous remercions également à tous les enseignants et les professeurs du département de biotechnologie végétal de l'université de Blida 01. Pour leurs efforts fournis durant toute la période d'étude ainsi qu'à tous ceux qui ont collaboré d'une façon ou d'une autre à notre formation.

Nous remercions aussi tout ce qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace :

A Ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour.

*A Ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes
moments les plus durs.*

Mes chers respectueux et magnifiques parents.

Mama, tu es le soleil de ma vie.

Je t'aime papa.

A Mes chères sœurs, mes bougies : Kenza et Amina.

A Chères frères : Lakhder, Islem et Amine.

A Mes neveux : Chouaibe et Ibrahim.

*A Toutes les personnes qui sont très chers à mon
cœur : Mounib, Djaouad, ishak, Abdou, Rehab,
Anfel, Imene et reham.*

A Ma chères binôme : Soumia.

Ghalia.

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma vie, mon cœur, ma lumière, mon JANAH, mon bonheur et mon sourire je dédie ce travail pour ma chère mère pour sa patience et ses encouragements qui m'ont tout donné pour mon bonheur.

A ma raison d'existence mon père

A mes chers frères pour leurs soutiens moraux et leurs encouragements précieuses tout ou long de mes études : Mohamed (barbiso) ; Ishak ; Abdou

A mes chères: khadidja (my twin), Baya

A mes BFF'S : Soumia, Hadjer, Sihem, Maroi, Zineb

Pour leurs aides et supports dans les moments les plus difficiles et pour leur présence dans ma vie

A ma chères binôme : Ghalia

A tous les amis d'université pour les bons souvenirs

A toute ma famille

A tous que j'aime vraiment et ceux qui m'aiment

Soumia

Résumé

L'étude a porté sur l'effet significatif de la microencapsulation sur l'activité stimulatrice de l'extrait algale de la *Dictyotaceae Dictyota Dichotoma* sur les différentes doses d'extrait brute (0,2ml ; 0,3ml ; 0,5ml ; 1ml) et formulé F1, F2 et FM (0,5ml et 1ml), sur la germination de blé dur (*Triticum turgidum L.*) vitrom G4. Notre étude nous permet d'apprécier l'effet avantageux de la technique de microencapsulation dont elle favorise les paramètres de germination, l'expression végétative et l'activité physiologiques par le biais d'un relargage important de la matière active à travers la matière enrobant.

Le travail était réalisé au niveau de Laboratoire de recherche de Biotechnologie des Productions végétales dans des conditions contrôlées (2018-2019). Les résultats montrent que les paramètres de germination des graines de blé affichent un effet significatif de l'extrait d'algues formulé plus précisément la Formulation F1 qui montre les moyennes les plus élevées (57,63%) tandis que les extraits bruts indiquent une gradation positive sur la longueur racinaire de (1.27cm). Ainsi, les résultats montrent que la microencapsulation sur l'activité stimulatrice de l'extrait d'algue brun favorise la germination et le développement des graines et encourage le passage vers une bio culture saine et bénéfique à la santé humaine et estimée les performances des produits formulés sur la germination des graines.

Mots clés

Formulation, microencapsulation, *Dictyota Dichotoma*, croissance et expression végétative, blé dur.

Abstract

The study investigated the significant effect of microencapsulation on the stimulatory activity of the algal extract of the Dictyotaceae *Dictyota Dichotoma* on germination of seeds that was carried by different dose of crude extract (0.2ml; 0.3ml, 0, 5ml, 1ml) and formulated F1, F2 and FM (0.5ml and 1ml), on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* L.) vitrom G4. Installed work was performed at Biotechnology Research Laboratory of Plant Productions under controlled conditions (2018-2019).

The results show that seed germination parameters of wheat show a significant effect of algae extract formulated more precisely Formulation F1 which shows the highest averages (57.63%) while crude extracts indicate a gradation positive on the root length of (1.27cm). Thus, the results show that micro-encapsulation on the stimulating activity of the brown algae extract promotes germination and seed development.

Keywords

Formulation, microencapsulation, *Dictyota Dichotoma*, growth and vegetative expression, durum wheat.

المخلص

ركزت الدراسة على التأثير الكبير للكبسلة الدقيقة على النشاط التحفيزي لمستخلص الطحالب من *Dictyotaceae Dictyota Dichotoma* على إنبات البذور بجرعات مختلفة من المستخلص الخام (مل؛ 0.3 مل، 0.5 مل، 1 مل 0.2) وصياغاته (0.5 مل و 1 مل) F2F1 و FM، على إنبات القمح القاسي (*Triticum turgidum L.*) vitrom G4 .

تم تنفيذ الأعمال المثبتة على مستوى مختبر أبحاث التكنولوجيا الحيوية للإنتاج النباتي في ظل ظروف خاضعة للمراقبة (2018-2019). أظهرت النتائج أن معدات إنبات بذور القمح تظهر تأثيرًا إيجابيًا على مستخلص الطحالب والتي تظهر أعلى المعدلات (57.63%) في الصيغة رقم 1 لمستخلص الطحالب. بينما تشير المستخلصات الخام إلى تدرج موجب على طول الجذر (1.27 سم)، وبهذا نستنتج ان النتائج التغليف الدقيق على نشاط التحفيز لمستخلص الطحالب البنية يشجع على إنبات البذور وتطويرها.

الكلمات المفتاحية

النمو والتعبير الخضري، القمح القاسي *Dictyota Dichotoma* صياغة، الكبسلة الدقيقة .

Sommaire

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste Des Figures

Liste Des Abréviations

Introduction.....	1
Chapitre 01: Recherches Biographiques	
1 Les algues.....	2
1.1 Définition des algues	2
1.2 Position	3
2 Notions générales sur les biostimulants en agronomie	4
2.1 Définition	4
2.2 Modes et mécanismes d'actions des biostimulants	5
2.3 Effet de biostimulant à base d'extrait d'algue	5
3 Formulation	6
3.1 Définition formulation	6
3.2 Composition d'un produit formulé	7
3.3 Les domaines de l'utilisation de formulation	7
3.4 Importance de la formulation	7
4 Micro-Encapsulation	8
4.1 Définition	8
4.2 Les Applications De La Micro-Encapsulation	10
4.3 Intérêts de la micro-encapsulation.....	11
4.3.1 Protéger la substance encapsulée.....	11
4.3.2 Contrôle la libération de la substance encapsulé.....	11
4.3.3 Faciliter l'utilisation des produits de nature liquide.....	11
Chapitre 02: Matériel et Méthode	

	Objectif.....	12
	Présentation du site d'étude et conditions expérimentales.....	12
1	d'étude.....	12
	1.1 Matériel.....	12
	1.1.1 végétal.....	12
	1.1.1.1 Le blé.....	12
	1.1.2 l'algue brune.....	13
2	d'étude.....	13
	2.1 Récolte et séchage de l'algue marine <i>Dictyota</i> <i>Dichotoma</i>.....	13
	2.2 Préparation des bioproduits.....	14
	2.3 Préparation des dilutions et application des bioproduits.....	15
	2.4 Conduite de l'essai.....	15
	2.5 Dosage phénolique.....	16
3	La germination des graines.....	17
	3.1 Evaluation de la germination des graines.....	17
	3.1.1 Taux de germination.....	17
	3.1.2 Taux d'inhibition.....	17
	3.1.3 Vitesse de germination.....	17
	3.1.4 Index de germination.....	17
	3.2 Evaluation de la vigueur et de l'expression végétative.....	18
	3.2.1 Estimation du poids frais des graines.....	18
	3.2.2 Estimation du poids sèche des graines.....	18
	3.2.3 Estimation de la longueur racinaire et de parti aérienne.....	18
	3.3 Analyses statistique des données.....	18
	Chapitre0 3: Résultats	
1	Les paramètres de germination.....	19
	1.1 Effet sur le taux de	19

	germination.....		23
1.2	Effet de vitesse de		
	germination.....		26
1.3	Effet de l'index de		
	germination.....		29
1.4	Effet de taux		
	d'inhibition		33
2	Expression		
	végétative		33
2.1	L'évaluation de poids frais en fonction de		
	temps.....		36
2.2	L'évolution de poids sèche en fonction de		
	temps		39
2.3	L'évaluation de la longueur		
	racinaire.....		42
2.4	L'évolution de la longueur des		
	tiges.....		45
3	Expression en composés		
	phénoliques.....		
	Chapitre 04 : Discussions		
1	Effet des dilutions sur les paramètres de germination du		49
	blé.....		
2	Effet des dilutions sur les expressions végétatives du blé.....		50
3	Effet des dilutions sur l'expression en composés phénolique		51
	Conclusion.....		52
	Références bibliographiques.....		54

Tableau (1) :	Classification d'algue brune <i>Dictyota Dichotoma</i> .	3
Tableau (2) :	la composition chimique d' <i>Dictyota Dichotoma</i> de (Marfaing., 2004 ; MacArtain et al., 2007 ; Ignat, 2012 ;Rajapakse et Kim, 2011).	4
Tableau (3) :	Lesdomaines d'applications de la micro-encapsulation.	10
Tableau (4) :	Comparaison par paire de Tukey.	22
Tableau (5) :	Comparaison par paire de Tukey (1).	28
Tableau (6) :	Comparaison par paire de Tukey(2).	32
Tableau (7) :	Comparaison par paire de Tukey(3).	41
Tableau (8) :	Comparaison par paire de Tukey(4).	44
Tableau (9) :	Efficacité des bioproduits.	48

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Labo de recherche photo original 2019	12
Figure 2 :	Présentation des aspects de <i>Dictyota Dichotoma</i> .	13
Figure 3 :	Graine de blé enrobé.	16
Figure 4 :	L'évolution temporelle de taux de germination en fonction du jour	21
Figure 5 :	Effet des bioproduits sur le taux de germination	22
Figure 6 :	Evolution temporelle de vitesse de germination en fonction du jour	24
Figure 7 :	Effet des bioproduits sur la vitesse de germination	25
Figure 8 :	Evolution temporelle de l'index de germination en fonction du jour	27
Figure 9 :	Effet des bioproduits sur l'index de germination	28
Figure 10 :	Evolution temporelle de taux d'inhibition en fonction du jour	30
Figure 11 :	Effet des bioproduits sur le taux d'inhibition.	32
Figure 12 :	variation de poids frais des graines de blé en fonction du jour	34
Figure 13 :	Effet des bioproduits sur poids frais des graines de blé.	35
Figure 14 :	Variation de poids sèche des graines de blé en fonction du jour	37
Figure 15 :	L'effet des bioproduits sur poids sèche des graines de blé	38
Figure 16 :	Variation de la longueur de la partie racinaire en fonction du jour	40
Figure 17 :	Effet des bioproduits sur la longueur racinaire des graines de blé	41
Figure 18 :	La variation de la longueur de la partie tige de blé en fonction du jour	43
Figure 19 :	Effet des bioproduits sur la longueur tige des graines de blé	44
Figure 20 :	Evolution temporelle de la concentration de polyphénols en fonction du jour	46
Figure 21 :	Effet des bioproduits sur la concentration de polyphénols	47

LISTE DES ABREVIATIONS

F1:	La Formulation 1.
TF1 :	Témoign De La Formulation 1.
F2:	La Formulation 2.
TF2:	Témoign De La Formulation 2.
FM:	La Formulation Méthanolique.
TFM :	Témoign De La Formulation Méthanolique.
P:	Probabilité.
Ti	: Taux d'inhibition.
TG	: Taux de germination.
IG	: Index de germination.
CV	: Vitesse de germination.
PF	: poids frais.
PS	: poids sèche.
CNRDPA :	centre de recherche et de développement de la pêche et l'aquaculture.

Introduction

Introduction

Les blés sont les céréales les plus cultivées à l'échelle mondiale. Ils contribuent pour plus de 20 % de calories et de protéine dans l'alimentation humaine (Curtis *et al.*, 2002). Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) est la céréale le plus produit à travers le monde, alors que le blé dur (*Triticum durum* Desf.) occupe une place importante surtout dans les régions au climat de type méditerranéen (Moragues *et al.*, 2006 ; Schulthess *et al.*, 2013). En Algérie, le blé dur est une culture ancestrale dont le produit constitue la base de l'alimentation de la population sous diverses formes notamment semoule et pâtes (Hannachi, 2013). L'Algérie cherche à augmenter sa production et améliorer son rendement afin de parvenir à l'autosuffisance de blé par le biais de nouvelles techniques qui servent à développer des possibilités pour réduire le taux de xénobiotique sans affaiblir le rendement, dont la technique d'encapsulation fait l'objet de notre étude, qui a pour but la protection puis la libération contrôlée de principe actif, actuellement la tendance des peuples va vers une manière plus saine de vivre, qui implique une conscience croissante de consommateur à propos de la nature de l'alimentation ainsi que les ingrédients servant à maintenir une bonne santé (Poshadri et Aparna., 2010). Dans ce contexte, la microencapsulation est une technologie de pointe qui permet l'incorporation des ingrédients bioactifs comme les extraits d'algues dans les aliments sans réduire leurs biodisponibilités, ni leurs fonctionnalités, assurant ainsi une protection de ces composés sensibles de l'effet du milieu environnant (la matrice alimentaire) (Vandamme *et al.*, 2007). La microencapsulation offre de nouveaux défis aux progrès des produits alimentaires.

Notre étude vise à tester les potentialités des différents mélanges d'algues formulés et bruts et leurs libérations au sein de la graine par le biais d'encapsulation.

Chapitre 01

Bibliographie

1. Les algues

1.1. Définition des algues

Selon Komprobst 2005, les algues sont des thallophytes dont l'appareil végétatif relativement simple. Elles forment un groupe photosynthétique typiquement autotrophes (Cabioc'H, 1992). Elles sont des cryptogames (Moriss, 1974). Ces dernières sont abondantes dans les eaux de mers, les lacs, les mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on les trouve également sur les rochers humides et sur la terre (Babaousmail, 2014).

Dans la classification des algues en basant sur la couleur de thalle on distingue : les rhodophyta (algues rouges), chlorophyta (algues vertes) et les pheophyta (algues brunes) (Kalasariya et al., 2016). Dans notre travail on s'intéresse aux algues brunes notamment *Dictyota Dichotoma*.

Dictyota Dichotoma est présente en Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Indo-Pacifique, Atlantique Nord-Ouest, Atlantique Nord-Est de la Scandinavie à la Mauritanie, Atlantique Nord-Ouest, mer Noire, mer Rouge, océan Indien. *Dictyota Dichotoma* se trouve au fonds des rocheux et substrat des roches de la surface à 30 m de profondeur, exceptionnellement jusqu'à 80 mètres, fréquente sur rochers bien éclairés peu battus de l'étage infralittoral, Cette algue peut être épiphyte (fixée sur d'autres algues) (Buron et al., 2017).

Selon Raphael et Jadwiga (2011), le nom vernaculaire : algue fourchue, est une algue de port érigé, à ramifications dichotomiques, de couleur jaune à brunâtre.

Morphologie :

Thalle :

Aspect du thalle : Axes ramifiés dans un seul plan, Axes ramifiés de manière dichotome, Espèce droite, constitué de lames rubanées, Groupe de poils disperses à la surface du thalle.

Couleur du thalle : Brun à jaunâtre, Thalle à iridescente vert bleue.

Croissance du thalle : Apicale.

Fixation du thalle : Fixé par rhizoïdes.

Structure du thalle : Structure parenchymateuse.

Taille du thalle : Thalle jusqu'à 15 cm.

2.2. Position systématique

Tableau 1 : classification d'algue brun *Dictyota Dichotoma*

	TERMES SCIENTIFIQUES	TERMES EN FRANÇAIS	DESRIPTIF
Embranchement	Ochrophyta	Ochrophytes	ou Hétérokontes, ou Straménopiles: présence d'un stade unicellulaire à 2 flagelles, un lisse et un à poils tubulaires.
Classe	Phaeophyceae	Phéophycées	Algues brunes.
Ordre	Dictyotales	Dictyotales	Ramification dichotome* (division en deux de façon régulière).
Famille	Dictyotaceae	Dictyotacées	
Genre	Dictyota		
Espèce	dichotoma		

Tableau 2 : la composition chimique d'*Dictyota Dichotoma*

Les éléments minéraux	Na,Ca,Mg,K ,Fe,Cu,Zn ,Br ,Co,S, P,	(Marfaing, 2004 ; MacArtain et al., 2007)
Les polysaccharides	La laminarine (polymère du 1,3-β-glucopyranose)	(Ignat, 2012)
Les vitamines	E, B12	(Rajapakse et Kim, 2011)

2. Notions générales sur les biostimulants en agronomie

2.1. Définition

Dans la littérature scientifique, le mot biostimulant a été utilisé pour la première fois par Kauffman et al., 2007. Selon EBIC (2014) : « Les biostimulants contiennent des substances ou des microorganismes qui ont pour fonction de stimuler les processus naturels pour accroître l'absorption et l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des récoltes lorsqu'ils sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère (racines), indépendamment du contenu en nutriments du biostimulant ». Une nouvelle définition a été proposée par Yakhin et al., (2017) : « Un Biostimulant est un produit d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes, cette propriété de Biostimulant est provoquée par l'ensemble des différents

constituants de Biostimulant ; comme effet majeur de ce dernier est un régulateur de croissance des plantes et de composés protecteurs des plantes et aussi les biostimulants agissent à des doses très faibles par hectare. ».

2.2. Modes et mécanismes d'actions des biostimulants :

Les différents composants de biostimulant sont des composés actifs ; Cependant, les connaissances sur les modes et le mécanisme d'action évoluent rapidement en raison de l'augmentation des travaux scientifiques dans ce domaine au cours de ces dernières années, d'après les études bibliographiques recensées par Yakhin et al., (2017) et Faessel et al., (2014), deux principaux modes d'actions des biostimulants se déclinent de la manière suivante :

- . La stimulation de la germination, de la croissance racinaire, de la mise en place et de la croissance des plantes, de l'absorption des nutriments du sol et la résistance au stress.
- . La réduction ou l'amélioration des effets négatifs des facteurs de stress abiotiques (sécheresse, chaleur, froid, salinité).

Au cours des dernières années, l'utilisation de produits à base d'algues naturelles en remplacement du produit de synthèse classique (Eman et al., 2008 ; Erulan et al., 2009 ; Sangeetha et The vanathan, 2010).

2.3. Effet de biostimulant à base d'extrait d'algue

A-Effet sur la nutrition et le système racinaire

- Les extraits d'algues permettent d'améliorer l'assimilation des éléments nutritifs. En particulier, ils permettent à la plante de mieux tolérer des carences nutritives (Klarzynskiet al., 2006)

- Certains composés présents dans les extraits d'algues (polysaccharides ; colloïdes ; acides aminés ; mannitol) peuvent aussi agir comme chélatants des nutriments minéraux présents dans les sols (Khan et al., 2009 ; Calvo et al., 2014).

- Les extraits d'algues agissent sur les caractéristiques physiques et biologiques des sols grâce à leur richesse en polyuronides, tels que les alginates et les fucoïdanes, qui maintiennent dans les sols une humidité et une aération nécessaires à la mise en place du système racinaire et favorisant la croissance de bactéries bénéfiques à la croissance des plantes (Khan et al., 2009)

B-Effet sur la stimulation de la croissance et de la photosynthèse

- Les extraits bruts d'algues ont un effet positif direct sur la croissance et le développement des plantes (racines, tiges, feuilles et/ou fleurs). Cet effet est principalement dû aux hormones exogènes (cytokinines, auxines, gibbérellines) présentes dans les extraits (Faessel et Morot-Gaudry, 2009 ; Khan et al., 2009).

- Certains composés présents dans les extraits d'algues (polysaccharides, polyamines) agissent sur la synthèse et l'activité des hormones endogènes (Faessel et Morot-Gaudry, 2009).

- La dégradation des chlorophylles est inhibée par certains composés, comme la glycine bêtaïne, pour favoriser une meilleure photosynthèse (Khan et al., 2009).

3. Formulation

3.1. Définition formulation

La formulation appuie sur la connaissance des propriétés des matières premières utilisées et la maîtrise des opérations technologiques, la formulation révèle un savoir-faire qui emprunte à la science des associations. Un produit formulé est obtenu par association et le mélange de diverses matières premières, avec les auxiliaires, ce produit destiné à remplir une fonction principale, appelée fonction d'usage (Hargreaves T., 2003) la

combinaison de dérivée composé visant à rendre le produit utilisable efficacement pour le but de recherché (anonyme,2003)Selon Aubry et Schorsh , (1999),Ensemble des opérations mises en œuvre lors du mélange ou de la mise en forme d'ingrédients (d'origine synthétique ou naturelle) souvent incompatibles entre eux, de façon à obtenir un produit caractérisé par sa fonction d'usage.

3.2. Composition d'un produit formulé :

- Par définition la matière active permettant de remplir la fonction d'usage
- Les auxiliaires de formulation : permettant de rendre les matières actives compatibles entre elles et d'améliorer les performances et augmenté l'efficacité et la sécurité de produit

L'une des règles d'or d'un bon mélange d'une formulation est la synergie entre les matières premières. Il peut parfois résulter des effets surprenants du mélange (Schorsh., 2000).

3.3. Les domaines de l'utilisation de formulation

- Cosmétiques.
- Filmogènes : peintures, vernis, encres et adhésifs.
- Détergents.
- Produits pharmaceutiques.
- Produits agroalimentaires.
- Matériaux.
- Agroalimentaire.

3.4. Importance de la formulation

La formulation permet l'obtention d'un produit qui aura des propriétés fonctionnelles précises(Antzoulatos et Brénon , 2018) , son rôle principal est basé sur l'utilisation des faibles doses permettant la protection de la faune et

la flore (Holloway, 1993) qui permet la stabilité de mélange (Antzoulatos et Brénon, 2018). Contrairement à la synthèse chimique, on évite en formulation que les produits réagissent entre eux lors de mélange, puis lors de stockage et de la préparation (Hargreaves, 2003). Sa assure la pérennité de produit, c'est-à-dire que les ingrédients ne se séparent pas et reste homogènes (Schorsch, 1999), et permet également d'assurer une rétention plus élevée de la bouillie du produit, d'où le nom d'effet mouillante, qui permet d'améliorer la sécurité et la commodité d'emploi de ces produits, leur stabilité et éventuellement leur capacité à pénétrer dans le végétal (Vernner et Bauer, 2007). Ce qui peut créer un produit efficace (Aubrey et Schorsch, 1999).

4. Micro-encapsulation

Au cours des dernières années, la micro-encapsulation s'est considérablement développée à l'échelle industrielle. Les microparticules ont des applications très variées, elles sont utilisées pour la production de textiles parfumés (Rodrigues et al., 2008) et de produits cosmétiques (ElZawahry et al., 2007 ; Ge et al., 2009), pour la protection des récoltes agricoles (Bingham et al., 2007 ; Stelinski et al., 2007), dans l'agroalimentaire pour donner de nouvelles propriétés aux aliments (encapsulation d'arômes, colorants, épices) (Augustin et al., 2009), mais aussi dans les produits phytosanitaires (Nordstierna et al., 2010 ; Scher et al., 1998) et dans le domaine de la médecine et de la pharmacie (Benita et al., 1985 ; Sugamori et Sefton., 1989).

4.1. Définition

La micro-encapsulation est une technique qui consiste à protéger la matière sensibles (à l'état solide, liquide ou gazeux) appelées aussi matières actives à l'aide d'une matière enrobant par formation de particules de taille micrométrique (Augustin et al., 2009) Ce procédé permet de créer une barrière de protection pour les molécules encapsulées et de contrôler leur relargage dans un milieu donné. Le contenu d'une capsule individualisée est protégé de l'environnement par la matière enrobant et peut être libéré sous l'action de la température, d'enzymes, du changement de pH du milieu, de l'action mécanique ou simplement par la diffusion à travers la matière

enrobant poreuse(Lazko et al., 2004).Les microparticules obtenues par cette technique peuvent se présenter sous des microsphères qui sont des particules constituées d'un réseau macromoléculaire ou lipidique continu formant une matrice dans laquelle se trouve finement dispersée la matière active. Cette dernière peut se présenter sous forme de fines particules solides ou encore de gouttelettes de solutions.

Les techniques basées sur la formation de gouttelettes ou sur la polymérisation en milieu dispersé permettent l'obtention de microparticules proches de la monodispersité. Comme la taille moyenne et la distribution granulométrique sont en relation directe avec la surface spécifique des microparticules, ces paramètres vont influencer certaines propriétés comme la libération de la matière active dans le milieu environnant. (Dubey et al., 2009). La teneur en matière active (taux d'encapsulation) peut être très élevée dans les microcapsules, de l'ordre de 85 % à 90 %. Au contraire, les teneurs habituellement rencontrées dans les microsphères sont plus faibles, de l'ordre de 20 % à 50 %. Par contre les propriétés de relargage de matière active sont souvent plus avantageuses dans le cas des microsphères. La diffusion progressive du principe actif du fait de sa dispersion dans la matrice est particulièrement adaptée à certaines applications, notamment dans les domaines agroalimentaire et pharmaceutique. (Richard et Benoit, 2000).

Parmi tous les matériaux, les plus largement utilisés en micro encapsulation dans le domaine agro-alimentaire sont :

- Les polysaccharides, l'amidon et ses dérivés-amylase, amylopectine, dextrine, maltodextrines, polydextrose, la cellulose et ses dérivés sont communément utilisés. L'enrobage des ingrédients alimentaires hydrosolubles dans les aliments acides.
- Les extraits de plantes-gomme arabic, gumkaraya, galactomananes et pectines sont également utilisés occasionnellement, les extraits marins comme la carraghénaneet l'alginate sont aussi utilisés dans les aliments.
- Les protéines sont appropriées pour l'encapsulation, tel que la caséine et les protéines de lactosérum, la gélatine et le gluten.

- Les lipides sont convenables aux applications alimentaires, il y a les acides gras, les cires (cire d'abeilles), les glycérides et les phospholipides

4.2. Les Applications De La Micro-encapsulation

On trouve désormais des applications de la micro-encapsulation dans de nombreux domaines industriels, listés dans le Tableau 3, dans lequel sont également précisés des exemples de composés encapsulés.

Tableau 3 : Les domaines applications de la micro-encapsulation.

Domaine industriel	Exemples de composés encapsulés
Pharmacie et médical	Antibiotiques, contraceptifs, enzymes, vaccins, bactéries, vitamines, minéraux, antigènes, anticorps...
Cosmétique	Parfums, huiles essentielles, anti transpirants, agents bronzants, crèmes solaires, colorants capillaires, baumes démêlants, mousses à raser...
Alimentaire	Huiles essentielles, graisses, épices, arômes, vitamines, minéraux, colorants, enzymes, levures, micro organismes...
Agriculture	Herbicides, insecticides, engrais, répulsifs, hormones végétales...
Biotechnologie	Enzymes immobilisées, microorganismes, cellules vivantes, cellules artificielles, cultures tissulaires, composés nutritionnels...
Chimie	Catalyseurs, enzymes, additifs pour plastiques, eau (plâtre et béton), inhibiteurs de corrosion, retardateurs d'incendie, colorants et pigments, agents UV protecteurs, parfums, huiles essentielles, agents lubrifiants...
Détergents	Adoucissants, antistatiques, agents décolorants, agents moussants, silicones, cires, détachants...
Textile	Colorants, parfums, pigments, bactéricides, fongicides, répulsifs d'insectes, agents antistatiques, retardateurs d'incendie, agents imperméabilisants, adhésifs, composés bioactifs médicaux, composés bioactifs cosmétiques
Graphismes et Impression	Colorants, pigments, parfums, révélateurs, cristaux liquides, toners, composés photosensibles...
Photographie	Halogénures d'argent, pigments, colorants, composés photopolymérisables, révélateurs pour photographies couleurs, plastifiants...
Electronique	Cristaux liquides, matériaux semi-conducteurs, adhésifs, agents de séchage, retardateurs de flammes, antistatiques...
Traitement des déchets	Microorganismes, substrats, détoxifiants, déchets liquides (solidification), déchets industriels à risques, déchets radioactifs

4.3. Intérêts de la micro-encapsulation

4.3.1. Protéger la substance encapsulée

La micro-encapsulation est un procédé de fabrication de particules fermées dans lesquelles le contenu a été enveloppé à l'intérieur d'un film.

L'encapsulation permet non seulement d'éviter la pollution secondaire du contenu encapsulé, mais permet aussi une fonction d'isolation de matériaux fonctionnels sensibles à la lumière ou à l'oxygène d'un environnement extérieur, ce qui maintient le contenu encapsulé stable sur une durée plus longue (Barthès-biesel et al., 2009).

4.3.2. Contrôler la libération de la substance encapsulée

La micro-encapsulation permet le transfert de masse entre l'intérieur et l'extérieur d'une capsule via le contrôle des propriétés physiques et chimiques de la membrane. Normalement, il y a deux types de processus pour atteindre ce but : soit la diffusion à travers la membrane, soit l'éclatement de la membrane. Au niveau de la diffusion, le contrôle de la taille des pores de la membrane, l'épaisseur de la membrane, et le gradient de concentration des molécules spécifiques, permettent de contrôler la délivrance continue des principes encapsulés (Barthès-biesel et al., 2009).

4.3.3. Faciliter l'utilisation des produits de nature liquide

La technique permet de conditionner des produits liquides sous une forme solide. Ce processus facilite le transport des produits liquides, qui peuvent fuir ou s'évaporer du récipient. Pour chaque capsule, le dosage est contrôlé par le volume de la capsule. Les capsules pourront donc être apportées séparément selon le dosage dont on a besoin. (Barthès-biesel et al. 2009).

Chapitre 02

Matériel et méthode

Objectif

Ce travail a pour but de tester la micro-encapsulation des extraits d'algues *Dictyota Dichotoma* qui consiste à enrober les graines de blé (*Triticum turgidum L.*), en vue de promouvoir une germination vigoureuse on leurs assurant une alimentation par libération des principes naturelle.

Présentation du site d'étude et conditions expérimentales

Laboratoire de recherche de Biotechnologie des Productions végétales (Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université de Blida 1).



Figure 01 : Labo de recherche photo (Google earth 2019)

1. Matériel d'étude

1.1. Matériel végétal

1.1.1. Le blé

Notre travail s'est porté sur les semences de blé dur (*Triticum turgidum L.*) (vitrom G4), (200 graines) vu qu'il est un élément essentiel dans la structure

de la consommation des céréales il contribue énormément aux apports caloriques et protéiques de la population (Boujnah *et al.* 2004).

1.1.2. L'algue brune

L'identification a été réalisée au centre de recherche et de développement de la pêche et l'aquaculture CNRDPA

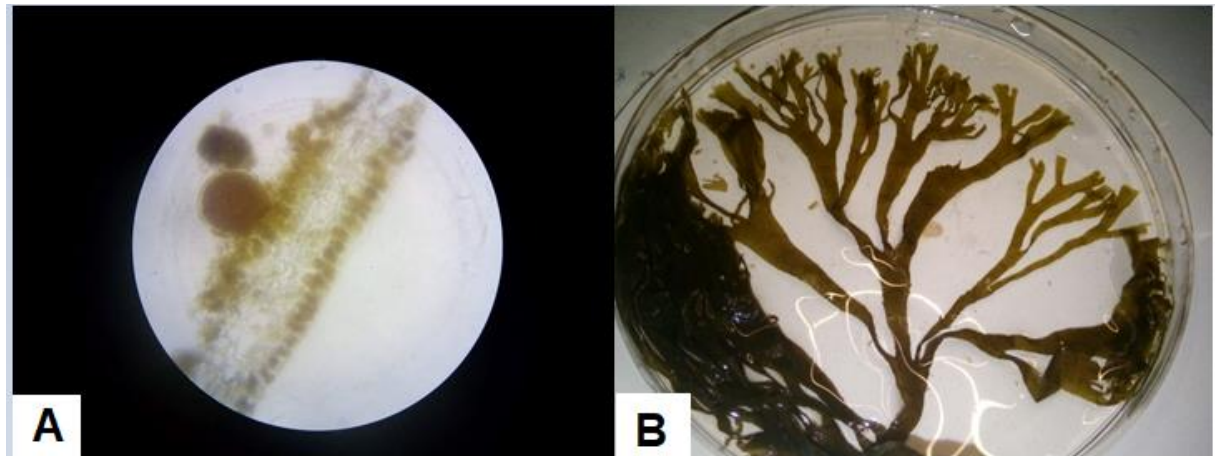


Figure 02 : Présentation des aspects de *Dictyota Dichotoma*

- a: Vue macroscopique aspect général d'algue brune *Dictyota Dichotoma*.
- b. Coupe transversale montrant une lame constituée de deux couches de cellules superposées.

Dictyota Dichotoma présente un thalle aplati en lanières avec une ramification dichotome et des rameaux de même longueur à l'extrémité arrondie qui mesurent entre 5 et 10 mm de large, elle se fixe au substrat par des rhizoïdes qui se terminent par des disques adhésifs. Elle mesure généralement entre 10 et 25 cm de long, mais elle peut parfois atteindre 50 cm en été. (Cabioc'h *et al.* 2006). (Fig. 02).

2. Méthodes d'étude

2.1. Récolte et séchage de l'algue marine *Dictyota Dichotoma*

Dictyota Dichotoma aussi fait l'objet de cette étude les plus répandues sur les côtes algérienne notre recherche a été basée sur la région de Bou Ismail

Tipaza situer au nord de L'Algérie, la température de l'eau de mer varie entre 14 et 16°C.

La récolte a été effectuée printemps (Mars, 2018-2019) ; D'après (EL Hassouni et *al.*, 2013) les algues sont prélevées à la main puisqu'elle se détache facilement. Ces derniers ont été transportés dans des glacières au laboratoire ; un tri est nécessaire pour éliminer les débris, les petits coquillages. Les échantillons sont par la suite rincés à l'eau du robinet puis à l'eau distillée pour éliminer le sable et l'excès de sel, séchés dans une étuve ventilée réglée à 45C° pendant 24h, après sont broyés et conservés à l'abri de l'humidité jusqu'à utilisation.

2.2. Préparation des bioproduits

- Préparation d'extrait aqueux

Selon la méthode d'écrite par ROY *et al.*, (2011), dans une fiole, 60g de poudre sont homogénéisées dans 400ml d'eau distillée. Le macérât est centrifugé à 4000tr/min pendant 15 minutes. Le surnageant est récupéré puis conservé à l'obscurité et à basse température dans des flacons de couleur sombre.

- Préparation de l'extrait méthanolique de L'algue brune

30 g de poudre d'algue *Dictyota Dichotoma* est homogénéisée dans 300 ml de méthanol. Le mélange est réduit à sec dans un rota-vapeur. Le résidu sec est récupéré dans 100ml d'eau distillée.

- Préparation des formulations

Les formulations sont préparées dans le but de sécuriser le patrimoine algal.

- Formulation 1, (F1) a été préparée selon la méthode décrite par Lesueur, (2006). Elle est préparée par un mélange contenant 70% d'extrait aqueux d'algue et de 30% de solvant et d'émulsifiant.

- Formulation 2, (F2) a été préparée selon la méthode décrite par Chaichi et Djazouli, (2017). Elle est obtenue par l'utilisation d'extrait aqueux brut (60%) comme matière active à laquelle un mélange de mouillant, de

pénétrant et de tension actif sont ajoutés, après une agitation active à l'UltraTurrax IKA.

- Formulation méthanolique, (FM) a été préparée selon la méthode décrite par Lesueur (2006) avec une modification. Elle consiste à mélanger 70% d'extrait aqueux méthanolique de *Dictyota Dichotoma* et de 30% de solvant et d'émulsifiant.

2.3. Préparation des dilutions et application des bioproduits

Les formulations préparées à base d'extrait aqueux *Dictyota Dichotoma* ont été diluées selon deux doses 1ml, 0,5ml dans 250 ml d'eau à usage normal, alors que l'extrait aqueux brut de *Dictyota Dichotoma* a été dilués selon quatre doses afin de sélectionner la dose la plus affinée pour le test de germination 1ml, 0,5ml, 0,3ml, 0,2ml dans le même volume d'eau des différentes formulations.

2.4. Conduite de l'essai

La technique de micro-encapsulation a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche de Biotechnologie des Productions végétales (Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université de Blida 1).

La stérilisation des graines de blé dur avec l'eau javel à 2% pendant 20 minutes c'était la 1^{ère} étape suivie par un rinçage avec l'eau distillée, les graines sont séchées à l'étuve.

La stérilisation des graines de blé dur était nécessaire avec 2% l'eau javel suivie par un rinçage avec l'eau distillée, les graines sont mises dans l'étuve ventilée réglée à 70°C pour assurer un séchage rapide, la micro-encapsulation de ces graines ont été faite selon la méthode décrite par (Jean-Marc HardyM, 2013).

Les graines sont séchées par un papier absorbant avant de les mettre dans une étuve ventilée réglée à 14 C° pendant 2 jours.

9 rangées de boîte de pétri sont recommandées pour l'installation de l'expérience dont le nombre de répétitions est 5, chaque une est imbibée par un bioproduit.

Un suivi de culture est préconisée pendant 10 jours, l'imbibition des graines était faite selon les dilutions citées et selon la dessiccation de l'unité expérimentale.



Figure03 : graines de blé enrobé.(photo originale)

2.5. Dosage des phénols totaux

0,5-1g d'échantillon a été extrait avec 10ml d'Ethanol 80% est centrifugé a 10,000rpm pendant 20min le surnageant est récupérer, laisser évaporé pendant 20min à une température ambiante, les résidus sont récupérés par l'eau distillé 2,5ml de folin Ci-ocalteau dilué 10fois est agité avec 0.5ml de l'échantillon plus 2ml de 7,5% Na₂Co₃ la mixture est gardé à une température ambiante pendant 30min à l'ombre l'absorbance est 760nm. (Mohammadi et *al.*, 2016).

L'acide gallique a été utilisé comme standard pour la courbe d'étalonnage .la teneur en composés phénolique a été exprimée en équivalents d'acide gallique en utilisant l'équation linéaire suivante basée sur la courbe d'étalonnage :

$$Y=0.0019X+0.0306, R^2=0.9986$$

Ou Y est l'absorbance et X est la concentration en acide gallique équivalents (g/ml).

3. La germination des graines

3.1- Evaluation de la germination des graines

3.1.1- Taux de germination

Selon Côme (1970), le taux de germination correspond au pourcentage des graines germées par rapport au total des graines semées.

Il est estimé par la formule suivante :

$$T_g = \frac{N_g}{N_s} \cdot 100$$

Ng: Nombre de graines germées.

Ns: Nombre de graines semées.

3.1.2- Taux d'inhibition

La capacité d'une substance ou préparation à inhiber la germination des graines est exprimée par la relation suivante (Ben Khettou, 2010) .

$$T_i = \frac{(N_s - N_g)}{N_s} \cdot 100$$

Ns: Nombre de graines semées.

Ng: Nombre de graines germées.

3.1.3- Vitesse de germination

D'après Côme (1970), la vitesse de germination peut être exprimée de plusieurs façons :

$$C_v = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n)} \cdot 100$$

3.1.4- Index de germination

Pourcentage de semences germées ou taux de germination au bout d'un certain temps après l'ensemencement ; -Le temps moyen nécessaire à la germination représente l'inverse du

« Coefficient de vélocité » (Kotowisk, 1926 ; Ben Khattou, 2010).

$$I_g = N_1 + \frac{(N_2 - N_1)}{2} + \frac{(N_3 - N_2)}{3} + \dots + \frac{(N_n - N_{n-1})}{n}$$

N1 : nombre de graines germées au temps T1.

N2 : nombre de graines germées au temps T2.

Nn : nombre de graines germées au temps Tn.

3.2- Evaluation de la vigueur et de l'expression végétative

3.2.1- Estimation du poids frais des graines

La biomasse fraîche des graines a été effectuée par pesée avec une balance de précision (exprimées en gramme).

3.2.2- Estimation du poids sèche des graines

La biomasse sèche a été effectuée par pesée de la matière sèche après étuvage à 80 °C de la matière fraîche pendant 2h. (Exprimées en gramme).

3.2.3- Estimation de la longueur racinaire et de parti aérienne

Le principe consiste à étalées les racines et les tiges des graines sur un papier millimétré en faisant apparaître clairement ces organes qui sont prises en photos par un appareil photos numérique en gardant le même taux de pixel. Les photos numérisées sont traitées par le logiciel ImageTool ver. 3.0.

3.3- Analyses statistique des données

L'analyse statistique a concerné l'impact des différentes préparations algales sur la croissance, l'expression végétative et l'activité physiologie. Les analyses de la variance sont faites sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (C.V.<15%). La signification des comparaisons des moyennes a été confirmée par un test de comparaison par paire (Test Tukey). Les contributions significatives retenues sont au seuil d'une probabilité de 5%, les calculs ont été déroulés par le logiciel Past vers.

Chapitre 03

Résultats

Résultat

1. Les paramètres de germination

Le présent travail se porte sur l'évaluations de différents bioproduits sur la germination par micro encapsulation des graines de blé , l'application de ces derniers s'est basé sur plusieurs dilutions (1 ml 0.5 ml 0.3ml 0.2 ml) pour chaque formulation et de même pour l'extrait brut d'extrait d'algue *Dictyota Dichotoma* , testé sur les paramètre de germination , l'expression végétative et également l'activité physiologique ce qui permet de mettre en valeur la technique de micro encapsulation et les bioproduits pour assurer une bonne stimulation des graines.

Nous proposons d'étudier la variation temporelle de germination de blé qu'a été étudiée sous l'effet des différentes doses des traitements biologiques.

Comme paramètre ayant la capacité de démontrer l'aptitude à la germination de blé et la promotion de ces derniers nous avons considéré le taux de germination, la vitesse de germination, le taux d'inhibition et l'index de germination.

1.1. Effet sur le taux de germination

La figure (4) présente le taux de germination des graines de blé, en fonction du jour.

Dans la figure (1a) le bioproduit F1 marque le taux le plus élevé de germination que le TF1 au 10^{ème} jour.

Figure (4b) on remarque que le brute à 0.2 ml est plus efficace sur le taux de germination que l'eau.

Figure (4c) on enregistre aucun taux de germination jusqu'à le 6^{ème} jour, le TF2 marque une importance remarquable jusqu'à le 10^{ème} jour.

Figure (4d) le brute à 0.3ml est le plus efficace pendant les 10 jours.

Figure (4e) le taux de germination de F1 augment en fonction du temps dont il est plus efficace que son témoin TF1.

Figure (4f) le taux de germination de H2O est élevé par rapport au brute 0.5ml pendant les 10 jours.

Figure (4g) montre que le bioproduit F2 marque le taux de germination le plus élevé que le TF2.

Figure (4h) l'augmentation de taux de germination de H2O présente une efficacité dès le 5^{ème} jour par rapport le brute 1ml.

Figure (4i) le bioproduit Fm marque le taux de germination le plus élevé par rapport à son témoin.

La figure (5) présente les histogrammes qui affiche les résultats d'analyse de la variance confirmée par le test de ONE-Way ANOVA. La lecture des probabilités associées signale l'absence d'un résultat significative sur le taux de germination des formulés F1/F2 et leurs témoins TF1/TF2 (fig.5a), les formulés F1/F2/FM et leurs témoins TF1/TF2/TFM (fig.5c), et encore le brut a son 2 dose 0.5ml/1ml par rapport l'eau (fig.5d) ; ($P > 5\%$)

Par rapport ces derniers l'histogramme la (fig.5b) affichent la présence d'un résultat significative sur le brut et ses 2 doses 0.2ml/0.3ml par rapport l'eau ; ($P < 5\%$).

La comparaison par paire affiche que malgré le brut a dose de 0.3ml présente une différence significative par rapport à l'H2O ;Tableau (4).

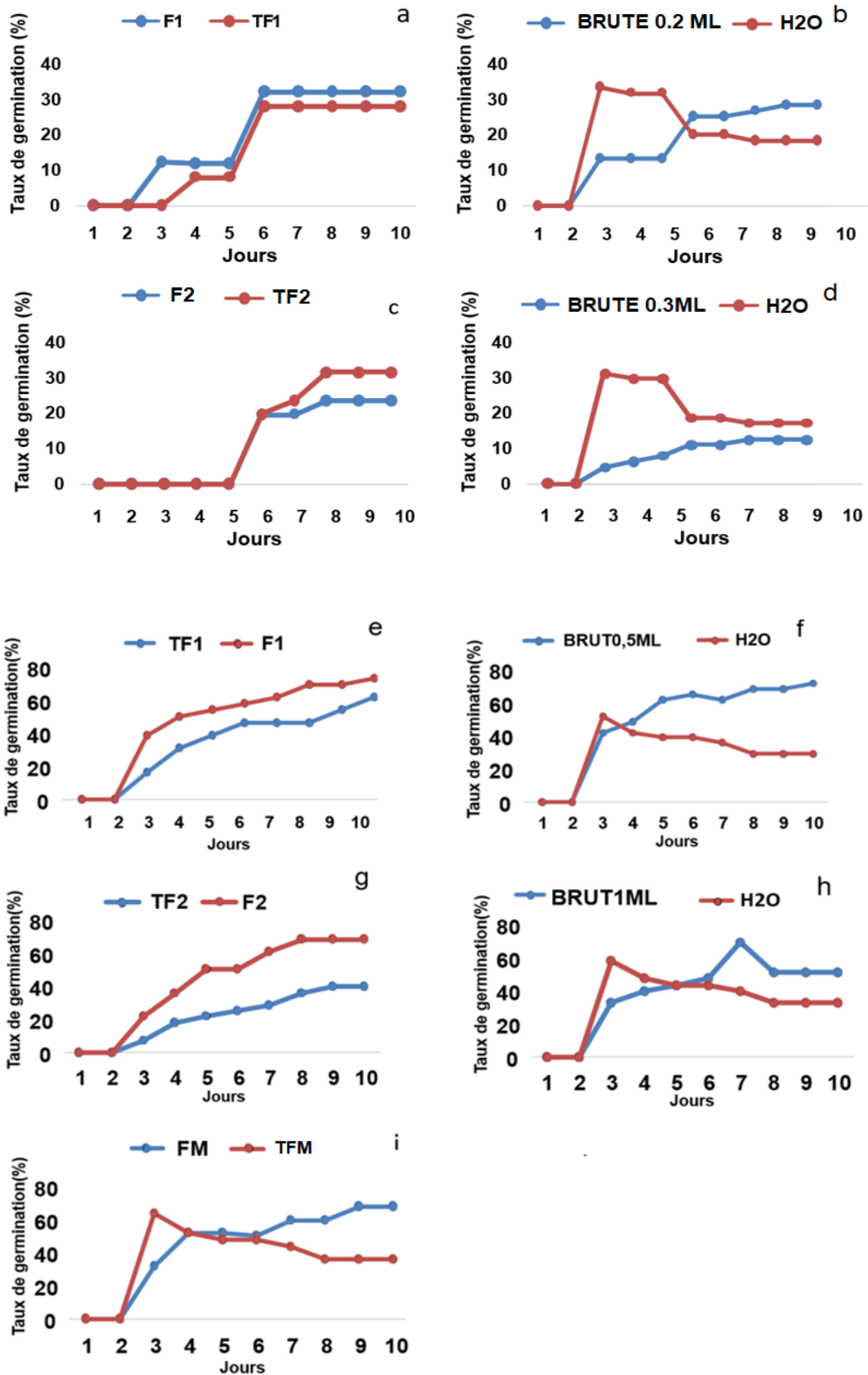


Figure 4 : Evolution temporelle de taux de germination en fonction du jour

a:(F1=formulé dose 0.5ml /TF1=témoins dose 0.5ml),b:(BRUTE dose 0.2 ml/H2O=témoins),c:(F2=formulé dose 0.5ml/TF2=témoins dose 0.5ml),d:(BRUTE=dose 0.3ml/H2O=témoins),e:(F1=formulé dose 1ml/TF1=témoins dose 1ml),f:(BRUTE=dose 0.5ML/H2O=témoins),g : (F2=formulé dose 1ml/TF2=témoins dose 1ml) ;h:(BRUT=dose 1ml/H2O=témoins) ,i : (FM=formulé dose 1ml/TFM=témoins dose 1ml)

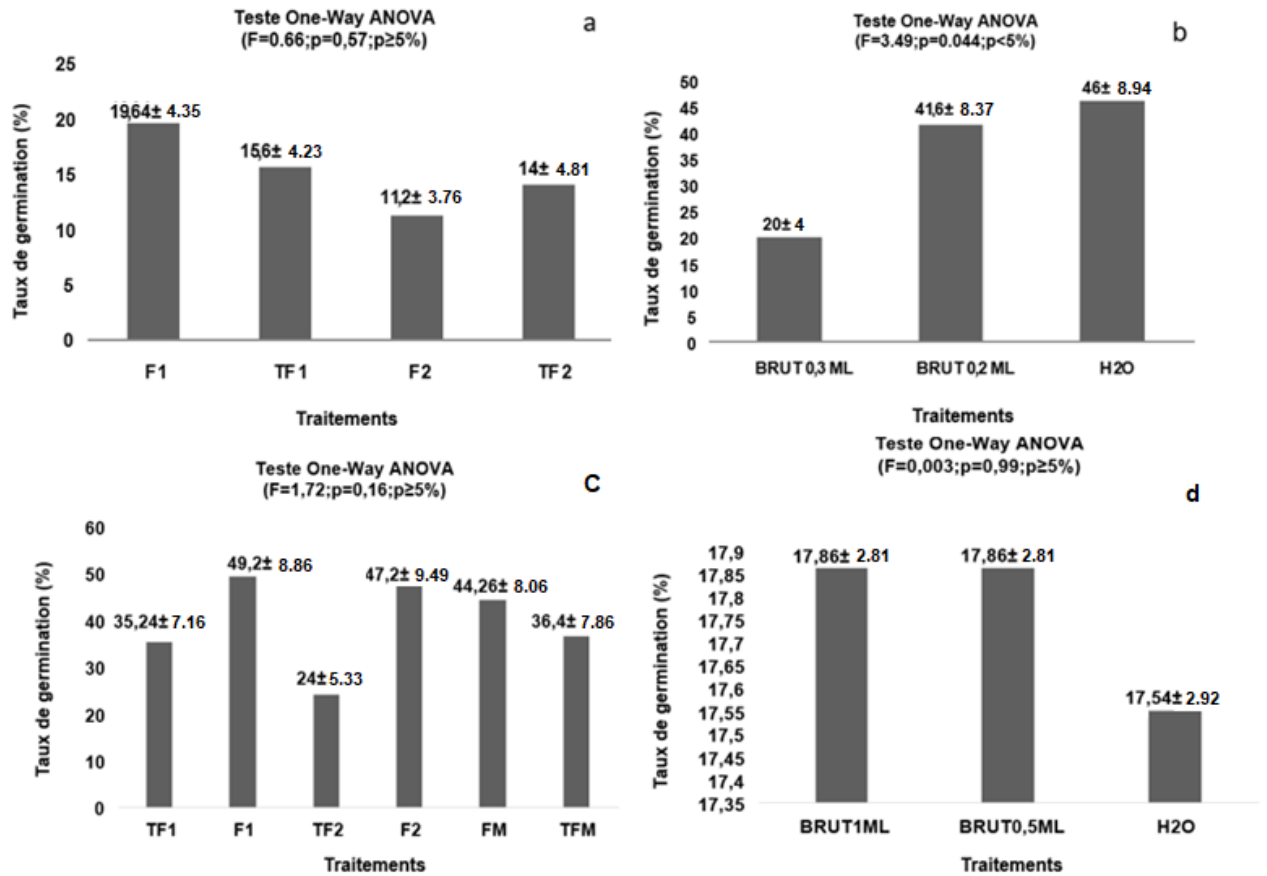


Figure 5 : Effet des bioproduits sur le taux de germination

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)
 b :(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ; c :(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose 1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml, /FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ; d
 :(BRUTE dose 0.5ML,BRUTE dose 1ml).

Tableau 4 : Comparaison par paire de Tukey

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)			
	BRUT0,3ML	BRUT0,2ML	H2O
BRUT0,3ML	0	0,1193	0,05112
BRUT0,2ML	2,902	0	0,9086
H2O	3,493	0,5911	0

1.2. Effet de vitesse de germination

Figure (6) présente l'évolution de vitesse de germination des graines de blé, en fonction du jour.

En remarque dans tous les graphes une diminution en fonction de temps pour tous le traitement (brute et formulé).

Figure (6a) la vitesse de germination diminuée à partir de 3^{ème} jour pour la F1 suivie par TF1 pour que se termine au même niveau le 10^{ème} jour.

Figure (6b) les deux produits (brute 0.2ml et H2O) possèdent la même vitesse de germination.

Figure6 (c, d, e, f, g, h, i) : Toutes les courbes marque une vitesse de germination similaire pour les bioproducts et leurs témoins.

Les histogrammes de la figure 7 montre que les traitements aux bio fertilisants n'enregistrent aucun effet significatif sur la vitesse de germination de germination de blé ($p>5\%$).

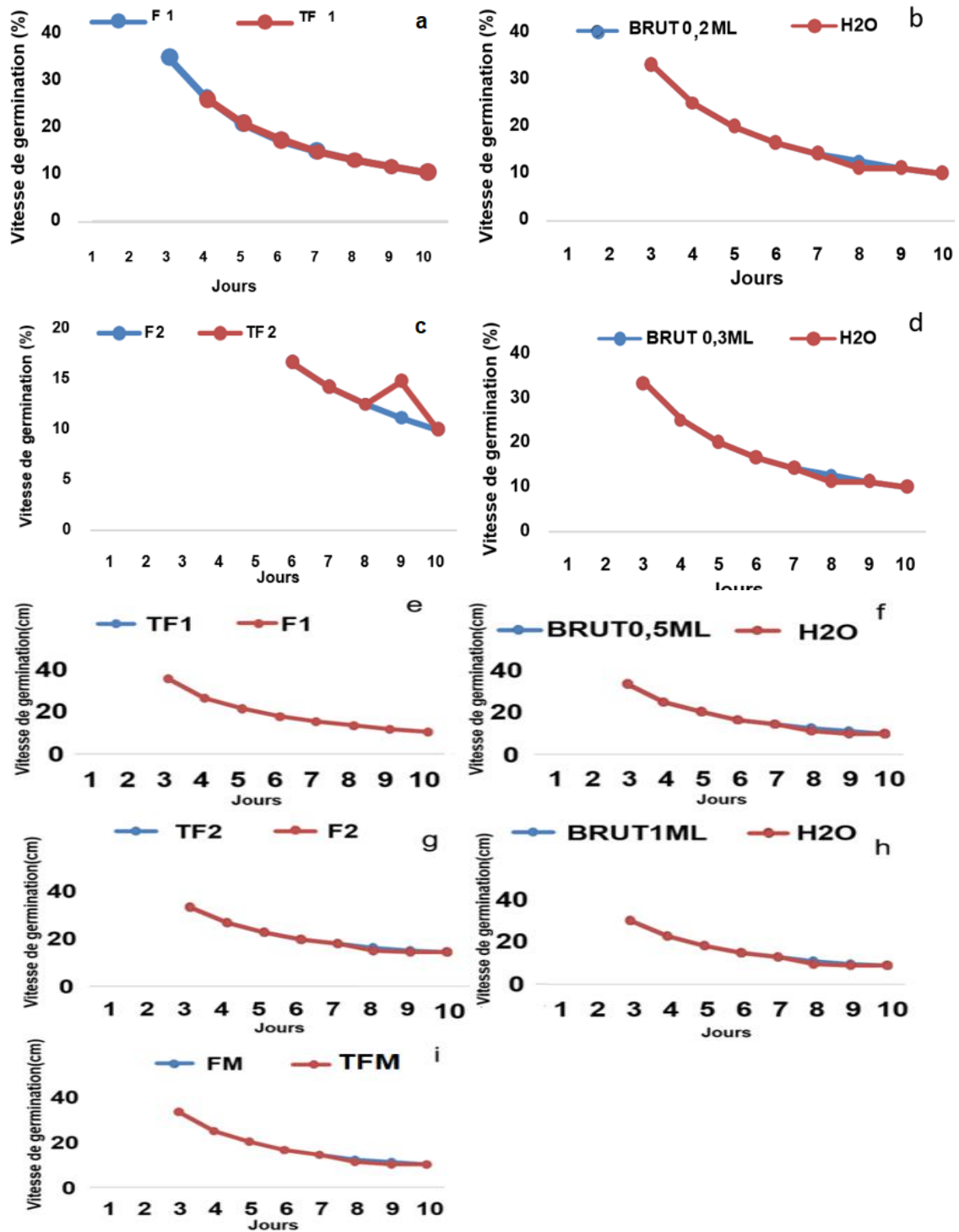


Figure 6 : Evolution temporelle de vitesse de germination en fonction du jour
a:(F1=formulé dose 0.5ml /TF1=témoins dose 0.5ml),b:(BRUTE dose 0.2 ml/H2O=témoins),
c:(F2=formulé dose 0.5ml/TF2=témoins dose 0.5ml),d:(BRUTE=dose 0.3ml/H2O=témoins),
e:(F1=formulé dose 1ml/TF1=témoins dose 1ml),f:(BRUTE=dose 0.5ML/H2O=témoins)
,g:(F2=formulé dose 1ml/TF2=témoins dose 1ml) ;h:(BRUT=dose 1ml/H2O=témoins) ,
i:(FM=formulé dose 1ml/TFM=témoins dose 1ml)

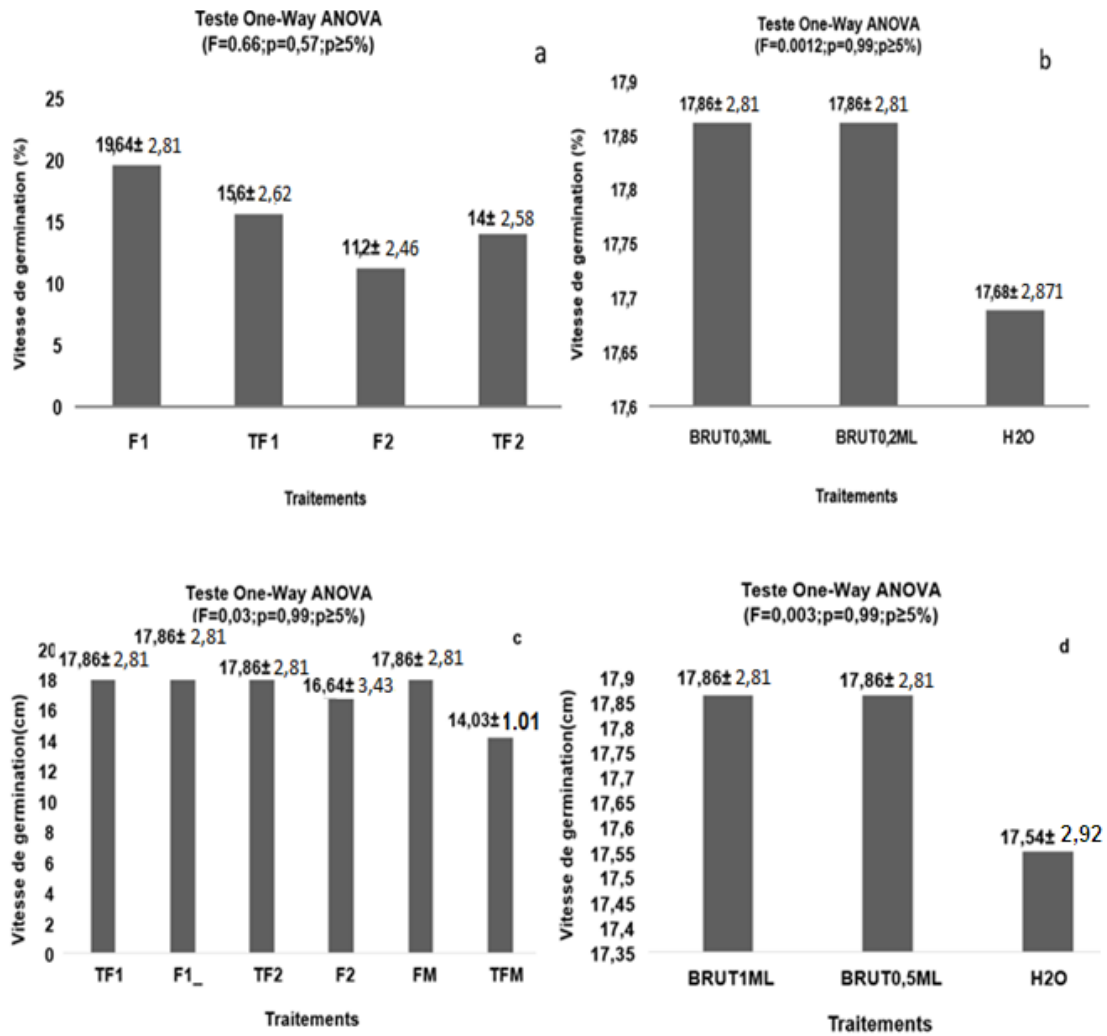


Figure 7 : Effet des bioproduits sur la vitesse de germination

a: (F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml
 TF2=témoins dose 0.5ml) ;b:(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml)
 ; c :(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose 1ml/F2=formulé dose 1ml
 , TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml)
 d :(BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

1.3. Effet de l'index de germination

La Figure (8), traitant de l'évolution temporelle de l'index de germination chez les gaines de blés sous l'effet de différentes doses des traitements biologiques.

Figure 8(a) l'index de germination le plus élevé est marqué par le témoin.

Figure 8(b) brute 0.2ml mentionne l'index le plus élevé vis-à-vis avec H₂O.

Figure 8(c) le témoin TF2 marque l'index de germination le plus élevé.

Figure 8(d) le brute à 0.3ml mentionne une diminution de l'index de germination par rapport à H₂O.

Figure 8(e) l'index de germination de F1 est faible comparé au TF1.

Figure 8(f) le brut marque l'index le plus élevé par rapport à son témoin H₂O.

Figure 8(g) F2 montre l'index le plus élevé que le TF.

Figure 8(h) H₂O a une graduation plus apportant que le brute 1ml.

Figure 8(i) l'index de germination de TFM est légèrement élevé que le FM pendant les dix jours de l'expérience.

Les histogrammes de la figure 9 représentent l'effet comparé des produits formulés et les témoins sur l'index de germination. L'analyse de la variance montre l'absence de différences significatives entre les produits formulés F1/F2/F à 0.5 ml et leur témoins TF1/TF2 (Fig.9a) ($P > 5\%$).

Concernant le brut avec ses deux doses par rapport à l'eau (Fig.9b), les produits formulés F1/F2/FM à 1 ml et leur témoins TF1/TF2/TFM (Fig., 9C), et le brut avec les doses (1ml ; 0.5ml) en comparaison avec l'eau, la même analyse a révélé la présence d'une différence significative (Fig. 9d) ($P < 5\%$).

La comparaison par paire par le biais du test de Tukey, concernant le facteur dose, montre que la dose 0.5 ml par rapport à la dose 1 ml (Fig. 7d), et la dose 0.3 ml par rapport la dose 0.2ml (tableau 5.b) donne un résultat significatif sur l'index de germination ($P < 5\%$).

Concernant le facteur traitement le même teste affiche que F1 provoque un index de germination différente par rapport les produit formulé F2/FM, et leurstémoins, TF1/TF2/TFM.(tableau.5c)($P < 5\%$).

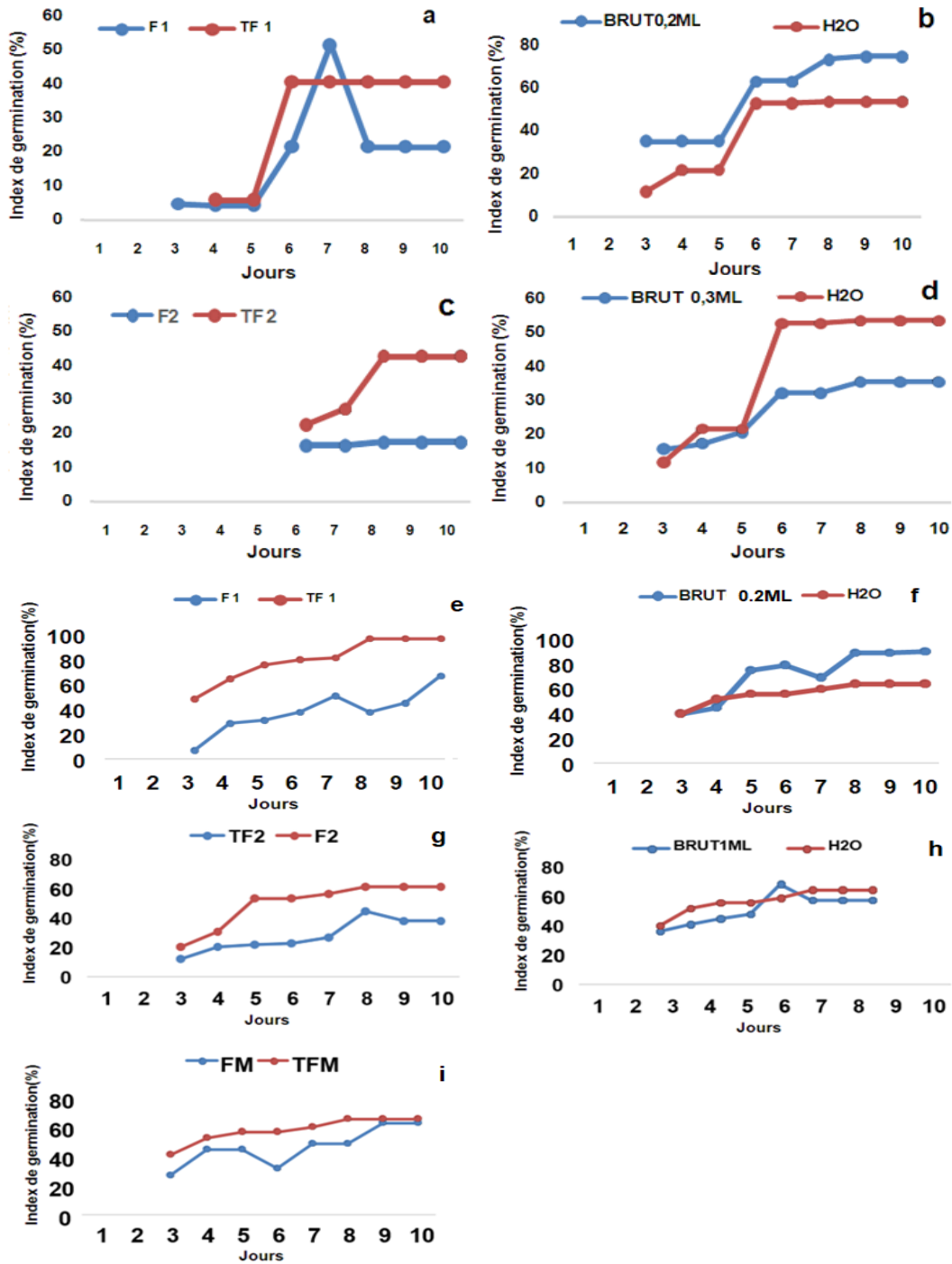


Figure 8 : Evolution temporelle de l'index de germination en fonction du jour

a:(F1=formulé dose 0.5ml /TF1=témoins dose 0.5ml), b:(BRUTE dose 0.2 ml/H2O=témoins),c:(F2=formulé dose 0.5ml/TF2=témoins dose 0.5ml), d:(BRUTE=dose 0.3ml/H2O=témoins, e:(F1=formulé dose 1ml/TF1=témoins dose 1ml), f:(BRUTE=dose 0.5ML/H2O=témoins), g:(F2=formulé dose 1ml/TF2=témoins dose 1ml) ; h:(BRUT=dose 1ml/H2O=témoins), i :.(FM=formulé dose 1ml/TFM=témoins dose 1ml)

1.4. Effet de taux d'inhibition

La figure (10) présente la variation temporelle de taux d'inhibition chez le blé sous l'effet de différents biostimulants en fonction de jour.

Figure (10a) montre que F1 et TF1 possède presque le même taux d'inhibition.

Figure (10b) les deux courbes de brute 0.2ml et H₂O sont similaire par leurs efficacités sur le taux d'inhibition.

Figure (10c) F2 inhibe le mieux la germination que son témoin.

Figure (10d) le taux d'inhibition de brute 0.3ml est supérieur par rapport à l'eau.

Figure (10e) le taux d'inhibition de F1 est supérieur que celui de TF1.

Figure (10f) le brut 0,5ml inhibe la germination des graines comparé à l'eau.

Figure (10g) on remarque que TF2 est supérieur par rapport au F2.

Figure (10h) le brut est inférieur par son taux d'inhibition comparé à son témoin.

Figure (10i) on enregistre une diminution remarquable pour les deux traitements. Jusqu'à le 5^{ème} jour au le taux d'inhibition de TFM est plus supérieur que le FM.

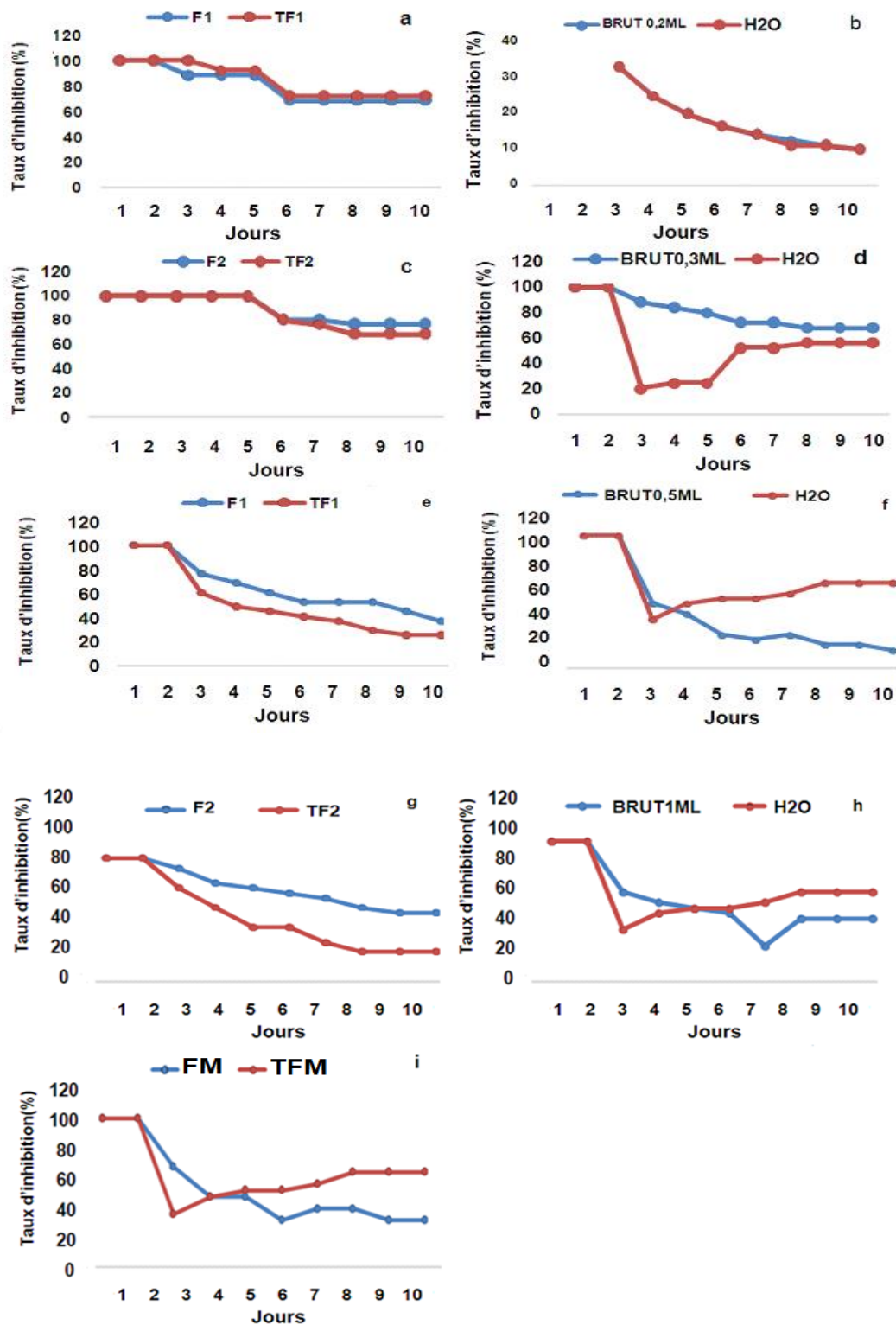


Figure 10 : Evolution temporelle de taux d'inhibition en fonction du jour
a:(F1=formulé dose 0.5ml /TF1=témoins dose 0.5ml),b:(BRUTE dose 0.2 ml/H2O=témoins)
c:(F2=formulé dose 0.5ml/TF2=témoins dose 0.5ml),d:(BRUTE=dose 0.3ml/H2O=témoins,
e:(F1=formulé dose 1ml/TF1=témoins dose 1ml),f:(BRUTE=dose 0.5ML/H2O=témoins),g:(F2=formulé
dose 1ml/TF2=témoins dose 1ml) ;h:(BRUT=dose 1ml/H2O=témoins) ,
i :(FM=formulé dose 1ml/TFM=témoins dose 1ml)

La figure (11) présentées des histogrammes qui affichant l'effet comparée des produits formulé et leurs témoins sur l'index de germination selon test de One-Way ANOVA, l'analyse montre une absence de différence significative entre les formulé F1/F2/FM et leurs témoins (fig.11a), et F1/F2 et leurs témoins TF1/TF2 (fig.11c), et le brut avec ses déférents dose (0.5ml/1ml) par rapport à l'eau (fig.11d) ;($P>5\%$).

La même analyse signale la présence de différence significative pour le taux d'inhibition concernent le brute a ces deux dose (0.2ml/0.3ml) par rapport à l'eau. (Fig.11b) ($P<5\%$).

Tableau (6.b) représente les résultats de comparaison par paires (teste de Tukey) qui expose la différence significative entre les paires de traitement colorée par la couleur rose concernent ce tableau n'affiche aucune différence significative entre les traitements.

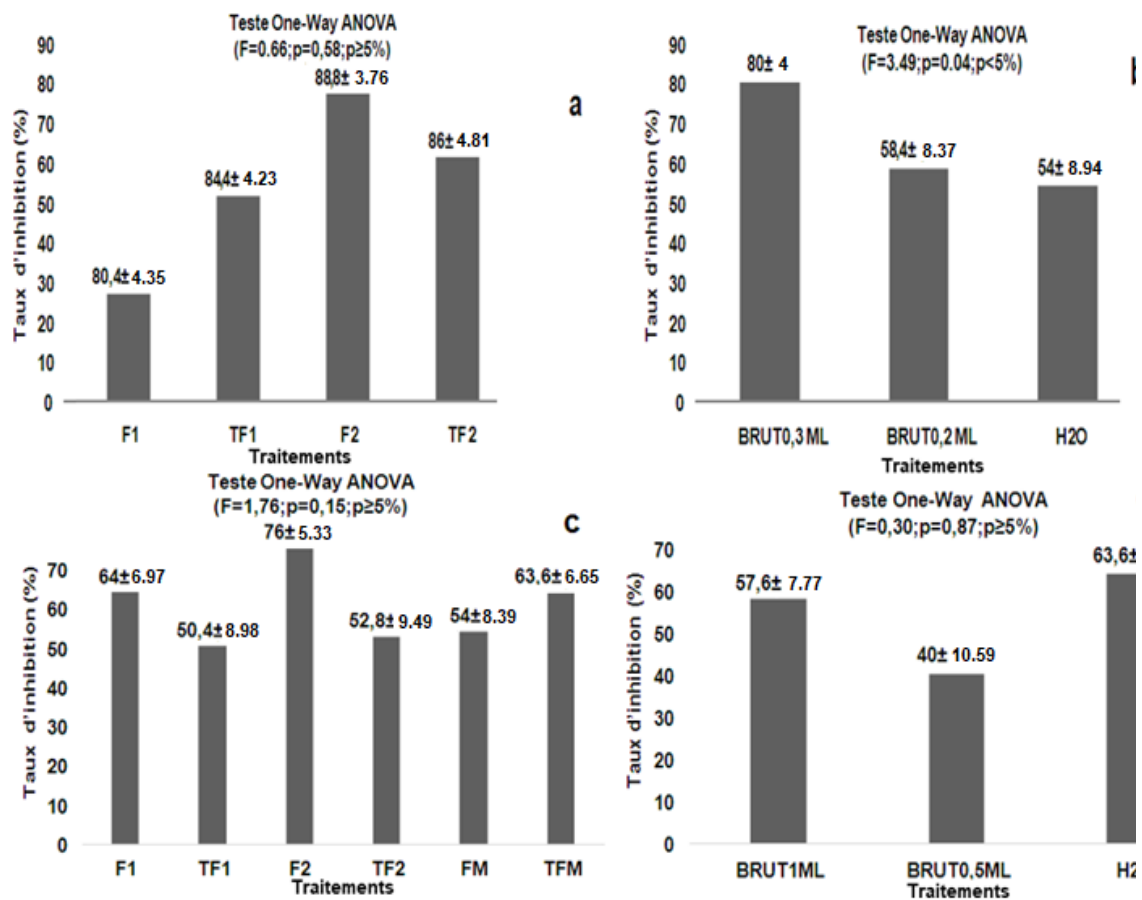


Figure 11 : Effet des bioproduits sur le taux d'inhibition

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)

b:(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ; c :(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose

1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ; d

:(BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

Tableau 6 : Comparaison par paire de Tukey(2).

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)			
	BRUT0,3ML	BRUT0,2ML	H2O
BRUT0,3ML	0	0,1193	0,05112
BRUT0,2ML	2,902	0	0,9086
H2O	3,493	0,5911	0

2. Expression végétative

Cette étude est consacrée à la présentation des résultats de la variation temporelle de l'expression végétative qui a été identifiée par les paramètres suivants : (la partie souterraine et aérienne, poids frais et poids sèche) de blé qui a été étudiée sous l'effet des différentes doses des traitements biologiques par une nouvelle technique (la germination par microencapsulation des graines), d'après l'application des différents traitements à base d'algue (*Dictyota Dichotoma*) à plusieurs dilutions (1ml / 0.5ml/0.3ml/0.2ml).

2.1. Evaluation de poids frais en fonction de temps

La figure (12) expose l'étude de changements du poids frais en fonction du temps (période de 10 jours) sous l'influence des bioproduits (formulés et bruts avec les témoins).

On observe que :

Figure (12.a) montre que le poids frais des graines sous l'effet des deux bioproduits F1, TF1 sont identiques.

Figure (12.b) on observe que le poids frais des graines de blé de brut 0.2ml est plus élevé que les graines de H₂O.

Figure (12.c) TF2 et F2 marquent le même poids frais des graines.

Figure (12.d) le graphique représente que les graines de (brut 0.3ml, H₂O) possèdent des valeurs de poids frais identiques mais au bout de 10^{ème} jours le poids frais des graines de l'H₂O augmentent plus que celle imbibée par le brut 0.3ml.

Figure (12.e) on observe que les valeurs de poids frais de F1 sont inférieures par rapport à son témoin TF1.

Figure (12.f) les courbes déclinent qu'il y a une élévation de poids frais des grains de brut 0.5ml pendant la période de suivi (10 jours) que les graines d'H₂O.

Figure (12.g) pendant les derniers jours de l'expérience on décrit que TF2 montre des valeurs de poids frais plus élevées que son témoin.

Figure (12.h) l'augmentation de poids frais des graines est assurée par le brut 1ml plus comparé par son témoin.

Figure (12.i) une augmentation de poids frais des graines de FM et sont témoins pendant la durée de suivi mais c'est le témoin TFM qui possède les valeurs les plus remarquables.

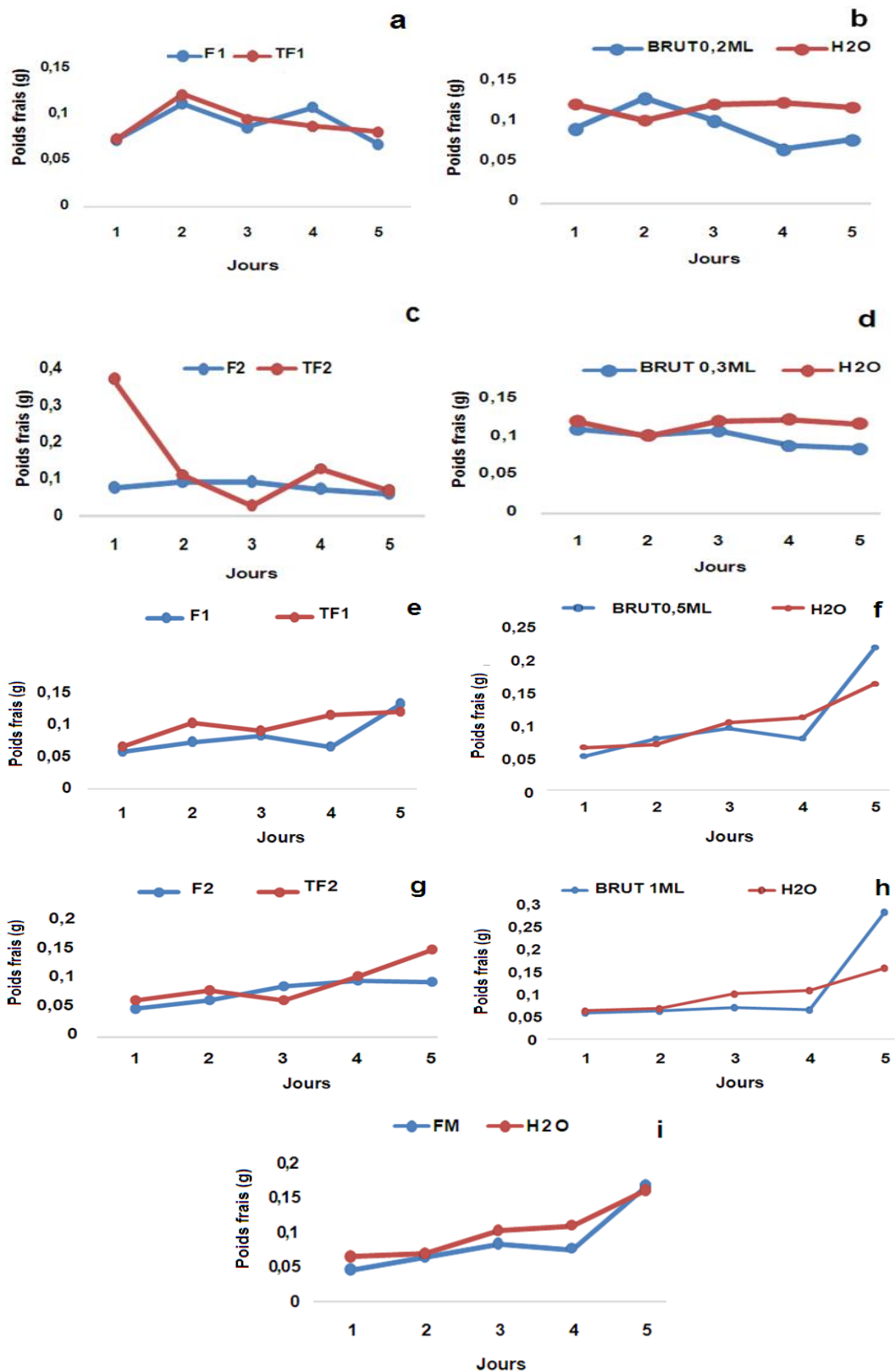


Figure 12 : Variation de poids frais des graines de blé en fonction du jour
 a (F1= produit formulé dose de 0.5ml/TF1=témoins dose de 0.5ml) ; b (BRUT=dose de 0.3ml/H2O=témoins);
 c (F2=formulé dose de 0.5ml/TF2=témoins dose de 0.5ml);d (BRUT=dose de 0.2ml/H2O=témoins);e
 (F1=formulé dose de 1ml/TF1=témoins dose de 1ml);f (BRUT=dose de 0.5ml/H2O=témoins);g
 (F2=formulé dose de 1ml/TF2=témoins dose de 1ml);h (BRUT=dose de 1ml/H2O=témoins);
 i (FM=formulé dose de 1ml/TFM=témoins dose de 1ml). (1=2jour)

La figure (13), présentées des histogrammes qui affichant l'effet comparée des produits formulé et leurs témoins sur le pois frais de blé selon l'analyse de One-Way ANOVA, montre une absence de différence significative entre les formulé F1/F2/FM et leurs témoins (fig.13a), le brute a ces deux dose (0.2ml/0.3ml) par rapport à l'eau. (Fig.13b), F1, F2 et leurs témoins TF1/TF2 (fig.13c), et le brut avec ses déférents dose (0.5ml/1ml) par rapport à l'eau (fig.13d). ($P>5\%$).

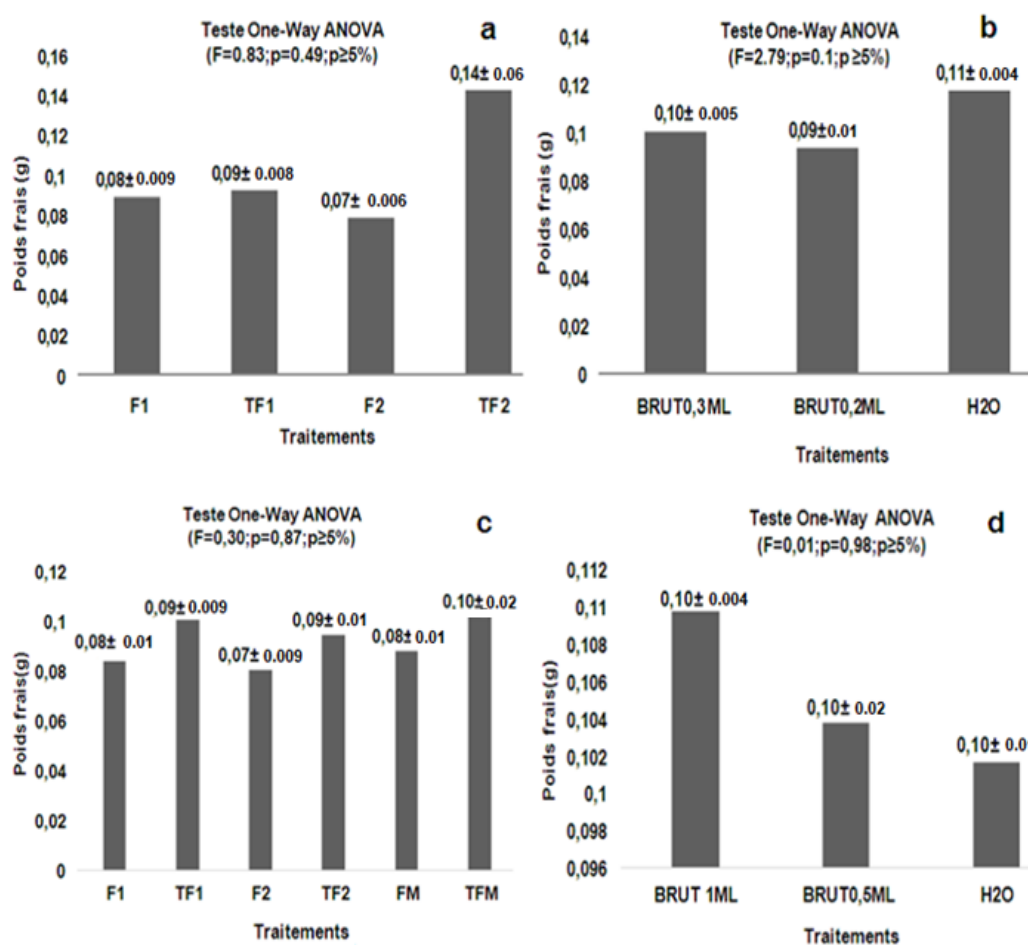


Figure 13 : Effet des bioproducts sur poids frais des graines de blé

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml);b:(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ;c:(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose 1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ;d : (BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

2.2. L'évolution de poids sèche en fonction de temps

La figure (14) représente suivi de l'évolution du poids sèche en fonction de temps pendant période de 10 jours sous l'influence des bioproduits (formulés et bruts) avec ses témoins qui décrivent plusieurs valeurs montre l'efficacité de chaque traitement.

Figure (14.a) ce graphe décline que dans les premiers jours de l'expérience F1 décrivent des valeurs plus inférieures à ses témoins par contre pendant les derniers jours.

Figure (14.b) les courbes montrent que les valeurs de poids sèche des bruts 0.2ml diminuent pendant la durée de suivi spécifiquement dans les derniers jours au contraire et plus inférieure que l'H₂O.

Figure (14.c) le poids sec de TF2 représente des valeurs considérablement moins que son produit formulé.

Figure (14.d) pendant les premiers jours de l'expérience les courbes affichent que brut 0.3ml et H₂O ils ont identiques mais dans la dernière période l'H₂O présente une augmentation faible.

Figure (14.e) le produit formulé F1 et ses témoins TF1 révèlent des mêmes résultats pendant la période de suivi.

Figure (14.f) d'après les résultats de ce graphe on peut observer que le poids sèche de brut 0.5ml et leur témoin diminuent pendant le temps mais les plus inférieurs résultats marquent sur le brut 0.5ml.

Figure (14.g) la visualisation de ce graphe montre que l'effet de produit formulé et ses témoins affiche des valeurs plus au moins équivalentes jusqu'à la fin de suivi TF2 arrive à des valeurs plus inférieures que leur produit formulé.

Figure (14.h) on distingue par la suite de ces courbes qu'il y a une altération dans le poids sèche des graines de brut 1ml et plus diminue par rapport à leur témoins H₂O.

Figure (14.i) le poids sèche de FM et leur témoin présente des valeurs fixes pendant le temps mais avec FM qui présente les valeurs les plus inférieures.

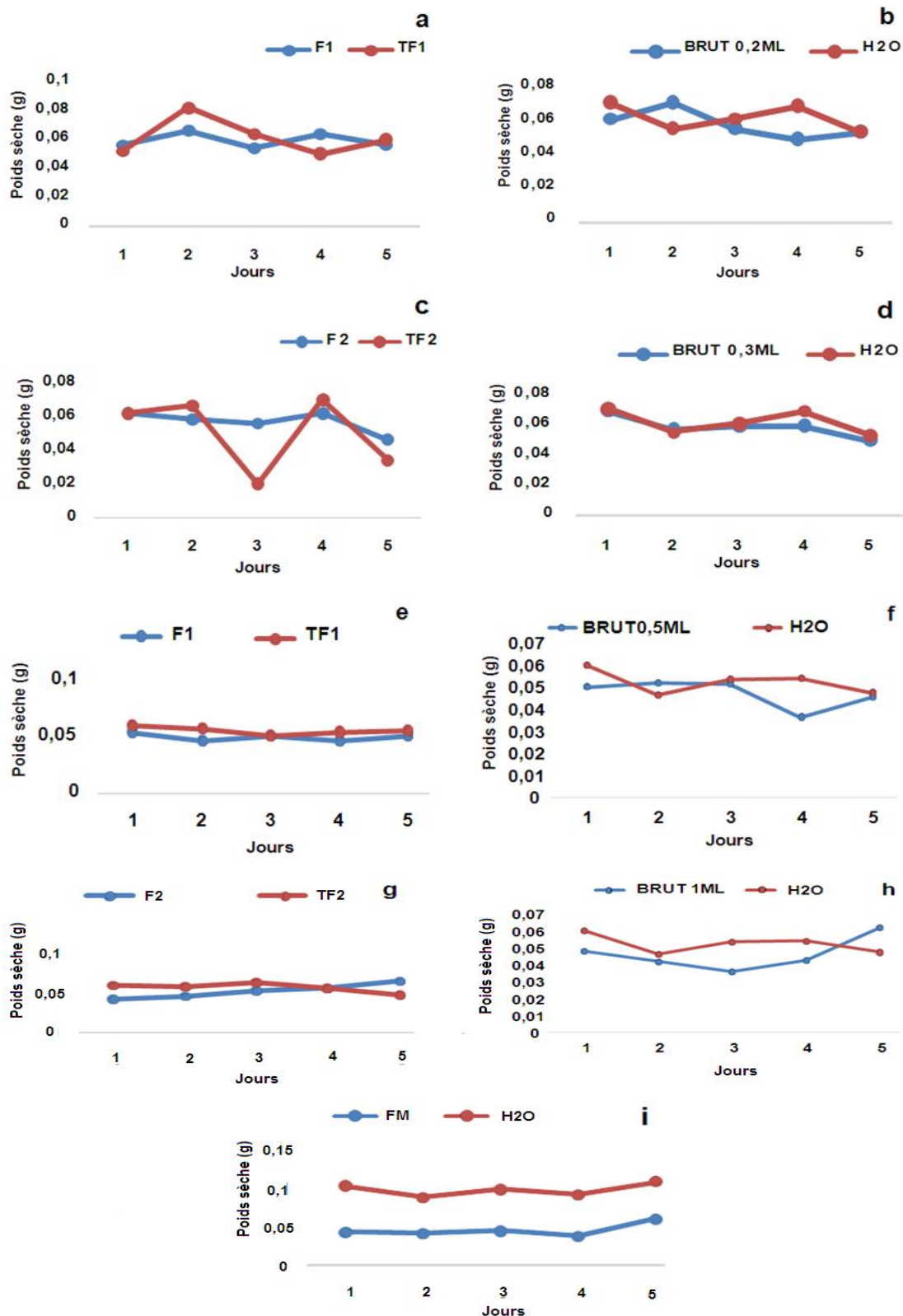


Figure 14 : Variation de poids sèche des graines de blé en fonction de jour
 a (F1= produit formulé dose de 0.5ml/TF1=témoins dose de 0.5ml) ; b (BRUT=dose de 0.3ml/H2O=témoins);c (F2=formulé dose de 0.5ml/TF2=témoins dose de 0.5ml);d (BRUT=dose de 0.2ml/H2O=témoins);e (F1=formulé dose de 1ml/TF1=témoins dose de 1ml);f (BRUT=dose de 0.5ml/H2O=témoins);g (F2=formulé dose de 1ml/TF2=témoins dose de 1ml);h (BRUT=dose de 1ml/H2O=témoins);i (FM=formulé dose de 1ml/TFM=témoins dose de 1ml).**(1=2jour) dans le graphe**

La figure (15), présentées des histogrammes qui affichant l'effet comparée des produits formulé et leurs témoins sur le poids sèche de blé selon l'analyse de One-Way ANOVA, montre une absence de différence significative entre les formulé F1/F2/FM et leurs témoins (fig.15a), le brute a ces deux dose (0.2ml/0.3ml) par rapport à l'eau. (Fig.14b), F1, F2 et leurs témoins TF1, TF2 (fig.15c), et le brut avec ses déferents dose (0.5ml/1ml) par rapport à l'eau (fig.14d) ($P>5\%$).

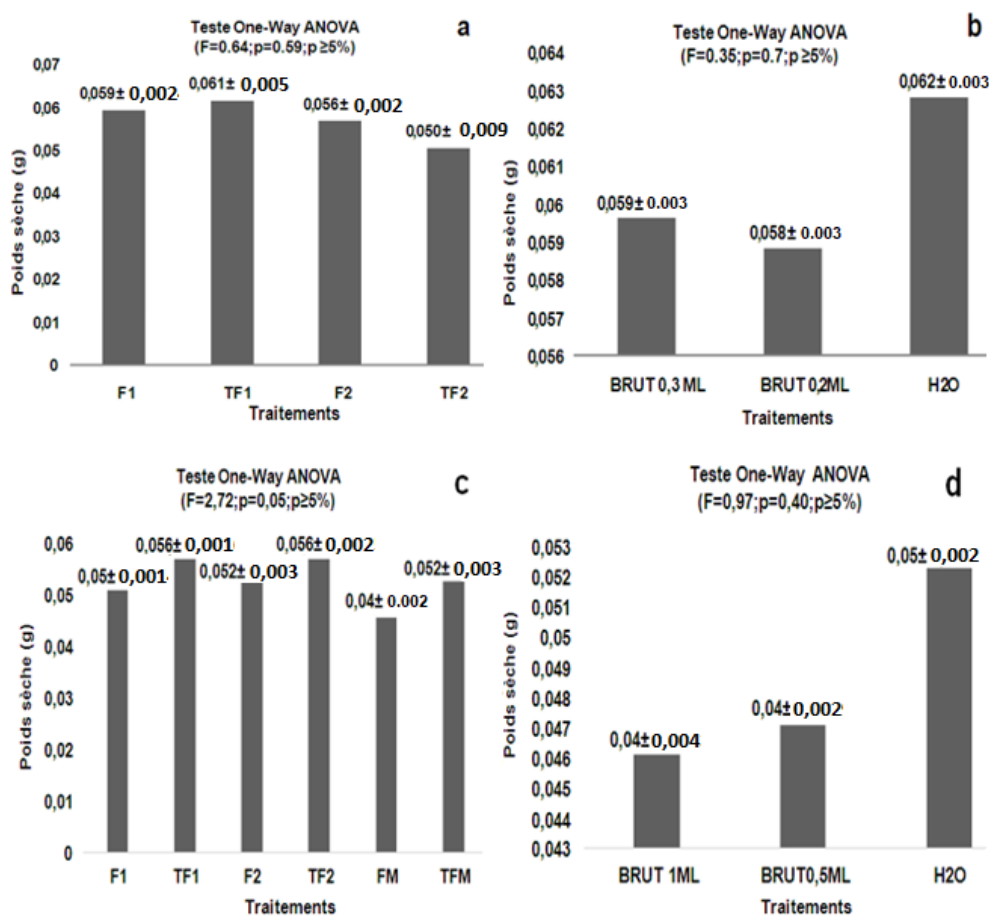


Figure 15 : Effet des bioproduits sur poids sèche des graines de blé

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)
 ;b:(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ;c:(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose
 1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ;d
 :(BRUTE dose 0.5ML,BRUTE dose 1ml)

2.3. L'évaluation de la longueur racinaire

La figure (15) présente la variation temporelle de la longueur racinaire en fonction de temps des grains de blé, l'évolution est considéré depuis l'application des traitements pendant 10 jours.

Dans la figure (15) on remarque que la longueur racinaire augment en fonction du temps pour tous les graines traitées avec les produits formulé et les bruts et sont témoins au niveau de 3eme jour, sauf les graines traites avec F2/TF2 (1ml).

Figure 15 (a) le bioproduit TF1 agit le mieux sur la longueur racinaire que le F1

Figure15(b) la longueur racinaire augment en fonction de temps de manière équivalente entre (brut 0.2ml/H₂O) jusqu'à 8ème jours ou on a une élévation de la longueur racinaire sur des graines imbibées par l'eau

Figure15 (c) aucun développement au niveau de la partie racinaire pour le TF2 en revanche c'est la F2 qui augmente le mieux la longueur racinaire.

Figure 15 (d) la partie racinaire des graines de blé commence a augmenté à partir de 3ème jours et montre une augmentation dans les graines à l'eau que les graines de brut.

Figure 15 (e) l'augmentation des racines est plus élevée dans les graines de F1.

Figure 15 (f/h) Si on compare les courbes d'évolution des bruts 0.5ml.

fig.15(f) et 1ml fig.15(h) avec l'eau on affiche que des bruts marque une augmentation de la longueur racinaire

Figure15 (g) on peut montrer que l'augmentation des racines de TF2 et plus notable par rapport F2.

Les histogrammes de la figure 16 représentent l'effet comparé des produits formulé et les témoins sur la longueur racinaire. L'analyse de la variance montre l'absence de différences significatives entre les produits formulés F1/F2 à 0.5 ml et leur témoins TF1/TF2 (Fig. 16a), le brut avec ses deux doses par rapport à l'eau (Fig. 16b), les produits formulés F1/F2/FM à 1 ml et leur témoins TF1/TF2/TFM (Fig. 16C) ($p > 5\%$). Concernant, le brut avec les doses (1ml ; 0.5ml) en comparaison avec l'eau, la même analyse a révélé la présence d'une différence significative (Fig. 16d) ($p < 5\%$).

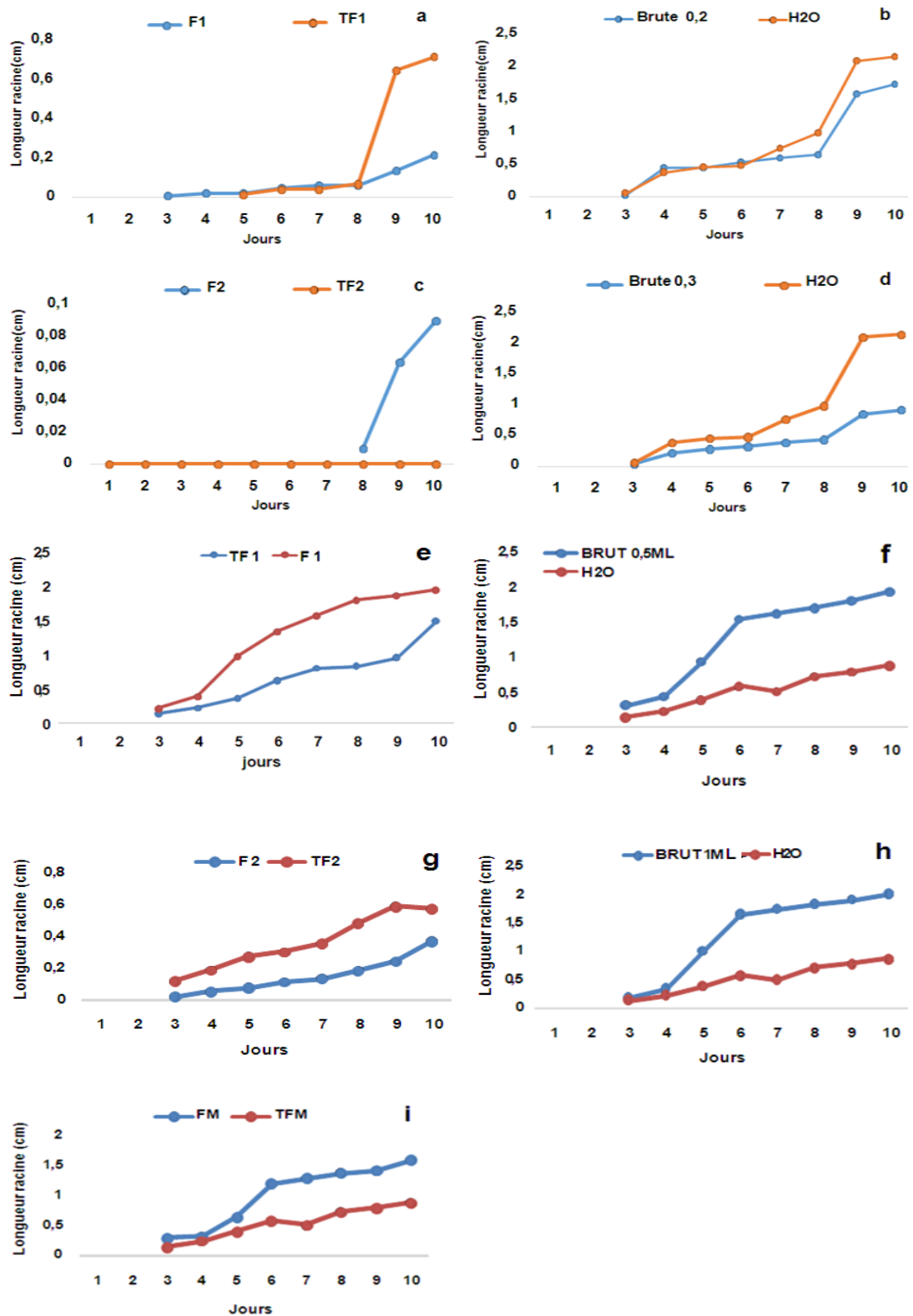


Figure 16 : Variation de la longueur de la partie racinaire en fonction du jour
 a (F1= produit formulé dose de 0.5ml/TF1=témoins dose de 0.5ml) ; b(BRUT=dose de 0.3ml/H2O=témoins);c(F2=formulé dose de 0.5ml/TF2=témoins dose de 0.5ml);d (BRUT=dose de 0.2ml/H2O=témoins);e(F1=formulé dose de 1ml/TF1=témoins dose de 1ml);f(BRUT=dose de 0.5ml/H2O=témoins);g(F2=formulé dose de 1ml/TF2=témoins dose de 1ml);h (BRUT=dose de 1ml/H2O=témoins);
 i(FM=formulé dose de 1ml/TFM=témoins dose de 1ml).

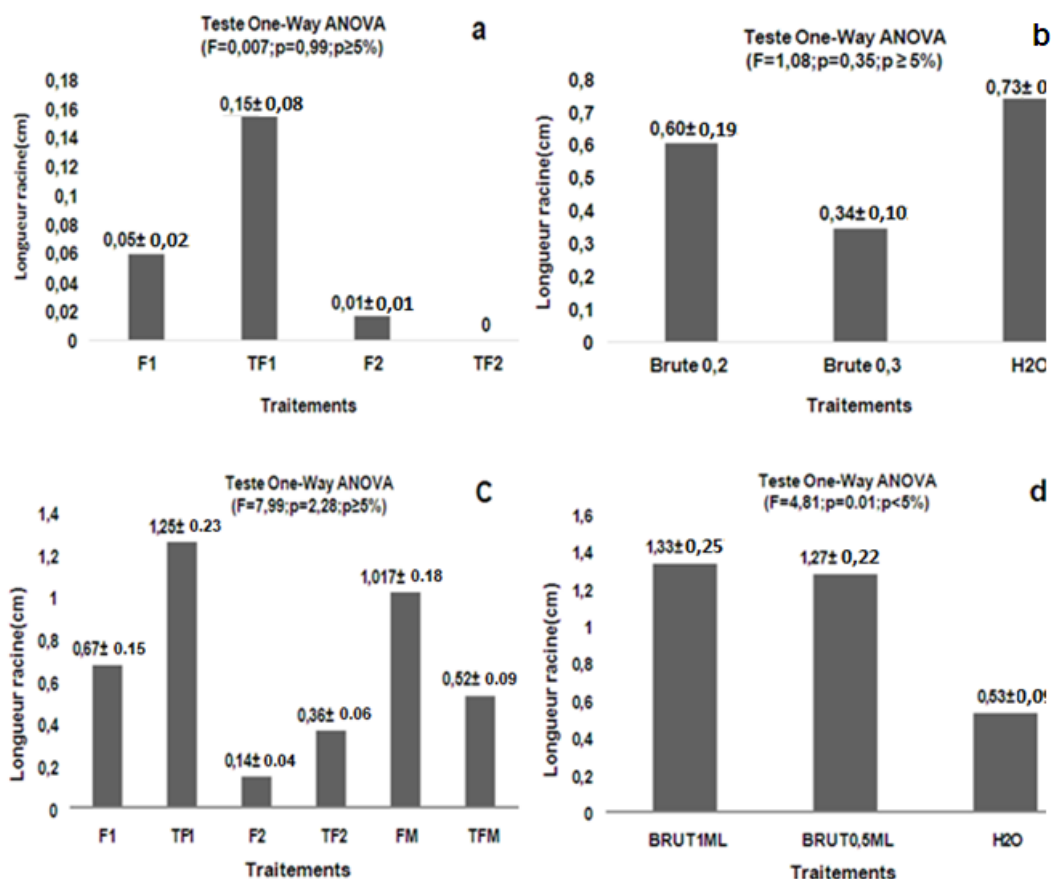


Figure 17 : Effet des bioproduits sur la longueur racinaire des graines de blé
a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)
; b :(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ; c :(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose
1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ; d
:(BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

Tableau 7 : Comparaison par pair de Tukey(3).

Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)			
	brut_0.5ml	brut_1ml	H2O
brut_0.5ml		0,9772	0,04417
brut_1ml	0,2898		0,02868
H2O	3,651	3,941	

La comparaison par paire par le biais du test de Tukey, concernant le facteur dose, montre que la dose 0.5 ml et la dose 1 ml provoquent la même croissance racinaire par rapport à l'eau (Fig. 17).

2.4. Evolution de la longueur des tiges

La figure (18) présente la variation temporelle de la longueur des tiges en fonction de temps des grains de blé, l'évolution est considéré depuis l'application des traitements pendant 10 jours.

Dans la figure (18) on remarque que la longueur des tiges augment en fonction de temps pour toutes les graines traitées avec les produits formulé et les bruts et leurs témoins.

Figure 18 (a) représente une augmentation dans la partie aérienne dans les graines traitées avec F1 depuis 4^{ème} que les graines de TF1 qui commence augmenter depuis la 5^{ème} jours.

Figure 18(b) l'augmentation de la tige dans ce graphe est identique pour les deux bioproduits (brut 0.2ml et H₂O).

Figure 18(c) on remarque une augmentation de la tige de TF2 plus que F2.

Figure 18 (d/e/f/h/i) d'après les données et les courbes présentent dans les graphes on déduit que les graines de l'eau (d), F1(e), brut 0.5ml (f), brut 1ml (h), FM(i) possède le plus fort développement des tiges que le brut 0.3ml (d), TF1(e), H₂O (f/h), TFM(i).

Figure 18(g) l'évolution de tige de F2 est plus longue par rapport TF2.

La figure (19), présentées des histogrammes qui affichant l'effet comparée des produits formulé et leurs témoins sur la longueur de tige selon test de One-Way ANOVA, l'analyse montre une absence de différence significative entre les formulé F1/F2/ et leurs témoins TF1/TF2 (fig.19a), le brute a ces deux dose (0.2ml/0.3ml) par rapport à l'eau. (Fig.19b), F1/F2 et leurs témoins TF1/TF2 (fig.19c).

La même analyse signale la présence de différence significative pour le taux d'inhibition concernent. Le brut avec ses déférents dose (0.5ml/1ml) par rapport à l'eau (fig.19d).

La comparaison par paire par le biais du test de Tukey, concernant le facteur dose, montre que la dose 1 ml provoquent un résultat différence par rapport à l'eau (tableau.8).

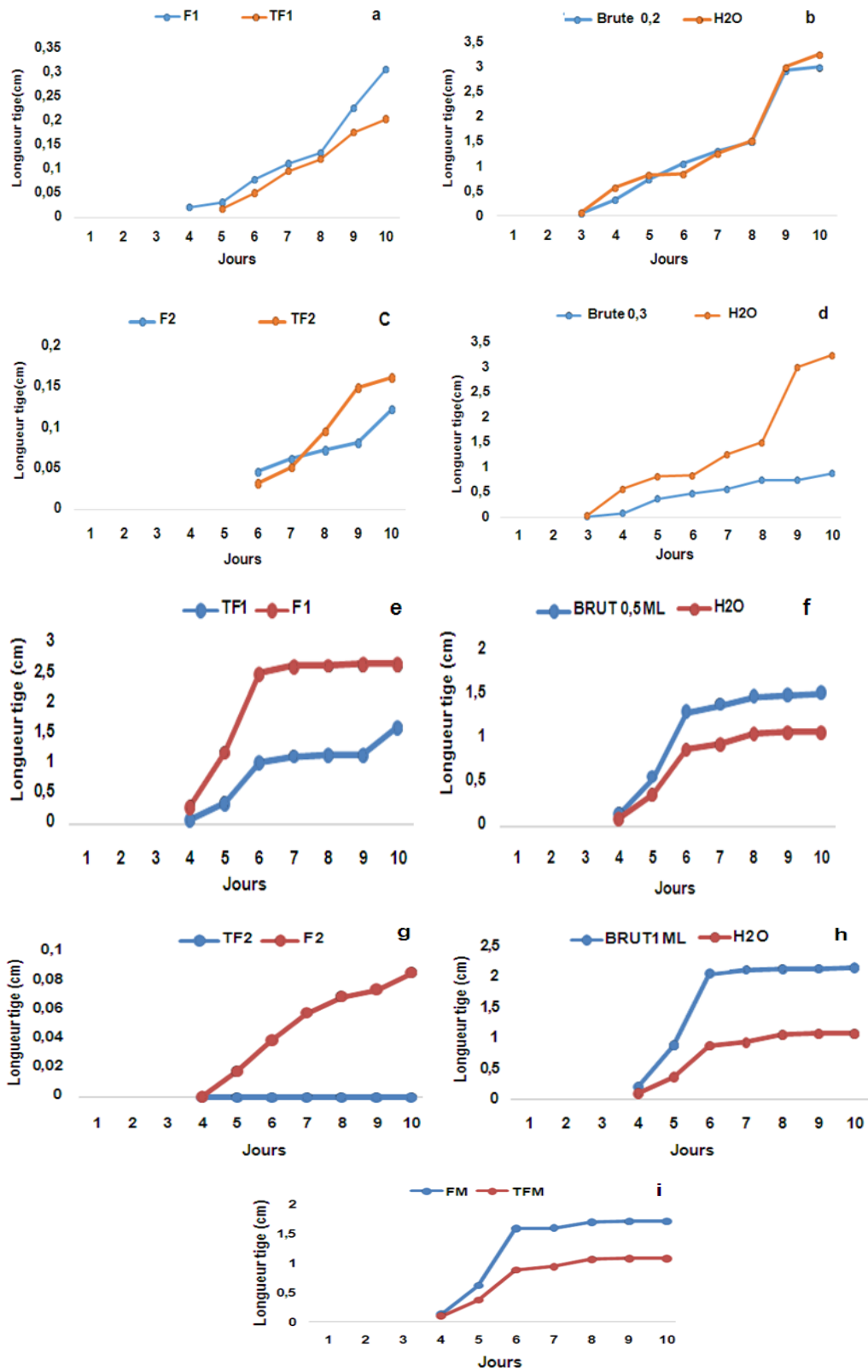


Figure 18 : Variation de la longueur de la partie tige de blé en fonction du jour
 a (F1= produit formulé dose de 0.5ml/TF1=témoins dose de 0.5ml) ; b (BRUT=dose de 0.3ml/H2O=témoins)
 ;c (F2=formulé dose de 0.5ml/TF2=témoins dose de 0.5ml);d (BRUT=dose de 0.2ml/H2O=témoins);
 e(F1=formulé dose de 1ml/TF1=témoins dose de 1ml);f (BRUT=dose de 0.5ml/H2O=témoins);
 g (F2=formulé dose de 1ml/TF2=témoins dose de 1ml);h (BRUT=dose de 1ml/H2O=témoins);
 i (FM=formulé dose de 1ml/TFM=témoins dose de 1ml).

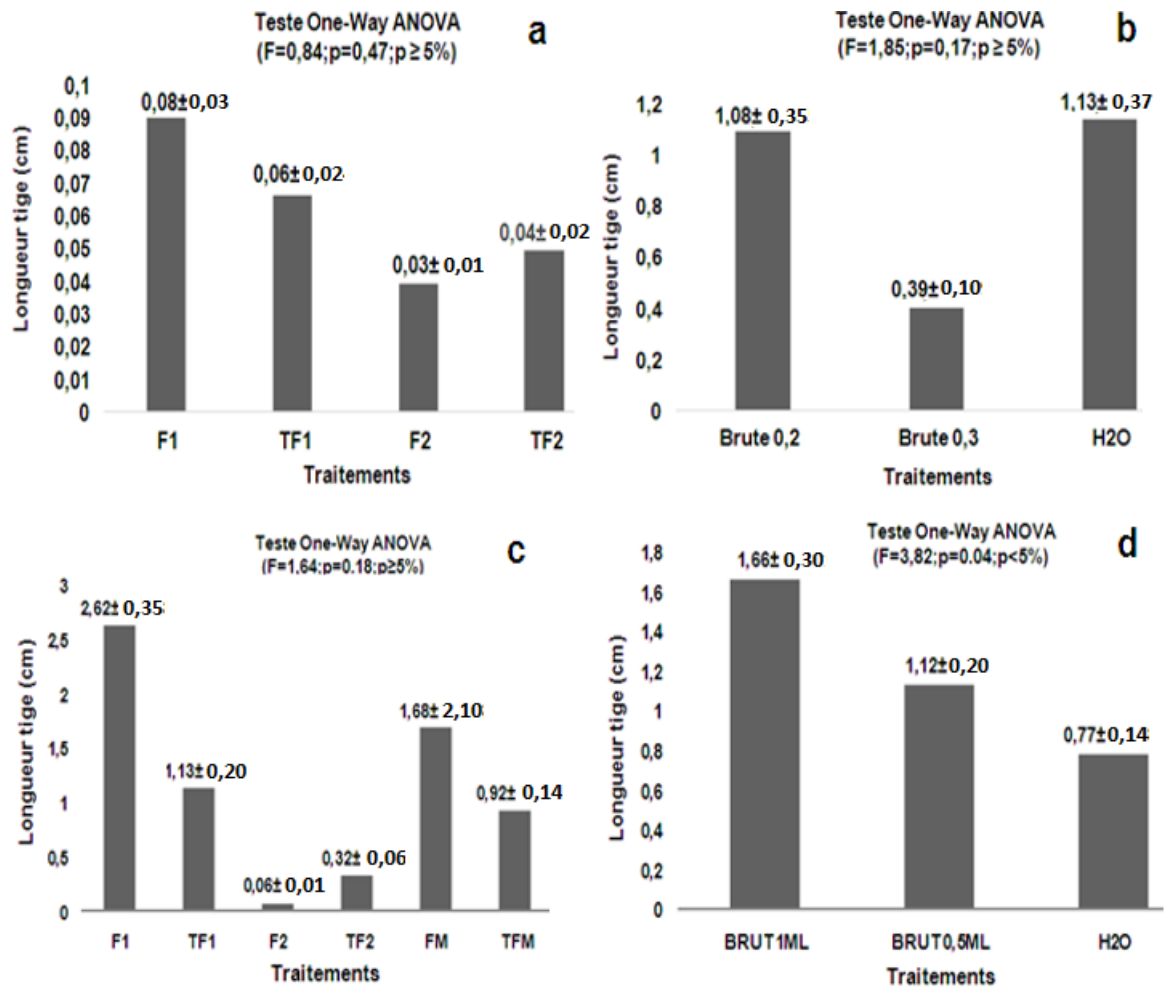


Figure 19 : Effet des bioproduits sur la longueur tige des graines de blé

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)
 ; b :(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ; c :(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose 1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ; d
 :(BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

Tableau 8 : Comparaison par pair de Tukey(4).

d	Tukey's pairwise comparisons: Q \ p(same)		
	BRUT_1ML	BRUT_0,5ML	H2O
BRUT_1ML	0	0,2492	0,03402
BRUT_0,5ML	2,341	0	0,5326
H2O	3,882	1,541	0

3. Expression en composés phénoliques

Cette partie est consacrée à la présentation des résultats de la variance des concentrations des polyphénols totaux exprimés par les grains de blé à travers l'application des différentes doses des bio fertilisants (1ml/0.5ml/0.3ml/0.2ml) de produits formulés et leurs témoins.

Figure (20) expose l'évolution des valeurs de concentration de polyphénol totaux dans le temps.

Figure 20 (a) on remarque que les courbes de la concentration de produits formulés et leur témoin sont identiques et les deux affichent une diminution de concentration de polyphénol.

Figure 20 (b) la concentration de brut 0.2ml décline des valeurs plus ou moins supérieures à celle de leur témoin.

Figure 20(c, d) le produit formulé et son témoin diminuent dans le temps et marquent une faible concentration des polyphénols.

Figure 20 (e) le produit formulé et son témoin affichent des valeurs faibles en polyphénol.

Figure 20 (f) on a une diminution de concentration de polyphénols chez le brut 0.5ml et son témoin.

Figure 20(g) la concentration en polyphénols totaux est remarquable chez le témoin que chez son formulé.

Figure 20 (h) les courbes de ce graphe décrivent une concentration inférieure de celle de brut 0.1ml à celle de leur témoin.

Figure 20 (i) le graphe affiche au début de l'expérience des valeurs de concentration de FM plus élevées que leur témoin mais pendant le temps sa concentration prend une diminution remarquable jusqu'à ce que le FM et son témoin TFM affichent des valeurs légèrement identiques.

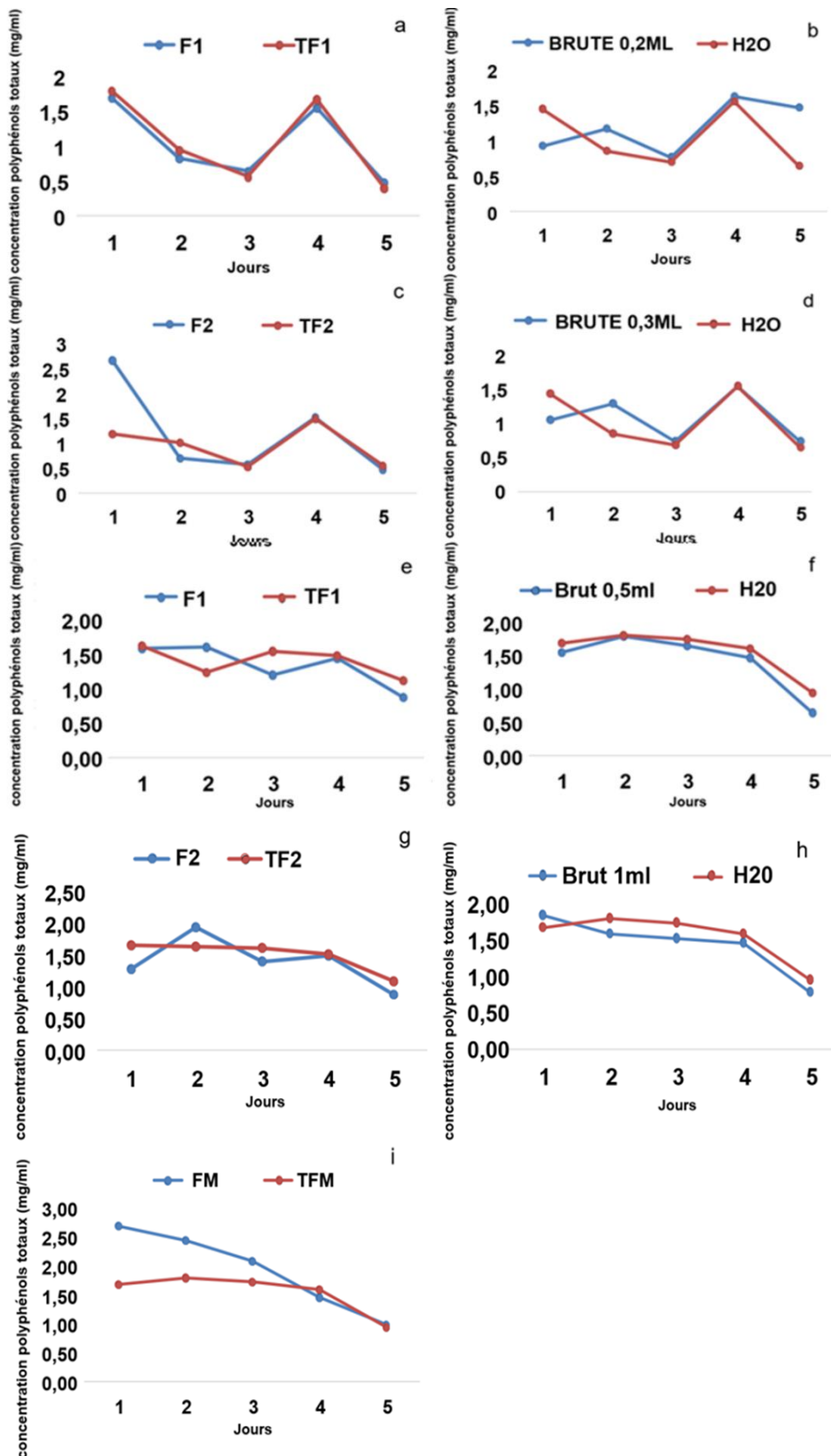


Figure 20 : Evolution temporelle de la concentration de polyphénols a (F1= produit formulé dose de 0.5ml/TF1=témoins dose de 0.5ml) ; b (BRUTE=dose de 0.3ml/H2O=témoins);c(F2=formulé dose de 0.5ml/TF2=témoins dose de 0.5ml);d (BRUTE=dose de 0.2ml/H2O=témoins);e(F1=formulé dose de 1ml/TF1=témoins dose de 1ml);f (BRUTE=dose de 0.5ml/H2O=témoins);g(F2=formulé dose de 1ml/TF2=témoins dose de 1ml);h (BRUTE=dose de 1ml/H2O=témoins);i(FM=formulé dose de 1ml/TFM=témoins dose de 1ml). **(1=2jour) dans le graphe**

La figure (21), présente des histogrammes qui affichent l'effet comparé des produits formulé et leurs témoins sur la concentration de polyphénols totaux de blé selon l'analyse de One-Way ANOVA, montre une absence de différence significative entre les formulé F1/F2/ et leurs témoins (fig.21a), le brute a ces deux dose (0.2ml/0.3ml) par rapport à l'eau. (Fig.21b), F1/F2/FM et leurs témoins TF1/TF2/TFM (fig.21c), et le brut avec ses déférents dose (0.5ml/1ml) par rapport à l'eau (fig.21d).

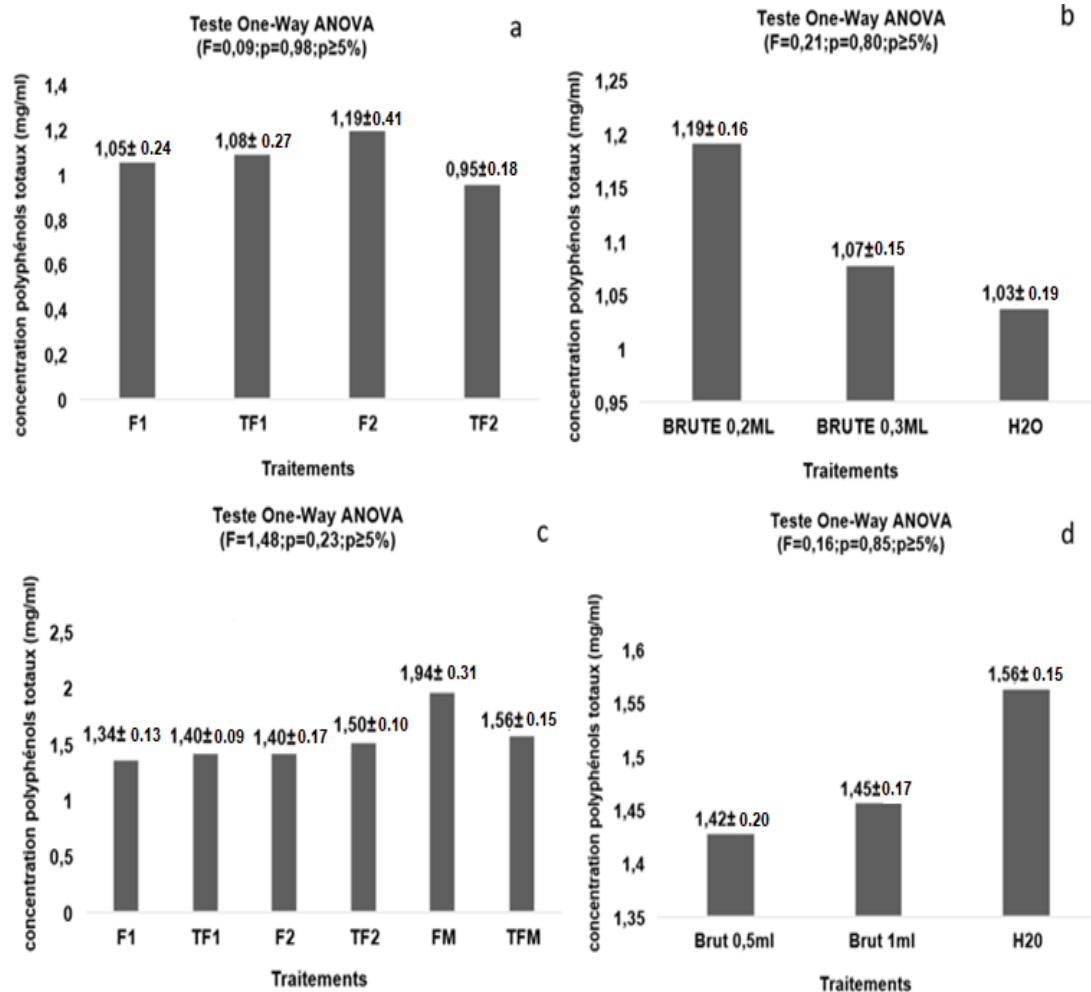


Figure 21 : Effet des bioproduits sur la concentration de polyphénols

a:(F1=formulé dose 0.5ml, TF1=témoins dose 0.5ml/ F2=formulé dose 0.5ml, TF2=témoins dose 0.5ml)
 ;b:(BRUTE dose 0.2 ml, BRUTE dose 0.3ml) ; c:(F1=formulé dose 1ml, TF1=témoins dose 1ml/F2=formulé dose 1ml, TF2=témoins dose 1ml,/FM=formulé dose 1ml, TFM=témoins dose 1ml) ; d
 :(BRUTE dose 0.5ML, BRUTE dose 1ml)

Tableau 9 : Récapitulation des résultats

Les bioproduits		paramètres de germination				Expression végétative				Expression en composés phénoliques
		TG	CV	TI	IG	PF	PS	R	T	
F1	1ml	→	→	→	↑	→	→	→	→	→
	Dose 0.5ml	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F2	1ml	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	Dose 0.5ml	→	→	→	→	→	→	→	→	→
FM	1ml	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	Dose 0.5ml	→	→	→	→	→	→	→	→	→
BRUTE	1ml	→	→	→	→	→	→	↑	↑	→
	Dose 0.5ml	→	→	→	↑	→	→	↑	→	→
	0.3ml	↑	→	↑	→	→	→	→	→	→
	0.2ml	↑	→	↑	↑	→	→	→	→	→

↑ : effet significatif ; → : manque d'effet significatif

TI : taux d'inhibition/ TG : taux de germination/ CV : vitesse de germination/ IG : index de germination/ PF : poids frais/ PS : poids sec/ R : racine / T : tige

Chapitre 04

Discussion

Discussion

Selon EBIC (2014) ; Les biostimulants contiennent des substances ou des microorganismes, ils sont des produits d'origine biologique qui améliore la productivité et régule la germination des plantes et peuvent agir à des doses très faibles par hectare (Yakhin et al., (2017)).

Dans cette optique la présente étude vise à mettre en évidence l'effets des différentes dilutions du biostimulant formulé à base d'extrait d'algue brune *Dictyota Dichotoma* sur les traits morphologiques de croissance et l'expression végétative ainsi que l'activité physiologique du blé *Triticum turgidum L.* Les résultats de l'évaluation de l'effet des formulations sur les traits de paramètres de germination et expression végétative ainsi l'expression en composés phénoliques du blé nous ont permis de dégager les hypothèses suivantes :

1. Effet des dilutions sur les paramètres de germination du blé

Les résultats concernant les paramètres de germination des graines du blé affichent un effet positif de l'extrait d'algues formulé plus précisément la Formulation F1 qui montre les moyennes les plus élevées. Ce constat conduit à suggérer que les formulations algales sont riches en éléments minéraux et par conséquent peuvent stimuler la germination. On peut aussi argumenter l'efficacité des formulations par leurs effets facilitant l'assimilation des éléments nutritifs disponible dans l'extrait d'algues brunes par la graine. Cette hypothèse rejoint plusieurs études notamment celle de (Marfaing,2004 ; Mac Artain et al., 2007) qui avancent que les algues brunes contiennent tous les minéraux, en proportions variables (Na,Ca,Mg,K ,Fe,Cu,Zn ,Br ,Co,S,P).

Ghachtouli 2011, annonce que le test de germination d'extrait algue brune permettent une meilleure germination des graines des céréales. Solen Yakhin et al., (2017) et Faessel et al., (2014), les biostimulants stimulent la germination et assure, l'absorption des nutriments du sol et la résistance au stress.

D'après les retombées de notre travail, on a remarqué que les bioproduits formulés montrent l'effet le plus important sur l'ensemble des paramètres étudiées ce qui nous permettent d'avancer les hypothèses suivantes :

La microencapsulation favorise le relargage de la matière active à travers la matière enrobant. Cette hypothèse est confirmée par (Lazko et al.2004) qui déclare que le contenu d'une capsule individualisée peut être libéré par la diffusion à travers la matière enrobant.

2. Effet des dilutions sur les expressions végétatives du blé

Les résultats concernant les expressions végétatives des graines de blé affichent nettement une gradation positive sous l'effet de l'extrait d'algue brune. Ce constat conduit aux hypothèses suivantes :

D'après Klarzynski *et al.*, 2006, Les extraits d'algues permettent d'améliorer l'assimilation des éléments nutritifs. En particulier, ils permettent à la plante de mieux tolérer des carences nutritives. Certains composés présents dans les extraits d'algues (polysaccharides ; colloïdes ; acides aminés ; mannitol) peuvent aussi agir comme chélatants des nutriments minéraux présents dans les sols (Khan *et al.*, 2009 ; Calvo *et al.*, 2014). Dans ce contexte d'autres travaux mener sur une algue brune Khan et al., 2009, que les extraits d'algues agissent sur les caractéristiques physiques et biologiques des sols grâce à leur richesse en polyuronides, tels que les alginates et les fucoïdanes, qui maintiennent dans les sols une humidité et une aération nécessaires à la mise en place du système racinaire et favorisant la croissance de bactéries bénéfiques à la croissance des plantes.

La libération de la matière active dans le milieu extérieur est influencée par la taille des microparticules. Cette hypothèse est confirmée par (Debey et al., 2009) qui affirme que la taille moyenne et la distribution granulométriques

sont en relation direct avec la surface spécifique des microparticules, ces paramètres sont influencés certaines propriétés comme la libération de la matière active dans le milieu environnant.

3. Effet des dilutions sur l'expression en composés phénolique

Les résultats concernant l'expression en composés phénolique des graines de blé n'affichent aucun effet sur la concentration durant le temps sous l'effet de l'extrait d'algue brune on constate que :

La micro-encapsulation protège la matière sensible (matières actives) à l'aide d'une matière enrobant et permet de créer une barrière de protection pour les molécules encapsulées et de contrôler leur relargage dans un milieu donné. (Lazko et al., 2004). Et permet le transfert de masse entre l'intérieur et l'extérieur d'une capsule via le contrôle des propriétés physiques et chimiques de la membrane (Barthès-biesel et al., 2009)., On peut aussi conduit aux hypothèses suivantes que l'épaisseur de la membrane, et le gradient de concentration des molécules spécifiques, permettent de contrôler la délivrance continue des principes encapsulés (Barthès-biesel et al., 2009).

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude, L'intérêt de la micro encapsulation réside dans sa capacité à protéger la matière active.

La microencapsulation des extraits d'algues *Dictyota Dichotoma* consiste à enrober les graines de blé dur (*Triticum turgidum L.*) vitrom G4, et améliorer sa présentation ou maîtriser son profil de libération et son activité stimulatrice du l'extrait algale des *Dictyotaceae Dictyota Dichotoma* sur la germination des graines.

La formulation F1 et l'extrait brut ont marqué effet positif sur les paramètres de germination tel que : taux de germination, taux d'inhibition, l'index de germination par rapport au témoin qui présente des résultats beaucoup moins faibles, ce ci suggère que les extrait d'algues formulé et brut provoque des modifications physiologiques, et riche en substance qui peut augmenter la croissance.

Ce qui concerne les résultats des bioproduits sur expression végétative l'extrait brut montre un meilleur résultat par rapport à l'extrait formulé et leurs témoins où il a la capacité de développer la partie aérienne et racinaire et montre la longueur la plus importante même la libération de la matière actives dans le milieu marque une influencée par rapport à la taille des microparticules , l'extrait brut riche en éléments minéraux et en polyuronides, tels que les alginates et les fucoïdanes. Par conséquent peut stimuler la multiplication cellulaire qui permet l'augmentation de la croissance végétative.

A la lumière de ce travaille en peut conclure que les extrait d'algues bruns *Dictyota Dichotoma* applique par la microencapsulation aura globalement une meilleure efficacité sur la germination des graines et il a la capacité de protégé la matière active qui offrant ainsi la possibilité de libérer les composants bioactifs des algues qui s'affichant dans les résultats soit par

l'extrait brute ou le formulé en vue d'une application dans des conditions non contrôlées.

Il serait ainsi réalisable de s'intéresser, pas uniquement au stade germination mais aussi au stade plantule et sur la stimulation de vigueur végétative et de défense naturelle de la plante. Cette tendance viserait la conquête de nouveaux territoires aujourd'hui encore non cultivables suite à une agriculture trop intensive.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. **Anonyme 2003.** lein : <https://www.decitre.fr/livres/memento-de-l-agronome-9782876145221.html>. Consulté le 19-05-2019 à 23h et 25min.
2. **Antzoulatos et Brénon 2018.** LE SITE https://www.mediachimie.org/ressource/zoom-sur-la-formulation-et-les-mati%C3%A8res-premi%C3%A8res-g%C3%A9n%C3%A9ralit%C3%A9s?fbclid=IwAR1s8V6siA3CRgDFvb_2J_LH9G7KhieW4BP7-QF3rfv-U8Gsy9jJJ3l-Wos. Consulté le 28 -06-2019 à 1h et 33min.
3. **Aubry, J.-M. et G. Schorsch (1999).** “Formulation ; présentation générale”. In :Techniques de l'Ingénieur J2110 (cf. page 10) lein : https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/principes-de-formulation-42489210/formulation-j2110/?fbclid=IwAR2UMYwohwm_Gec93UaRjpFhnpjJiY-J4psv1eamUfq5_rHioxpcadHy5GfA. Consulté le 04-05-2019 à 02 h et 13 min.
4. **Augustin, M.A. and Hemar, Y. 2009.** Nano- et micro-structure pour l'encapsulation des ingrédients des aliments. *Chem Soc Rev*, 38, 902-912.
5. **BABAOUSMAIL M., 2014** - Identification Des Algues Du Sahara Septentrional : L'effet Des Algues Sur Le Stress Salin (Cas De La Région De Ouargla), Phytoprotection Et

Environnement, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, Algérie, Pp62

6. **Barthès-Biesel, D. et Leclerc, E. 2009.** Conception et réalisation d'un système microfluidique pour la production de gouttes calibrées et leur encapsulation. Thèse de doctorat in hal. le site : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00424911>. Consulté le 15-03-2019 à 19h et 20min.
7. **Benita, S., Hoffman, A. and Donbrow, M. 1985.** Microencapsulation de paracétamol utilisant la résine de polyacrylate, cinétique de libération du médicament et évaluation d'un modèle cinétique. *J Pharm Pharmacol*, 37, 391.
8. **Benkhellaf A., Biad I. (2014).** L'effet de l'activité inhibitrice des extraits polyphénoliques des algues marines sur l' α -amylase salivaire in vitro.
9. **Bingham, G., Gunning, R.V., Gorman, K., Field, L.M. and Moores, G.D. 2007.** Synergie temporelle par microencapsulation de piperonyl butoxide et α -cyperméthrin
10. **Boujnah M., Abecassis J., Bakhella M., Amri A., Ouassou A., Nachit M., Chaurand M., et Jaouhari A., 2004,** Mise au point de tests directs de laboratoire pour l'évaluation de la valeur boulangère des farines de blé dur., Haut-Commissariat au Plan ,111. Vol. 1 N. 3, Rapport de Synthèse. Enquête Nationale de la consommation
11. **BURON Daniel, LAMARE Véronique, DUPRÉ Catherine (29/01/2017) in** : DORIS : *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux, <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/614> le 20-05-19 à 4h 32min.
12. **Cabioc'h J. FJY, Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M. 1992.** Guide des algues des mers d'Europe : Manche/Atlantique. 1 :272
13. **Cabioc'h J., Floch J.Y., le Toquin A., Boudouresque C. F., Mensz A., Verlaque M. (2006).** Guide des algues des mers d'Europe, manche, atlantique, Méditerranée, les guides du naturaliste, ed. Delachaux and Niestle, pp :272.

14. **Calvo P., Nelson L. et Kloepper J. W., 2014**, « Agricultural uses of plant biostimulants », *Plant and soil*, October, volume 383, Issue 1, pp 3-41.
15. **Chaichi W., Djazouli Z-E., (2017)**, Impact Du Thé De Vermicompost Sur La Qualité Phytochimique De La Fève Et Sur La Réduction Des Populations Du Puceron Noir De La Fève Aphis Fabae, *Revue Agrobiologia*, 7(1) : 247-262
16. **Cherif R., A. Kemassi, Z. Boual, N. Bouziane, F. Benbrahim, A. Hadjseyd, T. Gharib, A. Ould el Hadj-Khelil, M.L. Sakeur et M.D. Ould el Hadj. 2016**. Activités biologiques des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae). *Lebanese Science Journal*, 17(1) : 25-35.
17. **Djilali S., Kherouni N. (2016)**. Étude comparative de l'activité antimicrobienne des extraits éthanoïque et méthanoïque d'algue marines.
18. **Dubey, R., Shami, T.C. et Bhasker Rao, K.U. 2009**. Technologie et application de la microencapsulation. *Defence Sci Journal*, 59, 82-95.
19. **EBIC., 2014**. European Biostimulants Industry Council: <http://www.biostimulants.eu.15-05-2019> à 15h 07min.
20. **El hassouni H., Driss A., Gnaouat H., Dahmani F., Bengueddour R., 2013**. Évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de deux algues rouges, *Osmundea pinnatifida* et *Gigartina acicularis*. ScienceLib Editions Mersenne, (5). 2111-4706.
21. **El-Zawahry, M.M., El-Shami, S. et El-Mallah, M.H. 2007**. Optimisation de process de séchage de la laine ayant un colorant réactif par microencapsulation dans des liposomes. *Les pigments colorés*, 74, 684-691.
22. **Eman, A., A. El-Moniem and A. S. E. AbdAllah. 2008**. Effect of green algae cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *Am. Euras. J. Agric. et Environ. Sci.* 4 (4) : 427-433.

23. **Erulan, V., P. Soundrapandian., G. Thirumaran and G. Ananthan. 2009.** Studies on the effect of Sargassum polycystum (C.agardh, 1824) extract on the growth and biochemical composition of Cajanus Cajan (L.) Mill sp. Amer. Eur. J. Agri. & Environ. Sci. 6 : 392- 399.
24. **Faessel L. et Morot-Gaudry J.-F., 2009,** « Les stimulateurs de nutrition et autres produits émergents à la lumière de la physiologie », Rencontres de Blois, les 25 et 26 novembre 2009. Lien : http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/2%20-%20faessel%20-%20morot_gaudry.pdf. Consulté le 13-04-2019 à 21h 11m.
25. **Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., 2014.** Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Bio by Deloitte et RITMO Agroenvironnement, 148 p.
26. **Ge, X., Wan, Z., Song, N., Fan, A. and Wua, R. 2009.** Méthodes efficaces de l'extraction et la micro-encapsulation du pigment rouge d'une rose hybride. *J Food Eng*, 94, 122-128.
27. **Ghachtouli n., mikou k. (2011)** memoire de fin d'etudes pour l'obtention du diplôme de master sciences et techniques effet des extraits a l'eau de deux algues marines fucus spiralis et enteromorpha intestinalis sur le nombre de bacteries, la respiration et l'activite des deshydrogenases dans les sols.
28. **Hannachi, A. (2013).** Analyse diallèle de quelques caractères associes àMémoire de Magister, Université Saad Dahlab, Blida, 106 pages.
29. **Hargreaves, Tony (2003).** Chemical Formulation. Royal Society of Chemistry.

30. **Holloway. P.J. 1993.** Adjuvant for agrochemicals. Melingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent. 58(2a), 125-140.
31. **IGNAT, C. M., 2012.** Compatibilité et co-structuration dans des systèmes contenant des scléroprotéines et des polysaccharides. Thèse de doctorat en Chimie des polymers. UFR Sci. Tech. Pau, France. 79p.
32. **Jean-Marc Hardy, i. f. M. L. P. (2013). M. Jean-Marc Hardy, i. f. M. L. P. (2013).**" Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERF) : 74.
33. **Jean-Marc Hardy, I. F. M. L. P. (2013).** M. Jean-Marc Hardy, i. f. M. L. P. (2013)." Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERF) :
34. **Kalasariya HS. Patel RV. Pandya KY. Jasrai RT. Brahmhat NH. (2016).** A review on nutritionel facets of seaweed. International journal of chemical Sciences and Technology. pp 2455-3269
35. **Kauffman G.L., Kneivel D.P., Watschke T.L., 2007.** Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. CropSci. 47,261–267 Doi :10.2135/cropsci2006. 03.0171.
36. **Khan W. et al., 2009,** « Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development », *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4).
37. **Klarzynski O., Fablet E., Euzen M.** et Joubert J.-M., 2006, « État des connaissances sur les effets des extraits d'algues sur la physiologie des plantes », *Phytoma*, Issue 597.
38. **Kornprobst J. M. (2005).** Substances naturelles d'origine. L'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride.

39. **Lazko J., Popineau Y., Legrand J., 2004.** Soy glycinin microcapsules by simple coacervation method, *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, 37, 1–8.
40. **Lewin R. A. (1974).** “Algal Physiology and biochemistry”, Botanical Monograph., Edit. W. D. P. Stewart, University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
41. **Macartain, P., Gill, C. I. R, Brooks, M., Campbell, R., Rowland, I. R., 2007.** Nutritional value of edible seaweeds. *Nut. Rev.* 65 : 535-543.
42. **Manag Sci,** Pour la résistance des insecticides contre les ravageurs de culture. *Pest* 63, 276-281.
43. **MARFAING, H., 2004.** Les algues dans notre alimentation : Intérêt nutritionnel et utilisations. CEVA, Dietecom Bretagne. *Rev Nut. Prat.* 1-9
44. **Mohammadi.A, JafarS.M., (2016).** Assadpour.E.Faridi Esfanjani.A, *Int.j.Biol.Macromo* 1.82 816-822
45. **Moragues, M., Zarco-Hernández, J., Moralejo, M.A. & Royo, C. (2006).** Genetic diversity of glutenin protein subunits composition in durum wheat landraces [*Triticum turgidum* ssp. *turgidum* convar. *durum* (Desf.) Mackey] from the Mediterranean basin. *Genet. Resour. Crop Evol.* 53: 993-1002.
46. **Morris I. (1967).** “An Introduction to the Algae”, Ed. Hutchinson and Co, London, 99 : 5.
47. **Nordstierna, L., Abdalla, A.A., Masuda, M., Skarnemark, G. and Nydén, M. 2010.** Libération moléculaire des surfaces peintes : biocides libres et encapsulés. *Prog Org Coat*, 69, 45-48.
48. **Poshadri, A. et Kuna, A. 2010** « Technologie de microencapsulation : article de synthèse ». Centre de Recherche et de Poste Graduation, ANGER Université d’Agriculture, Hyderabad
49. **Progie de [Raphael Lami](#) , [Jadwiga Orignac](#), 2011 .** Connaissance de la diversité des espèces et des milieux méditerranéens.

50. **RAJAPAKSE, N., KIM, S. K., 2011.** Nutritional and digestive health benefits of seaweed. *Adv. Food. Nutr. Res.* 64 : 17-28.
51. **Richard, J., Benoit, J.P. 2000.** Microencapsulation. *Techniques de l'Ingénieur*, J 2210, 1-20
52. **Rodrigues, S.N., Fernandes, I., Martins, I.M., Mata, V.G., Barreiro, F. 2008.** Microencapsulation de limonène pour des applications aux textiles. *Ind Eng Chem Res*, 47, 4142-4147.
53. **Roy S, et al.,2011.** A multiple network learning approach to capture system-wide condition-specific responses. *Bioinformatics Research Support, N.I.H.*,27(13) :1832-8.
54. **Sangeetha, V. and R. Thevanathan. 2010.** Biofertilizer Potential of Traditional and Panchagavya Amended with Seaweed Extract. *J. Amer. Sci.* 6 : 61-67.
55. **Scher, H.B., Rodson, M. et Lee, K.S. 1998.** Microencapsulation des pesticides par polymerization interfaciales ». utilizing isocyanate or aminoplast chemistry. *Pestic Sci*, 54, 394-400.
56. **Schorsch, G. (2000).** "La formulation : de l'art à la science du compromis". In : *Actualité chimique* 20-24.237 (cf. page 22).
57. **Schulthess, A., Matus, I., & Schwember, A.R. (2013).** Genotypic and environmental factors and their interactions determine semolina color of elite genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) grown in different environments of Chile. *Field Crop Res.* 149 :234–244.
58. **Smithsonian Tropical Research Institute. 2009.** *Ulva rigida* (C. Agardh).
59. **Stelinski, L. L, Meghee, P., Haas, M., l'Ichev, A. L and Gut, L. J2007b.** sprayable micro encapsulation sex pheromone formulation for mating disruption of four tortricid species : effets of application height, rate frequency, and sticker adjuvant. *Journaln Of Economic Entomology* 100,1360-1369.

60. **Sugamori, M.E. and Sefton, M.V. 1989.** Microencapsulation of pancreatic islets in a water insoluble polyacrylate. *ASAIO Trans*, 35, 791.
61. **Vandamme, T., Denis Poncelet, Pascale Subra-Paternault. 2007.**
La microencapsulation : des sciences aux technologies. Edition Lavoisier. 348p.
62. **Vernner, R., & Bauer, P& Bauer 2007** Q-TEO, a formulation concept thatovercomes the incompabilitybetween water and oil. *Pfalzenschutz-Nachrichten Bayer*, 60(1), 7-26.
63. **Yakhin O.I., Lubyarov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H., 2017.**
Biostimulants in Plant Science : A global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 7, p.1-32